

Министерство образования и науки  
Забайкальского края  
Государственное профессиональное образовательное учреждение  
«Забайкальский транспортный техникум»

«Утверждаю»  
Зам. директора по УПР

\_\_\_\_\_ О.Н. Куткина

«16» \_мая\_ 2023 года

**УЧЕБНО\_МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**лабораторно-практических занятий для студентов**

**ПМ 03 Организация процессов модернизации и модификации автотранспортных средств**  
**23.02.07«Техническое обслуживание и ремонт двигателя, систем и агрегатов**  
**автомобилей»**

2023 г.

Методические указания предназначены для студентов групп СПО специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателя, систем и агрегатов автомобилей» по дисциплине ПМ 03 составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к подготовке выпуска для получения квалификации специалист. Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателя, систем и агрегатов автомобилей»

Рассмотрено на заседании Методической комиссии преподавателей общепрофессиональных дисциплин и МДК Государственного профессионального образовательного учреждения «Забайкальский транспортный техникум».

Протокол заседания методической комиссии № 5 от «16» мая 2023 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Михалева М.Д.

## Общие указания по проведению практических занятий.

Целью практических занятий по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля является закрепление теоретических знаний, полученных в учебных кабинетах и в процессе самостоятельной работы учащихся с учебной литературой. При выполнении практических заданий от учащихся требуется самостоятельное выполнение операций по разборке-сборке агрегатов после предварительного изучения их устройства, особенностей работы и безопасных методов труда под общим руководством преподавателя.

Изучая устройство, проводя демонтаж и монтаж агрегатов, съем и установку деталей, учащиеся получают первоначальные практические навыки проведения операций разборки-сборки, регулировки, ТО и ремонта учатся рациональному использованию инструментов, приспособлений. По мере выполнения заданий их умения как исполнителей практических заданий совершенствуются, закрепляются навыки профессионального проведения разборки-сборки агрегатов, регулировки тепловых зазоров и др. Полученные знания помогут грамотно эксплуатировать технику, находить и устранять неисправности, грамотно выполнять слесарно-ремонтные работы по устранению неисправностей, выполнять операции по регулированию механизмов, обеспечивая долговечность работы машины.

Выполнению практического задания по разборке-сборке агрегатов, их ТО и ремонту предшествует этап закрепления теоретических знаний о деталях, из которых состоят агрегаты и механизмы, содержания и перечня работ. Этой цели служит приведенный иллюстративный материал.

Разборка-сборка механизма нужна для того, чтобы увидеть, как соединены между собой детали, как они взаимодействуют во время работы.

В части заданий предусмотрена только частичная разборка механизма. Это относится к тем случаям, когда расположение деталей в механизме хорошо видно и без полной разборки или когда подобный механизм учащиеся уже разбирали при выполнении предыдущих заданий.

При осмотре снятых деталей с целью их дефектации (визуальной диагностики на наличие дефектов) необходимо оценить состояние трущихся поверхностей, износ зубьев шестерен, посадочных мест под подшипники, состояние уплотнительных колец, манжет, прокладок, определить, как смазываются детали, найти каналы смазки. При разборке необходимо обращать внимание на число регулировочных прокладок и места их расположения, одновременно изучать другие механизмы регулирования.

При сборке механизма необходимо учитывать, что одни детали должны крепиться прочно, а другие — с необходимыми зазорами в соединениях для обеспечения работы механизма.

Для проведения монтажных и регулировочных работ каждое учебное звено должно иметь несколько комплектов инструментов, а также дополнительно инструменты и приспособления, необходимые для выполнения задания.

Комплект инструментов — это набор следующих инструментов:

- 1) ключи гаечные двусторонние 8x10; 10 x 12; 12 x 13; 13 x 14; 14 x 17; 17 x 19; 19x22; 22x24; 24x27; 27x30; 32x36 мм;
- 2) ключи торцовые 10; 12; 13; 14; 17; 19; 22 и 24 мм или ключи торцовые со сменными головками таких же размеров с воротком и дополнительным удлинителем;
- 3) отвертки, пассатижи, круглогубцы, молоток, зубило, бородок.

Учащиеся должны уметь самостоятельно выбирать инструмент для проведения конкретных операций при выполнении задания, т.е. они должны выработать верный, точный глазомер, чтобы на глаз безошибочно определять размеры болтов и гаек, не применяя измерительный инструмент.

### **Инструкция по правилам и мерам безопасности**

#### **при проведении практических занятий по междисциплинарному курсу ПМ 03**

Одежда учащегося должна быть подобрана по его росту, заправлена, рукава застегнуты. Волосы должны быть защищены головным убором.

Руки учащегося не должны быть замаслены, чтобы он мог надежно удерживать инструмент. Очищать и мыть руки бензином или дизельным топливом запрещено.

Рабочее место должно содержаться в чистоте и порядке, проходы должны быть свободными.

При снятии или разборке агрегатов, в картере которых может быть масло, подставить ванночку для его слива. В случае попадания масла на пол необходимо пятно засыпать опилками или песком, дать маслу впитаться, и, убрав засыпку, протереть место ветошью насухо. Отработанную ветошь убирать в железный ящик с плотной крышкой.

Под колеса монтажных механизмов необходимо устанавливать противооткатные колодки. Вставать ногами на колеса и другие неустойчивые части механизмов **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

Круглые детали (валы, поршни, цилиндры, гильзы и др.) запрещается класть на край стола.

Используемый для работы инструмент должен быть в исправном состоянии и соответствовать определенным требованиям:

- молоток должен иметь слегка выпуклый, гладкий, без зазубрин и трещин боек; ручка молотка, изготовленная из дерева твердой породы, должна быть незамазанной, гладкой, без сучков, расклиненной;
- зубило не должно иметь на ударной поверхности и бородке трещин, наклепа металла, сколов, выбоин;
- отвертка не должна иметь острый рабочий конец, а стержень отвертки должен быть прямым, непогнутым;
- измерительный инструмент должен быть чистым, сухим и содержаться отдельно от рабочего инструмента;
- гаечные ключи для операции необходимо подбирать точно по размеру. Запрещается пользоваться ключом, у которого губки не параллельны и в зев заложены пластинки;
- не допускается удлинение рычага за счет использования куска трубы или другого ключа;
- при отворачивании гаек и футорок крепления колеса необходимо использовать специальный ключ из набора инструментов (плотно надеть его на гайку, занять устойчивое положение, расположив рукоятку рычага так, чтобы усилие было направлено к себе).

Домкрат необходимо устанавливать в обозначенных местах. Если обозначений нет, то выбирают место, обеспечивающее устойчивое положение поднятого оборудования и агрегатов. Домкраты должны иметь стопоры, мешающие выходу винта или рейки, когда шток выдвинут в крайнее положение. Поверхность головки штока не должна допускать проскальзывания. Под домкрат подставляется широкая прочная доска. Домкрат устанавливается строго вертикально.

После подъема единицы оборудования для страховки под нее устанавливаются подставки.

Каждое рабочее место должно быть оснащено:

- исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями;
- технологическими картами и инструкциями;
- описанием оборудования и краткой инструкцией по мерам и правилам безопасности при выполнении практических работ;
- противопожарными средствами и правилами их применения. На рабочих местах запрещено:
  - работать студентам, не прошедшим инструктаж;
  - пользоваться открытым огнем;
  - включать приборы и установки без разрешения преподавателя;
  - хранить горюче-смазочные материалы;
  - включать двигатели и приборы, минуя заводские выключатели;
  - пользоваться неисправным инструментом, заводными рукоятками;
  - применять этилированный бензин;
  - пускать двигатель или стенды при утечке топлива или газа;
  - производить в помещении электротехнические, сварочные и другие тепловые ремонтные работы.

Рабочие места должны содержаться в чистоте и порядке, проходы должны быть свободными.

Всерабочие места и вентиляторы двигателей должны иметь индивидуальные металлические ограждения и трафареты с надписями: «Двигатель не пускать».

Электропроводы должны иметь надежную изоляцию. На клеммах и розетках необходимо указать напряжение.

Отделение лаборатории по диагностированию двигателей должно иметь надежную вентиляцию с кратностью обмена воздуха не менее 1:1, достаточную освещенность рабочих мест – 500 лк, уровень громкости шума не более 75 дБ.

Каждое рабочее место должно иметь: ограждение, рабочую оснастку, технологические карты, инструкции и исправный инструмент. На посту должен быть противопожарный щит, укомплектованный согласно типовым правилам.

Учащиеся допускаются к лабораторным работам только после первичного инструктажа на рабочем месте.

Установки и приборы с электропитанием от сети должны иметь общее заземление, а рабочие двигатели – выводы отработавших газов в атмосферу через специальные глушители.

Лабораторно- практические работы проводятся для экспериментальной проверки теоретического курса, изложенного на лекциях и практических занятиях или изученного учащимися самостоятельно.

На лабораторных работах отрабатываются методики экспериментальных исследований и техника овладения методами измерений.

При выполнении лабораторных работ следует строго соблюдать технику безопасности (ТБ), с которой должен ознакомиться каждый учащийся под роспись. Требования по ТБ изложены в инструкциях, находящихся в лаборатории и оформленных на стендах. Учащиеся, не прошедшие инструктаж по технике

безопасности, к лабораторным занятиям не допускаются.

При нарушении правил техники безопасности учащийся не допускается к последующим занятиям, а информация о нарушении ТБ доводится до администрации колледжа. Повторный допуск к выполнению лабораторных работ учащийся получает после нового инструктажа по технике безопасности.

К отчетам по лабораторно-практическим работам предъявляются следующие требования.

1. Работа выполняется аккуратно без помарок и исправлений пастой или в компьютерном варианте.
2. Отчет должен содержать:
  - название работы;
  - цель работы;
  - порядок выполнения работы;
  - чертежи, схемы, диаграммы, таблицы;
  - выводы и результаты по выполнению лабораторно-практической работы.
3. Учащийся в отчете должен ответить на все контрольные вопросы.

На практическую работу отводится 2 или 4 часа по графику. Если студент не успел выполнить лабораторную работу в указанное время, ему следует закончить работу во внеурочное время в присутствии мастера производственного обучения.

После выполнения практической работы учащийся отчитывается перед преподавателем о результатах экспериментальных исследований. Дома учащийся оформляет работу и защищает ее на следующем занятии перед выполнением новой работы. Работа считается зачтенной, если в ней соблюдены все требования к ее оформлению и нет замечаний по ее выводам.

После выполнения всех работ учащийся получает общий зачет по лабораторно-практическим работам и допуск к итоговой аттестации по дисциплине.

Учащийся, не выполнивший изложенные выше требования, не допускается к итоговой аттестации до полного выполнения комплекса практических работ, предусмотренных программой.

**ПЕРЕЧЕНЬ**  
лабораторно-практических работ

№ п/п	Название лабораторных/практических работ	Количество часов	Проверяемые У, З, ОК, ПК, ПО	стр
<b><i>МДК03.01 Особенности конструкций автотранспортных средств</i></b>				
1.	«Выполнение заданий по изучению устройства VR-образных двигателей.	6	ПК 6.1, 6.2 ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, 09, 10	7
2.	«Выполнение заданий по изучению устройства W-образных двигателей.	6		17
3.	«Выполнение заданий по изучению устройства механических трансмиссий».	3		24
4.	«Выполнение заданий по изучению устройства автоматических трансмиссий».	3		34
5.	«Выполнение заданий по изучению устройства многорычажной задней подвески».	6		40
<b><i>МДК. 03.02 Организация работ по модернизации автотранспортных средств.</i></b>				
6.	«Определение требуемой мощности двигателя».	6	ПК 6.1, 6.2 ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, 09, 10	44
7.	«Определение геометрических параметров ЦПГ из условий требуемой мощности двигателя».	6		46
8.	«Определение топливно-экономической характеристики автомобиля на высшей передаче»	6		47
9.	«Увеличение рабочего объема за счет расточки цилиндров двигателя»	6		49
<b><i>МДК. 03.03 Тюнинг автомобилей</i></b>				
10.	«Определение мощности двигателя»	6	ПК 6.3 ОК 01, 04, 10, 11	51
11.	«Расчет турбо наддува двигателя»	3		54
12.	«Расчет элементов двигателя на прочность»	3		54
13.	«Расчет элементов подвески»	3		63
14.	«Расчет элементов тормозного привода и тормозных механизмов»	3		65
15.	«Восстановление деталей салона автомобиля»	6		69
16.	«Тонировка стекол».	3		72
17.	Лабораторно-практическая работа № 17 «Подбор колесных дисков по типу транспортного средства».	2		86
18.	Лабораторно-практическая работа № 18 «Замена головного освещения автомобиля».	2		89
19.	Лабораторно-практическая работа № 19 «Подготовка деталей автомобиля к нанесению рисунков»	2	92	
<b><i>МДК 03.04. Производственное оборудование.</i></b>				
20.	«Обслуживание оборудования для диагностики тормозной системы автомобиля».	6	ПК 6.4 ОК 01, 02, 04, 09, 10	95
21.	«Обслуживание оборудования для диагностики рулевого управления автомобиля».	6		105
22.	Лабораторно-практическая работа № 22 «Обслуживание подъемников с электрогидравлическим приводом».	6		108
23.	Лабораторно-практическая работа № 23 «Обслуживание подъемников с гидравлическим приводом».	2		115
24.	«Обслуживание гаражных кранов и электротельферов».	2		121

## Лабораторно-практическая работа № 1

**Тема: «Особенности конструкций современных VR –образных двигателей»**

**Цель занятия:** Выполнение заданий по изучению особенностей устройства VR-образных двигателей

Проверяемый результат: ПК 6.1ПК 6.2 ОК 1, ОК 2,ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Обеспечение занятия:** плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

**V образный автомобильный двигатель: особенности, достоинства и недостатки**

В общем случае v образный двигатель – это обычный двигатель внутреннего сгорания (ДВС), цилиндры которого конструктивно расположены друг против друга под определенным углом. Как и любой другой мотор, он во многом определяет



конструкцию автомобиля.

Немного истории

Впервые ДВС, имеющий практическое применение, был построен немецкими инженерами Г. Даймлером и В. Майбахом в 1883 году. Этот одноцилиндровый силовой агрегат объемом 462 куб. см. развивал мощность 1,1 л. с. Однако этой мощности было недостаточно и в дальнейшем ее наращивание осуществлялось путем увеличения рабочего объема цилиндра. Но этот процесс не мог продолжаться бесконечно, поэтому конструкторы начали постепенно увеличивать количество цилиндров.

Так появились рядные двух- четырех- шести- и даже восьмицилиндровые двигатели. Правда, увеличение количества установленных в один ряд цилиндров более 6-ти значительно увеличивало габаритные размеры подкапотного пространства автомобиля. Кроме большой длины рядные моторы имеют и другие недостатки, например:

- большой вес;
- ограничение мощности;
- недостаточную сбалансированность и др.

В настоящее время разработкой рядных силовых агрегатов занимаются все ведущие производители автомобилей. Связано это с тем, что они просты как в изготовлении, так и в процессе эксплуатации. Отличаются они и высокой ремонтопригодностью.



Понимая, что расположение цилиндров в один ряд – это временное решение, тот же В. Майбах в 1889 году изобрел и запатентовал v образный двигатель. Однако первые такие ДВС начали изготавливать только начиная с 1905 года, причем не в Германии, а в США и Франции.

Особенности конструкции



Конструктивно v образный двигатель значительно сложнее стандартного рядного мотора. Ведь они оснащаются двумя головками блока цилиндров (ГБЦ) и имеют более сложные механизмы газораспределения (ГРМ) и впрыска топлива.

**Большое значение в конструкции v образных двигателей играет угол размещения цилиндров относительно друг друга.** В процессе эволюции создавались различные конструкции, в которых углы развала цилиндров изменялись от 1 до 180 градусов.

В результате многочисленных экспериментов разработчики пришли к выводу, что наиболее оптимальными являются углы 45, 60 и 90 градусов. Именно эти углы развала цилиндров имеет большинство современных v образных силовых агрегатов. Основным достоинством v образных моторов является их компактность. При этом, их несколько увеличенная ширина существенного значения на размеры подкапотного пространства автомобиля не оказывает.

Разные углы развала цилиндров используются в различных силовых агрегатах. Некоторые их конфигурации сбалансированы очень хорошо, другие требуют использования дополнительных механизмов. Так, например, v образные двигатели с оптимальным углом развала, такие как:

1. v 16 – прекрасно уравновешены и обеспечивают равномерную работу всех цилиндров;
2. v 12 (состоящий как-бы из 2-х шестицилиндровых силовых агрегатов) – независимо от угла развала цилиндров отлично уравновешен;
3. v 10 и v 8 – требуют наличия противовесов на коленчатом валу;
4. v 2, v 4, v 6 – отличаются повышенной вибрацией и требуют дополнительной балансировки.

### **Двигатель VR и его особенности**

В 1991 году немецкий концерн представил новую схему расположения цилиндров – рядно-смещенную. Компании требовался компактный, но мощный шестицилиндровый мотор для установки на малогабаритные модели Audi,

Volkswagen и Seat: традиционный V6 в них просто-напросто не влезал. Новый двигатель получил обозначение VR – аббревиатуру, обозначающую «v-образно- рядный». Этот мотор представлял собой эдакую помесь V-образного агрегата с очень малым развалом цилиндров и обычного рядного двигателя. Его 6 цилиндров расположены V-образно под углом 15 градусов, поршни расположены в блоке в шахматном порядке. Компактность позволяла накрыть блок цилиндров всего одной общей головкой.

Достоинства и недостатки

Широкое распространение v образные двигатели получили, в первую очередь, благодаря возможности получения максимального крутящего момента. Достигается это за счет того, что в отличие от рядного мотора (R двигатель), в котором силы, направленные на коленчатый вал, ориентированы перпендикулярно, в v образном силовом агрегате они действуют по касательной с двух сторон. При этом достигается максимальное ускорение коленчатого вала, так как инерция, создаваемая при работе, значительно выше той, которая используется в R-образных моторах.

Кроме того, v образный двигатель имеет большую жесткость коленчатого вала, что :

- повышает прочность всей конструкции силового агрегата;
- увеличивает срок службы мотора;
- позволяет динамично работать как на низких, так и на высоких (предельных) оборотах.

Силовые агрегаты с v-образным расположением цилиндров не свободны от недостатков. Среди них отмечают:

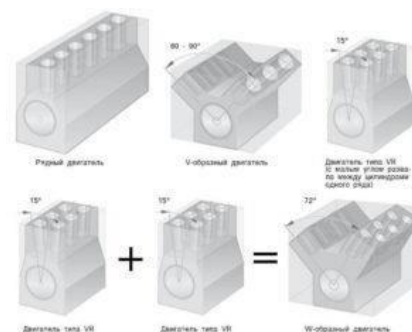
- высокую стоимость;
- большой уровень вибраций;
- сложности при балансировке и др.

Однако в настоящее время разработчики владеют соответствующими конструкторскими решениями и технологическими возможностями, позволяющими минимизировать влияние этих недостатков и улучшить ряд технических характеристик этих моторов.

Несмотря на то, что с момента изобретения v образных силовых агрегатов прошло более

100 лет, их потенциал полностью еще не раскрыт. Будущее автомобилестроения несомненно связано именно с этими моторами. Поэтому в этом направлении и работают сейчас многочисленные коллективы разработчиков, стараясь, чтобы их производство стало более технологичным и менее затратным.

Перспективные разработки



Наиболее распространенным среди v образных силовых

агрегатов является двигатель v6.

Однако именно он отличается высоким уровнем вибраций и требует достаточно трудоемкой балансировки. В настоящее время существует несколько направлений, в которых эволюционируют двигатели v 6:

- **Оппозитные силовые агрегаты**

Оппозитный мотор – это v образный мотор, у которого угол развала цилиндров составляет 180 градусов. Такая конструкция позволяет значительно снизить центр тяжести и, что особенно важно, взаимно нейтрализовать вибрацию поршней, сделав рабочие характеристики мотора более плавными. Лидером этого направления моторостроения является компания Fuji Heavy Industries Ltd., которая уже много лет разрабатывает такие двигатели для автомобилей марки Subaru. Оппозитная компоновка позволяет придать блоку цилиндров очень высокую прочность и жесткость, однако значительно усложняет ремонт мотора.

Оппозитные силовые агрегаты устанавливаются практически на все автомобили Subaru начиная с 1963 года.

- **VR образные моторы**

Разработка VR образных силовых агрегатов – еще одно направление, по которому развиваются v-образные двигатели. Конструктивно такие моторы представляют собой симбиоз v образного и рядного силового агрегата и отличаются от обычных □ малым углом развала цилиндров (15 градусов) и □ наличием одной ГБЦ, которая накрывает оба ряда цилиндров.

Такая компоновка позволяет получить компактный силовой агрегат, который меньше по длине, чем рядный 6-ти цилиндровый мотор и ширине, чем обычный двигатель v6.

VR 6 устанавливались на автомобили компании Volkswagen (Passat, Golf, Sharan и др.). Они имели заводские обозначения AAA (объем 2,8 л., мощность 174 л. с.) и ABV (объем 2,9 л., мощность 192 л. с.).

### **Двигатель VR6**

Двигатели VR с рядно-смещенной компоновкой – разновидность V-образных двигателей с предельно малым углом развала цилиндров. Пионерами использования компоновки были Lancia и Ford; сейчас идею успешно использует Volkswagen.

#### **ДВИГАТЕЛЬ**



## **Происхождение названия VR**

Вопреки на первый взгляд логичному предположению буква V в названии компоновки не имеет отношения к V-образным двигателям. VR – аббревиатура, составленная из двух немецких слов "Verkürzt Reihenmotor", что в переводе означает «укороченный рядный двигатель».

## **История создания двигателя VR**

В наши дни двигатели с рядно-смещенной компоновкой практически безальтернативно ассоциируются с моторами VR6 немецкой компании Volkswagen. Шестицилиндровые двигатели VW появились в конце 80-х годов, и компания до сих пор с успехом устанавливает моторы этой компоновки в свои современные модели.

Разработки Фольксваген базировались на конструкции четырехцилиндрового двигателя V4, широко применявшегося в автомобилях Lancia и Ford. Как это ни удивительно, третьим производителем двигателей этой компоновки был советский, впоследствии украинский Мелитопольский моторный завод. Двигатели V4 устанавливались в Запорожцы и сделанные на основе Запорожца малые внедорожники ЛУАЗ.

Двигатель VW VR6, разработанный в период, когда председателем правления VW был Фердинанд Пих, был впервые презентован в Европе в 1991 году. VR6 начали устанавливать в модели Passat и Corrado.

В американской модели Corrado использовался двигатель объемом 2.8 литра. Позже лицензию на производство этих двигателей купил концерн Mercedes, выпустивший впоследствии собственную модель мотора M104.900.

Разработчики Volkswagen Group пошли дальше и, убрав один цилиндр, создали двигатель VR5. Этот двигатель ставился в Passat 1997-го модельного года, и Golf 1999-го.

## **Преимущества двигателей VR6**

Изначально, создавая двигатель с рядно смещенной компоновкой, компания Volkswagen преследовала цель создания шестицилиндрового мотора с коротким блоком. Обычный V-образный двигатель не удовлетворял потребности разработчиков тем, что, благодаря большому развалу цилиндров имел слишком большую ширину, что затрудняло использование мотора этой конструкции в автомобилях с поперечным расположением силового агрегата. Создав двигатель с рядно-смещенной компоновкой, компания получила уникальную возможность без масштабных переделок устанавливать шестицилиндровые двигатели в подкапотное пространство уже существующих моделей автомобилей с поперечным расположением двигателя без масштабных переделок.

## **Технологические особенности двигателя VR6**

В отличие от V6, имеющего симметричную конструкцию относительно коленвала, VR6 построен асимметрично, что характерно для рядных агрегатов. Впускной коллектор установлен с одной стороны мотора, а выпускной с другой стороны.

За счет того, что все 6 цилиндров расположены в одном коротком блоке двигатель VW VR6 гораздо легче любого V6 аналогичного объема. Коротким блок VR6 стал за счет расположенных в шахматном порядке, а не в одну линию, цилиндров.

Цилиндры VW VR6 расположены на очень малом расстоянии друг от друга, но под небольшим углом, что дало возможность оставить общую клапанную крышку, скрывающую два распредвала. От 24-клапанного механизма

газораспределения пришлось отказаться - в головке блока просто не нашлось для него места.

Выход был найден - система SOHC была усовершенствована с учетом ряда особенностей системы DOHC.

Для этого понадобилось расположить по 4 клапана на каждый цилиндр в ограниченном пространстве над поршнем. При этом пришлось установить механизм привода клапанов строго над ними. В противном случае открытие и закрытие клапанов осуществлялось бы с опозданием, что неизбежно привело бы к повышенному расходу топлива и ограничению максимального количества оборотов.

Применив компоновку SOHC, компания отказалась от применения системы изменяемых фаз газораспределения, что также позволило сэкономить место.

В процессе разработки обнаружились и другие проблемы, для решения которых инженерам пришлось искать новые пути. К примеру, выяснилось, что конструкция VR6

– с 6 цилиндровым блоком и одной ГБЦ, подразумевает разную длину портов впускного и выпускного коллекторов. Согласно теории двигателестроения это означает, что цилиндры будут производить разную мощность при определенной скорости вращения коленвала. Выход был найден в установке специально разработанного

равнодлинного впускного коллектора, настройке открытия и закрытия клапанов и необычного разделения выпускного коллектора на 2 патрубка (каждый из патрубков обслуживает 3 цилиндра сразу).

#### **Достоинства и недостатки двигателя VR6**

За счет необычного расположения цилиндров от сбалансированности "настоящего" рядного шестицилиндрового двигателя не осталось и следа, поэтому в нем предпринятые дополнительные меры к уравниванию путем установки дополнительных валов. Эта особенность, наряду с необычной конструкцией ГРМ делает его гораздо более дорогим в производстве агрегатом. Однако возможность сделать шестицилиндровый двигатель компактным оказалась в данном случае важнее снижения себестоимости.

#### **Дальнейшее развитие двигателей VR6**

Как показала практика, Volkswagen удалось преодолеть большинство конструктивных ограничений, заложенных в рядно-смещенном двигателе. В частности, в более поздних двигателях VR6 удалось реализовать компоновку газораспределительного механизма DOHC, что позволило повысить объем двигателя без существенного увеличения расхода топлива.

Первый массовый VR6 объемом 2.8/174 л.с. после ряда конструктивных изменений превратился в двигатель объемом 2.9 литра, мощностью 190, а позже и 204 л.с.

#### **Процесс работы дизельного ДВС**

Как следует из названия, рабочий цикл четырехтактного ДВС состоит из 4-х тактов: впуска, сжатия, расширения и выпуска. Четыре такта соответствуют двум оборотам коленчатого вала и четырем ходам поршня. Ход поршня – это его перемещение от верхней мертвой точки (ВМТ) к нижней (НМТ) или наоборот. Это одна из



важнейших характеристик двигателя, которая определяет степень сжатия топливной смеси, а значит, и мощность мотора.

Первый такт – такт впуска – в дизельном двигателе представляет собой впуск воздуха через открывающийся впускной клапан. Поршень перемещается от ВМТ к НМТ, создавая разрежение в камере сгорания, что способствует втягиванию воздуха во внутрь цилиндра.

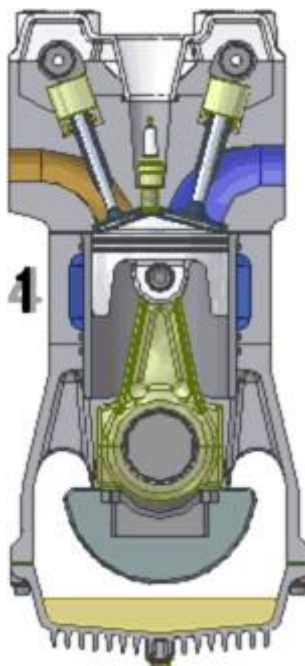
Такт сжатия – это процесс сжатия воздуха при перемещении поршня от НМТ к ВМТ при закрытых клапанах. При этом в камере сгорания уменьшается объем, увеличивается давление и повышается температура. Немного раньше, чем поршень займет свое верхнее положение, через форсунку впрыскивается дизельное топливо. При взаимодействии с горячим воздухом оно воспламеняется.

Такт расширения (рабочий ход) характеризуется резким повышением температуры и давления за счет сгорания топлива. Газы давят на поршень, перемещая его из ВМТ в НМТ, что и является основной движущей силой мотора.

Такт выпуска – удаление отработанных газов из камеры сгорания через выпускной клапан. Поршень поднимается к ВМТ, выталкивая продукты сгорания наружу.

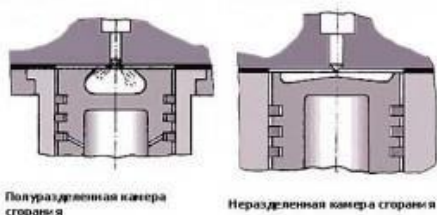
После такта выпуска снова идет такт впуска, и так по кругу.

Работа всех 4ех тактных двигателей одинакова, будь то дизельный двигатель или бензиновый.



### Камера сгорания топливной смеси

Разные модели дизельных двигателей отличаются между собой строением. Одной из немаловажных особенностей является конструкция камеры сгорания. Камера сгорания – пространство, где происходит непосредственно сгорание топлива.



Полуразделенная камера сгорания

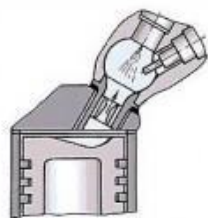
Неразделенная камера сгорания

Неразделенная камера расположена в самой конструкции поршня или над ним, топливо на такте впуска попадает в нее, где и воспламеняется при контакте с горячим воздухом. Это наиболее простой вариант,

который, к тому же, снижает расход топлива, но сам двигатель при этом работает очень громко.



Разделенная вихрекамерная камера сгорания



Разделенная форкамерная камера сгорания

Другой вариант – разделенная камера, то есть камера, которая расположена не в цилиндре, а на входе к нему и связана с ними каналом. Топливо подается в камеру, где перемешивается с вихревым потоком воздуха, что лучше распределяет его капли по объему камеры сгорания и способствует полному его сгоранию. Такой вариант подходит для небольших установок и легковых автомобилей, но он значительно увеличивает расход топлива. Исходя из конструкции поршня и камеры сгорания, различают разные способы смесеобразования в дизельных ДВС:

— объемное смесеобразование – самый простой вариант. Камера сгорания представляет собой пространство между поршнем, стенками и головкой цилиндров. Топливо впрыскивается под давлением через распылители форсунок. Здесь важно, чтобы капли топлива равномерно распределились по всему объему и тщательно перемешались с горячим воздухом, поэтому в камере сгорания должен быть организован вихреобразный поток топливного заряда, а само топливо должно подаваться под высоким давлением;

— объемно-пленочное смесеобразование используется в высокооборотных двигателях с небольшим диаметром цилиндров. Это как раз тот случай, когда камера сгорания частично размещена в конструкции поршня. В двигателях отечественного производства такие камеры имеют форму усеченного конуса. При впрыскивании заряда топливо попадает на поверхность камеры сгорания, образуя «пленку», после чего практически сразу испаряется. Вихревые потоки, образующиеся под воздействием перемещения поршня, дают возможность равномерно распределить капли топлива по всему объему;

— предкамерное смесеобразование предусматривает наличие предкамеры, расположенной в крышке цилиндров. Она соединяется с основной камерой сгорания небольшими каналами с диаметрами не более 1% от диаметра поршня. Объем предкамеры составляет до 30% общего объема камер. По форме она может быть овальной, цилиндрической или сферической;

— вихрекамерное смесеобразование происходит за счет вихревых потоков воздуха, что дает возможность максимально смешать топливный заряд с воздухом даже при невысоком давлении его подачи в камеру сгорания. Для такого смесеобразования необходима отдельная камера, состоящая из двух частей: вихревой и основной. На такте сжатия воздух из основной камеры вытесняется в вихревую, которая имеет сферическую или цилиндрическую форму. Поток воздуха создает вихревые движения, двигаясь по кругу, а в это время из форсунки под давлением до 12 МПа подается заряд топлива. Поскольку воздушная волна находится в движении, капли равномерно распределяются по всему ее объему.

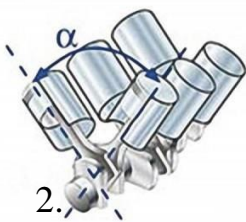
## Компоновка двигателя

4-хтактные дизельные двигатели отличаются не только строением камеры сгорания, но и количеством цилиндров и их взаимным расположением. Понятно, что чем больше цилиндров, тем мощнее двигатель и тем он больше по размерам. Разные варианты компоновки позволяют уменьшить его габариты. В зависимости от расположения цилиндров двигатели могут быть:



### 1. Рядный.

Все цилиндры располагаются в ряд. Такая конструкция двигателей самая простая, детали к ним имеют несложную технологию производства.



### 2. V-образный

двигатель. Цилиндры в таком двигателе расставлены в форме буквы V, в двух плоскостях, двумя рядами под углом  $60^{\circ}$  или  $90^{\circ}$ . Образовавшийся между ними угол – это угол развала. Плюсом такого двигателя является мощность. Его габариты могут быть уменьшены за счет смещения в развал других важных компонентов. Его длина меньше, а ширина больше. Но из-за сложности таких конструкций бывает непросто определить центр их тяжести.



### 3. Опозитные двигатели (маркировка В).

Они относительно уравновешены, для уменьшения вибрации все элементы располагают симметрично. Их конструктивная особенность – центральное крепление вала на жестком блоке. Это так же влияет на степень вибрации. Угол развала составляет  $180^{\circ}$ .





4. Рядно-смещенные агрегаты (маркировки VR). Данную компоновку отличает малый угол развала ( $15^{\circ}$ ) V-образного двигателя в содружестве с рядным аналогом. Это позволяет уменьшить размеры продольного и поперечного агрегатов. Маркировка VR расшифровывается как V – образный, R — рядный.

### Лабораторно-практическая работа № 2

#### Тема: «Особенности конструкций современных W-образных двигателей»

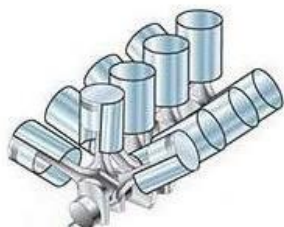
**Цель занятия:** «Выполнение заданий по изучению особенностей устройства конструкций W-образных двигателей»

Проверяемый результат: ПК 6.1 ПК 6.2 ОК 1, ОК 2, ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Обеспечение занятия:** плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

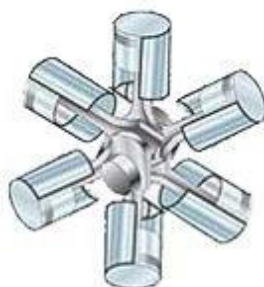
#### W-образные двигатели

Устройство двигателей VR и W12 и их отличия от моторов V-образной компоновки  
ДВИГАТЕЛЬ



5. W (или дубль V) — образный. Самый сложный двигатель. Известен двумя видами компоновки.

- 1) Три ряда, угол развала большой.
- 2) Две компоновки VR. Они компактны, несмотря на большое количество цилиндров.



б. Радиальный (звездообразный) поршневой двигатель. Имеет небольшой размер длины с плотным размещением нескольких штук цилиндров. Они располагаются вокруг коленчатого вала радиальными лучами с равными углами. Ее отличает от других наличие кривошипно-шатунного механизма. В данной конструкции один цилиндр выступает главным, остальные – прицепные – крепятся к первому по периферии. Недостаток: в состоянии покоя нижние цилиндры могут пострадать от протекания масла. Рекомендуют до начала запуска двигателя проверить, что в нижних цилиндрах масло отсутствует. В противном случае возможны гидроудар и поломка. Чтобы увеличить размер и мощность двигателя, достаточно удлинить коленчатый вал образованием нескольких рядов – звезд.



Необходимость вместить в тесное пространство уже существующих моделей двигатель с большим количеством цилиндров заставила инженеров компании Volkswagen еще раз пересмотреть опыт строения двигателей, накопленный европейским автопромом за двадцатый век. Результат превзошел все ожидания – двигатели рядно-смещенной компоновки получились невероятно компактными.

#### **История создания**

Еще в начале XX века компания Lancia задумалась об уменьшении размеров V-образных двигателей, устанавливавшихся на многие автомобили того времени. Более компактный силовой агрегат позволил бы уменьшить габариты автомобиля и его массу.

Следовательно, уменьшилась бы его стоимость, и увеличилась бы его популярность на рынке. Инженерам Lancia удалось создать V-образный двигатель с рекордно

малым углом развала цилиндров – не более 10-20 градусов.

---

В 1991 году немецкий концерн Volkswagen представил новую схему расположения цилиндров – рядно-смещенную

---

Большого распространения такой агрегат не получил, но именно он подтолкнул компанию Volkswagen к созданию принципиально нового мотора.

## Двигатель Volkswagen W12

Через какое-то время инженерам Volkswagen пришла в голову идея: «А что если расположить два наших двигателя VR вместе под углом в 72 градуса и связать их общим коленвалом?». Результатом стал чудовищный 12-цилиндровый монстр. Самое удивительное, что всю его мощь удалось уместить в блоке цилиндров, который по габаритам сопоставим с обычным двигателем V6. Впервые он был представлен публике в 2001 году на концепт-каре, получившем простое и незатейливое имя – W12.

Двигатель объемом 6 литров выдавал около 600 л.с.

---

Единственным до сих пор выпускающимся автомобилем с подобным двигателем остается Bugatti

---

Незадолго до этого его испытали на прочность в 24-часовом тестовом заезде. Volkswagen W12 Coupe прошел больше 7 000 км со средней скоростью почти в 300 км/ч. В дальнейшем такие двигатели устанавливались на люксовые серийные автомобили концерна Volkswagen. Оказалось, что количество цилиндров в рамках компоновки может меняться, причем, как в большую, так и в меньшую сторону. Появился двигатель W8, а вслед за ним и невероятный W16, которым оснастили гиперкар Bugatti Veyron.

При этом сама суть мотора остается неизменной - это все те же VR4/6/8. Разница в том, что двигатели эти как бы "спарены" внутри общего блока. Поршни установлены под углом и связаны одним коленвалом.

Несмотря на оригинальность идеи постепенно из-за сложности производства Volkswagen отказался от производства двигателей этого типа, и сегодня "на конвейере" остается лишь Bugatti. Возможно, время этого мотора еще не настало.

## Плюсы и минусы W-образного мотора

Главное преимущество двигателя W12 перед аналогичным по объему традиционным V-образником на 12 цилиндров – компактность. Самое забавное в том, что он компактнее даже двигателя V8. Существенная экономия подкапотного пространства автомобиля позволяет освободить место для установки различного дополнительного оборудования, будь то гидроусилители, компрессоры или турбины. Мощность и крутящий момент такого двигателя также превышают аналогичные показатели у двигателей классического V-образного типа. И это все не считая удешевления производства за счет экономии материалов, необходимых на создание маленького двигателя. Более плотное расположение цилиндров требует серьезной модернизации системы охлаждения, в итоге приходится индивидуально охлаждать каждый цилиндр

Тут же кроется и его недостаток. Более плотное расположение цилиндров требует серьезной модернизации системы охлаждения. В итоге все сводится к тому, что в подобных двигателях приходится индивидуально охлаждать каждый цилиндр. Также имеются определенные проблемы с балансировкой конструкции, ибо вибрации в ней зашкаливают. Эту проблему решают установкой балансирных валов и использованием гидроопор.

**W-образный двигатель** — тип двигателя с W-образным расположением цилиндров. Обычно W образный двигатель представляет собой двигатель с 3 или 4

рядами цилиндров расположенных сверху под углом меньше 90 градусов по отношению друг к другу, над единым коленчатым валом. Таким образом в поперечном разрезе двигатель напоминает букву W. Отличительной особенностью данного типа двигателя является компактность по сравнению с другими типами двигателей используемыми в серийных автомобилях и имеющими схожие мощностные характеристики.

Существуют также W-образные двигатели с рядным расположением цилиндров в шахматном порядке в каждой из двух секций одного блока цилиндров. При этом каждая из двух секций такого W-образного двигателя имеет свою ГБЦ и угол между цилиндрами (в одной секции) в 10-15 градусов, как в обычном V-образном двигателе. Расстояние между секциями в таком двигателе меньше 90 градусов.

W-образные двигатели за всю историю своего существования применялись как в автомобилях, так и в авиации и в мотоциклах.

Сравнение: при сравнении 12-цилиндрового V-образного двигателя и 12-цилиндрового W-образного двигателя с одинаковым рабочим объемом становится очевидно что последний значительно компактнее. Более того, 12-цилиндровый W-образный двигатель обычно компактнее 8-цилиндрового V-образного двигателя.

Преимущества:

Преимущества W-образной компоновки заключаются в относительной компактности при одинаковых, а порой и больших мощностных характеристиках, чем у других типов двигателей. При этом освободившееся место в подкапотном пространстве можно использовать для установки дополнительного навесного оборудования: гидроусилителя рулевого управления, Компрессора кондиционера, турбонагнетателя и др.)

Более плотное расположение цилиндров относительно друг друга позволяет сэкономить материалы при производстве автомобиля.

Недостатки:

Из-за более плотного расположения цилиндров относительно друг друга W-образный двигатель подвержен более быстрому набору температуры и соответственно быстрому перегреву в случае работы в экстремальных режимах или выхода из строя одного из узлов системы охлаждения. Из-за данной особенности современные двигатели имеющие W-образную компоновку имеют более развитую и технически сложную систему охлаждения, чем двигатели других типов.

Носители:

- Bugatti Veyron
- Bugatti Chiron
- Audi A8
- Volkswagen Passat
- Volkswagen Phaeton
- Bentley Motors
- Некоторые самолёты времен второй мировой войны.

Характеристики рабочих процессов ДВС.

При одинаковой частоте вращения коленчатого вала в двухтактных двигателях рабочий цикл осуществляется в два раза быстрее, а рабочий ход совершается в два раза чаще, чем в четырехтактных. Теоретически при одинаковых размерах цилиндра в одной и той же частоте вращения мощность двухтактного двигателя должна быть в два раза больше мощности четырехтактного. В действительности часть хода

поршня двухтактного двигателя затрачивается на осуществление процессов выпуска и продувки, в связи с чем рабочий объем его цилиндров используется не полностью. Кроме того, часть мощности двигателя (до 10%) затрачивается на привод в действие продувочного насоса. Поэтому практически мощность двухтактного двигателя с учетом рассмотренных условий превышает мощность четырехтактного в 1,7—1,8 раза.

Преимуществом двухтактного двигателя является также надежный пуск. Двухтактный двигатель, пускается в ход при любом положении коленчатого вала уже при четырех цилиндрах, в то время как в четырехтактных для этого требуется не менее шести. При одинаковом числе цилиндров и одной  $n$  той же частоте вращения коленчатого вала двухтактный двигатель из-за удвоенного числа рабочих ходов имеет более равномерный крутящий момент.

По конструкции двухтактный двигатель значительно проще четырехтактного, особенно при использовании щелевой системы продувки, когда отсутствуют клапаны и их приводы.

Недостатками двухтактного двигателя по сравнению с четырехтактным являются: более быстрый износ деталей; большой удельный расход топлива и масла, частично выносимого в выхлопной коллектор; сложность очистки цилиндров от продуктов сгорания и зарядки их свежим воздухом, так как для этого отводится менее одного хода поршня. Кроме того, работа двухтактного двигателя сопровождается повышенным шумом, создаваемым продувочным насосом.

Во время работы двигателя газы, действуя на поршень, перемещают его в цилиндре, в результате чего совершается работа. Она равна силе давления газов на площадь поршня, умноженной на величину его перемещения (хода поршня) и измеряется в Дж.

Работа двигателя, совершаемая в единицу времени, называется его мощностью. Различают индикаторную и эффективную мощность двигателя.

Индикаторная мощность  $N_i$  — это работа, совершаемая газами во всех цилиндрах в единицу времени, измеряется в кВт. Полезная мощность, получаемая на валу двигателя и передаваемая гребному валу или электрогенератору, называется эффективной  $N_e$ .

Эффективная мощность меньше индикаторной:

$$N_e = N_i - N_{\text{мех}},$$

где  $N_{\text{мех}}$  — мощность механических потерь, затрачиваемая на преодоление трения, приведение в действие навешенных механизмов, обеспечивающих работу двигателя, и т. д.

Для определения совершенства конструкции двигателя и доли индикаторной мощности, используемой для совершения полезной работы, служит механический КПД

$$\eta_{\text{м}} = N_e / N_{\text{мех}}.$$

Механический КПД всегда меньше единицы и для судовых двигателей внутреннего сгорания составляет 0,7—0,95. Он зависит от способа смазки, обработки, пригонки и сборки деталей и узлов двигателя, условий эксплуатации и ухода за ним и т. д.

Тепло, полученное при сгорании топлива в цилиндре, расходуется на получение полезной работы и на потери, которые неизбежны при работе двигателя. Качество теплоиспользования определяют с помощью уравнения теплового баланса:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5,$$

где  $q$  — тепло, выделяющееся в цилиндрах при сгорании 1 кг топлива ( $q = 100\%$ );

$q_1$  — тепло, затраченное на получение полезной работы ( $q_1 = 32\%$ );  $q_2$  — тепло, уходящее с отработавшими газами ( $q_2 = 28\%$ );  $q_3$  — тепло, отдаваемое охлаждающей воде ( $q_3 = 30\%$ );  $q_4$  — тепло, затрачиваемое на преодоление сил трения подвижных частей двигателя ( $q_4 = 8\%$ );  $q_5$  — тепло, теряемое от неполноты сгорания топлива в цилиндрах и т. п. ( $q_5 = 2\%$ ).

Здесь даны средние значения величин потерь тепла. Они могут изменяться в зависимости от совершенства рабочего процесса, технического состояния двигателя и т. д.

Совершенство рабочего процесса оценивается индикаторным КПД, который учитывает потери тепла, уходящего с отработавшими газами, уносимого охлаждающей водой и потери от неполного сгорания топлива в цилиндрах.

$$\eta_i = (q_1 + q_4) / q$$

Значения  $\eta_i$  колеблются в пределах 0,4—0,5.

Основным показателем, позволяющим оценивать экономичность работы двигателя, является эффективный КПД, учитывающий все потери в двигателе, включая и механические:

$$\eta_e = q_1 / q, \eta_e = \eta_i \eta_m$$

Значения  $\eta_e$  для двигателей внутреннего сгорания находятся в пределах 0,3—0,43. Важным показателем экономичности работы двигателя является эффективный удельный расход топлива  $g_e$ .

Он характеризует потребление топлива (в кг/ч) на единицу эффективной мощности, развиваемой двигателем (на 1 кВт).

На величину удельного расхода отрицательно влияют понижение степени сжатия, ухудшение работы топливной аппаратуры, повышение быстроходности двигателя и т. д. Работа двигателей с недогрузкой или с перегрузкой (выше паспортной) сопровождается повышением удельного расхода топлива, что говорит о необходимости эксплуатации двигателей при номинальных нагрузках.

### Принцип работы двигателя

Практически все автомобильные двигатели работают по 4-тактному термодинамическому циклу Мюллера: впуск топливной смеси, сжатие, рабочий ход, в процессе которого производится сжигание топливной смеси, и выпуск отработавших газов.

Двигатель сжигает поступающее в него топливо и преобразует тепловую энергию сгорания во вращательное движение коленчатого вала; далее вращение передается через

Удельный расход топлива для современных судовых тихоходных двигателей составляет 150—180 г/кВт ч, для быстроходных — 170—220 г/кВт ч. трансмиссию на ведущие колеса автомобиля, являющиеся элементом ходовой части автомобиля.

В цилиндре происходит сгорание топлива и преобразование тепловой энергии в механическую работу. Для этого в цилиндре имеется поршень, который при помощи пальца и шатуна связан с коленчатым валом (рисунок 1.1). Поршень движется в цилиндре возвратно-поступательно, а коленчатый вал вращается.

Преобразование движения выполняет кривошипно-шатунный механизм (рисунок 1.2). Поршень свободно надет на поршневой палец, одновременно "проходящий" через верхнюю головку шатуна. Нижняя разъемная головка шатуна охватывает шейку коленчатого вала. Такую шейку называют шатунной. Эта шейка смещена относительно других шеек, называемых коренными, на некоторое расстояние. Коренные и "шатунная" шейки связаны между собой пластинами почти прямоугольной формы — щеками. Щеки вместе с коренными и шатунной шейкой

образуют кривошип. Коренные шейки коленчатого вала являются его осью и вращаются в подшипниках, расположенных в картере (основании) цилиндра. Шатунная шейка, как любая точка на ободке колеса, вынуждена вращаться относительно своей оси, описывая окружность, радиус которой называется радиусом кривошипа.

Основными характеристиками любого двигателя являются: рабочий объем (в куб. см.), максимальная мощность (в л.с.), максимальный крутящий момент на коленчатом валу (определяет силу тяги на колесах), удельный расход топлива.

Детально рассмотрим циклы работы двигателя. При движении поршня от нижней к верхней мертвой точке (цилиндр по-прежнему изолирован от внешней среды) рабочая смесь сжимается и давление в цилиндре возрастает до 8—12 кг/см<sup>2</sup>. Такой процесс называется сжатием - это один из циклов работы двигателя. При этом коленчатый вал повернется еще на пол-оборота, или на 180°.

Сжатая горючая смесь готова к сгоранию. Поэтому достаточно в цилиндре вспыхнуть электрической искре, как смесь воспламенится и начнет выделять горячие газы. Под давлением газов поршень вынужден начать движение от верхней к нижней мертвой точке. Одновременно с поршнем коленчатый вал поворачивается еще на пол оборота, или на 180°. Такой процесс называется расширением, или рабочим ходом. При этом процессе газы совершают работу, и за счет их энергии поршень движется поступательно, а коленчатый вал вращается. Далее поршень продолжает двигаться, по уже от нижней к верхней мертвой точке, а коленчатый вал в четвертый раз поворачивается на пол- оборота, или на 180". Цилиндр сообщается с трубопроводом, через который выбрасываются отработавшие газы. Этот процесс именуется выпуском.

Поршень 4 раза прошел мертвые точки, или произвел четыре хода. Коленчатый вал повернулся вокруг своей оси 2 раза (всего на 720°). За это время в цилиндре полностью закончился так называемый рабочий цикл.

Процессы в цилиндре, связанные с движением поршня и вращением коленчатого вала, называют тактами: впуска, сжатия, рабочего хода (или расширения) и выпуска. Такт рабочего хода совершается за счет тепловой энергии газов, а такты впуска, сжатия и выпуска — за счет кинетической энергии маховика, который укреплен на конце коленчатого вала.

Изучив рабочий цикл одноцилиндрового двигателя, легко представить рабочий цикл многоцилиндрового. Допустим, двигатель имеет четыре цилиндра, тогда число рабочих ходов во всех цилиндрах за рабочий цикл двигателя будет равно тоже четырем, а во время рабочего хода в одном цилиндре в трех других будут совершаться вспомогательные такты.



Очередность рабочих ходов и других тактов в цилиндрах подчинена строгому порядку работы. У четырехцилиндровых четырехтактных двигателей применяются следующие порядки работы цилиндров: 1—2—4—3 и 1—3—4—2. При порядке работы 1—2—4—3 рабочий цикл двигателя показан в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Рабочий цикл двигателя

Полубороты коленчатого вала	Углы поворота коленчатого вала, град	Цилиндры			
		1	2	3	4
1-й	180	Впуск	Выпуск	Сжатие	Рабочий ход
2-й	360	Сжатие	Впуск	Рабочий ход	Выпуск
3-й	540	Рабочий ход	Сжатие	Выпуск	Впуск
4-й	720	Выпуск	Рабочий ход	Впуск	Сжати

### Лабораторно-практическая работа № 3

#### Тема: «Особенности конструкций механических трансмиссий»

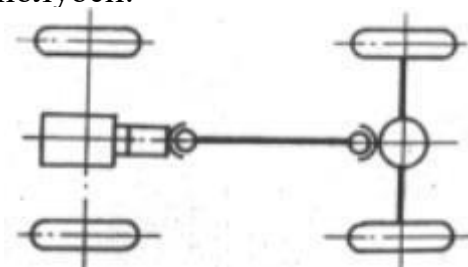
**Цель занятия:** практическое ознакомление с особенностями конструкций механических трансмиссий автомобилей

Проверяемый результат: ПК 6.1ПК 6.2 ОК 1, ОК 2,ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Обеспечение занятия:** плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

#### Механические трансмиссии

Наибольшее распространение на современных автомобилях получила механическая трансмиссия, которая включает в себя сцепление, коробку передач, карданную передачу, раздаточную коробку (у многоприводных автомобилей), главную передачу, дифференциал и полуоси.



Три последних элемента на автомобилях классической компоновки объединяют в один агрегат, называемый ведущим мостом.

Основными преимуществами механической трансмиссии являются простота конструкции и низкая стоимость, высокие КПД и надежность; недостатками – ступенчатое регулирование крутящего момента и сложность компоновки на



многoprиводных автомобилях.

Механическая трансмиссия может быть выполнена по различным схемам в зависимости от назначения автомобиля, расположения на нем двигателя и ведущих колес.

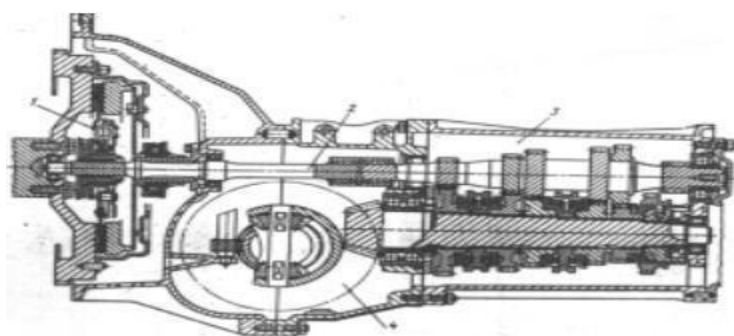
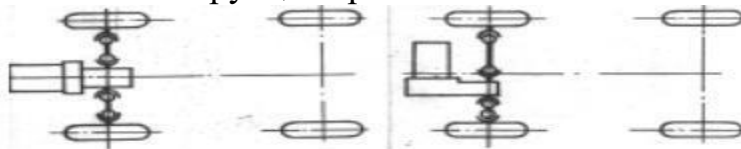
Механическая трансмиссия легкового автомобиля классической задним ведущим мостом

имеют аналогичные агрегаты. Однако с увеличением массы автомобиля меняются схемы и характеристики агрегатов: вместо однодисковых применяют двухдисковые сцепления с гидравлическим или гидропневматическим приводом с усилителем, коробки передач – трехвальные, полностью синхронизированные, многоступенчатые с числом передач от 8 до 24. Многоступенчатая коробка передач образуется последовательным соединением основной четырех–

,пяти–,шестиступенчатой коробки передач и дополнительного двух–,трехступенчатого редуктора. Используются двойные центральные и разнесенные главные передачи, блокируемые межколесные дифференциалы и полностью разгруженные полуоси.

Трансмиссии автомобилей переднеприводной компоновки (колесная формула – 2Ч 4) применяются на легковых автомобилях и микроавтобусах. В этом случае схема

и конструкция трансмиссии



П

Рис 2

определяются расположением двигателя – продольным или поперечным

Трансмиссии переднеприводных автомобилей с продольным расположением двигателя (рис. 2, а) проще и имеют меньшую стоимость при использовании двухвальных коробок передач, поэтому трехвальные

Рис. 2. Схема трансмиссии легкового автомобиля переднеприводной компоновки (2Ч 4): а– с продольным расположением силового блока,

б– с поперечным расположением силового блока

коробки передач применяются редко. Коробки передач полностью

синхронизированы. На ведомом валу коробки передач устанавливается коническая ведущая шестерня главной передачи. Привод ведущих колес осуществляется не полуосями, а карданными передачами с шарнирами равных угловых скоростей (рис. 3).

Трансмиссия автомобиля переднеприводной компоновки продольным расположением силового блока: 1 – сцепление, 2 – вал привода коробки передач, 3 – коробка передач, 4 – главная передача

Длина двигателя в схеме с его продольным расположением не лимитируется, поэтому такую

схему имеют преимущественно автомобили с двигателями большого рабочего объема. Кроме того, на основе базового автомобиля с продольным расположением двигателя могут быть выполнены модификации с приводом на все колеса.

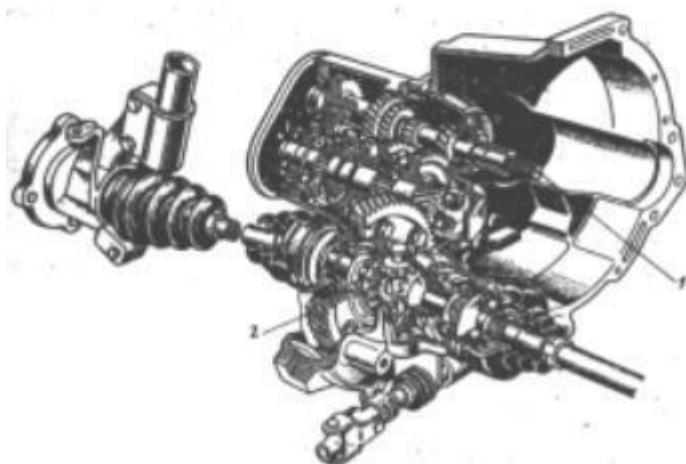
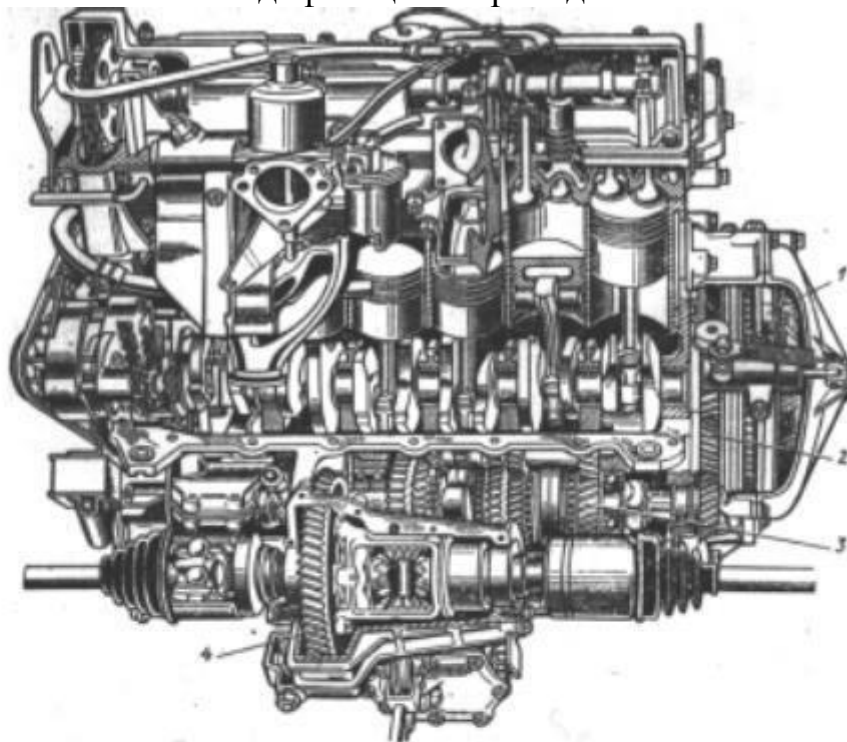


Рис. 5. Трансмиссия автомобиля, расположенная в отдельном картере: 1 – коробка передач, 2 – главная передача

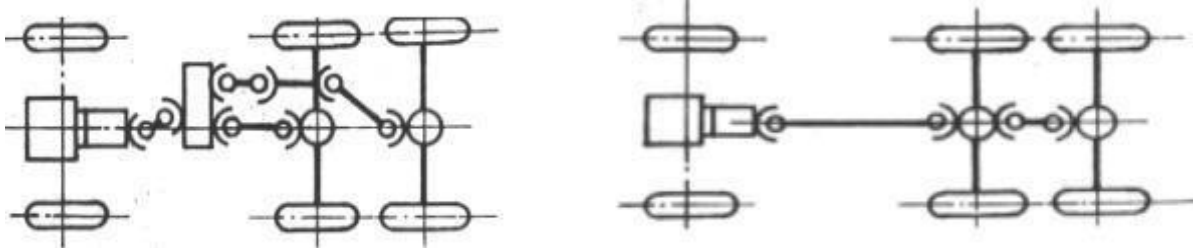
Для автомобилей особо малого и малого классов используется главным образом компоновка

с поперечным расположением двигателя (рис. 2, б). При этом трансмиссия может иметь два конструктивных исполнения: с размещением в картере двигателя (рис. 4) и с размещением в отдельном картере (рис. 5).

Рис. 4. Трансмиссия автомобиля, расположенная в картере двигателя: 1 – сцепление, 2 – дополнительные зубчатые колеса, 3 – коробка передач, 4 – главная передача

В первом случае достигается большая компактность силового блока, однако конструкция получается достаточно сложной, ремонтные работы затруднены, а из-за высокого расположения двигателя возможно ухудшение аэродинамических характеристик автомобиля.

Более удобно, в том числе и с точки зрения унификации, располагать



б

трансмиссию в отдельном картере. В этом случае момент на ведущий вал коробки передач передается непосредственно со сцепления (когда ведущий вал расположен соосно с коленчатым валом двигателя) или через дополнительный ряд зубчатых колес. Применяются полностью синхронизированные, двухвальные коробки передач. При поперечном расположении двигателя главная передача представляет собой прямозубую, косозубую или шевронную зубчатую передачу.

Трансмиссии автомобилей заднемоторной компоновки по компоновочным схемам близки к трансмиссиям переднеприводных автомобилей.

Трансмиссии многоприводных автомобилей можно разделить на две группы:

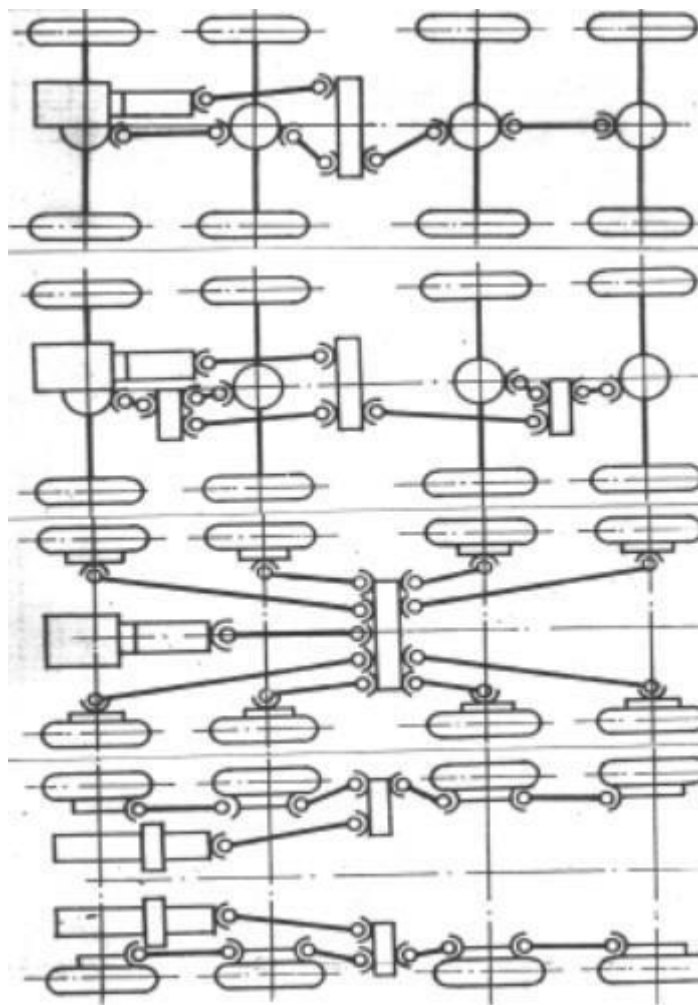
неполноприводные и полноприводные.

Неполноприводные автомобили (колесная формула – 6Ч 4, 8Ч 4) имеют ведущую тележку, состоящую из двух ведущих мостов. Мосты могут иметь индивидуальный привод (рис. 6, а), либо промежуточный мост может быть выполнен проходным (рис. 6, б).

Основное преимущество схемы с индивидуальным приводом мостов (КрАЗ–257) – высокая степень их унификации; недостатками является большое количество карданных сочленений и необходимость установки отдельного агрегата – раздаточной коробки. Раздаточная коробка – агрегат более сложный и тяжелый, чем узел деления мощности (дифференциал) между мостами в трансмиссии с проходным промежуточным мостом (КамАЗ–5320). Поэтому конструкция трансмиссии с раздельным приводом мостов имеет большую металлоемкость, требует большего объема работ по техническому обслуживанию.

### Гидромеханические трансмиссии

Применение на автомобилях гидромеханических трансмиссий, в которые вместо сцепления и коробки передач входит гидромеханическая передача (гидротрансформатор, объединенный с механической



8

Рис. 8. Схема трансмиссии полноприводного автомобиля (8Ч 8): а, б – мостовая; в, г – бортовая.

ромеханическую приводит к ухудшению личению расхода топлива.

ступенчатой коробкой передач), позволяет осуществить бесступенчатое изменение крутящего момента, увеличить срок службы двигателя и трансмиссии, уменьшить число ступеней механической коробки передач, уменьшить частоту переключения передач, повысить проходимость автомобиля и улучшить комфортабельность. Однако по сравнению с механическими трансмиссиями, гидромеханические обладают более сложной конструкцией, повышенной массой и стоимостью. Замена механической трансмиссии на гидродинамики автомобиля и уве-

В трансмиссиях с гидромеханической передачей крутящий момент передается от двигателя на насосное лопастное колесо гидротрансформатора непосредственно или, при необходимости, через дополнительный согласующий редуктор.

В качестве механической коробки передач в гидромеханических передачах применяются планетарные и вальные ступенчатые редукторы, позволяющие осуществлять процесс переключения передач без разрыва потока мощности. Механическая часть трансмиссии от гидромеханической передачи до ведущих колес идентична этой же части механической трансмиссии. Выбор ее схемы определяется теми же соображениями, что и в случае механической части трансмиссии.

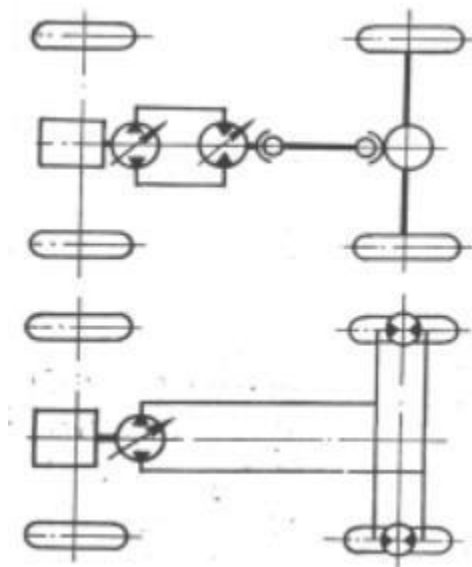


Рис. 9. Схема гидрообъемной трансмиссии: а – моноблочная, б – с отдельным расположением гидроагрегатов  
9

### Гидрообъемные трансмиссии

Гидрообъемная и электромеханическая трансмиссии являются специальными и применяются на автомобилях в тех случаях, когда по комплексу конструктивных и эксплуатационных свойств механическая и гидромеханическая трансмиссии не могут быть применены. Такие передачи, как гидромеханическая и фрикционная, являются бесступенчатыми, то есть обеспечивают плавное и непрерывное изменение передаточного числа трансмиссии автомобиля.

Гидрообъемная трансмиссия состоит из гидрообъемных преобразователей – гидронасоса, приводимого от двигателя автомобиля и гидромотора (гидромоторов). Гидронасос преобразует механическую энергию в гидростатический напор жидкости, а гидромотор – энергию напора жидкости в механическую энергию. Гидронасос связан с гидромотором (гидромоторами) трубопроводами высокого давления. Вся гидросистема является замкнутой. В круг циркуляции включен гидронасос подпитки, поддерживающий в возвратной гидролинии избыточное давление (для исключения пульсации и разрыва струи рабочей жидкости).

В зависимости от расположения гидроагрегатов, их типа и числа возможны две принципиальные схемы гидрообъемной трансмиссии (рис. 9).

При моноблочной схеме (рис. 9, а) гидронасос и гидромотор объединены в один блок. Гидропередача выполняет функции сцепления и коробки передач. Трансмиссии, выполненные по этой схеме, имеют низкий КПД и лишены компоновочных преимуществ.

В другой схеме (рис. 9, б) гидроагрегаты расположены отдельно. Гидронасос соединен с двигателем, гидромоторы – с колесами. Гидромоторы могут устанавливаться как вне колеса, так и встраиваться в него (гидромотор–колеса). Такая схема удобна для компоновки. При отдельном расположении гидроагрегатов может быть использовано несколько гидронасосов, каждый из которых питает гидромоторы борта или отдельной группы мостов. Такие трансмиссии обладают повышенной надежностью, что обусловлено параллельной работой гидроагрегатов и гидролиний. Как уже было сказано, агрегаты объемного гидропривода несаморегулируемые. Если гидроагрегат по своей конструкции потенциально регулируемый, то для

изменения момента, передаваемого через гидropередачу, необходим внешний регулятор.

Нерегулируемые гидроагрегаты, имеющие постоянную подачу при постоянной угловой скорости приводного вала, применяются в качестве вспомогательного гидропривода, используемого временно, например для привода колес прицепа при движении в тяжелых дорожных условиях. Такой привод носит название "гидровал". Нерегулируемые гидроагрегаты проще по конструкции и имеют меньшую стоимость по сравнению с регулируемыми.

Подача регулируемых агрегатов может изменяться при постоянной угловой скорости приводного вала в зависимости от воздействия регулятора. В автомобилях, имеющих гидрообъемную трансмиссию, принципиально возможно регулировать как гидронасос, так и гидромоторы.

Возможны три варианта регулирования гидроагрегатов, образующих гидropередачу.

1. При постоянных частоте вращения приводного вала гидронасоса и рабочем объеме гидромотора изменять рабочий объем гидронасоса<sup>1</sup>. Такой вариант наиболее просто обеспечить конструктивно; при этом достигается гиперболическое изменение момента на валу двигателя. Это позволяет, во-первых, плавно трогаться с места и разгонять автомобиль, и, во-вторых, получить идеальную тяговую характеристику.

2. При постоянных частоте вращения приводного вала гидронасоса и рабочем объеме гидронасоса изменять рабочий объем гидромотора. В этом случае не обеспечивается плавность трогания автомобиля с места; к тому же синхронно регулировать гидромоторы, если их несколько, довольно сложно.

3. При постоянной частоте вращения приводного вала гидронасоса изменять рабочий объем гидронасоса и гидромотора. Применение тако-

<sup>1</sup> Рабочий объем гидроагрегата – подача гидронасоса или расход рабочей жидкости гидромотором за один оборот приводного вала.

11

го варианта имеет смысл при последовательном регулировании рабочих объемов гидроагрегатов. При трогании автомобиля с места и в начале его разгона необходимо изменять рабочий объем гидронасоса от минимального до максимального, а объем гидромоторов поддерживать максимально возможным. Затем изменять рабочий объем гидромоторов до минимального. В этом случае расширяется диапазон регулирования гидрообъемной передачи и обеспечивается плавность трогания автомобиля с места, однако не устраняется сложность системы управления.

Гидрообъемная передача, помимо бесступенчатого изменения передаточного числа между двигателем и ведущими колесами, имеет следующие достоинства:

- 1) удобство компоновки трансмиссии и автомобиля в целом (гидромоторы можно расположить непосредственно в колесах, исключив промежуточные механические элементы трансмиссии), в том числе транспортного средства с активными прицепными звеньями; 2) реверсивность и возможность получения одинаковых скоростей для движения вперед и назад (так как гидроагрегаты являются обратимыми<sup>2</sup>, то для реверсирования достаточно с помощью распределителя поменять местами напорную и возвратную гидролинии); реверсивность также позволяет эффективно использовать гидроагрегаты для торможения на затяжных спусках;
- 3) широкий диапазон передаточных чисел;
- 4) возможность длительной и устойчивой работы под нагрузкой при движении с

малой скоростью в тяжелых дорожных условиях;

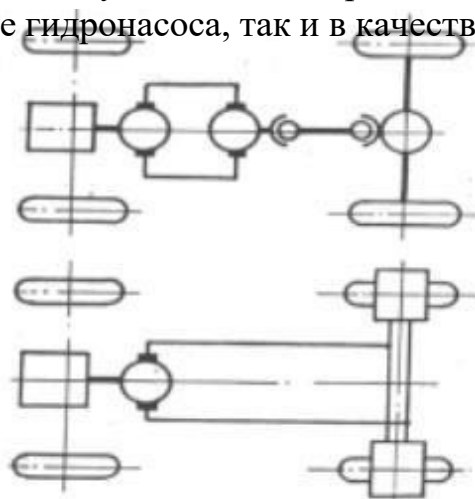
5) увеличение срока службы первичного ДВС (из-за отсутствия жесткой связи между двигателем и колесами снижаются динамические нагрузки);

б) простота управления и легкость его автоматизации. Основными причинами, препятствующими широкому применению гидрообъемных трансмиссий на автомобилях, являются:

1) высокая стоимость гидроагрегатов, обусловленная высокими требованиями к точности изготовления их деталей;

2) большие размеры и масса на единицу передаваемой мощности;

3) относительно малый срок службы гидроагрегатов, вследствие высоких рабочих давлений и низкой надежности уплотнений. Обратимость – возможность работы гидроагрегата как в качестве гидронасоса, так и в качестве гидромотора.



12

### Электромеханические трансмиссии

Электромеханическая трансмиссия состоит из электрической и механической передач. В таких трансмиссиях электрическая энергия вырабатывается генератором, приводимым от первичного ДВС. Электромеханические трансмиссии выполняются по двум схемам: группово-

го и индивидуального привода ведущих колес.

Схема группового привода (рис. 10, а) аналогична моно-

трансмиссии – крутящий момент от одного электродвигателя передается к ведущим колесам через карданную и главную передачи, дифференциал и полуоси.

Соответственно, схема индивидуального привода ведущих

Схема трансмиссии:  
а – с групповым  
ведущих колес,  
б – с  
ведущих колес

б г  
с р  
гидроагрегатов в трансмиссии – на каждое колесо отдельного рез

лесо, электродвигатель и другие узлы (колесный редуктор, подшипники, элементы подвески, механический тормоз с соответствующим приводом) конструктивно

объединяются в один агрегат – электромотор– колесо. Кроме вышеперечисленного, конструкция электромотор–колеса может включать: механизм переключения передач в двухступенчатых электромотор–колесах, механизм сцепления – в электромотор–колесах периодического действия и другие элементы.

В настоящее время применяются электромеханические трансмиссии постоянного (БелАЗ– 549,–7519) и переменного–постоянного (БелАЗ–75211) тока. Принципиально обе трансмиссии одинаковы, однако в электрическую часть электромеханической трансмиссии переменного– постоянного тока входит выпрямитель (в таких трансмиссиях используются генераторы переменного тока). Перспективно применение электромеханических трансмиссий переменного тока, так как электромашины переменного тока (электродвигатели и генераторы) обладают сравнительно небольшими размерами и массой. Применение электромеханических трансмиссий переменного тока ограничивается сложностью системы регулирования для получения достаточно большого диапазона изменения тягового момента.

Схема с индивидуальным приводом, применяемая на карьерных автосамосвалах семейства БелАЗ, содержит: первичный ДВС; соединенный с ним через упругую муфту тяговый генератор; тяговые электродвигатели, расположенные в электромотор–колесах; вспомогательные электрические машины и аппаратуру управления, регулирования и контроля, образующие блок возбуждения тягового генератора и блок пускорегулирующей аппаратуры.

Силовую цепь трансмиссии представляет собой система "тяговый генератор – тяговые электродвигатели". Электрическая часть трансмиссии может работать в двух режимах: тяговом и тормозном (в режиме электродинамического торможения). Для трансформации крутящего момента и для получения требуемых тяговой и тормозной характеристик электропривод имеет систему автоматического регулирования тягового и тормозного режимов работы трансмиссии. Для защиты электрических цепей от перегрузок и повреждений служат защитные цепи, которые ограничивают также максимальную скорость движения автомобиля.

Электрические машины, управляющая и регулирующая аппаратура объединены в общую электрическую схему, работа которой обеспечивает:

- 1) выбор направления и режима движения;
- 2) полное использование максимальной мощности двигателя и стабильную его работу при изменении сопротивления движению;
- 3) регулирование используемой мощности тягового генератора;
- 4) ограничение максимальной скорости движения автомобиля;
- 5) ограничение максимальных электрических нагрузок в трансмиссии и защиту электрических цепей от повреждения.

При работе в тяговом режиме тяговые электродвигатели подключены к тяговому генератору. В обмотку возбуждения тягового генератора от генератора возбуждителя подается ток. На клеммах тягового генератора появляется напряжение, и через силовую цепь проходит ток.

В тяговом режиме предусмотрена работа тяговых электродвигателей с полным полем (полным магнитным потоком) и ослаблением поля. Включение ослабления поля осуществляется линейными контакторами, связанными с линейным контроллером, который, в свою очередь, имеет связь с педалью управления подачей топлива.

При уменьшении дорожного сопротивления контакторы срабатывают, шунтируя последовательные обмотки возбуждения тяговых электродвигателей. При этом



через обмотки протекает меньший ток, и магнитное поле, создаваемое последовательными обмотками, уменьшается. На второй ступени ослабления поля (при дальнейшем уменьшении дорожного сопротивления) контакторы реверсируют независимые обмотки возбуждения; магнитные потоки, создаваемые последовательными и независимыми обмотками возбуждения, направляются встречно друг другу, чем достигается более глубокое ослабление магнитного потока. При увеличении дорожного сопротивления переключение контакторов происходит в обратном порядке.

Изменение направления движения автомобиля осуществляется реверсором, изменяющим направление тока в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей.

В режиме электродинамического торможения включаются тормозные контакторы. Тяговые электродвигатели работают в генераторном режиме и отдают вырабатываемую электрическую энергию в тормозные резисторы, где она превращается в тепловую и рассеивается в атмосфере.

Регулирование тормозного режима осуществляется в зависимости от положения тормозного контроллера, связанного с тормозной педалью. На первой ступени тяговые электродвигатели получают возбуждение от независимых обмоток. На второй ступени подключаются последовательные обмотки; возбуждение тяговых электродвигателей, а следовательно, и тормозной момент, создаваемый ими, увеличивается.

Основными преимуществами электромеханической трансмиссии являются:

- 1) бесступенчатое регулирование крутящего момента и возможность автоматизации управления;
- 2) повышение ресурса первичного ДВС в результате отсутствия динамических нагрузок, передаваемых через жесткую связь при механической трансмиссии;
- 3) свободный выбор колесной формулы и простота общей компоновки автомобиля;

15

- 4) повышение проходимости автомобилей и автопоездов вследствие увеличения числа ведущих колес и непрерывного изменения крутящего момента;
- 5) возможность использования тяговых электродвигателей в качестве тормоза–замедлителя при торможении на затяжных спусках;
- 6) возможность реализации одним электромотор–колесом большой мощности и меньшая общая масса трансмиссии при передаче мощности более 700–800 кВт;
- 7) возможность снижения уровня поля салона (для пассажирских АТС) и улучшение распределения массы автомобиля по мостам, за счет оптимального расположения электромотор–колес (для автосамосвалов).

Наряду с этими положительными особенностями электропередаче присущи значительные недостатки, ограничивающие ее применение:

- 1) большая масса и размеры электромашин и трансмиссии в целом, для автомобилей с двигателями относительно небольшой мощности;
  - 2) сравнительно низкий КПД, что ведет к снижению топливной экономичности;
  - 3) необходимость применения дорогостоящих материалов (алюминия, меди, серебра, золота), что влечет за собой удорожание изготовления;
  - 4) большие неподрессоренные массы.
- Таким образом, общими недостатками бесступенчатых передач, по сравнению со

ступенчатыми механическими трансмиссиями, являются сложность конструкции, громоздкость, большие механические потери. Поэтому перспективной можно считать лишь ту бесступенчатую передачу, стоимость, размеры и КПД которой, лишь немного уступают той части механической трансмиссии, которую заменяет бесступенчатая передача.

Из всех типов бесступенчатых передач наиболее широкое распространение получили только саморегулируемые гидродинамические передачи, устройство и работа которых подробно рассматриваются в теме "Коробки передач".

#### **Лабораторно-практическая работа 4**

**Тема: Особенности конструкций современных автоматических трансмиссий**

**Цель занятия:** Практическое ознакомление с особенностями конструкции автоматических трансмиссий автомобилей

Проверяемый результат: ПК 6.1 ПК 6.2 ОК 1, ОК 2, ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Обеспечение занятия:** плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

**Полноприводная система с автоматическим подключением.** Зачастую, в подобных трансмиссиях автомобиля постоянно ведущими выступает передняя колесная пара, между осями установлена вискомуфта или фрикционная муфта с электроуправлением вместо дифференциала. Вязкостная муфта (вискомуфта) осуществляет передачу крутящего момента при разных скоростях вращения частей ее корпуса с помощью трения между дисками кремнийорганической жидкостью. Вискомуфта может устанавливаться в корпусе дифференциала для его автоблокировки или монтироваться между осями. Фрикционные муфты выполняют передачу крутящего момента благодаря трению в процессе сжатия пакета дисков. Разные виды систем полного привода имеют, как правило, разное предназначение. Вместе с тем можно выделить следующие преимущества данных систем, определяющие область их применения:

эффективное использование мощности двигателя;

лучшая управляемость и курсовая устойчивость на скользком покрытии;

повышенная проходимость автомобиля.

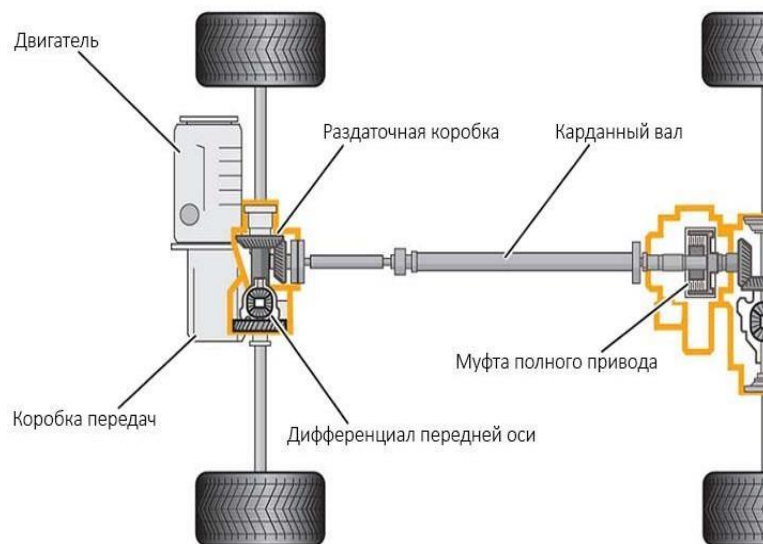
#### **Основные составные элементы трансмиссии**

Полный привод подразумевает передачу крутящего момента от силового агрегата на колеса обеих осей, благодаря чему и повышается проходимость по грязи.

Основная конструктивная особенность привода этого типа перед другими (передний, задний) — наличие в трансмиссии дополнительного узла – раздаточной коробки. Именно этот узел и обеспечивает распределение вращения по двум осям авто, делая ведущими все колеса.

В целом эта трансмиссия авто состоит из:

- сцепления;
- коробки переключения передач;
- раздаточной коробки;
- приводных валов;
- главной передачи обоих мостов;
- дифференциалов.



Несмотря на использование одних и тех же составляющих, вариаций и конструктивных исполнений трансмиссии – множество.

### **Конструктивные и эксплуатационные особенности**

Стоит отметить, что на многих авто привод на все колеса осуществляется не всегда. То есть, ведущей постоянно является только одна ось, вторая же подключается только при надобности, причем делаться это может как в автоматическом режиме, так и вручную. Но есть и вариации трансмиссии, у которой отключение оси не осуществляется.

Трансмиссии с конструкцией, обеспечивающей передачу вращения на все колеса, используются на авто как с поперечной установкой силового агрегата, так и с продольной. При этом компоновка предопределяет, какая из ведущих осей функционирует постоянно (исключение – постоянный полный привод).

Система, обеспечивающая привод на все колеса может работать как с МКПП, так и с любой автоматической коробкой передач.

#### **Устройство автоматической коробки передач**

Принцип работы системы достаточно прост: от мотора вращение передается на КПП, которая обеспечивает изменение передаточных чисел. От коробки передач вращение поступает на раздатку, которая перераспределяет его на две оси. А далее уже по карданным валам вращение передается на главные передачи. Но выше описана общая концепция системы полного привода. Конструктивно же трансмиссия может отличаться. Так, как правило, на авто с поперечным расположением в конструкцию КПП одновременно входят и главная передача переднего моста, и раздатка.

А вот в авто с двигателем, установленным продольно, раздатка и главная передача передней оси – отдельные элементы, и вращение на них поступает за счет приводных валов.

Существует еще ряд конструктивных особенностей, которые напрямую влияют на проходимость авто. В первую очередь это касается раздаточной коробки. В полноценных внедорожниках у этого узла обязательно имеется понижающая передача, которая в кроссоверах есть далеко не всегда.



Также на внедорожные качества влияют дифференциалы. Количество их может быть разным. У одних авто присутствует межосевой дифференциал, входящий в устройство раздатки. Благодаря этому элементу осуществляется возможность изменения соотношения распределения момента вращения между осями в зависимости от условий движения. В некоторых авто для увеличения проходимости также предусматривается блокировка этого дифференциала, после задействования которого распределение вращения по мостам делается в строго заданных пропорциях (60/40 или 50/50).

Но межосевого дифференциала в конструкции системы может и не быть. А вот межколесные дифференциалы, устанавливаемые на главных передачах, присутствуют на всех авто, но не на всех имеются их блокировки. Это тоже сказывается на ходовых качествах.

Различаются также и механизмы управления приводом. В одних авто все делается в автоматическом режиме, у других для этого водителем задействуются электронные системы, у третьих – подключение полностью ручное, механическое.

В общем, полный привод, используемый на авто, система не такая уж и простая, как изначально кажется, хотя принцип его функционирования на всех авто одинаков.

Самыми известными являются системы:

4Matic от Mercedes;

Quattro от Audi;

xDrive от BMW;

4motion концерна Volkswagen;

ATTESA у Nissan;

VTM-4 компании Honda;

All wheel control разработка Mitsubishi.

#### **Виды привода, используемые на авто**

На автомобилях нашли применение три вида полного привода, отличающиеся между собой как конструктивно, так и по особенностям работы:

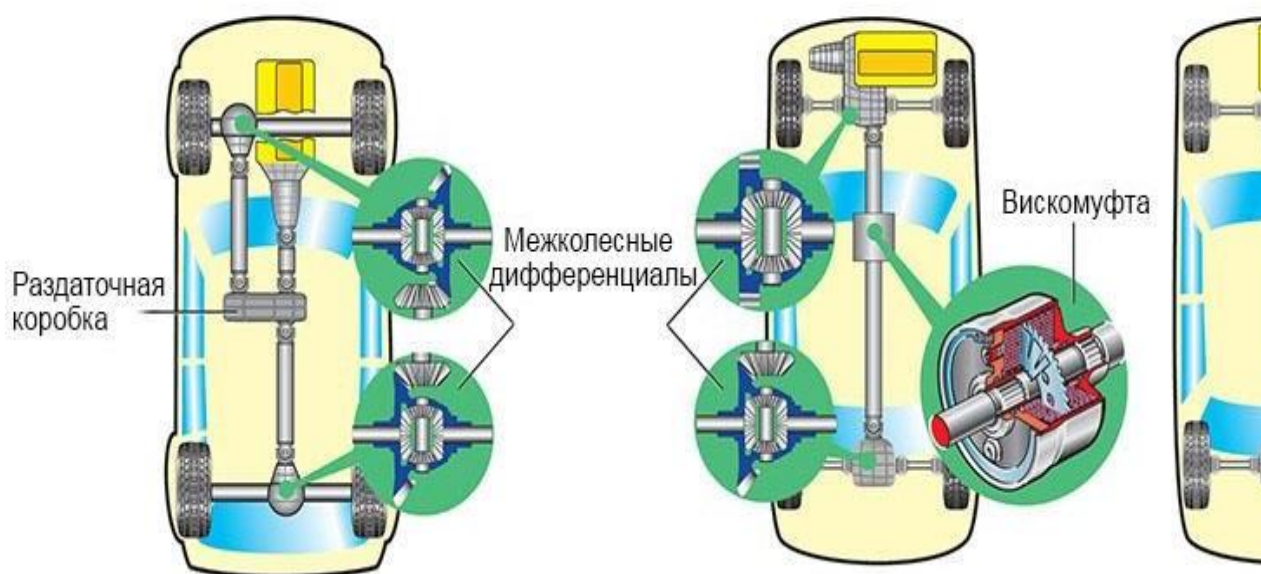
1. Постоянный полный привод
2. С автоматически подключаемым мостом
3. С подключением вручную

Это основные и самые распространенные варианты.

Привод подключаемый вручную

Автоматически подключаемый

Постоянный



### Постоянный привод

Постоянный полный привод (международное обозначение – «**full time**»), пожалуй, единственная система, которая используется не только на кроссоверах и внедорожниках, а также и универсалах, седанах и хэтчбеках. Используется он на авто с обоими видами компоновки силовой установки.

Виды кузовов автомобиля

Особенность этого вида трансмиссии сводится к тому, что механизм отключения одной из осей не предусматривается. При этом раздаточная коробка может иметь понижающую передачу, включение которой осуществляется принудительно при помощи электронного привода (водитель просто выбирает селектором требуемый режим, а сервопривод осуществляет переключение).



В его конструкции используется межосевой дифференциал с механизмом блокировки. В разных видах трансмиссии блокировка может осуществляться вискомуфтой, многодисковой муфтой фрикционного типа или же дифференциалом Torsen. Одни из них выполняют блокирование в автоматическом режиме, другие – принудительно, вручную (с использованием электронного привода).

Межколесные дифференциалы в системе постоянного полного привода также оснащаются блокировками, но не всегда (на седанах, универсалах и хэтчбеках ее

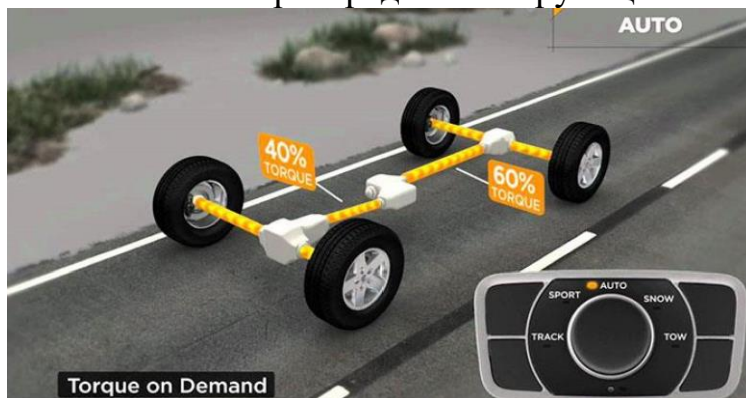


обычно нет). Также не обязательно наличие блокировки сразу на двух осях, нередко такой механизм устанавливается только на одной из осей.

### Привод с автоматически подключаемой осью

В авто с автоматически подключаемым мостом (обозначение – «**On Demand**»), полный привод включается только при определенных условиях – когда колеса постоянно работающей оси начали проскальзывать. В остальное время автомобиль является передне- (при поперечной компоновке) или заднеприводным (в случае, если двигатель располагается продольно).

У такой системы есть свои конструктивные особенности. Так, раздаточная коробка имеет упрощенную конструкцию и понижающей передачи в ней нет, но при этом она обеспечивает постоянное распределение крутящего момента по осям.



Также отсутствует и межосевой дифференциал, зато присутствует механизм автоматического подключения второй оси. Примечательно, что в конструкции механизма используются те же узлы, что и в межосевом дифференциале – вискомуфта или фрикционная муфта с электронным управлением.

Особенность работы привода с автоматическим подключением заключается в том, что распределение крутящего момента по осям делается с разным соотношением, которое меняется при разных условиях движения. То есть, при одном режиме вращение распределяется в пропорции, например, 60/40, а при другом — 50/50.

На данный момент система с автоматическим подключением полного привода является перспективной и ее используют многие автопроизводители.

### Трансмиссия с ручным управлением

Трансмиссия с подключаемым полным приводом в ручном режиме (обозначение – «**Part Time**») сейчас считается устаревшей и используется не часто.

Ее особенность заключается в том, что подключение второго моста осуществляется в раздаточной коробке. И для этого может задействоваться как механический привод (посредством рычага управления раздаткой, установленной в салоне), так и электронный (водитель задействует селектор, а сервопривод осуществляет подключение/отключение моста).



В такой трансмиссии отсутствует межосевой дифференциал, что обеспечивает постоянное соотношение распределение крутящего момента (обычно в пропорции 50/50).

Практически всегда в межколесных дифференциалах используется блокировка, причем принудительная. Эти конструктивные особенности обеспечивают наибольшие показатели проходимости авто.

### **Иные варианты**

Стоит указать, что существуют комбинированные трансмиссии, которым присущи конструктивные и эксплуатационные особенности одновременно нескольких видов систем. Они получили обозначение «**Selectable 4WD**» или многорежимный привод.

В таких трансмиссиях существует возможность установки режима работы привода. Так, подключение полного привода может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме (причем существует возможность отключения любого из мостов). То же касается и блокировок дифференциалов – межосевого и межколесных. В общем, вариаций работы трансмиссии – множество.

Есть и более интересные варианты, к примеру электромеханический полный привод. В этом случае весь крутящий момент поступает только на одну ось. Второй же мост оснащается электромоторами, которые задействуются в автоматическом режиме.

Последнее время такая трансмиссия становится все более популярной, хотя полноценной системой, в классическом понимании, ее назвать нельзя. Такие автомобили являются гибридными системами.

### **Положительные и отрицательные стороны**

Полный привод имеет ряд достоинств перед другими типами. Основными из них можно выделить:

- Эффективное использование мощности силовой установки;
- Обеспечение улучшенной управляемости авто и его курсовой устойчивости на разных видах покрытия;

• Повышенная проходимость авто.

Противовесом достоинств выступают такие негативные качества, как:

• Повышенное потребление топлива;

• Сложность конструкции привода;

• Большая металлоемкость трансмиссии. АВТОМАТИЧЕСКОЕ управление КП

Автоматическая коробка передач состоит из гидротрансформатора, механической

коробки передач и системы управления. На коробках-автоматах, устанавливаемых на переднеприводные легковые автомобили, в конструкцию включены главная передача и дифференциал. Гидротрансформатор предназначен для передачи и изменения крутящего момента от двигателя к механической коробке передач, а также уменьшения вибраций. Механическая коробка передач в составе АКПП служит для ступенчатого изменения крутящего момента, а также обеспечивает движение автомобиля задним ходом. Непосредственное управление АКПП осуществляется рычагом селектора.

Выбор нужного режима работы коробки производится перемещением рычага в определенное положение:

P – режим парковки;

R – режим заднего хода;

N – нейтральный режим;

D – движение вперед в режиме автоматического переключения передач;

S – спортивный режим.

### **Лабораторно-практическая работа № 5**

**Тема: «Выполнение заданий по изучению устройства многорычажной задней подвески».**

**Цель занятия:** Практическое ознакомление особенностью конструкции задней многорычажной подвески автомобиля

**Проверяемый результат:** ПК 6.1 ПК 6.2 ОК 1, ОК 2, ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Обеспечение занятия:** плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

#### **Многорычажная подвеска**

Первым серийным автомобилем, на котором установили подвеску нового типа, был Jaguar E-type 1961 года выпуска. Со временем ее с успехом стали применять и на передней оси автомобилей, как, например, на некоторых моделях Audi. Применение многорычажной подвески придает автомобилю изумительную плавность движения, превосходную управляемость и способствует снижению шума.



В данной конструкции крепление ступиц колес осуществляется при помощи четырех рычагов, что позволяет регулировку в продольной и поперечной плоскостях.

Конструкция многорычажной подвески состоит из следующих узлов и деталей:

- продольные рычаги;
- поперечные рычаги;
- подрамник;
- опора ступицы;
- амортизаторы;



- пружины.



Основным несущим элементом подвески выступает подрамник, к нему фиксируются поперечные рычаги, соединенные с опорой ступицы, что в свою очередь обеспечивает ее поперечное положение. Многорычажная задняя подвеска, которую устанавливают на современных автомобилях, состоит из трех или пяти поперечных рычагов.

Как работает многорычажная задняя подвеска?

Стандартная комплектация включает в себя верхний, передний нижний и задний нижний рычаги. Передачу передних поперечных усилий осуществляет верхний рычаг, он же служит для соединения колесной опоры с подрамником. На задний нижний рычаг приходится значительная часть веса кузова автомобиля, передающаяся через пружину.



Продольный рычаг удерживает колеса в направлении продольной оси, крепление к кузову осуществляется при помощи опоры. Противоположный край рычага соединяется с опорой ступицы. На этом элементе располагаются подшипники и крепежи колес.

Амортизаторы и пружины в большинстве случаев устанавливаются отдельно.



Многорычажная подвеска устанавливается на автомобили с задне- и переднеприводной компоновкой. Имеет более сложное устройство, поэтому используется на автомобилях дорогого класса. Впервые многорычажная подвеска была установлена на "Ягуар Е-Туре" в начале 60-х годов. Со временем она модернизировалась и сейчас активно используется на автомобилях «Мерседес», «БМВ», «Ауди» и многих других. Устройство В чем особенности данной конструкции? Многорычажная подвеска предполагает наличие следующих элементов: Подрамника. Поперечных и продольных рычагов. Опоры ступицы. Амортизаторов и пружин. Как это все закреплено? Крепление ступицы к колесу осуществляется посредством четырех рычагов. Это позволяет колесу автомобиля беспрепятственно двигаться в поперечной и продольной плоскости. Несущим элементом в конструкции данной подвески является подрамник. К нему крепится поперечный рычаг через специальные втулки с металлическим основанием. Для снижения вибраций, в них используется резина. Поперечные рычаги соединяются с опорой ступицы. Так осуществляется правильное положение колес в поперечной плоскости. Зачастую многорычажная независимая задняя подвеска включает в себя три поперечных рычага: Нижний задний. Передний. Верхний. Последний осуществляет передачу усилий и соединяет подрамник с корпусом опоры колеса. Нижний передний рычаг подвески отвечает за сходжение. Задний элемент воспринимает усилия, которые передаются от кузова при движении автомобиля. Ведение колеса в продольном положении осуществляется благодаря продольному рычагу. Он крепится к кузову машины при помощи опоры. С другой стороны элемент соединяется со ступицей. В легковом автомобиле имеется четыре продольных рычага – по одному на каждое колесо. Сама ступичная опора являет собой основание для колеса и подшипника. Последний крепится при помощи болта. Кстати, если не соблюсти его момент затяжки, можно вывести из строя подшипник. При производстве ремонта, следует оставить небольшой люфт в ступице. Иначе у вас рассыплется подшипник. Также многорычажная передняя подвеска имеет в своей конструкции винтовую пружину. Она опирается на нижний задний поперечный рычаг и воспринимает от него усилия. Отдельно от пружины размещается амортизатор. Обычно он соединяется с опорой ступицы. Стабилизатор Многорычажная задняя подвеска, в отличие от полузависимой балки, имеет в своей конструкции стабилизатор поперечной устойчивости. Само название говорит за предназначение элемента. Данная деталь снижает крены при прохождении поворотов на скорости. Также на этот параметр влияет жесткость амортизаторов и пружин. Наличие стабилизатора значительно снижает риск заноса при прохождении поворота, так как обеспечивает непрерывный контакт

колес с дорожным покрытием. Элемент являет собой некую металлическую штангу. Выглядит он так, как на фото ниже. Стабилизатор поперечной устойчивости устанавливается на подрамнике многорычажной подвески и крепится при помощи резиновых опор. Благодаря тягам штанга связывается с опорой ступицы. Какие имеет многорычажная подвеска плюсы и минусы? Преимущества Автомобили с использованием данной подвески являются на порядок комфортнее. В конструкции используется несколько рычагов. Все они крепятся на подрамниках через сайлентблоки. Благодаря этому, при прохождении ямы подвеска отлично сглатывает все неровности. Кстати, работает рычаг только того колеса, которое попало в яму. Если же это балка, все усилия будут передаваться на соседнюю ступицу. В машине, где использована многорычажная подвеска, не чувствуется излишних шумов и вибраций при прохождении неровностей дороги. Также данный автомобиль более безопасный. Объясняется это использованием стабилизатора поперечной устойчивости. По своему весу рычаги намного легче, чем балка. Это снижает снаряженную подрессорную массу автомобиля. Таким образом, многорычажная подвеска – это: Комфорт. Отсутствие сильных ударов на кузов. Увеличенное сцепление колес с дорогой. Возможность поперечной и продольной регулировки. Недостатки Если поднимается вопрос о том, что лучше - балка или многорычажная подвеска, - стоит рассмотреть минусы последней. Самый большой недостаток – это сложность конструкции. Отсюда дороговизна обслуживания и недешевая цена самого автомобиля. Стоимость многорычажной подвески в 2-3 раза выше, чем обычной полузависимой балки. Следующее – ресурс. Так как в конструкции используется много шарниров, рычагов и сайлентблоков, все они рано или поздно выходят из строя. Срок службы деталей многорычажной подвески составляет 100 тысяч километров. Что касается балки, она практически вечная. Конструкция на порядок надежнее и не требует дорогостоящего обслуживания. Максимум что требуется заменить – это амортизаторы. Они «ходят» по нашим дорогам около 80 тысяч километров. Многорычажной подвеске при езде по неровностям требуется большее внимание. Если машина начала издавать стуки в передней или задней части, стоит осмотреть состояние рычагов и сайлентблоков. При наличии люфтов и свободного хода их следует заменить. Стоимость новых рычагов на «Мерседес» в 124-м кузове составляет 120 долларов на одно колесо. Несмотря на большой возраст и низкую стоимость автомобиля, запчасти для него не стали дешевле. То же самое касается и других машин, на которых используется данный тип подвески. При замене сайлентблоков нужен подъемник или смотровая яма. Обычно такие машины ремонтируются в сервисных центрах. А это дополнительные расходы. Можно ли выявить проблему самому? Если при движении автомобиля вы заметили характерные стуки, возможно, требуется ремонт подвески. Чтобы выяснить точную причину, нужна смотровая яма или эстакада. Если это передняя подвеска, осматриваем состояние шарнира равных угловых скоростей. На нем имеется пыльник. Если он треснул, нужна срочная замена. Иначе вся грязь попадет внутрь и придется покупать новый ШРУС в сборе. Проверьте люфт в рулевых тягах. Осмотрите амортизаторы. Если на них имеются потеки, скорее всего, звук идет именно от них. Это значит, что клапан внутри амортизатора пробит и шток двигается произвольно. Сайлентблоки рычагов и стабилизатора поперечной устойчивости тоже не должны иметь люфтов. Осмотр задней подвески следует начать с амортизаторов. Далее

проверяем резиновые уплотнители и тяги. Часто элементы повреждаются в районе соприкосновения с выхлопной трубой. Уделите этому месту особое внимание. Если глушитель бьет о кузов, есть характерные следы ударов, стоит заменить его подушку. В большинстве случаев проблема исчезает. Осмотрев состояние подвески, подведите итог, какие элементы вышли из строя и требуют замены. При отсутствии опыта рекомендуется обратиться в сервис. Заключение Итак, мы выяснили особенности многорычажной подвески. Как видите, она имеет множество недостатков. Но главное ее преимущество – это комфорт. То, как едет этот автомобиль, не сравнить ни с чем. Также он более маневренный. Если стоит выбор - балка или многорычажка, - стоит отталкиваться от бюджета.

### **Лабораторно-практическая работа № 6** **«Определение требуемой мощности двигателя»**

**Цели:** научиться определять мощность двигателя исходя из условий эксплуатации автомобиля.

Проверяемый результат: ПК 6.1 ПК 6.2 ОК 1, ОК 2, ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Оборудование рабочего места:** калькулятор, методические рекомендации, учебная литература.

**Задание:** определить согласно предложенной методике, требуемую мощность двигателя автомобиля.  $G_a = 1500$  кг,  $\psi V = 0,038$ ,  $V_{\max} = 45$  м/с,

На основе исходных данных определяется мощность двигателя при максимальной скорости движения по уравнению мощностного баланса АТС:

$$N_{eV} = \frac{(G_a \cdot g \cdot \psi_V \cdot V_{\max} + k_\epsilon \cdot F \cdot V_{\max}^3)}{1000 \cdot \eta_{\text{тр}}},$$

где  $N_{eV}$  – мощность двигателя при максимальной скорости движения, кВт;

$G_a$  – полная масса АТС, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести  $\text{м/с}^2$ ;

$\psi_V$  – коэффициент суммарного сопротивления дороги  $\psi_{\max}$  на максимальной скорости.

$V_{\max}$  – максимальная скорость движения АТС  $\text{м/с}$ ;

$k_\epsilon$  – коэффициент сопротивления воздушной среды  $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$ ;

$F$  – лобовая площадь АТС,  $\text{м}^2$ ;

$\eta_{\text{тр}}$  – коэффициент полезного действия трансмиссии.

При проектировании АТС рекомендуется брать следующие значения  $\eta_{\text{тр}} = 0,92$

и  $k_\epsilon = 0,25 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$ .

Лобовая площадь проектируемого АТС подсчитывается по следующей эмпирической формуле:

$$F = 0,8 \cdot B_G \cdot H_G,$$

где  $B_G$  – габаритная ширина проектируемого АТС;

$H_G$  – габаритная высота проектируемого АТС.

$$N_{eV} = \underline{\hspace{15em}}$$

Максимальная мощность  $N_{e \max}$  двигателя проектируемого АТС можно найти по величине мощности  $N_e V$ , необходимой для движения проектируемого АТС с заданной максимальной скоростью.

Общее уравнение кривой  $N_e = f(n_k)$  ВСХ двигателя внутреннего сгорания с достаточной степенью точности описывается формулой Р.С. Лейдермана:

$$N_e = N_{e \max} \left[ a \frac{n_k}{n_N} + b \left( \frac{n_k}{n_N} \right)^2 - c \left( \frac{n_k}{n_N} \right)^3 \right],$$

где  $N_e$ ,  $n_k$  – соответственно мощность двигателя, кВт и частота вращения коленчатого вала двигателя, мин<sup>-1</sup>, в произвольной точке кривой;

$n_N$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин<sup>-1</sup> соответствующая максимальной мощности;

$a$ ,  $b$ ,  $c$  – коэффициенты формулы Лейдермана ( $a=0,87$ ;  $b=1,13$ ;  $c=1$ ).

Величиной  $n_N$  следует задаться, обосновав её исходя из тенденции развития современных двигателей внутреннего сгорания. Рекомендуется частоту вращения

коленчатого вала двигателя проектируемого АТС выбирать в следующих пределах: для дизельного двигателя легкового автомобиля  $n_N = 1000 \dots 4000$  мин<sup>-1</sup>.

Для двигателей с ограничителем числа оборотов с целью обеспечения приемлемости проектируемого АТС мощность двигателя при частоте вращения  $n_{огр}$  коленчатого вала на 20 – 30 % больше чем мощность при максимальной скорости т.е.:

$$N_{e_{огр}} = (1,2 \div 1,3) \cdot N_{eV} = \underline{\hspace{10em}}$$

Для уменьшения износа деталей двигателя рекомендуется выдерживать следующие соотношения:

$$n_k = (0,8 \dots 1) \cdot n_N,$$

$$n_k = \underline{\hspace{10em}}$$

По уравнению Р.С. Лейдермана находим максимальную мощность двигателя:  
max 2 3

$$N_{e_{max}} = \frac{N_{огр}}{a \frac{n_k}{n_N} + b \left( \frac{n_k}{n_N} \right)^2 - c \left( \frac{n_k}{n_N} \right)^3},$$

$$N_{e_{max}} = \underline{\hspace{10em}}$$

Вывод: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Лабораторно-практическая работа № 7

**«Определение геометрических параметров ЦПГ из условий требуемой мощности двигателя».**

**Цели:** научиться определять геометрические параметры ЦПГ, при обеспечении заданной мощности двигателя внутреннего сгорания.

Проверяемый результат: ПК 6.1 ПК 6.2 ОК 1, ОК 2, ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Оборудование рабочего места:** калькулятор, методические рекомендации, учебная литература.

**Задание:** определить согласно предложенной методике, основные параметры ЦПГ (Диаметр поршня и ход поршня). Номинальная мощность двигателя  $N_e = 60$  кВт, среднее эффективное давление  $p_e = 0,9$  МПа, обороты двигателя при номинальной мощности  $n = 4500$  об/мин.

Определим литраж двигателя, необходимый для обеспечения заданной мощности:

$$V_d = \frac{30 \cdot \tau \cdot N_e}{p_e \cdot \eta} = \underline{\hspace{10em}}$$

где  $\tau = 4$  - тактность двигателя.

Рабочий объем одного цилиндра определится по формуле:

$$V_h = \frac{V_a}{i} = \underline{\hspace{2cm}}$$

где - число цилиндров двигателя.  $\tau = 4$

Диаметр цилиндра рассчитываем исходя из того, что ход поршня известен:

$$D = 2 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{V_h}{\pi \cdot S}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Принимаем:  $S = (80-95)$  мм.

Основные параметры и показатели двигателя определяются по окончательно принятым  $D$  и  $S$ :

- литраж двигателя:

$$V_a = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot i}{4 \cdot 10^6} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- площадь поршня:

$$F_{\Pi} = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot 100} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- эффективная мощность:

$$N_e = \frac{p_e \cdot V_a \cdot n}{30 \cdot \tau} = \underline{\hspace{2cm}}$$

погрешность:

$$\Delta = \frac{N_{ep} - N_e}{N_e} \cdot 100\% = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

не должно превышать 5%

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Лабораторно-практическая работа № 8

**«Определение топливно-экономической характеристики автомобиля на высшей передаче»**

**Цель работы:** изучить влияние на топливную экономичность режима движения автотранспортного средства (АТС).

Проверяемый результат: ПК 6.1 ПК 6.2 ОК 1, ОК 2, ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Задачи работы:** овладеть навыками определения расхода топлива автотранспортных средств в дорожных условиях от скорости движения автомобиля.



## **Техника и оборудование:**

1. Автомобиль: -АТС, предназначенное для испытаний, должно быть исправным, укомплектованными заправленным ГСМ в соответствии с нормативно-технической документацией. Двигатель, агрегаты и шины должны пройти надлежащую обкатку. –Шины не должны иметь повреждений и износ протектора более 50%. Давление в шинах должно отвечать нормативным требованиям для «холодных» шин. –Окна и вентиляционные люки при проведении испытаний должны быть закрыты, мягкий откидной верх или тент должен находиться в рабочем положении. – Агрегаты и механизмы АТС, неприменяемые во время движения по дорогам с усовершенствованным покрытием (дополнительный ведущий мост, коробка отбора мощности и др.), должны быть выключены; -В раздаточной коробке должна быть включена повышающая передача. –Устройство для подогрева воздуха системы питания, не имеющее автоматического управления, должно быть в положении «Лето». Системы отопления и кондиционирования воздуха должны быть выключены. Допускается использование этих систем при сравнительных испытаниях зимой.

-При испытаниях должна применяться:

10 полная масса груза — для АТС полной конструктивной массой более 3,5 т; половина полной массы груза, но не менее 180 кг — для АТС полной конструктивной массой до 3,5 т.

2. Дорожный участок: Измерительные дорожные участки должны быть прямолинейными, горизонтальными, с цементно- или асфальто-бетонным гладким, сухим и чистым покрытием (допустимы продольные уклоны не более 0,5% на участках длиной не более 50 м, поперечные уклоны более 3%) и иметь длину не менее 4000 м для показателей. Подъездные дорожные участки должны иметь аналогичное покрытие и длину, достаточную для разгона и стабилизации максимальной скорости АТС.

## **Задание:**

провести замер расхода топлива для автомобиля при различных скоростных режимах. Требования к отчету:

1. Влияние удельного расхода топлива на топливную экономичность при различной частоте вращения двигателя;

2. Влияние конструктивных характеристик трансмиссии на топливную экономичность при различных скоростях движения автомобиля;

3. Влияние условий эксплуатации на топливную экономичность автомобиля. **Методика проведения испытаний:**

1. Перед испытаниями и агрегаты и узлы АТС следует прогреть пробегом. При вынужденных простоях АТС в процессе испытаний и снижении температуры агрегатов и узлов необходимо восстановить тепловое состояние дополнительным пробегом.

2. Перед испытаниями должно быть проверено отсутствие повышенных сопротивлений движению АТС измерением пути выбега со скорости 50 км/ч. Результаты следует оценивать положительно, если измеренный путь выбега не менее заданного.

3. Испытательные заезды на дороге следует проводить в противоположных направлениях движения не менее двух раз в каждом направлении. Длина участка – 4000 м. На кольцевой дороге допускается



проводить заезды в одном направлении. В каждом направлении следует определять время прохождения измерительного участка и количество израсходованного топлива. Результаты измерений следует зафиксировать в протоколе испытаний. Измерения следует повторить, если разница между полученными результатами в любых двух заездах превышает 5% большего значения. За результаты измерения следует принимать среднее арифметическое зачетных заездов. 4. Расход топлива определяется для АТС: - при максимальной скорости движения на высшей передаче; - при минимальной скорости движения на высшей передаче; - при промежуточных скоростях между максимальной и минимальной скорости движения на высшей передаче с кратностью – 10 км/ч.

Обработка результатов.

1. Среднюю скорость движения АТС и средний расход топлива по результатам дорожных испытаний следует рассчитать по формулам:  $S/QQ;t/S, VScp10063$  где  $S$  — длина измерительного участка, м;  $t$  — среднее время, затраченное на проезд из мерительного участка, с;  $Q$  — абсолютный расход топлива, полученный при испытаниях, дм<sup>3</sup>;

2. Построить график зависимости путевого расхода топлива от скорости движения автомобиля на высшей передаче.  $QS V$ .

Контрольные вопросы:

1. Как влияет выбор режима работы двигателя на топливную экономичность?
2. Как влияют погодные условия на топливную экономичность?
3. Как влияют дорожные условия на топливную экономичность?

## Лабораторно-практическая работа № 9

### «Увеличение рабочего объема за счет расточки цилиндров двигателя»

**Цель работы:** научиться определять размер, под который можно расточить цилиндры двигателя, с целью получения большей мощности. Изучить оборудование и инструмент для расточки цилиндров, процесс расточки.

**Проверяемый результат:** ПК 6.1 ПК 6.2 ОК 1, ОК 2, ОК 4, ОК 7, ОК 10.

**Оборудование рабочего места:** калькулятор, методические рекомендации, учебная литература, нутромер, блок цилиндров ВАЗ 2106, станок расточной 2Е78ПН, центровочный конус, алмазный резец.

**Задание:** Изучить блок цилиндров двигателя, визуально оценить состояние внутренней поверхности цилиндров, определить их геометрические размеры, На основании снятых размеров определить параметры расточки, Определить толщину растачиваемого слоя, Определить толщину хонингования, Полученные результаты занести в таблицу, Изучить устройство и принцип работы расточного станка, Сделать выводы по всей работе. Ответить на контрольные вопросы.

Величину износа, овальность и конусность замеряют индикаторными или микрометрическими нутромерами. Допускается износ гильз цилиндров 0,5...0,7 мм для тракторных и 0,3...0,4 мм для автомобильных двигателей. Гильзы предельно изношенные (вышедшие из ремонтных размеров), а также имеющие трещины, глубокие задиры, изломы, сквозной кавитационный износ выбраковываются. Гильзы цилиндров, вышедшие из допустимых размеров, но имеющие запас слоя металла восстанавливают до следующего стандартного ремонтного размера. Сначала гильзы растачивают, а затем хонингуют (шлифуют), на алмазно-расточных (278Н, 268Н и т.п.) и хонинговальных (ЗБ833, ЗГ833 и т.п.) станках, в специальных

приспособлениях (кондукторах). Перед растачиванием гильзу замеряют, определяют наибольший ее внутренний диаметр в зоне работы верхних компрессионных колец. Зная величину диаметра в месте наибольшего износа гильзы и необходимые припуски на растачивание, и хонингование определяют возможный ближайший ремонтный размер гильзы. Ремонтный размер гильзы  $D_p$  подсчитывают по формуле:

$$D_p = d_m + 2 h_p + 2 h_x =$$

где  $d_m$  — диаметр гильзы в месте наибольшего износа, мм;

$h_p$  - припуск на сторону для растачивания (0,06...0,10), мм;

$h_x$  - припуск на сторону для хонингования (0,02...0,03), мм.

Объект измерения	Плоскость измерения	Пояс измерения	Результат измерений, мм			
Диаметр отверстия под поршень	А-А	1				
		2				
		3				
	Б-Б	1				
		2				
		3				

Для термически обработанных гильз с твердостью НВ 363... 414 при расточке применяют резцы с пластинками твердого сплава ВК2, при меньшей твердости (гильзы карбюраторных двигателей) — ВКб. После установки вылета резца опускают шпиндель так, чтобы резец не доходил до торца гильзы на величину врезания (2,0...2,5 мм), подбирают режимы, включают станок и растачивают гильзу до ремонтного размера с учетом припуска на хонингование. Режимы растачивания:

скорость резания  $V = 90...150$  м/мин, частота вращения шпинделя определяется по формуле.

С целью получения заданной шероховатости расточенные гильзы хонингуют абразивными или алмазными брусками, закрепленными в специальной головке. В настоящее время широко применяют бруски из синтетических алмазов, которые обеспечивают высокую производительность, точность и стойкость. Для чернового хонингования бруски марки А250/200-М1, получистового — АСВ 125/100-АСВ 100/80-МСХ и для чистового — АСМ 23/20-МС8. Для охлаждения и улучшения процесса хонингования гильза и хонинговальная головка охлаждаются керосином или смесью керосина и 10...20 % индустриального масла марки И-20. Шероховатость поверхности гильзы после хонингования не должна превышать 0,08...0,16 мкм, овальность и конусность в пределах допуска на размер гильзы (0,015...0,020 мм).

Для термически обработанных гильз с твердостью НВ 363... 414 при расточке применяют резцы с пластинками твердого сплава ВК2, при меньшей твердости (гильзы карбюраторных двигателей) — ВКб. После установки вылета резца опускают шпиндель так, чтобы резец не доходил до торца гильзы на величину врезания (2,0...2,5 мм), подбирают режимы, включают станок и растачивают гильзу до ремонтного размера с учетом припуска на хонингование. Режимы растачивания:

скорость резания  $V = 90...150$  м/мин, частота вращения шпинделя определяется по формуле. С целью получения заданной шероховатости расточенные гильзы хонингуют абразивными или алмазными брусками, закрепленными в специальной головке. В настоящее время широко применяют бруски из синтетических алмазов, которые обеспечивают высокую производительность, точность и стойкость. Для чернового хонингования бруски марки А250/200-М1, получистового — АСВ 125/100-АСВ 100/80-МСХ и для чистового — АСМ 23/20-МС8.

## 2. Расточный станок 2Е78ПН

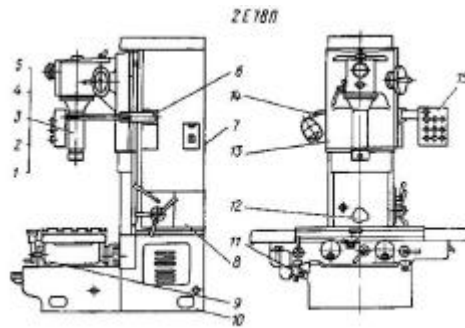


Рис. 1 - Расточный станок 2Е78ПН: 1 — стол; 2 — шпиндель; 3 — маховик с лимбом радиальной подачи резца; 4 — упоры автоматического выключения движения шпиндельной бабки; 5 — вводный автомат; 6 - рукоятка переключателя подач шпиндельной бабки; 7—рукоятка переключения скоростей

шпинделя; 8 — колонка; 9 — основание; 10— коробка скоростей и подач; 11— шпиндельная бабка; 12— светильник; 13 — рукоятка отключения шпинделя от кинематической цепи; 14 - индикатор; 15 — маховик ручного перемещения шпиндельной бабки; 16 — пульт управления

Блок в специальном приспособлении закрепляется на столе станка по оси шпинделя 2. В шпиндельную головку устанавливается один из трех сменных шпинделей, обеспечивающий нужный диаметр расточки. С помощью маховичка с лимбом 3 радиальной подачи резца и индикатора 14 производится установка резца на диаметр расточки. Рукоятка 13 служит для отключения шпинделя от привода, маховик 15 – для ручного вертикального перемещения шпиндельной бабки, рукоятки 6 и 7 – для переключения подач и скоростей вращения шпинделя.

С помощью кнопок и тумблера, расположенных на пульте управления 16, обеспечивается быстрое перемещение шпиндельной бабки вверх и вниз, непрерывное и прерывистое вращение шпинделя, включение станка на режимы «Расточка» и «Цикл», остановка станка. При проведении расточки на режиме «Цикл» после окончания обработки шпиндель самостоятельно останавливается, а шпиндельная бабка автоматически перемещается в крайнее верхнее положение, выводя резец из цилиндра.

Контрольные вопросы:

1. Как определить размер цилиндра
2. Как производится центровка цилиндра и шпинделя станка
3. Какие резцы применяют при расточке цилиндров
4. Что относится к режимам резания при расточной операции

## Лабораторно-практическая работа № 10 «Определение мощности двигателя»

**Цель:** приобретение практических навыков, определение мощности двигателя.

**Задачи:** Определение индикаторной мощности и эффективной мощности двигателя.

Проверяемый результат: ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11

**Материальное обеспечение:** двигатель, стенд обкатки двигателей, графики стендовых испытаний, термометры, тахометры.

### Краткая теория

1. Индикаторную мощность двигателя определяют снятием индикаторных диаграмм с каждого цилиндра. Индикаторные диаграммы обрабатывают и по их площадям определяют среднее индикаторное давление  $P_i$  для каждого цилиндра. Затем, зная диаметр цилиндра  $D$ , ход поршня  $S$  и частоту вращения  $n$  по формулам (3).  $N_i=1,74 P_i D^2 S n$  л.с., для двухтактного или (4)  $N_i=0,87 P_i D^2 S n$  л.с. четырехтактного двигателей определяют индикаторную цилиндровую мощность. Складывая полученные значения, получают индикаторную мощность двигателя.

2. Для определения эффективной мощности применяют гидравлические тормоза, электрическую нагрузку и торсиметры. Если двигатель соединен с генератором электрического тока, то эффективную мощность (л.с.) определяют по показаниям амперметра и вольтметра, применяя следующие формулы:

$$N_e=1,36 (IU:1000\eta_4) \quad (5)$$

$$N_e=1,36 \sqrt{3} \cos \varphi / 1000 \eta_4 \quad (6)$$

где  $I$  – сила тока, А

$U$  – напряжение, В

$\eta_4$  - КПД генератора

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности генератора.

3. В условиях судоремонтных и дизелестроительных заводов наибольшее распространение получили гидравлические тормоза (рис. 101. а [3]). Диск 1 имеет большое число отверстий и вращается, получая усилие от испытываемого двигателя через фланец 2 и вал 3, установленный в подшипниках 4, которые закреплены в стойках. При вращении диска вода (подается по трубе 6 и отводится по трубе 7) отбрасывается центробежными силами к наружной окружности, в результате чего образуется водяное кольцо, в котором вращается диск.

Водяное кольцо, соприкасаясь с углублениями в стенках кожуха 5, испытывает сопротивление. С увеличением потока воды тормозящее усилие возрастает, и, следовательно, для вращения диска с определенной скоростью необходимо приложить большую силу, т.е. нагрузка на двигатель увеличивается. Реакция сил трения проворачивает кожух, и он действует на динамометр, который показывает тормозящее усилие.

Зная крутящий момент  $M_{кр}$  (Н\*м) и частоту вращения  $n$  (об/мин), можно подсчитать эффективную мощность (л.с.) по формуле:

$$N_e=M_{кр} * n / 716,2 \quad (7)$$

Работа двигателя, поглощаемая тормозом, превращается в теплоту, что вызывает нагрев воды. Чтобы вода не перегревалась, она непрерывно подается в тормоз и отводится из него, а подача ее регулируется клапанами, установленными на соответствующих трубопроводах.

4. В судовых условиях для определения эффективной мощности используют струнные, оптические, механические и электрические торсиметры.

Схема датчика струнного торсиометра показана на рис.101, б [3]

Разъемные муфты 1 устанавливают на расстоянии 70-90 мм друг от друга и

закрепляют на валу 2 линии валопровода судна. Затем натягивают струну 3, надевают контактные кольца 4, подводят щетки 5 и кабелем 6 соединяют приемник.

В приемнике (рис. 101 не показан) установлены частотный генератор и струна, имеющая те же вибрационные характеристики, что и струна датчика, вал 2, вращаясь, закручивается на угол, пропорциональный передаваемой мощности. При этом струна 3 датчика растягивается, в результате чего высота тона ее вибрации изменяется и фиксируется приемником. Вращая микрометрические винты настройки, изменяют натяжение струны приемника и добиваются совпадения частоты колебаний струн датчика и приемника. Резонанс струн, фиксируемый приемником, указывает на равенство механических напряжений и, следовательно, удлинений обеих струн. Величина механических напряжений струн фиксируется стрелкой приемника, шкала которого отградуирована в градусах (радианах) поворота муфт относительно друг друга.

Зная показания торсиометра, определяют передаваемый крутящий момент ( $H^*m$ ) по формуле:

$$M_{кр} = \varphi_p * G I_p / L \quad (8),$$

где  $M_{кр}$  – передаваемый крутящий момент  $H^*m$ ;

$\varphi$  – угол закручивания вала, рад;

$G$  – модуль сдвига, кгс/см (для стали =  $8,2 * 10^5$  кгс/см);

$I_p$  – полярный момент инерции, см<sup>4</sup> (для круглого вала

$L$  – расстояние между муфтами, см.

Затем по формуле (7) определяют эффективную мощность двигателя.

5. Иногда эффективную мощность определяют по методу косвенных показателей, который заключается в следующем, если на заводском стенде, где можно точно замерить мощности с помощью тормозов, определить зависимости резе показателей от эффективной мощности и составить соответствующие графики в дальнейшем уже при эксплуатации дизеля на судне можно, определив эти показатели, по графикам судить об эффективной мощности. Обычно в качестве таких косвенных показателей используют часовой расход топлива и частоту вращения двигателя. Определив эти данные в условиях промысла, по графику, снятому на заводе, определяют эффективную мощность.

Термометры и давления рабочих тел при испытаниях замеряют термометрами и манометрами различных конструкции, а частоту вращения – тахометрами, которые по принципу действия делят на механические и магнитоиндукционные.

6. Принцип действия механического тахометра (рис. 102,а [3]) основан на использовании центробежных сил. На валике 1 имеется поперечная ось 3, на которой свободно крепится кольцевой груз 4, с помощью специальной пружины 2 эластично соединенный с поперечной осью. С помощью тяги 5 груз соединен с муфтой 6, свободно сидящей на валике 1. Муфта через зубчатую рейку 7 и шестерню 8 связана со стрелкой 9. При вращении валика 1 кольцевой груз под действием центробежных сил стремится занять положение, перпендикулярное оси вращения, перемещая при этом стрелку по шкале. Положение кольцевого груза относительно оси вращения отвечает равновесию центробежных сил, действующих на кольцо, и усилию пружины 2.

Магнитоиндукционный тахометр (рис. 102. б [3]) состоит из постоянного магнита

4, который охватывается медной или алюминиевой чашкой 3. При вращении магнита в чашке возникают вихревые токи (токи Фуко) и образуется собственное магнитное поле. В результате взаимодействия магнитных полей чашка увлекается в направлении вращения магнита. Пружина 2 допускает поворот чашки на угол, соответствующий частоте вращения постоянного магнита. Через передаточный механизм 1 поворот чашки передается стрелка прибора.

Данные тахометры обычно имеют дистанционное исполнение. Тахогенератор, приводимый во вращение от вала, частоту вращения которого измеряют, вырабатывает ток соответствующей частоты. Питаемый этим током синхронный двигатель, расположенный в показывающем приборе, вращает постоянный магнит. Таким образом, частота вращения магнита всегда соответствует измеряемой частоте вращения. Магнитоиндукционные тахометры устанавливают на нереверсивных двигателях.

Содержание отчета:

1. Отчет по изложенному материалу.

Заключительный контроль:

1. Какие существуют виды испытаний дизеля?
2. С какой целью проводят испытания дизеля?
3. Как определяют эффективную мощность дизеля в заводских условиях?
4. Как определяют эффективную мощность дизеля на судах флота рыбной промышленности?
5. Принцип действия струнного торсиметра.
6. Действия механического тахометра.
7. Работа магнитоиндукционного тахометра.

### **Лабораторно-практическая работа № 11 «Расчет турбо наддува двигателя»**

#### **Лабораторно-практическая работа № 12 «Расчет элементов двигателя на прочность»**

**Цель работы:** Научиться выполнять расчет деталей на прочность элементов поршневой группы.

Проверяемый результат: ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11

**Задачи:**

- 1) указать назначение детали;
- 2) изучить и описать условия работы детали в двигателе;
- 3) указать требования к конструкции детали;
- 4) обосновать конструктивное решение детали, материал и способ изготовления;
- 5) определить основные размеры элементов детали, выбрать расчетные режимы и провести необходимые расчеты на прочность по предлагаемой в методических указаниях методике.

Проверочный расчет элементов поршневой группы осуществляется без учета переменных нагрузок, величина которых учитывается при установлении соответствующих допускаемых напряжений.

Рассчитываются поршень (днище поршня, стенка головки поршня и юбка поршня), поршневой палец, поршневое кольцо.

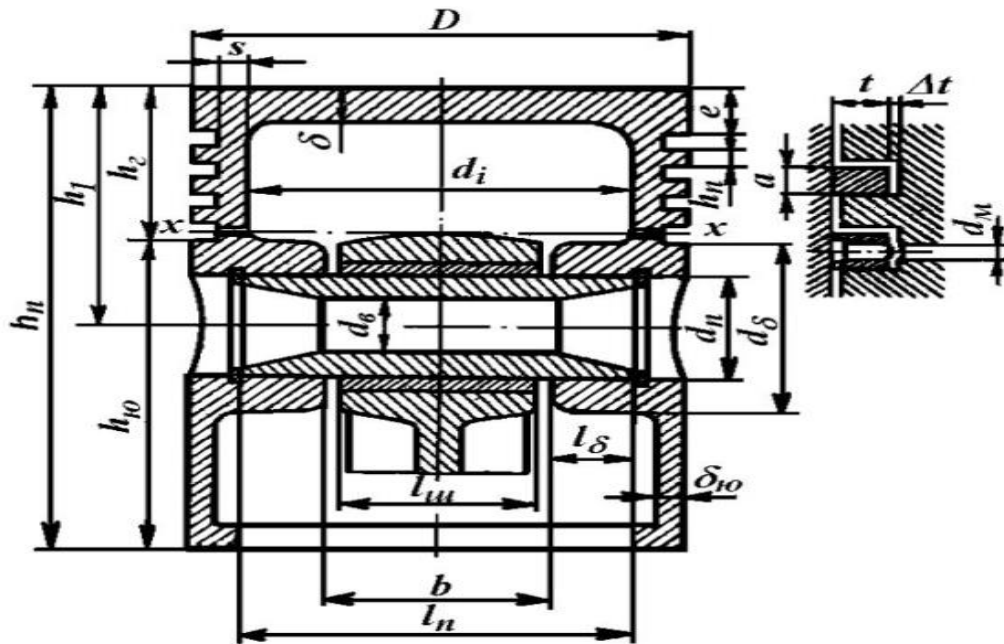


Рис.7.1 Расчетная схема поршневой группы

Таблица 7.1 Исходное задание

Параметр	Вариант	$D$ , м	$P_z$ , МПа	$R$ , м	$L$ , м
1.		0,100	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
2.		0,105	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
3.		0,110	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
4.		0,115	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
5.		0,120	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
6.		0,125	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
7.		0,130	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
8.		0,135	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
9.		0,140	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
10.		0,145	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
11.		0,100	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
12.		0,105	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
13.		0,110	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
14.		0,115	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
15.		0,120	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
16.		0,125	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
17.		0,130	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
18.		0,135	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
19.		0,140	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2
20.		0,145	Пр.з. 1	Пр.з. 2	Пр.з. 2

Основные размеры поршневой группы в соответствии с рисунком 7.1 определяются по соотношениям, представленными в таблице 7.2. для  $D = 0.11$  м

В курсовом проекте рассчитывается днище поршня, стенка головки поршня и юбка поршня.

Поршень

Днище поршня



Днище поршня проверяется на поперечный изгиб как круглая плита, свободно опирающаяся на цилиндр и нагруженная равномерно распределенной нагрузкой максимального давления газов при сгорании  $P_{zMax}$ .

Таблица 7.2 Основные размеры поршневой группы

	Значения размеров		
Элементы поршневой группы	карбюр. двигатели	дизельные двигатели	
Высота поршня $h_p$	(0,8-1,3)D	(1,0-1,7)D	
Расстояние от верхней кромки поршня до оси пальца $h_l$	(0,45- 0,75) D	(0,6- 1,0)D	
Толщина днища поршня $\delta$	(0,05-. 0,10) D	(0,12-0,20)D	
Высота юбки поршня $h_{ю}$	(0,6-0,8) D	(0,6-1,1)D	
Диаметр бобышки $d_b$ ,	(0,3-0,5) D	(0,3-0,5)D	
Расстояние между торцами бобышек $b$	(0,3- 0,5) D	(0,3-0,5)D	
Толщина стенки юбки поршня $\delta_{Ю}$	1,5-4,5(мм)	2.0-5.0(мм)	
Толщина стенки головки поршня $.s$	(0,05-0,10) D	(0,05-0,10)D	
Расстояние до первой поршневой канавки $e$	(0,06-0,12) D	(0,11- 0,20)D	
Толщина первой кольцевой перемычки $h_n$	(0,03- 0,05) D	(0,04-0,07)D	
Рад/ толщина кольца $t$ :- компрессионного - маслосъемного	(0,04-0,045) D (0,038-0,043)D	(0,04-0,05)D (0,038-,043)D	
Высота кольца $a$	2-4(мм)	3-5(мм)	
Разность между величинами зазоров замка кольца в свободном и рабочем состоянии $A_0$	(2,5-4) t	(3,2-4) t	
Рад/ кольца в канавке $\Delta t$ -компрессионного - маслосъемного	0,70-0,95 0,80-1,1(мм)	0,70-0,95 0,80-1,1(мм)	
Внутренний диаметр поршня $d_i$	$D - 2 (s + t + \Delta t)$		
Число масляных отверстий в поршне $n_m$	6-12	6-12	
Диаметр масляного канала $d_M$	(0,3-0,5)a	(0,3-0,5)a	
Наружный диаметр пальца $d_n$	(0,22...0,28)D	(0,30-0,38)D	
Внутренний диаметр пальца $d_B$	(0,65-0,75)dП	(0,50-0,70 dП	
Длина пальца $l_p$ -закрепленного - плавающего	(0,88-.0,93)D (0,78-0,88)D	(0,88-0,93)D (0,80-0,90)D	
Длина втулки шатуна $l_{ш}$ -закрепленного -плавающего	(0,28-0,32)D (0,33-0,45)D	(0,28-0,32)D (0,33...0,45)D	

Для карбюраторных двигателей наибольшее давление газов достигается при работе на режиме максимального крутящего момента.

Для дизелей максимальное давление газов обычно достигается при работе на режиме максимальной мощности

Максимальное напряжение изгиба в диаметральной сечении днища поршня ( $\sigma_{из}$ ) определяется по формуле

$$\sigma_{из} = P_{z \max} \left( \frac{d_i}{2 \cdot \delta} \right)^2 \text{ МПа} \quad (7.1)$$

$$\sigma_{из} = 10,1 * \left( \frac{0,077}{2 * 0,013} \right)^2 = 88,5 \text{ МПа}$$

где  $\delta$ ,  $d_i$  — размеры поршня, определенные по таблице 7.1, м

$$\delta = 0,12 * 0,11 = 0,013 \text{ м}$$

$$d_i = 0,110 - 2 * (0,09 * 0,110 + 0,05 * 0,11 + 0,001) = 0,077 \text{ м}$$

$P_{z.\max}$  — максимальное давление сгорания, МПа:

-для карбюраторных двигателей  $p_{2\_тах} = (1,14... 1,17)PZ$

-для дизельных двигателей  $p_{z.\max} = PZ$  Принимаем 10,1 МПа,

где  $P_Z$  - величина давления в конце сгорания в МПа из теплового расчета двигателя ( Лабораторная работа №1)

При отсутствии у днища ребер жесткости допустимые значения напряжений изгиба [сиз] лежат в следующих пределах:

- для поршней из алюминиевых сплавов (20...25) МПа;
- для поршней из чугуна (40...50)МПа.

При наличии ребер жесткости на днище поршня допустимые значения напряжений изгиба могут быть увеличены в 3...4 раза.

Днище для алюминиевого поршня должно быть усилено ребрами.

Головка поршня

Головка поршня в сечении х - х (рисунок 7.1), ослабленная отверстиями для отвода масла, проверяется на сжатие и разрыв.

Для расчета напряжения сжатия определяются:

- диаметр поршня по дну канавок  $d_K$  в м по формуле.

$$d_K = D - 2(t + \Delta t) \quad (7.2)$$

$$d_k = 0.110 - 2(0.04 * 0.11 + 0.001) = 0.099 \text{ м}$$

где  $D$ ,  $t$ ,  $\Delta t$  - размеры поршня, определенные по таблице 7.1, м;

- площадь продольного диаметрального сечения масляного канала  $F_{x-x}$  в м<sup>2</sup> по формуле

$$F' = \left( \frac{d_k - d_i}{2} \right) * d_M \quad (7.3)$$

$$F' = \left( \frac{0.099 - 0.077}{2} \right) * 0.002 = 0.000022 \text{ м}^2$$

где  $d_M$ ,  $d_i$  - размеры поршня, определенные по таблице 7.1, м;

$$d_M = 0.5 * a = 0.5 * 0.004 = 0.002 \text{ м}$$

$$d_i = 0,077 \text{ м}$$

- площадь сечения х -х головки поршня  $F_{x-x}$  в м<sup>2</sup> по формуле

$$F_{x-x} = \frac{\pi}{4} (d_k^2 - d_i^2) - n_M * F' \quad (7.4)$$

$$F_{x-x} = \frac{3.14}{4} (0.099^2 - 0.077^2) - 10 * 0.000022 = 0.00282 \text{ м}^2$$

где

$n_M = 10$  число масляных каналов, принятых по таблице 7.1;

$P$  - максимальная сжимающая сила  $P_{zmax}$  в МН по формуле

$$P = P_{zmax} * F_{\Pi} \quad (7.5)$$

$$P = 10,1 * \frac{3,14 * 0,11^2}{4} = 0,0959 \text{ МН}$$

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F_{x-x}} \quad (7.6)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{0,0959}{0,00282} = 34,0 \text{ МПа}$$

Допустимые значения напряжений на сжатие [  $\sigma_{сж}$  ] лежат в следующих пределах:

- для поршней из алюминиевых сплавов (30...40) МПа;
- для поршней из чугуна (60...80) МПа

Для расчета напряжения разрыва в сечении х-х определяются:

-максимальная угловая скорость вращения коленчатого вала при холостом ходе  $\omega_{xx \max}$  в рад/с по формуле

$$\omega_{xx \max} = \pi * \frac{n_{xx \max}}{30} = (7.7)$$

$$\omega_{xx \max} = 3,14 * \frac{2750}{30} = 287,8 \text{ с}^{-1}$$

$$n_{xx \max} = 1,1 * n_{\max} = 1,1 * 2500 = 2750 \text{ мин}^{-1}$$

масса головки поршня с кольцами  $m_{x-x}$  в кг, расположенная выше сечения x-x по формуле

$$m_{x-x} = (0,4 \dots 0,6) m_{п}, (7.8)$$

$$m_{x-x} = 0,4 * 1,9 = 0,76 \text{ кг}$$

где  $m_{п}$  - масса поршневого комплекта (из таблицы 2,2), кг.

$$m_{п} = (150-300) * F_{п} = 200 * 0,0095 = 1,9 \text{ кг}$$

Сила инерции возвратно-поступательно движущихся масс  $P_j$  в МН определяется для режима максимальной частоты вращения при холостом ходе двигателя по формуле.

$$P_j = m_{x-x} * R * \omega_{xx \max}^2 (1 + \lambda) * 10^{-6} (7.9)$$

$$P_j = 0,76 * 0,060 * 287,8^2 (1 + 0,25) * 10^{-6} = 0,0047 \text{ МН}$$

где  $\lambda$  - отношение радиуса кривошипа к длине шатуна из динамического расчета (практическое работа № 2);

$R$  - радиус кривошипа ( практическая работа №2) м.

Напряжение разрыва  $\sigma_p$  в МПа определяется по формуле

$$\sigma_p = \frac{P_j}{F_{x-x}} (7.10)$$

$$\sigma_p = \frac{0,0047}{0,00282} = 1,7 \text{ МПа}$$

Допустимые значения напряжений на разрыв  $[\sigma_p]$  лежат в следующих пределах:

- для поршней из алюминиевых сплавов (4... 10) МПа;
- для поршней из чугуна (8...20) МПа.

Юбка поршня

Юбка поршня проверяется на износостойкость по удельному давлению  $q_{ю}$  в МПа на стенку цилиндра от максимальной боковой силы  $N_{\max}$ , которая определяется по формуле

$$q_{ю} = \frac{N_{\max}}{h_{ю} * D} (7.11)$$

где  $h_{ю}$ ,  $D$  - размеры поршня, м;

$N_{\max}$  - наибольшая нормальная (боковая) сила, действующая на стенку цилиндра, определенная в практической работе №2, МН.

$$q_{ю} = \frac{0,0061}{0,12 * 0,11} = 0,46 \text{ МПа}$$

Допустимые значения удельного давления  $q_{ю}$  для современных двигателей составляют (0,33...0,96) МПа

Поршневой палец

Расчет поршневого пальца включает определение удельных давлений пальца на втулку верхней головки шатуна и на бобышки, напряжений от изгиба и среза, а также деформации сечения пальца (овализации).

Расчетная сила  $P$  в МН, действующая на поршневой палец, определяется по формуле

$$P = p_{z \max} * F_{\text{п}} + k * P_j \quad (7.12)$$

$$P = 10,1 * 0,0095 - 0,8 * 0,011 = 0,08715 \text{ МН}$$

где

- для карбюраторных двигателей:

$P_{z.\max} = (1,14...1,17) p_z$  - максимальное давление газов из практической работы №1, МПа;

$k = (0,76...0,86)$  - коэффициент, учитывающий массу поршневого пальца;

$F_{\text{п}}$  - площадь поршня, м<sup>2</sup>;

$P_j$  - сила инерции поршневой группы при максимальном крутящем моменте (при  $n = n_{\text{м}} = 0,6$  от  $n_{\text{max}}$ ) в МН, которая определяется по формуле

$$P_j = -m_{\text{п}} \omega_{\text{м}}^2 R (1 + \lambda) * 10^{-6} \quad (7.13)$$

где  $\lambda$  - отношение радиуса кривошипа к длине шатуна из практической работы №2

$m_{\text{п}}$  тп - масса поршневого комплекта, кг;

$\omega_{\text{м}}$  - угловая скорость вращения коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента в рад/с, определенная по формуле

$$\omega_{\text{м}} = \pi \frac{n_{\text{м}}}{30} \quad (7.14)$$

где  $n_{\text{м}}$  - частота вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте, мин<sup>-1</sup>;

- для дизельных двигателей:

$P_{z.\max} = P_{z\sim}$  - максимальное давление газов на номинальном режиме, МПа-10,1 МПа;

$k = 0,68...0,81$  - коэффициент, учитывающий массу поршневого пальца;

$F_{\text{п}}$  - площадь поршня из динамического расчета, 0,0095 м<sup>2</sup> ;

$P_j$  - сила инерции поршневой группы при номинальной частоте вращения коленчатого вала  $n$  в МН, которая определяется по формуле

$$P_j = -m_{\text{п}} \omega^2 R (1 + \lambda) * 10^{-6} \quad (7.15)$$

$$P_j = -1,9 * 261,7^2 * 0,065 (1 + 0,25) * 10^{-6} = 0,011 \text{ МПа}$$

Где:

$\lambda$  - отношение радиуса кривошипа к длине шатуна;  $R$  - радиус кривошипа.  $m_{\text{п}}$  - масса поршневого комплекта, кг;

$\omega$  - угловая скорость вращения коленчатого вала на режиме номинальной мощности в рад/с, определенная по формуле

$$\omega = \pi \frac{n}{30} \quad (7.16)$$

$$\omega_{\text{м}} = 3,14 \frac{2500}{30} = 261,7 \text{ с}^{-1}$$

Где:

$n$  — номинальная частота вращения коленчатого вала, мин .

Удельное давление пальца на втулку поршневой головки шатуна  $q_{\text{ш}}$  в МПа определяется по формуле

$$q_{ш} = \frac{P}{d_{п} * l_{ш}} \quad (7.17)$$

$$q_{ш} = \frac{0,08715}{0,0385 * 0,0385} = 59 \text{ МПа}$$

Где:

$d_{п}$ — наружный диаметр пальца= $0.35 D=0.35*0.11=0.0385$  м по таблице 7.2;

$l_{ш}$ — длина опорной поверхности пальца в головке шатуна

= $0.35D=0.35*0.11=0.0385$ м, по таблице 7,2 , м.

Допустимое удельное давление 20-60 МПа

Удельное давление плавающего пальца на бобышки  $q_b$  в МПа

$$q_b = \frac{P}{d_{п}(l_{п}-b)} \quad (7.18)$$

$$q_b = \frac{0,08715}{0,0385(0,099 - 0,044)} = 41,2 \text{ МПа}$$

Где:

$l_{п}$  общая длина пальца (таблица 7.2),  $0.9*D=0.9*0.11=0.099$  м;

$b$ - расстояние между торцами бобышек, (таблица 7.2),  $0,5*D=0.4*0.11=0.044$  м;

Допустимые значения удельного давления [  $q_b$  ] составляют (15...50) МПа.

Напряжение изгиба пальца  $\sigma_{из}$  в МПа определяются по формуле

$$\sigma_{из} = \frac{P(l_{п}+2*b-1.5l_{ш})}{1,2(1-\sigma^4)d_{п}^3} \quad (7.19)$$

$$\sigma_{из} = \frac{0,08715 * (0,099 + 2 * 0,044 - 1,50 * 0,0385)}{1,2(1 - 0,6^4) * 0,0385^3} = 189 \text{ МПа}$$

Где:

$\sigma$ -отношение внутреннего диаметра пальца к наружному= $0,6$ ;

Допустимые значения напряжение изгиба пальца [  $\sigma_{из}$  ] для современных двигателей составляют (100...250) МПа.

Касательные напряжения  $\tau$  в МПа от среза пальца в сечениях, расположенных между бобышками и головкой шатуна определяются по формуле

$$\tau = \frac{0,85 P(1+\sigma+\sigma^2)}{(1-\sigma^4)d_{п}^2} \quad (7.20)$$

$$\tau = \frac{0,85 * 0,08715 * (1 + 0,6 + 0,6^2)}{(1 - 0,6^4) * 0,0385^2} = 112,6 \text{ МПа}$$

Допустимые значения касательных напряжений 60...250 МПа

Вследствие неравномерного распределения сил, приложенных к пальцу, при работе двигателя происходит деформация сечения пальца (овализация).

Максимальная овализация пальца (наибольшее увеличение горизонтального диаметра)  $\Delta d_{п max}$  в мм наблюдается в его средней, наиболее напряженной части, и определяется по формуле

$$\Delta d_{п max} = \frac{1,35 P}{E l_{п}} \left( \frac{1+\sigma}{1-\sigma} \right)^3 [0,1 - (\sigma - 0,4)^3] 10^3 \quad (7.21)$$

$$\Delta d_{п max} = \frac{1,35 * 0,08715}{2,2 * 10^5 * 0,099} \left( \frac{1+0,6}{1-0,6} \right)^3 [0,1 - (0,6 - 0,4)^3] 10^3 = 0,032 \text{ мм}$$

где :

$E$  - модуль упругости материала пальца:

- для углеродистой стали  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа
- для легированной стали  $E = 2,2 \cdot 10^5$  МПа.

Значение  $\Delta d_{п, max}$  не должно превышать 0,02...0,05 мм.

Поршневое кольцо

Материал кольца – серый чугун.

Расчет поршневых колец заключается:

- в определении среднего давления кольца на стенку цилиндра,
- в построении эпюры давления кольца по окружности;
- в определении напряжений изгиба, возникающих в сечении, противоположном замку, при надевании кольца на поршень и в рабочем состоянии.

Среднее давление  $p_{cp}$  в МПа кольца на стенку цилиндра определяются по формуле

$$P_{cp} = 0.152 * E \frac{A_0}{\left(\frac{D}{t} - 1\right)^3 * \frac{D}{t}} \quad (7.22)$$

$$P_{cp} = 0.152 * 10^5 \frac{4}{\left(\frac{110}{4,4} - 1\right)^3 * \frac{110}{4,4}} = 0,176 \text{ МПа}$$

Где:

$E$  - модуль упругости материала кольца:

- для чугуна  $E = 1 \cdot 10^5$  МПа;
- для легированной стали  $E = 2,2 \cdot 10^5$  МПа

$A_0, t$  — размеры элементов кольца согласно таблице 7.2, мм;

Среднее радиальное давление  $p_{cp}$  для колец современных двигателей находится в следующих пределах:

- для компрессионных колец (0,11 ...0,37) МПа;
- для маслосъемных колец (0,2...0,4) МПа.

Для обеспечения хорошей приработки кольца и надежного уплотнения давление кольца на стенку цилиндра  $p$  в МПа в различных точках окружности должно изменяться по эпюре с повышенным давлением у замка, и определяется по формуле

$$P = P_{cp} * \mu \quad (7.23)$$

Где:

$\mu$  - значения отношений давлений кольца на стенку цилиндра в различных точках окружности к среднему давлению различных типов двигателей, представленных в таблице 7.3.

Результаты расчетов давления  $p$  заносятся в таблицу 7.2.

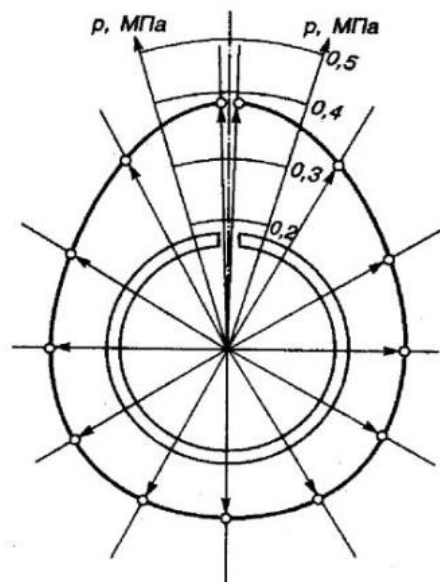
Таблица 7.2 - Построение эпюры давления кольца двигателя на стенку цилиндра

$\Psi$ , град

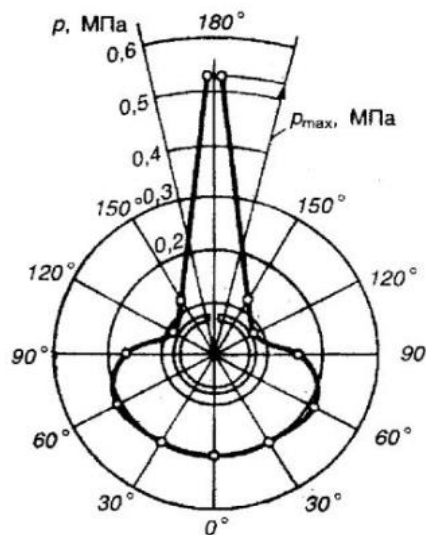
$\mu$	Карбюраторный	1,05	1,04	1,02	1,0	1,02	1,27	1,5
	Дизельный	1,05	1,05	1,14	0,9	0,45	0,67	2,85
$P$ , МПа	0,185	0,185	0,200	0,158	0,079	0,118	0,502	

По результатам расчета строится эпюра давления кольца на стенку цилиндра в соответствии с рисунком 7.2.





бензиновый двигатель



дизельный двигатель

Бензиновый двигатель Дизельный двигатель

Рис 7.2 Эпюра давления поршневого кольца

Значительное повышение давления у замка способствует равномерному износу кольца по окружности и повышает его долговечность.

Напряжения изгиба кольца при надевании его на поршень  $\sigma_{из}$  в МПа определяются по формуле.

$$\sigma_{из} = \frac{4E(1-0.114\frac{A_0}{r})}{m(\frac{D}{t}-1.4)\frac{D}{t}} \quad (7.24)$$

$$\sigma_{из} = \frac{4 * 10^5(1 - 0.114)}{1.57 * (\frac{110}{4.4} - 1.4) * \frac{110}{4.4}} = 382,6 \text{ МПа}$$

Где

$m = 1,57$  - коэффициент, зависящий от способа надевания кольца.

Допустимые напряжения при изгибе кольца для современных двигателей составляют (220...450) МПа. Нижние пределы значений относятся к двигателям с большим диаметром цилиндра.

Содержание отчета

1. Цель работы
2. Расчетные схемы
3. Результаты расчетов
4. Выводы

Контрольные вопросы.

1. На какие нагрузки рассчитывается поршень двигателя?
2. Из каких материалов делается поршень двигателя, преимущества и недостатки?
3. Из каких составных частей состоит поршень?
4. Основные нагрузки на поршневой палец?
5. Основные требования к материалам поршневого пальца?
6. Из каких материалов делаются поршневые кольца?
7. На какие нагрузки рассчитывается поршневое кольцо?
8. Какие покрытия применяются на поршневых кольцах?



9. Что такое эюра поршневого кольца?

10. Как взаимодействует поршневое кольцо с поршнем?

## **Лабораторно-практическая работа № 13 «Расчет элементов подвески»**

### **Расчет элементов подвески автомобиля**

**Цель работы:** Изучить основы расчёта нагрузок в основных деталях подвески.

Проверяемый результат: ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11

### **Содержание и порядок проведения работы**

1. Изучить теоретические вопросы о классификации и работе подвески.
2. Изучение методики и проведение расчёта нагрузок в основных деталях подвески.

В данной практической работе расчёт производится по следующим пунктам согласно вариантам заданий:

- Определить основные параметры подвески.
- Расчет упругой характеристики с двумя упругими элементами.
- Расчет нагрузки на упругий элемент и прогиб.
- **Расчет упругих элементов подвески. Листовые рессоры.**

### **Подвеска, ее работа, устройство и классификация**

При движении автомобиля по дороге с неровной поверхностью возникают различные силы взаимодействия колес и дороги, которые можно свести к трем составляющим: вертикальной, продольной и поперечной, или боковой. Передача этих сил и их моментов происходит через детали подвески.

Вертикальные силы и их моменты динамического характера обусловлены неровностями дороги.

Продольные составляющие сил и их моменты вызываются в основном тяговыми и тормозными силами, но определенное влияние на них оказывают кинематические особенности подвески.

Поперечные составляющие и их моменты создаются такими боковыми силами, как, например, инерционные силы при движении на повороте, аэродинамические силы от бокового ветра и т. п.

Для передачи сил, действующих на колеса, раму и кузов автомобиля, и придания их кинематическому и динамическому воздействию желаемой формы служит подвеска, представляющая собой совокупность деталей, связывающих колеса с рамой или кузовом автомобиля.

Подвеской автомобиля называется совокупность устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и мостами или колесами автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на несущую систему и колеса и затухание их колебаний, а также регулирование положения кузова автомобиля во время движения.

По назначению детали подвески делятся на упругий элемент, включающий в себя стабилизатор поперечной устойчивости, направляющее устройство и гасящее устройство. Упругий элемент передает вертикальные нагрузки и снижает уровень динамических нагрузок, возникающих при движении автомобиля по неровностям поверхности дороги, обеспечивая при этом необходимую плавность хода автомобиля.

Направляющее устройство подвески передает несущей системе автомобиля силы и моменты между колесом и кузовом и определяет характер перемещения колес относительно несущей системы автомобиля. В зависимости от конструкции направляющее устройство полностью или частично освобождает упругий элемент от дополнительных нагрузок, передаваемых колесами раме (кузову) автомобиля.

Гасящее устройство, а также трение в подвеске обеспечивают затухание колебаний кузова и колес автомобиля, при котором механическая энергия колебаний переходит в тепловую. Подвески по типу упругого элемента подразделяются на рессорные, пружинные, торсионные, резиновые, пневматические, гидравлические и комбинированные.

В зависимости от типа направляющего устройства все подвески делятся на зависимые и независимые. Особенностью зависимой подвески колес является наличие жесткой балки, связывающей левое и правое колеса, поэтому перемещение одного колеса в поперечной плоскости передается другому. При независимой подвеске отсутствует непосредственная связь между колесами. Каждое колесо данного моста перемещается независимо одно от другого.

Независимые подвески по характеру перемещений, сопутствующих вертикальному подъему колеса, подразделяются на подвески с перемещением колеса в поперечной, продольной плоскости или в двух плоскостях (поперечной и продольной) и свечные.

Гасящее действие в подвеске обеспечивается главным образом амортизатором. В настоящее время наибольшее распространение получили гидравлические амортизаторы. По характеру работы различают амортизаторы одностороннего и двустороннего действия. Амортизаторы одностороннего действия создают сопротивление и гасят колебания только при ходе отбоя, а двустороннего действия — как при ходе отбоя, так и при ходе сжатия. По конструктивному признаку различаются амортизаторы телескопические и рычажные.

Классификация подвесок:

1. По типу упругого элемента:

- металлические (листовые рессоры, спиральные пружины, торсионы);
- пневматические (резинокордные баллоны, диафрагменные, комбинированные);
- гидравлические (без противодействия, с противодействием) ;
- резиновые элементы (работающие на сжатие, работающие на кручение).

2. По схеме управляющего устройства:

- зависимые с неразрезным мостом (автономные, балансирные для подрессоривания 2-х близко расположенных мостов);
- независимые с разрезанным мостом (с перемещением колеса в продольной плоскости, с перемещением колеса в поперечной плоскости, свечная, с вертикальным перемещением колеса).

3. По способу гашения колебаний:

- гидравлические амортизаторы (рычажные, телескопические);
- механическое трение (трение в упругом элементе и направляющем устройстве). Для получения мягкой подвески нужно, чтобы потери на трение не превышали 5%. Повышенная плавность приводит к ухудшению кинематики перемещения колес, ухудшению устойчивости и увеличения бокового крена колес.

4. По способу передачи сил и моментов колес:

- рессорная, штанговая, рычажная.

5. По наличию шкворня:

- шкворневая, бесшкворневая.

## **Лабораторно-практическая работа № 14**

### **«Тюнинг тормозной системы»**

#### **Устройство пневматического привода тормозных механизмов**

##### **Цель занятия: изучить практически общее устройство**

пневматического привода тормозных механизмов, устройство компрессора, тормозного крана и тормозной камеры, ознакомиться с приемами частичной разборки и сборки приборов пневматического привода тормозных механизмов.

Проверяемый результат: ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11

**Оборудование и инструмент: шасси автомобиля в сборе с пневматическим приводом тормозных механизмов на стенде, компрессор в сборе, тормозной кран в сборе, тормозная камера в сборе, тормозной кран в разрезе, тормозная камера с энергоаккумулятором в разрезе, набор гаечных ключей, комплект, отвертки, тиски, плакат «Пневматический привод тормозных механизмов», лабораторный практикум.**

**Особые правила техники безопасности. При разборке тормозной камеры и тормозного крана быть осторожным во избежание вылета пружин.**

**Теоретический блок.** Схема модернизированного пневматического привода состоит из пяти независимых контуров. Компрессор, регулятор давления, предохранитель от замерзания и защитные клапаны являются общими для всех пяти контуров, пройдя через них, воздух разделяется по пяти контурам: I. Контур привода тормозных механизмов передних колес (воздушный баллон - трубопроводы - нижняя секция тормозного крана - клапан ограничения давления - тормозные камеры передних колес). II. Контур привода тормозных механизмов задних колес (воздушный баллон - трубопроводы - верхняя секция тормозного крана - автоматический регулятор тормозных сил тормозные камеры задних колес с пружинными энергоаккумуляторами). III. Контур привода механизмов стояночной и запасной тормозных систем (воздушные баллоны - тормозной кран стояночного тормоза - ускорительный клапан - двухмагистральный клапан - цилиндры с пружинными энергоаккумуляторами, объединенными с тормозными камерами задних колес). IV. Контур привода механизма вспомогательной

тормозной системы и питания потребителей сжатого воздуха в автомобиле (пневматический кран управления - трубопроводы - цилиндры привода заслонок выпускных трубопроводов - цилиндр выключения подачи топлива). V. Контур системы пневматического аварийного растормаживания стояночного тормоза (кран аварийного растормаживания, подключенный к тройному защитному клапану).

Компрессор состоит из картера блока цилиндров, головки блока нагнетательных и впускных клапанов, шатунно-поршневой группы, коленвала, шкива привода.

Тормозной кран состоит из корпуса рычага, резинового упругого элемента верхнего поршня, ускорительного поршня, малого поршня, клапанов, толкателей поршней, возвратных пружин поршней, шпильки с толкателем.

Тормозная камера переднего колеса состоит из корпуса крышки, диафрагмы, штока и пружины. Тормозные камеры задних колес кроме камеры имеют в своей конструкции энергоаккумуляторы, соединенные с камерами. Энергоаккумулятор состоит из корпуса, поршня с манжетой, силовой пружины, толкателя, винта механического растормаживания.

**Подготовить конспект и перейти к выполнению практической части лабораторно – практической работы.**

**Порядок выполнения работы:**

Найдите на схеме автомобиля основные приборы пневматического привода тормозных механизмов и впишите названия этих приборов, расположив их по контурам.

1.Контур привода тормозных механизмов передних колес:

2.Контур привода тормозных механизмов задних колес:

3.Контур привода механизмов стояночной и запасной тормозных систем:

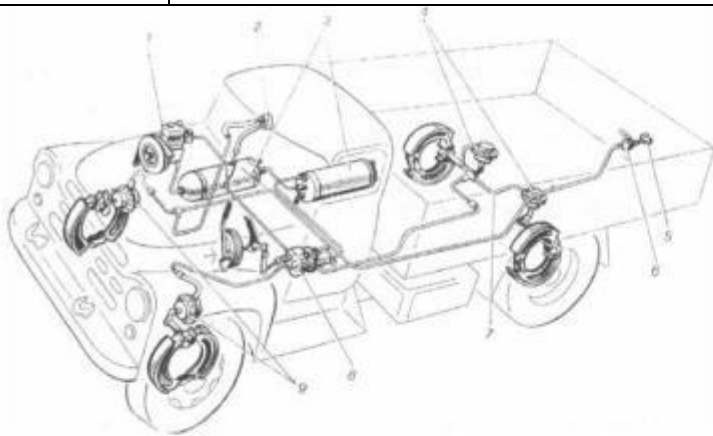
4.Контур привода механизма вспомогательной тормозной системы и питания потребителей сжатого воздуха в автомобиле:

5.Контур системы пневматического аварийного растормаживания стояночного тормоза:

Операция	Технология выполнения	Инструмент
1. Изучение устройства компрессора.	Отвернуть болты и снять головку блока. Снять поддон картера компрессора. Используя плакат и частично разобранный компрессор, изучить его устройство. 14. Записать перечень	

	<p>деталей компрессора (см. контрольный вопрос № 1).</p> <p>Частично разобрать регулятор давления и, используя плакат, изучить его устройство.</p> <p>Записать детали регулятора давления (см. контрольный вопрос № 2)</p> <p>Собрать регулятор давления и компрессор.</p>	
<p>2. Изучение устройства тормозного крана.</p>	<p>Отвернуть болты и снять крышки корпуса.</p> <p>Отвернуть болты и разъединить части корпуса.</p> <p>Используя плакат, разрез и частично разобранный тормозной кран, изучить его устройство.</p> <p>Записать перечень деталей тормозного крана (см. контрольный вопрос № 3).</p>	
<p>3. Изучение устройства тормозных камер.</p>	<p>Отвернуть гайки, стягивающие половины камеры.</p> <p>Разъединить половины корпуса камеры</p> <p>Извлечь пружину со штоком и диафрагмой.</p> <p>Используя плакат и разобранный камеру, изучить ее устройство.</p> <p>Записать детали тормозной камеры (см. контрольный вопрос № 4).</p> <p>Собрать тормозную камеру.</p> <p>Используя плакат и разрез тормозной камеры с энергоаккумулятором, изучить ее устройство.</p> <p>Записать перечень деталей тормозной</p>	

камеры с энергоаккумулятором (см. контрольный вопрос № 5).	
------------------------------------------------------------	--



---

---

---

---

---

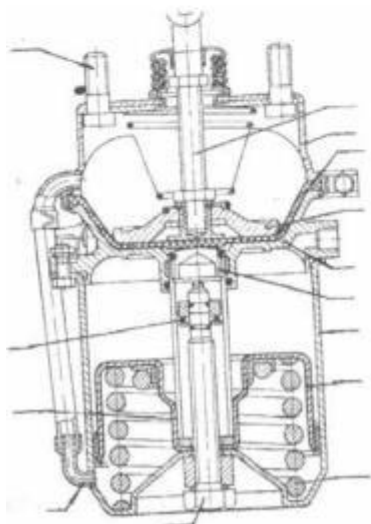
---

---

---

---

---



### Задания для отчета

1. Обозначьте в соответствии с нумерацией детали и приборы пневматического привода тормозных механизмов (рис. 29.1).

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.

Рис. 29.1. Схема пневматического привода тормозных механизмов.

2. Обозначьте, согласно указателю (рис. 29.2) номер детали тормозной камеры с энергоаккумулятором, соответствующий подрисовочной подписи.

- 1 - цилиндр;
- 2- поршень с манжетой;
- 3- пружина энергоаккумулятора;
- 4- винт;
- 5- трубка;
- 6- толкатель;
- 7- подпятник;
- 8- шток, 9 - корпус камеры;
- 10 - диафрагма;
- 11 - диск; 12 - фланец цилиндра

Рис. 29.2. Тормозная камера с энергоаккумулятором:

**Письменно ответьте на следующие контрольные вопросы.**

- 1.Перечислите детали компрессора:
- 2.Перечислите детали изученного Вами регулятора давления:
- 3.Перечислите детали изученную Вами тормозного крана:
- 4.перечислите детали тормозной камеры:
- 5.Перечислите детали тормозной камеры с энергоаккумулятором:

### **Лабораторно-практическая работа №15**

#### **«Тюнинг системы выпуска отработавших газов»**

**Цель работы:** Изучить устройство системы выпуска отработавших газов, из чего состоит система глушения и система нейтрализации газов. А также как крепится эта система на автомобиле.

Проверяемый результат: ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11

#### Пояснение к практической работе:

Система выпуска должна обеспечить отвод и снижение токсичности выпуска, а также уменьшение шума процесса выпуска.

Система выпуска состоит из приемных труб, системы моторного тормоза, системы шумоглушения, нейтрализатора, сажевого фильтра для дизеля и отводной трубы.



Система шумоглушения состоит из ряда отдельных или комбинированных глушителей (рис. 8.1) для легковых автомобилей и моноблочного глушителя для грузовых. Нейтрализатор отработавших газов также включают в систему. Сажевый фильтр дизеля обычно объединяют с глушителем.

В глушителях выпуска используются элементы двух типов: активные (диссипативные) и реактивные (резонансные). Активные элементы преобразуют акустическую энергию в тепловую за счет рассеивания при перетекании отработавших газов через поры волокнистых материалов. Реактивные элементы предполагают и

пользование резонансных колебаний для шумоглушения. Комбинируя камеры различного объема, можно организовать требуемое снижение шума выпуска. Основной их недостаток - необходимость использования больших объемов камер, что не всегда приемлемо для компоновки на автомобиле.

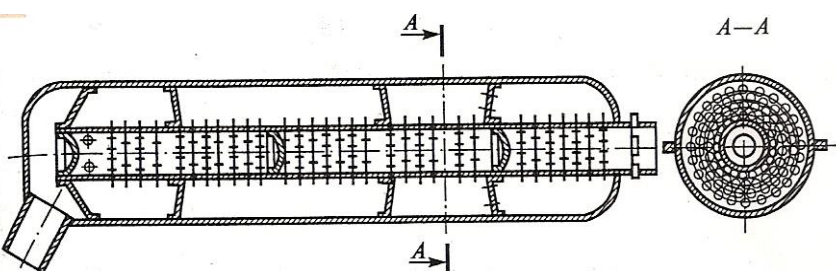


Рис. 8.1. Глушитель шума легкового автомобиля

Комбинированные глушители формируют из системы резонансных камер, в которые включают звукопоглощающие материалы.

Токсичные компоненты отработавших газов двигателей можно снижать путем

термической и каталитической нейтрализации.

Термическая нейтрализация предполагает дожигание СН и СО и превращение их в СО<sub>2</sub> и Н<sub>2</sub>О при температуре газов выше 700°С.

Для этого используют термические реакторы. В случае работы двигателя при  $\alpha = 0,8...0,9$  содержание углеводородов в отработавших газах понижается до 50 %. В объем термического реактора вторичный воздух подается специальным насосом с ременным приводом или за счет использования волновых явлений в системе выпуска.

Каталитическая нейтрализация отработавших газов основана на повышении скорости протекания химических процессов за счет использования специальных катализаторов. При прохождении газов вдоль поверхностей, покрытых активным каталитическим слоем, происходят три основных процесса: адсорбция, собственно сами химические реакции и десорбция. Нейтрализатор состоит из металлического корпуса, в котором расположен носитель с развитой поверхностью, покрытой активным каталитическим слоем. Монолитные носители из термостойкой керамики получают выдавливанием и имеют прямоугольную или круглую форму. Для устранения влияния механических нагрузок при движении на автомобиле между носителем и корпусом размещают упругую набивку из высоколегированной проволоки. Данные носители медленно прогреваются

до рабочих температур. Металлические носители, использующие фольгу толщиной 0,04...0,05 мм из жаропрочной аустенитной стали, легированной хромом, алюминием, цирконием припаивают к корпусу. Металлический носитель обеспечивает небольшое гидравлическое сопротивление, быстрый прогрев до рабочих температур, высокую прочность, термическую стойкость, малые габаритные размеры при высокой эффективности нейтрализации, но имеет высокую стоимость.

Для нормальной работы нейтрализатора необходимо поддерживать требуемый состав смеси, обеспечивать рабочий температурный режим, создавать необходимое соотношение объемов отработавших газов и нейтрализатора.

Нейтрализатор начинает работать при температуре 250<sup>0</sup>С. Поэтому очень важно быстро прогревать его на режимах пуска двигателя. Проблему можно решать путем приближения нейтрализатора к двигателю, дополнительным подогревом или установкой специального пускового нейтрализатора. С наибольшей эффективностью нейтрализатор работает при температурах 400 ...800<sup>0</sup>С. При температурах выше 800...1000<sup>0</sup>С происходит спекание промежуточного и каталитических активных слоев, что уменьшает активную поверхность катализатора. Поэтому нейтрализатор размещают перед глушителем на расстоянии от двигателя, исключающем его перегрев. При слишком позднем зажигании температура отработавших газов может достигать до 1400<sup>0</sup>с и выше, что также за короткий срок может расплавить поверхность носителя. Избежать этого позволяет электронное зажигание.

#### Задание студентам:

При домашней подготовке изучить устройство системы выпуска отработавших газов. На практической работе осмотреть систему глушителей на демонстрационном автомобиле и глушитель в разрезе. В отчете отразить устройство глушителей и описать принцип работы нейтрализаторов.

#### Порядок выполнения практической работы:

1. Установить демонстрационный автомобиль на подъемник или яму и затормозить тормозом.
2. Осмотреть снизу способ крепления системы выпуска газов к автомобилю и способ соединения между собой отдельных частей системы глушителей.
3. Осмотреть демонстрационный глушитель в разрезе.

#### Контрольные вопросы:

1. Какие бывают виды глушителей шума?
2. Какие виды нейтрализаторов применяются?
3. Как крепится система выпуска газов к автомобилю?

4. Как соединяются глушители между собой?
5. Где устанавливается нейтрализатор?

#### Правило безопасного выполнения работы:

При работе подъемника будьте осторожны: перед его включением убедитесь в отсутствии людей в опасной зоне. Внимание: нельзя дергать за систему выпуска газов.

#### Литература:

В.К. Вахламов «Автомобили» М.И.Ц. «академия»2003г. Стр.228-231

### **Лабораторно-практическая работа № 16**

#### **«Тюнинг кузова»**

**Цель работы:** Улучшить внешний вид автомобиля

**Проверяемый результат:** ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11

**Пояснения (теория, основные характеристики):** Тонировка автомобилей выполняет несколько функций, прежде всего это практичность. Салон вашего автомобиля будет меньше греться и выгорать на солнце, если на его стеклах есть тонировка. Кроме того, салон будет скрыт от посторонних глаз, в итоге оставленные в автомобиле вещи будут меньше привлекать внимание посторонних. Второе это эстетика, ведь с темными тонированными стеклами автомобиль смотрится более эффектно. Ну и в конце концов определенный статус, к сожалению в нашей стране привилегия иметь тонировку на передних стеклах и не нести за это наказание, если даже не соблюдены требования к пропусканию света (по факту ни одна из тонировок эти требования не проходит) порой относится к автомобилям высоких государственных лиц. Что же делать, если хочется иметь тонировку на передних стеклах, но совершенно нет желания выслушивать ликбезы от ГИБДД и тем более срывать тонировочную пленку для устранения отклонений, в случае их обнаружения, с которыми продолжать дальнейшее движение по правилам дорожного движения на настоящий момент допустимо только после оформления штрафа?

Такой альтернативой может стать съемная тонировка, которая легко устанавливается и легко снимается, при этом обладает всеми достоинствами перечисленными выше. Сразу чтобы не кривить душой скажем, что различия все же есть. Съемная тонировка на стеклах все же порой смотрится не равномерно, но насколько это будет заметно для вас, зависит уже от качества ее изготовления и ваших личных субъективных ощущений.

#### **О нормативных документах на тонировку.**

Закон о тонировке ГОСТ 5727-88 если посмотреть то разработан аж в далеком 88 году прошлого века и принят к исполнению в 1990 году. (...на настоящий момент ему пришел на смену закон ГОСТ 32565-2013, но он еще не прописан в п.7.3 ПДД

Приложение к допуску ТС (июль 2015)) По ГОСТ 5727-88 светопропускание стекол, обеспечивающих видимость для водителя, должно быть не менее:

75% — для ветровых стекол;

70% — для стекол, не являющихся ветровыми, входящих в нормативное поле обзора, фактически для передних боковых.

Светопропускание прочих не ветровых стекол не нормируется. Кроме того ветровые стекла, окрашенные и тонированные, не должны искажать правильное восприятие белого, желтого, красного, зеленого и голубого цветов.

На лобовом стекле допускается затемненная или непрозрачная полоса шириной не более 14см от верхнего края лобового стекла. Зеркальная тонировка тоже достаточно спорный момент. Напрямую по ГОСТу она не запрещена, однако согласно дополнению к ПДД 7.3 «запрещается использование зеркальных стекол», что фактически из себя и представляет зеркальная тонировка.

Так вот в разное время этот самый закон выполнялся по разному, в советское время просто не было тонировочных пленок, в конце 90, начале этого века полиция (в то время милиции) было не до того. В наше время вы также можете ездить годами и никто вам ничего не скажет, а можете «нарваться» на принципиального полицейского или просто не в духе, на второй день после тонирования. Который решит, что очень нехорошо если у вас имеется та самая тонировка на передних боковых или тем более на лобовом стекле. Многое зависит от региона и конкретного случая.

### **Административная ответственность за тонировку не по ГОСТу**

С 1 июля 2012 года инспектор ГИБДД имеет право выписать штраф 500 руб за тонировку, после установления факта административного правонарушения. Если инспектор решит что вы нарушили тех регламент, то вам выпишут штраф по статье 12.5



*12.5 КоАП часть 3.1. Управление транспортным средством, на котором установлены стекла (в том числе покрытые прозрачными цветными пленками), светопропускание которых не соответствует требованиям технического регламента о безопасности колесных транспортных средств, - влечет наложение административного штрафа в размере пятисот рублей*

Кроме того могут быть сняты и регистрационные знаки согласно статье 27.13 КоАП РФ  
Часть 2



*При нарушениях правил эксплуатации транспортного средства и управления транспортным средством, предусмотренных статьями 8.23, 9.3, частью 2 статьи 12.1, статьей 12.4, частями 2 - 7 статьи 12.5, частью 2 статьи 12.37 настоящего Кодекса, запрещается эксплуатация транспортного средства, при этом государственные регистрационные знаки подлежат снятию до устранения причины запрещения эксплуатации транспортного средства. Разрешается движение транспортного средства, за исключением случаев, предусмотренных статьей 9.3 и частью 2 статьи 12.5 настоящего Кодекса, к месту устранения причины запрещения эксплуатации транспортного средства, но не более чем в течение суток с момента запрещения эксплуатации транспортного средства*

Следует обратить внимание, что у Вас есть полное право устранить нарушение на месте, т.е. снять тонировку при инспекторе ГИБДД, в таком случае Ваши номерные знаки останутся на месте. В случае если у вас будет стоять съёмная тонировка, то это сделать будет легко и просто. Однако если у Вас нет такой возможности, то после снятия номеров в Вашем распоряжении есть ровно 1 сутки для устранения причины нарушения. Вы можете проследовать до станции технического обслуживания и там устранить нарушение. В таком случае Ваши номера возвращаются на место в течении следующих суток. По факту нарушения составляется протокол, в котором точно указано время и дата снятия номерных знаков и если Вас останавливает другой инспектор ГИБДД, то вы смело можете показывать этот протокол, минуя штраф за езду без номерных знаков и за тонировку. Но только в течении суток.

Также стоит сказать, что если вы снимите съёмную тонировку до установления факта административного правонарушения, то и штраф в 500 рублей (12.5 КоАП часть 3.1, см выше) вам также не грозит. Хотя факт уже имел место быть. По крайней мере вам не грозит снятие номерных знаков, по статье 27.13.2.

Также возможно инспектор может выписать штраф по п. 7.3 ПДД (Приложения к допуску ТС). В этом случае штраф будет 800 р по статье 12.29 КоАП.

### **Оборудование, материалы:**

Для того чтобы сделать съёмную тонировку нам потребуется «классический» набор. Моющая жидкость, острый канцелярский нож, ножницы, ракель.



Кроме того необходим будет и лист пластика ПЭТ или жёсткого ПВХ толщиной 0,5-0,8 мм. Необходим лист именно указанной толщины, т.к. более тонкий лист может переломиться, более толстый, просто трудно будет установить под уплотнитель стекла двери. Такой пластик можно приобрести в фирмах занимающихся наружной рекламой.

Ну и конечно для съёмной тонировки необходима будет тонирующая пленка.

### **Порядок выполнения работы:**

Для начала вам нужно изготовить лекало стекла на которое будет монтироваться съёмная тонировка. Для этого лучше всего поехать в ближайший автомобильный магазин и попросить продавца дать вам стекло на 5 минут. Далее аккуратно обвести стекло на ватмане, лучше всего зафиксировав его к стеклу на двухсторонний

скотч. Далее режем лекало по обведенному контуру и получаем заветное лекало с желаемой формой стекла двери.

Можно попробовать снять лекало для пластика съемной тонировки с собственного автомобиля, но на самом деле допуски и зазоры стекла настолько точны, а формы его так неординарны, что точного лекала скорее всего без снятия стекла вам сделать не удастся.

Если вы все таки решились на это, то используйте тонкую бумагу (кальку) прикладывая ее к мокрому стеклу для предотвращения сдвига бумаги, обрезая ее аккуратно по контуру стоек дверки и краю стекла.



Далее все просто, согласно развитию логического сюжета. Прикладываем лекало для пластика непосредственно к пластику. Желательно закрепить его на двухсторонний скотч и выбрать правильное расположение лекала на пластике, чтобы его хватило на все стекла планируемые к монтажу съемной тонировки. Обводим лекало ручкой или тонким фломастером, чтобы линия была четко видна. Берем ножницы и режем аккуратно пластик, соблюдая размеры и предотвращая не штатные ситуации возможного его повреждения. В итоге получаем еще одно аналогичное по форме стекло на дверку, но из пластика.



Начинаем тонировать пластик. На пластик с двух сторон нанесена защитная плёнка. Снимите пленку с одной из сторон. Для одной заготовки с левой стороны, для другой справа. На сторону без пленки и будет нанесена тонировка. Возьмите тонирующую



плёнку и приложите к пластику, не отклеивая от неё защитный слой, предварительно смочите плёнку и пластик мыльным раствором, для того чтобы увеличить коэффициент скольжения.



Приложите пленку к пластику...



... смочите мыльным раствором и разгладьте пленку по его поверхности ракелем







Обрежьте края тонирующей пленки по краю пластика. Следите за тем, чтобы пленка не сместилась по поверхности пластика.



Затем с пленки которой вы уже придали формы стекла очень аккуратно снимите защитный слой.



Тщательно очистите мыльным раствором поверхность пластика используя мягкую

ветошь. Также важно не поцарапать пластик. Обильно смочите клейкую сторону тонирующей плёнки и поверхность пластика куда она будет укладываться мыльным раствором.



Приложите тонирующую плёнку клейкой стороной на заготовку точно по контурам пластика.



Наружную сторону также сбрызните мыльным раствором.



Теперь используя ракель (возможно использование ракеля различной

жесткости) начинаем приглаживать, клеить тонировку на свое место. Выгоните всю воду и воздух из объема между пленкой и пластиком.



В итоге получается практически копия стекла двери, но уже тонированная пленкой. Далее даем высохнуть излишней влаге, приклеится тонировке к пластику. Для этого необходимо от 2 дней. Если вы проявите не терпение, то вся работа может пойти насмарку.

#### **Процесс установки съёмной тонировки на автомобиль**

И здесь нет ничего сложного. Берём уже готовую съёмную тонировку и вставляем ее между уплотнителем и стеклом, как показано на фото ниже.



Если съёмная тонировка не будет устанавливаться из за габаритных размеров, то допускается ее подрезать. Так, в нижней части скорее всего это все же придется сделать. Также для лучшей светопроницаемости снимаем защитную пленку на пластике оставшуюся на второй его стороне.

Для надежности закрепления съёмной тонировки можно применить небольшие кусочки тонкого, прозрачного, двухстороннего скотча.





Особенностью съемной тонировки является то, что она в значительной степени, словно зеркало отражает свет. Все дело в элементарных физических процессах преломления света при изменении плотности прохождения различных сред (стекло-воздух-пластик)



В данном случае может помочь глицерин. Если его нанести на стекло, то пластик как бы прилипнет к нему, максимально сокращая воздушную полость и стремясь к плотности пластика и стекла. В этом случае съемная тонировка будет иметь более классический вид. Глицерин можно купить в аптеке. Глицерин легко смывается водой, так что не бойтесь его применить.

Защита фар автомобиля антигравийной, защитной пленкой. Бронирование фар



Фары, а именно их стекла во время эксплуатации автомобиля подвержены, появлению царапин, сколов, каверн и т.д., которые возникают от прилетающих камней при движении автомобиля. При этом стоит заметить, что на блок

– фаре иномарок, как правило не возможно заменить только стекло, так как оно приклеено к корпусу. И дело даже не в этом, а в том, что отдельно новое стекло вы не купите в магазине, разве что на разборке, но уже в соответствующем состоянии. Если же менять всю блок - фару, то ее стоимость составит от 200 долларов (если это не оригинал), что соответственно накладно для автовладельца.

Альтернативной защитой предотвращающей повреждение фары является защитная, антигравийная пленка, конечно она не уберезет стекло при сильном ударе, например при ДТП, но спасет от повреждений образующихся от камней прилетающих на трассе. Часто процесс защиты фар пленкой еще называют бронированием, хотя конечно он мало похож на что-то подобное, ведь это всего лишь защитная пленка. Ее стоимость по сравнению с блок фарой мала (порядка 20 долларов за фару), именно поэтому имеет смысл воспользоваться ее защитными преимуществами, наклеив ее на стекло фар автомобиля.

### **Пояснения (теория, основные характеристики):**

#### **Как защитная пленка защищает стекло автомобиля**

Хоть ответ и прост, но тем не менее мы остановимся на нем, чтобы еще раз вместе рассмотреть распределение усилий при ударе (например камнем) о стекло фары.

1. Так основными плюсами защитной пленки является ее пластичность, при этом при ударе происходит деформация пленки, поглощение энергии летящего тела.

2. Защитная пленка имеет определенную жесткость, за счет этого изначально точечный удар, распределяется на более значительную площадь уже на пластике фары, распределенная нагрузка снижает усилие на единицу площади пластика фары.



Стоит заметить, что качественная защитная пленка со временем не тускнеет, не желтеет, и не преломляет свет от отражателей фар, то есть не ухудшит освещение дороги в темное время суток.

### **Оборудование, материалы:**

Для наклейки защитной пленки на фару вам понадобится: ракель, полотенце, ножницы, бумага, (возможно строительный фен), жидкость для мытья стекол с разбрызгивателем.



### **Порядок выполнения работы:**

Первоначально необходимо определиться с площадью фары и с формами стекла. Для этого можно взять обычную бумажную газету, приложить ее к стеклу фары, обвести контуры по которым будет наклеена защитная пленка. В последствии, получившийся трафарет переводим на пленку (с еще не отделенной бумажной основой) и вырезаем, в соответствии с получившейся формой. Лекало второй фары имеет зеркальное отражение. При разметке и вырезании будьте внимательно, чтобы вырезать две симметрично зеркальные детали защитной пленки, а не одинаковые. Далее очищаем фару от пыли и грязи.



Протираем чистым полотенцем.



Отделяем защитную пленку от основы.



Сбрызгиваем со стороны клея мыльной жидкостью.



Также разбрызгиваем жидкость и по стеклу фары.





Прикладываем пленку на стекло. При этом он свободно будет перемещаться за счет слоя мыльной жидкости между пленкой и стеклом. Выставляем трафарет, сбрызгиваем жидкостью для лучшего скольжения ракеля ...



... и начинаем выгонять жидкость из под пленки.



Равномерно выгоняем воздух и жидкость к краям, в случае если пленка замялась или легла не так как вы рассчитывали, не бойтесь приподнять ее, выставить еще раз, перед этим спрыснув клей мыльным раствором.



Еще раз протираем фару полотенцем, собираем лишнюю влагу.



В итоге, когда вы выгоните весь воздух, то пленка будет практически незаметно на поверхности стекла.



Если фара имеет сложную форму, то здесь не обойтись без фена, в местах выпуклости фары необходимо разогреть пленку, чтобы она немного потянулась и приняла форму стекла. Грейте пленку аккуратно, так как после сильного растяжения обратно пленку уменьшить до первоначальных размеров не удастся.

После наклейки пленки, необходимо как минимум 2,5-3 недели не мыть машину в области фар, чтобы испарилась вся жидкость (между пленкой и стеклом). Кроме того не оставляйте пленку сохнуть на солнце, от этого воздух под пленкой может вздуться и в итоге под ней образуются пузыри.

### Лабораторно-практическая работа № 17 «Тюнинг салона».

**Цель работы:** улучшить внешний вид салона

Проверяемый результат: ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11

**Пояснения (теория, основные характеристики):** У современных иномарок для управления всеми системами автомобиля есть множество кнопок, которые располагаются не только на панели, но и на тоннеле между сиденьями. Если Вы решили доработать свой ВАЗ и установить дополнительное электрооборудование, то имеет смысл установить дополнительные кнопки в тоннеле.

**Оборудование, материалы:** набор отверток, кусок облицовки панели), кнопки, канцелярский нож, паяльник, шпаклевку по пластику, шкурка и аэрозольная краска.

**Пояснения (теория, основные характеристики):**

**Потребуется:** снять тоннель (Приоры, Калины, Гранты), приготовить посадочное место для кнопок (например, кусок облицовки панели).

Сначала определяем место в тоннеле, где будут располагаться новые кнопки управления. В тоннеле Лада Гранта хорошо подходит углубление между подстаканниками. Примеряем на это место посадочное место для кнопок, а затем делаем отверстие в тоннеле с помощью ножа для проводки будущих кнопок.

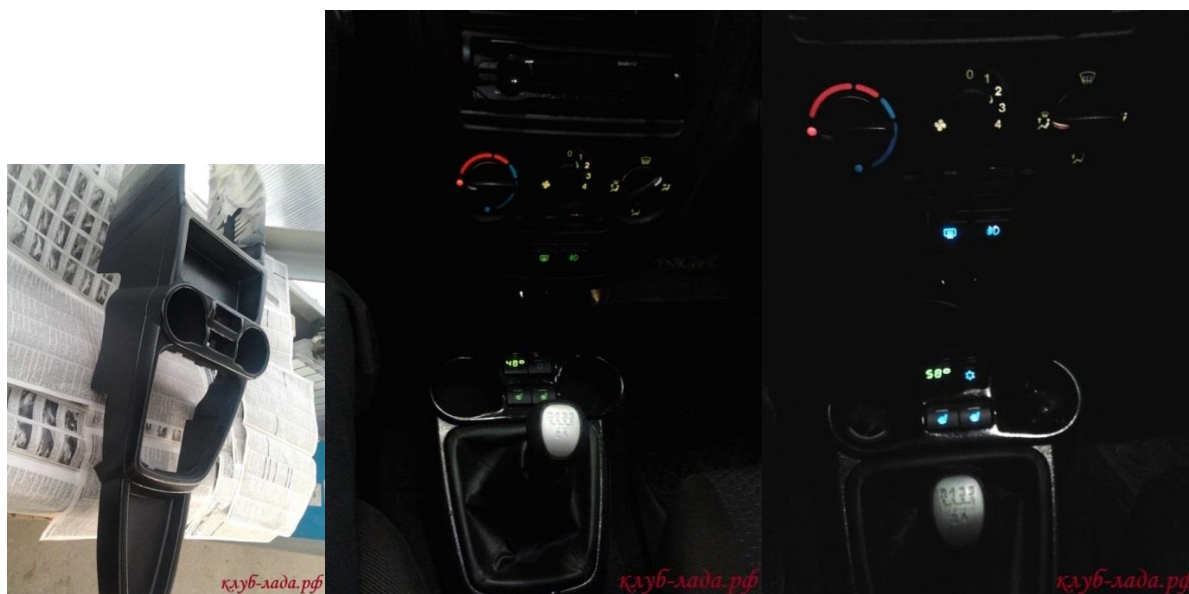




Далее закрепляем посадочное место в тоннеле при помощи паяльника, расплавляя пластик. Затем выравниваем поверхность тоннеля, используя шпаклевку по пластику. Когда она подсохнет, зашкуриваем мелкой шкуркой, чтобы поверхность была идеально ровной. Устанавливаем кнопки и еще раз проверяем их расположение.



Заключительный этап - покраска тоннеля аэрозольной краской в 2-3 слоя с промежуточной сушкой. Подключаем кнопки и наслаждаемся проделанной работой.



Доработка плафона освещения салона Приоры



**Оборудование, материалы:** светодиодные ленты, паяльник и кусок пластика (например, упаковка от CD дисков).

**Порядок выполнения работы:**

Мы уже говорили о том, что штатный штурманский светильник ВАЗ 2170 не способен хорошо освещать интерьер. В этом фотоотчете рассказывается несколько способов, как сделать небольшой тюнинг плафона салона.

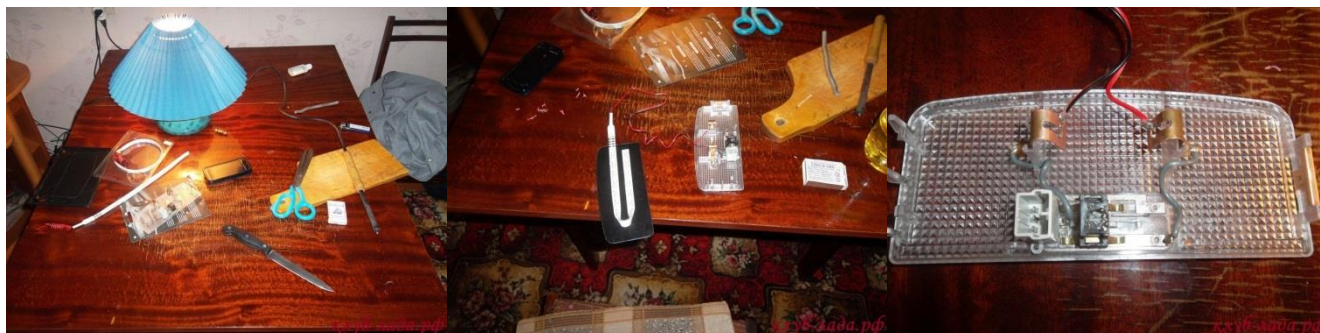
Снимаем штурманский светильник, затем и разбираем его. На этом этапе трудностей быть не должно.



*клуб-лада.рф*

*клуб-лада.рф*

Затем вырезаем из упаковки от CD диска площадку по размеру плафона, закрепляем ее. LED-лента самоклеющаяся, приклеиваем ее на подготовленную площадку, и припаиваем провода к штатному разъему плафона. Устанавливаем доработанный светильник в салон Приоры, и проверяем его работу.



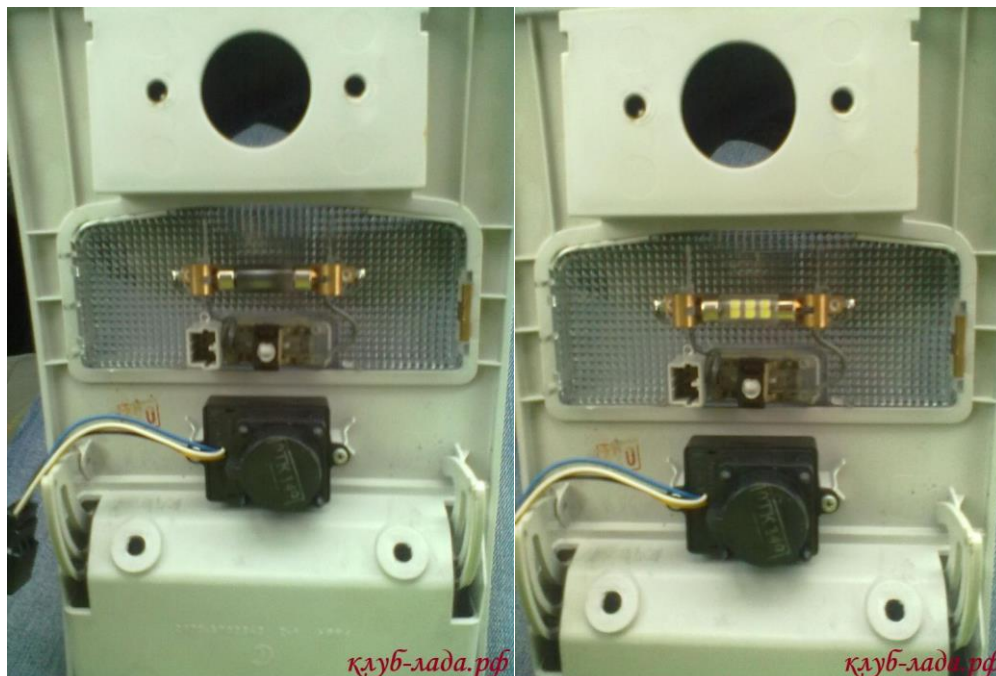
Такой способ улучшить освещение салона автомобиля используется не так часто, как раньше, а все потому что для автомобильных светильников в продаже появились специальные начинки:

---

Установка светодиодов в фонарь салона Приоры

**Способ №1:** заменить лампу плафона на светодиодную. Все просто, снял лампу - установил светодиодную.





**Способ №2:** заменить лампу светильника на светодиодный модуль. Замена производится аналогично. Яркость зависит от количества и типов светодиодов.



В обоих случаях снимать плафон целиком не обязательно, достаточно лишь снять стекло.

Кстати, улучшить освещение салона Приоры можно еще и путем установки дополнительного плафона.

### Лабораторно-практическая работа № 18 «Аэрография автомобиля».

**Цель работы:** Нанесение изображения на кузов автомобиля

Проверяемый результат: ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11



**Пояснения (теория, основные характеристики):** Нанести аэрографию на свой автомобиль на самом деле не так уж сложно.

**Оборудование, материалы:** Для работы нам будут нужны компрессор, шланг, аэрограф, растворитель, влажные салфетки, наждачная бумага разной зернистости, лак и закрепитель и, конечно же, краска. В зависимости от метода нанесения нам также может пригодиться полировальное устройство и круги к нему, контурный и обычный скотч, полировальная паста, пленка и пр.

**Порядок выполнения работы:**

Давайте посмотрим, как выполняется аэрография, на конкретном рисунке как он наносится на капот авто. На других деталях кузова аэрография выполняется схожим образом, отличие может быть только в незначительных нюансах. Интересно, что рисунок можно накладывать как на уже покрашенный элемент кузова, так и во время его покраски. Если же наносим на уже окрашенный капот, его предварительно необходимо заматовать.

Первым делом нужно определить, какой рисунок будем наносить. Затем под него вырезаем трафарет. Сегодня все более популярными становятся разноцветные трафареты, которые являются одноразовыми после того, как использовали, их придется выкинуть. Для изготовления трафарета можно применить обычный картон, а также бумагу, пленку, свинцовую фольгу с проделанными отверстиями для повторения рисунка и другие материалы, которые можно использовать для этих целей (см. фото).



Прежде

потренируйтесь на бумаге, нанеся на нее рисунок и стараясь отразить тени. Теням рисунка следует уделить особое внимание, поскольку эти детали прорисовываются намного сложнее. Если пропорция вышла удачная, делаем трафарет. Затем крепим его на элементе кузова с помощью скотча. Не забываем о предварительных работах, которые нужно выполнить перед тем, как наносить аэрографию. Капот нужно промыть и обезжирить, затем, если необходимо, снять черный грунт и заново нанести грунтовку.

На грунтовке не следует экономить, лучше использовать качественную трехкомпонентную. Нужно быть внимательным, чтобы грунт и краску должным образом развести, подобрать подходящее количество слоев и необходимые промежутки между ними. Просушив грунтовку, шлифуем капот для покраски. Затем влажной салфеткой протираем обработанную поверхность и наносим основу. И только после этого можно крепить трафарет.

Использовать лучше всего аэрограф, а не краскопульт, поскольку последний дает не очень толстый слой краски, который затем сложно сравнить с толщиной самого рисунка. Если аэрографа у вас нет, не отчаивайтесь, будем работать краскопультом. После того, как краску нанесли, трафарет сушим, а затем наносим остальные детали рисунка.

В процессе на самом деле нет ничего сложного, вам просто нужно быть аккуратным и внимательным. Чтобы работать было удобнее, рядом на стене можно повесить образец рисунка и время от времени сверяться с ним. Плюс подобрать хорошее освещение, которое поможет при работе.

В этом примере показан несложный метод аэрографии, при котором используется родной цвет капота авто и обычный черный контур. После того, как рисунок нанесли, можно придать имитацию блеска, используя белую краску.

Вам может показаться, что на матовой поверхности рисунок выглядит не слишком выразительно, но на это не стоит обращать особого внимания. После того, как аэрографию нанесли, капот протираем влажной салфеткой, а затем наносим слой лака. Если есть желание, его можно еще и отполировать.

## Лабораторно-практическая работа № 19

### «Тонировка стекол. Наклейки и пластиковые навески»

#### Тонировка стекол. Наклейки и пластиковые навесы

**Цель работы:** Улучшить внешний вид автомобиля

Проверяемый результат: ПК 6.3 ОК 1, ОК4, ОК10, ОК11

**Пояснения (теория, основные характеристики):** Прикольные наклейки на автомобиле - это своего рода стайлинг. Таким образом владелец пытается выразить свои эмоции и показывает их окружающим. Готовые наклейки продаются в магазинах, но при желании можно легко изготовить виниловые наклейки на машину самостоятельно.

**Оборудование, материалы:** карандаш, канцелярский нож/ножницы, самоклеящаяся виниловая пленка, самоклеящаяся монтажная пленка (либо малярный скотч).



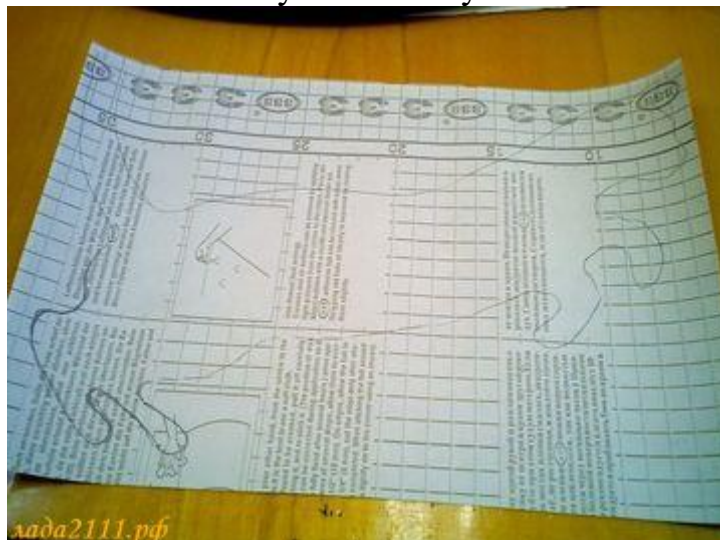
#### Порядок выполнения работы:

Процесс изготовления наклеек на авто начинается с рисунка на обычной бумаге. Нарисовать его можно самостоятельно, либо найти в интернете и распечатать на обычной бумаге. Печатать сразу на самоклеющейся пленке нельзя, испортите картридж.





Затем обводим получившийся рисунок на обратной стороне виниловой пленки. Вырезаем по контуру и несем виниловую наклейку к автомобилю.





Поверхность машины следует хорошо отчистить и протереть чистой тряпкой. Теперь отделяем защитную пленку и наклеиваем наклейку на борт автомобиля.



### Как сделать своими руками пластиковый обвес на авто



**Пояснения (теория, основные характеристики):** Пластмассовый обвес на авто своими руками сделать тяжело, работа по устройству пластмассового обвеса достаточно трудозатратная и томная, она отнимет много усилий и времени. Основная задача пластмассового обвеса – придать автомобилю уникальность внешнего облика.

#### Оборудование, материалы:

1. Проект либо набросок того, что конкретно будем делать.
2. Достаточное количество пластичного материала.
3. Эпоксидка.
4. Стеклоткань.
5. Гипс либо глина.

6. Помещение, которое отлично проветривается.
7. Бруски древесные различной толщины.
8. Эластичная, толстая медная либо дюралевая проволока.
9. Вазелин либо крем.
10. Сетка маленькая эластичная.

### **Порядок выполнения работы:**

- Берем пластилин и прямо на автомобиле начинаем вылепливать будущий обвес, например, на бампере.
- Выгоняем полосы в толстые части. Там, где будет нужно максимум пластилина, прокладываем бруски.
- В тонкие места для сохранности формы подкладываем проволоку. Заранее необходимо предугадать, чтоб эту конструкцию было можно снять и без повреждений.
- Окончательный итог необходимо попытаться вывести совершенно.
- За ранее необходимо сделать углубления под воздухопоглотители и дополнительные фары.
- Перед тем, как приступить к снятию конструкции, подготовим ящик, лучше древесный. В ящике нужно предугадать поддержки для макета, они должны быть такими, чтоб макет бампера висел на их, а не лежал на дне ящика. Лепка будет положена в ящик наружной стороной вниз.
- Дальше приготавливаем смесь из гипса, достаточно водянистую, для того чтоб она без затруднений обтекала форму.
- Ставим бампер на поддержки, за ранее намазав его вазелином либо кремом.
- Потом приступаем к заливке гипса в ящик. Заливаем гипс до того времени, пока форма вся не заполнится.
- Оставляем конструкцию на время, достаточное для полного затвердения гипса. На это может уйти некоторое количество дней. Как находится, что конструкция на сто процентов затвердела, необходимо ее аккуратно вытащить из пластилиновой формы.
- В гипсовой форме следует насверлить тонкие отверстия для отвода воздуха.
- Аккуратно обмазываем ее вазелином либо кремом.
- Приготавливаем эпоксидную смесь, нарезаем полосами стеклоткань.
- Аккуратно вкладываем каждый слой, при всем этом выгоняем воздушные пузыри.
- Как выложили приблизительно 1,5-2 мм стеклоткани, все прокладываем узкой сетью. Это необходимо для того, чтоб усилить конструкцию. Потом еще прокладываем около 1-1,5 мм стеклоткани.
- Готовой конструкции (бамперу) необходимо дать хорошо просохнуть.
- Когда она высохнет, аккуратно вытаскиваем все из формы, обрезаем избытки и совсем доводим до эстетичного внешнего облика, шлифуем.

### **3. Инструкция по технике безопасности при выполнении практических работ по учебной дисциплине «Тюнинг».**

1. Одежда учащегося должна быть подобрана по его росту, заправлена, рукава застегнуты. Волосы должны быть защищены головным убором.

2. Руки учащегося не должны быть замаслены, чтобы он мог надежно удерживать инструмент. Очищать и мыть руки бензином или дизельным топливом запрещено.

3. Рабочее место должно содержаться в чистоте и порядке, проходы должны быть свободными.

4. Под колеса монтажных механизмов необходимо устанавливать противооткатные колодки. Вставать ногами на колеса и другие неустойчивые части механизмов **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

5. Используемый для работы инструмент должен быть в исправном состоянии и соответствовать определенным требованиям:

- молоток должен иметь слегка выпуклый, гладкий, без зазубрин и трещин боек; ручка молотка, изготовленная из дерева твердой породы, должна быть не замасленной, гладкой, без сучков, расклиненной;

- зубило не должно иметь на ударной поверхности и бородке трещин, наклепа металла, сколов, выбоин;

- отвертка не должна иметь острый рабочий конец, а стержень отвертки должен быть прямым, не погнутым;

- измерительный инструмент должен быть чистым, сухим и содержаться отдельно от рабочего инструмента;

- гаечные ключи для операции необходимо подбирать точно по размеру. Запрещается пользоваться ключом, у которого губки не параллельны и в зев заложены пластинки;

- не допускается удлинение рычага за счет использования куска трубы или другого ключа;

- при отворачивании гаек и футорок крепления колеса необходимо использовать специальный ключ из набора инструментов (плотно надеть его на гайку, занять устойчивое положение, расположив рукоятку рычага так, чтобы усилие было направлено к себе).

6. Домкрат необходимо устанавливать в обозначенных местах. Если обозначений нет, то выбирают место, обеспечивающее устойчивое положение поднятого оборудования и агрегатов. Домкраты должны иметь стопоры, мешающие выходу винта или рейки, когда шток выдвинут в крайнее положение. Поверхность головки штока не должна допускать проскальзывания. Под домкрат подставляется широкая прочная доска. Домкрат устанавливается строго вертикально. После подъема единицы оборудования для страховки под нее устанавливают подставки.

## **Лабораторно-практическая работа № 20**

### **«Использование мультиметра при диагностике электронных и электрических элементов и схем автомобиля».**

**Цель работы:** Научиться использовать мультиметра при диагностике электронных и электрических элементов и схем автомобиля

**Проверяемый результат:** ПК 6.4 ОК 1, ОК2, ОК04, ОК09, ОК 10

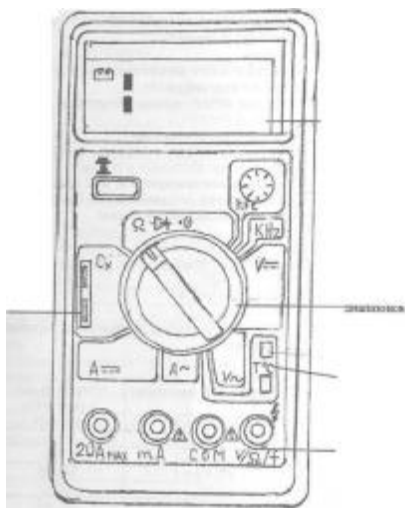
## **Введение**

Мультиметр М890С предназначен для измерения параметров сигналов и проверки компонентов, цепей в различных электронных и электрических системах автомобиля и других электронных устройств.

Мультиметр - портативный прибор с батарейным источником питания. Цифровой мультиметр с 3,5-разрядным индикатором используется для измерения постоянного и переменного напряжения, постоянного и переменного тока, сопротивлений, емкости конденсаторов, температуры, частоты, проверки диодов, транзисторов и проверки электрических цепей методом прозвонки. Он снабжен двойным интегратором с автоматическим обнулением, индикацией полярности и индикацией перегрузки. В приборе используются КМОП - технологии. Прибор имеет полную защиту от перегрузки. Прибор может использоваться в лабораторных, производственных и полевых условиях. Передняя панель прибора показана на рисунке 1.1.

### 1. Особенности прибора

1. Прибор имеет кнопку включения питания и автоматически выключается, если не используется в течение 15 мин.
2. Прибор снабжен 30-позиционным переключателем диапазонов и режимов (рис. 1.1).
3. Чувствительность прибора порядка 100мкВ.
4. Автоматическая индикация перегрузки в виде появления символа «1».
5. Автоматическая индикация полярности.
6. Полная защита измерений на всех диапазонах.
7. Измерение сопротивлений в диапазоне от 0,1 Ом до 200 МОм.
8. Измерение емкости конденсаторов величиной от 1 нФ до 20 мкФ.
9. Проверка диодов на фиксированном (1мА) токе.
10. Проверка транзисторов на фиксированном (ЮмА) токе базы.
11. Измерение температуры с использованием термопары К-типа и без нее.



Подключение

емкости  
ЖК экран  
Переключатель  
Подключение  
термопары  
Клеммы  
подключений  
прибора

#### Общие характеристики прибора

1. Максимальное индицируемое значение 1999 (3,5 цифры) с автоматической индикацией полярности
2. Индикация на ЖК- дисплее
3. Для измерения используется АЦП с двойным интегрированием
4. Перегрузка индицируется в виде цифры «1»
5. Максимальное напряжение общего вывода относительно земли - 500В пост./перем.
6. Скорость измерений 2-3 измерения в секунду
7. Прибор обеспечивает гарантируемую точность измерения при температуре  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
8. Прибор используется в диапазоне температур от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $40^{\circ}\text{C}$
9. Питание прибора осуществляется от одной батареи с напряжением 9В. При разрядке батареи индицируется символ - + слева на дисплее.

Габариты прибора 68мм \* 170мм \* 38мм, вес 340г, включая батарею.

#### 1. Параметры прибора

Погрешность определяется как  $\pm$  (% от считываемых данных + количество единиц младшего разряда).

Таблица 1.1 - Постоянное напряжение

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
200мВ	$\pm 0,5\% \pm 1$	100мкВ
2В	$\pm 0,5\% \pm 1$	1мВ
20В	$\pm 0,5\% \pm 1$	10мВ
200В	$\pm 0,5\% \pm 1$	100мВ
1000В	$\pm 0,8\% \pm 2$	1В

Входной импеданс 10 МОм на всех диапазонах. Перегрузочная способность - 1000В на всех диапазонах.

Таблица 1.2 - Переменное напряжение



Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
200мВ	$\pm 1,2\% \pm 3$	100мкВ
2В	$\pm 0,8\% \pm 3$	1мВ
20В	$\pm 0,8\% \pm 3$	10мВ
200В	$\pm 0,8\% \pm 3$	100мВ
700В	$\pm 1,2\% \pm 3$	1В

Входной импеданс 10 МОм на всех диапазонах.

Перегрузочная способность - 1000В ампл. или 750В эфф. на всех диапазонах кроме 200мВ (15 сек. макс. при напряжении свыше 300В эфф.).

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
2мА	$\pm 0,8\% \pm 1$	1мкА
20мА	$\pm 0,8\% \pm 1$	10мкА
200мА	$\pm 1,2\% \pm 1$	100мкА
20А	$\pm 2,0\% \pm 5$	10мА

Максимальный входной ток: 20А, 15сек.

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
20мА	$\pm 1,2\% \pm 3$	10мкА
200мА	$\pm 2,0\% \pm 3$	100мкА
20А	$\pm 3,0\% \pm 7$	10мА

Максимальный входной ток: 20А, 15сек.

Диапазон рабочих частот 40Гц - 500Гц.

Индикация: эффективное значение сигнала синусоидальной формы.

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
2000м	$\pm 0,8\% \pm 1$	0,1 Ом
2КОм	$\pm 0,8\% \pm 1$	1 Ом
20КОм	$\pm 0,8\% \pm 1$	10 Ом
200КОм	$\pm 0,8\% \pm 1$	100 Ом
2МОм	$\pm 0,8\% \pm 1$	1КОм

20МОм	$\pm 1,0\% \pm 2$	10КОм
200мОм	$\pm 5\% \pm 10$	100КОм

МОм при замыкании щупов накоротко дисплей показывает «1,0» или «0,9», это значение следует вычитать из полученных показаний.

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
2000пФ	$\pm 2,5\% \pm 5$	1пФ
20нФ	$\pm 2,5\% \pm 5$	10пФ
200нФ	$\pm 2,5\% \pm 5$	100пФ
2мкФ	$\pm 2,5\% \pm 5$	1нФ
20мкФ	$\pm 2,5\% \pm 5$	10нФ

Таблица 1.7 - Температура

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
• -50 °С...+ 400 °С	$\pm 0,75\% \pm 3 \text{ °С}$	1 °С
• 400... 1000 °С	$\pm 1,5\% \pm 15 \text{ °С}$	1 °С
•• 0°С...+ 40 °С	$\pm 2\text{°С}$	1 °С

• - При использовании термопары К-типа •• - Встроенный температурный сенсор

Таблица 1.8 - Измерение частоты

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
20кГц	$\pm 1\% \pm 1$	10Гц

Защита от перегрузки: 220 В эфф. переменного тока.

## 2. Работа с прибором

1. Проверьте 9-вольтовую батарею, включив прибор. Если батарея разряжена, то на дисплее возникает символ  $|- +|$ .
2. Для предотвращения повреждения схемы прибора рядом с гнездами указан знак предупреждения ! , который указывает на то, что входные токи и напряжения не должны превышать указанных величин.
3. Перед измерением необходимо переключатель пределов измерения и переключатель диапазонов установить на требуемый диапазон измерения.
4. Если предел измеряемого напряжения или тока заранее неизвестен, то переключатели пределов необходимо установить на максимальные пределы.



5. При появлении на дисплее «1» (перегрузка) необходимо перейти на верхний предел измерений.

### 1. Измерение постоянного напряжения (рисунок 1.2)

1. Подключите черный провод к разъему СОМ, а красный к разъему V/омега.
2. Установите переключатель пределов в положение V= и подсоедините концы щупов к измеряемому источнику напряжений. Полярность напряжения на дисплее при этом будет соответствовать полярности напряжения на красном щупе.

#### **Внимание!**

Не подключайте прибор к напряжению более 1000В. Индикация возможна и на больших напряжениях, но при этом есть опасность повреждения схемы прибора.

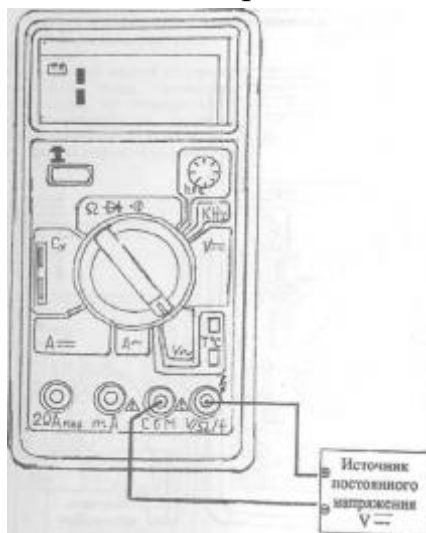
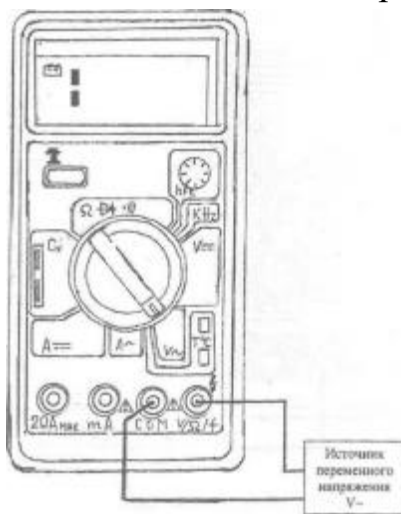


Рисунок 1.2 - Измерение постоянного напряжения

1. Подключите черный провод к разъему СОМ, а красный к разъему V/Ω
2. Установите переключатель пределов в положение V и подсоедините концы щупов к измеряемому источнику напряжений.

#### **Внимание!**

Не подключайте прибор к напряжению более 700В эфф. Индикация возможна и на больших напряжениях, но при этом есть опасность повреждения схемы прибора.



1. Подключите черный провод к разъему СОМ, а красный к разъему гПА для токов до 200мА. Для токов максимум до 20А подключить красный щуп к гнезду 20А.

2. Установите переключатель пределов в положение  $A=$  и подсоедините концы щупов последовательно с нагрузкой. Полярность тока на дисплее при этом будет соответствовать полярности на красном щупе.

### Внимание!

Максимальный входной ток равен 200 мА или 20А в зависимости от используемого гнезда. Превышение значений вызовет выгорание предохранителя, что потребует его замены. Заменять предохранитель следует аналогичным на ток не более 200мА. Несоблюдение этих требований может привести к повреждению схемы. Вход 20А не защищен. Максимальное падение напряжения 200мВ.

1. Источник постоянного тока **I** Подключите черный провод к разъему COM, а красный к разъему mA для токов до 200мА. Для токов максимум до 20А подключить красный щуп к гнезду 20А.

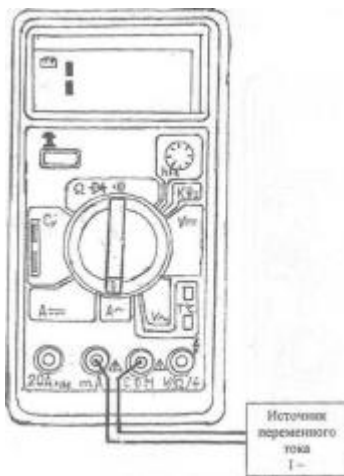
2. Установите переключатель пределов в положение  $A=$  и подсоедините концы щупов последовательно с нагрузкой.



### Внимание!

Максимальный входной ток равен используемого гнезда. Превышение выгорание предохранителя, что предохранитель следует 200мА. Несоблюдение этих повреждению схемы. Вход 20А не напряжения 200мВ.

200мА или 20А в зависимости от предельных значений вызовет потребует его замены. Заменять аналогичным на ток не более требований может привести к защищен. Максимальное падение

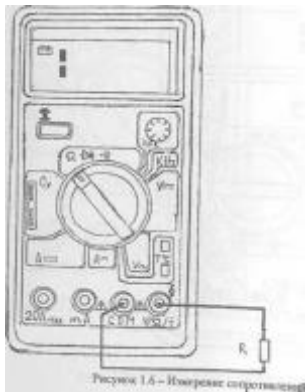


1. Подключите черный провод к разъему COM, а красный к разъему V/ $\Omega$
2. Установите переключатель функций на требуемый диапазон Q и подсоедините концы щупов к измеряемому сопротивлению.

### Замечание

1. Если величина измеряемого сопротивления превышает максимальное значение диапазона, на котором производится измерение, индикатор высветит «1». Выберите больший предел измерений. Для сопротивлений 1 МОм и выше время установления показаний составляет несколько секунд. Это нормально для измерения больших сопротивлений.
2. Когда цепь разомкнута на дисплее будет индицироваться «1».

3. При измерении сопротивлений в схеме убедитесь, что схема обесточена, и все конденсаторы полностью разряжены.
4. Напряжение разомкнутой цепи на пределе 200 МΩ равно 3В. При замкнутых накоротко концах на этом пределе дисплей показывает
  1. ± 0,1 МОм, это нормально. При измерении сопротивления в 10МОм дисплей будет показывать 11 МОм, при измерении сопротивления в 100 МОм дисплей будет показывать 101 МОм.



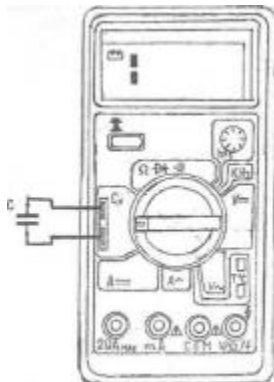
1. Перед подсоединением испытуемого конденсатора заметьте, что на дисплее всякий раз при переключении пределов измерений возникает отличное от нуля значение. Этот сдвиг не влияет на точность показаний прибора.
2. Установите испытуемый конденсатор на разъем прибора, обращая внимание на полярность там, где это необходимо.

### Внимание!

При измерении отдельного конденсатора установите его в соответствующий разъем, где «+» - верхнее гнездо, а «-» - нижнее гнездо на левой стороне прибора (перед установкой конденсатор необходимо разрядить).

При измерении емкости полярных конденсаторов, например, танталовых электролитов, необходимо обратить внимание на полярность установки. Это предотвратит их возможное повреждение. При измерении больших величин требуется определенное время для установки показаний.

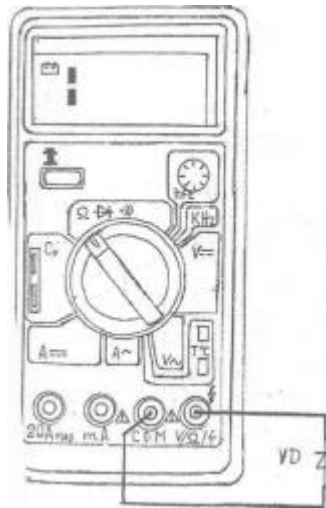
Не подсоединяйте внешние напряжения или неразряженные конденсаторы (особенно больших номиналов) к разъему.



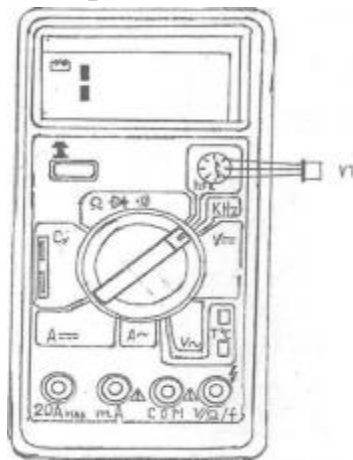
1. Подключите черный провод к разъему COM, а красный к разъему V/Ω (Полярность красного провода при этом будет «+»).
2. Установите переключатель диапазонов на предел и

подсоедините щупы к измеряемому диоду, дисплей покажет прямое падение напряжения на диоде.

3. Подсоедините щупы к двум точкам исследуемой цепи. Если сопротивление будет менее 30 Ом, зазвучит сигнал.



1. Установите переключатель функций на диапазоне hFE.
2. Определите, является ли транзистор NPN или PNP и определите местоположение эмиттера, базы и коллектора транзистора. Вставьте выводы транзистора в соответствующие гнезда на передней панели прибора.
3. Прибор покажет приблизительное значение hFE транзистора при токе базы 10 мкА и напряжении коллектор-эмиттер 2,8В.



1. Измерение температуры с термопарой К-типа:  
Установите переключатель функций на диапазон  $t^\circ$  и воткните вилку термопары в разъем прибора.

2. Измерение внутренней температуры без термопары:  
Установите переключатель функций на диапазон  $t^\circ$  и считайте показания на дисплее.

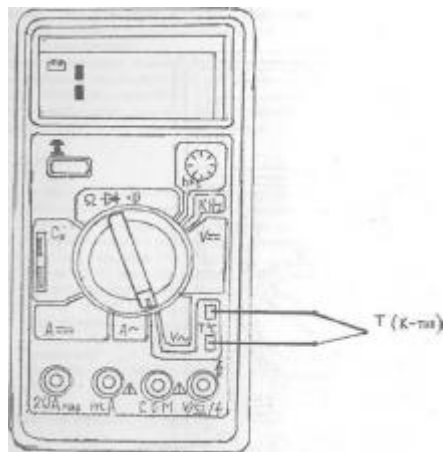
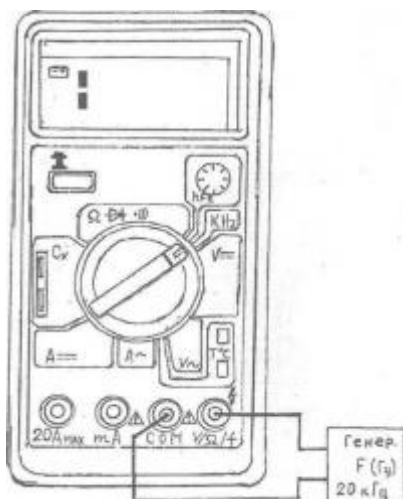


Рисунок 110 - Измерение температуры

1. Подключите щупы или экранированный кабель к разъему COM и к разъему F/V/Ω.
2. Установить переключатель пределов в положение КНзи подсоедините концы щупов или кабель к источнику сигнала.
3. Не подавайте напряжение более 220В эфф. на вход прибора. Индикация возможна при напряжении и более 10 В эфф., но при этом не гарантируется точность.
4. При внешних шумах для измерения слабого сигнала предпочтительно использовать экранированный кабель.



#### 5. Автовыключение прибора

Функция автоматического выключения прибора позволяет продлить срок службы батареи, срабатывает если в течение 15 мин. не происходило вращение ручки переключателя диапазонов. Прибор снова включается, если **I** переключить диапазон или нажать кнопку включения прибора.

#### 6. Уход за прибором

Замена батареи и предохранителя должна производиться при | выключенном питании и отсоединении прибора от источника сигнала.

##### 1. Замена батареи

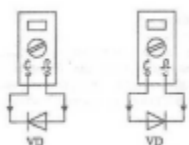
При необходимости замены батареи откройте заднюю крышку, выньте старую и поставьте аналогичную новую батарею.

##### 2. Замена предохранителя

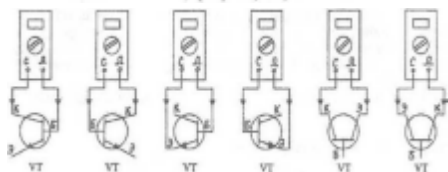
Если необходимо заменить предохранитель используйте только предохранитель на 200 мА идентичных размеров.

#### 7. Задание

1. Из набора радиоэлементов выбрать группу элементов, указанную преподавателем и произвести измерения не менее трех раз. Подсчитать среднее арифметическое с учетом погрешности. Результаты занести в таблицу. Погрешность резисторов и емкостей находится в пределах 5%, 10% и 20%.
2. Измерить ( $= U$ ) постоянное напряжение и ( $= I$ ) постоянный ток.
3. Измерить частоту переменного тока генератора на частотах 100Гц, 1000Гц, 10000Гц. ( $U_{вых}$  переменное равно 2В, внутреннее сопротивление генератора  $R_{вн}=600$  Ом).
4. Измерить температуру  $T^{\circ}C$  внутренней термопарой и внешней термопарой.
5. Проверить исправность диода, транзистора, тиристора (рисунок Результаты измерений занести в таблицу 1.9).



а) проверка диода



в) проверка мощного транзистора Рисунок 1.12- Схемы проверки элементов электроники Таблица 1.9 - Результаты измерений

Элементы	1	2	3	$\Sigma$ 2	Погрешность д ±	Примечание	№
Резистор, R							1
Емкость, С							2
Диод. VD							3
Транзистор, VT							4
Тиристор, VD							5
Напряжение, U (пост.)							6
Ток, I (пост.)							7
Напряжение, U (перем.)							8
Ток, I (перем.)							9
Температура, $T^{\circ}C$							10
Температура, $T^{\circ}C$							11
Частота, Hz							12

# **Лабораторно-практическая работа № 21 «Исследование взаимосвязей между структурными параметрами технического состояния и выходными параметрами системы автомобилей».**

## **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

1) развитие у студентов навыков составления структуры сложных технических систем с целью исследования взаимодействия составляющих их элементов;

3) развитие у студентов навыков установления структурных параметров, определяющих техническое состояние сложной технической системы.

Проверяемый результат: ПК 6.4 ОК 1, ОК2, ОК04, ОК09, ОК 10

## **2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ**

Конечной целью исследования структуры системы является установление перечня структурных параметров, оценка которых позволит определить ее техническое состояние. Это необходимо при разработке технологических процессов, а так же средств диагностирования системы автомобиля. Правильный выбор перечня структурных параметров позволяет значительно повысить эффективность применения диагностики: повышается точность и достоверность, а так же уменьшается продолжительность и трудоемкость диагностирования.

При исследовании структуры отдельно взятого узла автомобиля необходимо предварительно установить: на каком уровне он состоит в общей структуре автомобиля, какие его функции и какое влияние оказывает его техническое состояние на работу автомобиля.

## **3 МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

В данной лабораторной работе для исследования структуры в качестве примера выбран прерыватель-распределитель (или датчик-распределитель) системы зажигания автомобиля. При этом для выполнения лабораторной работы требуется следующее материальное обеспечение:

1) прерыватель-распределитель (или датчик-распределитель) системы зажигания автомобиля;

2) тиски слесарные;

3) отвертка;

4) набор щупов (0.10...0.50 мм, через 0.05) мм;

5) микрометр;

6) пробки-калибры;

7) аккумуляторная батарея;

8) катушка зажигания автомобиля;

9) ампервольтметр (авометр);

10) измеритель емкости с пределом измерения до 0.5 мкФ;

11) методические указания к лабораторной работе.

## **4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

При выполнении лабораторной работы следует соблюдать следующие меры безопасности:

1) при разборке прерывателя распределителя необходимо надежно закрепить его в слесарных тисках;

2) пользоваться исправным инструментом;

3) при определении переходного сопротивления контактов прерывателя



необходимо замкнуть на корпус клемму высокого напряжения катушки зажигания во избежание удара электрическим током высокого напряжения.

## **5 МЕТОДИКА И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) изучить устройство прерывателя-распределителя (или датчика-распределителя) системы зажигания автомобиля;
- 2) установить узлы и детали прерывателя-распределителя в целом и каждого узла в отдельности;
- 3) составить структурную схему прерывателя (датчика)- распределителя;
- 4) пояснить назначение каждой подсистемы и конечного элемента системы;
- 5) установить структурные параметры, определяющие техническое состояние прерывателя (датчика)- распределителя, и определить их влияние на качество его работы;
- 6) установить методы измерения структурных параметров прерывателя-распределителя;
- 7) выполнить измерение структурных параметров прерывателя (датчика)- распределителя;
- 8) сделать выводы и оформить отчет по лабораторной работе.

## **6 ФОРМА И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- 1) описание назначения прерывателя (датчика)- распределителя и его нахождения в общей схеме автомобиля как системы;
- 2) структурную схему прерывателя (датчика)- распределителя системы зажигания;
- 3) пояснение назначения каждой подсистемы и конечного элемента системы (прерывателя- распределителя);
- 4) описание структурных параметров, определяющих техническое состояние системы, и их влияние на качество ее работы;
- 5) описание методов измерения структурных параметров системы;
- 6) результаты измерения структурных параметров;
- 7) выводы по результатам лабораторной работы.

## **7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАЩИТА РАБОТЫ**

- 1 Определение системы, подсистемы, конечного элемента системы.
- 2 Понятие структуры системы. Структурная схема системы, ее назначение и вид.
- 3 Структурные параметры системы (определение). Виды структурных параметров.
- 4 Техническое состояние системы. Чем определяется техническое состояние системы?
- 5 Структурные параметры, определяющие техническое состояние прерывателя-распределителя (или датчика-распределителя) системы зажигания автомобилей.

## Лабораторно-практическая работа № 22 «Эксплуатация подъемно-осмотрового оборудования».

Цель работы: изучение конструкции и правил эксплуатации подъемника, проведение технического обслуживания, определение характеристик электропотребления и к.п.д. подъемника.

Проверяемый результат: ПК 6.4 ОК 1, ОК2, ОК04, ОК09, ОК 10

### 1. Техническое описание и правила эксплуатации подъемника SDO-2,5

#### 1.1. Общие сведения

Автомобильный подъемник SDO-2,5 предназначен для подъема автомобилей весом не более 25кН (2500 кг) при проведении технических осмотров, обслуживаний и ремонтов. Может использоваться во всех технологических зонах при техническом обслуживании и ремонте автомобилей. Подъемник SDO-2,5 (Страна изготовитель – Польша) выпускается в трех вариантах (см.рис.1а,б,в).

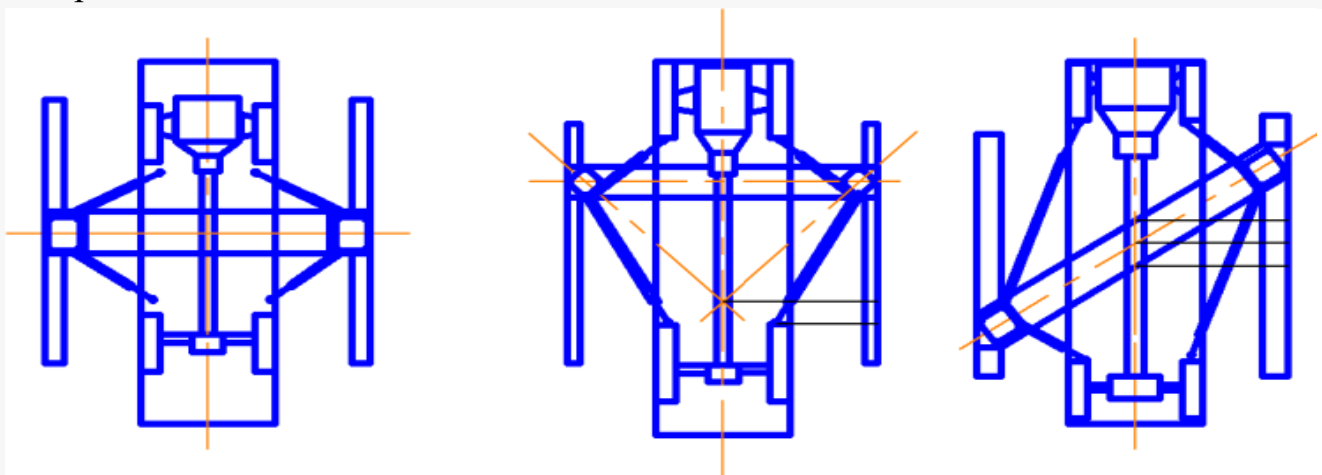
А) SDO-2,5V – с симметричными стойками и равными плечами.

Б) SDO-2,5L – с симметричными стойками и плечами равной длины

В) SDO-2,5N – с несимметричными стойками и плечами неравной длины

Технические данные подъемника SDO-2,5 приведены в табл.1

Наименование обозначение	параметра	и Единица измерения	Напольные подъемники		
			V	L	N
1		2	3	4	5
Грузоподъемность		кН	25	25	25
Высота подъема		мм	1800	1800	1800
Скорость подъема		м/мин	3	3	3



Окончание табл.1

I	2;	3	4	5
	м/мин	2,4	2,4	2,4
Количество колонок	шт	2	2	
Габаритные размеры:				
высота	Мм	2590	2590	2590
ширина	Мм	3000	3000	3000
длина рамы	мм	1800	1300	2000
Ширина в просвете между колонами, В	мм	2320	2260	2320
Собственный вес подъемника Р	кг	900	900	900

Электродвигатель:				
мощность	кВт	4	4	4
число оборотов	об/мин	1430	1430	1430
Напряжение питания	В	380	380	380
Частота	Гц	50	50	50

Подъемник состоит из двух колонок, основания и плеч (см.рис.2)

Колонки сварные из листовой стали. Внутри колонки находится тележка, которая катится по полкам колонки. Тележка поднимается и опускается при помощи винтового механизма. К тележке спереди прикреплены плечи с переменной стрелой. В отверстиях на конце плеч размещены подставки, можно установить в двух положениях (верхнем и нижнем)

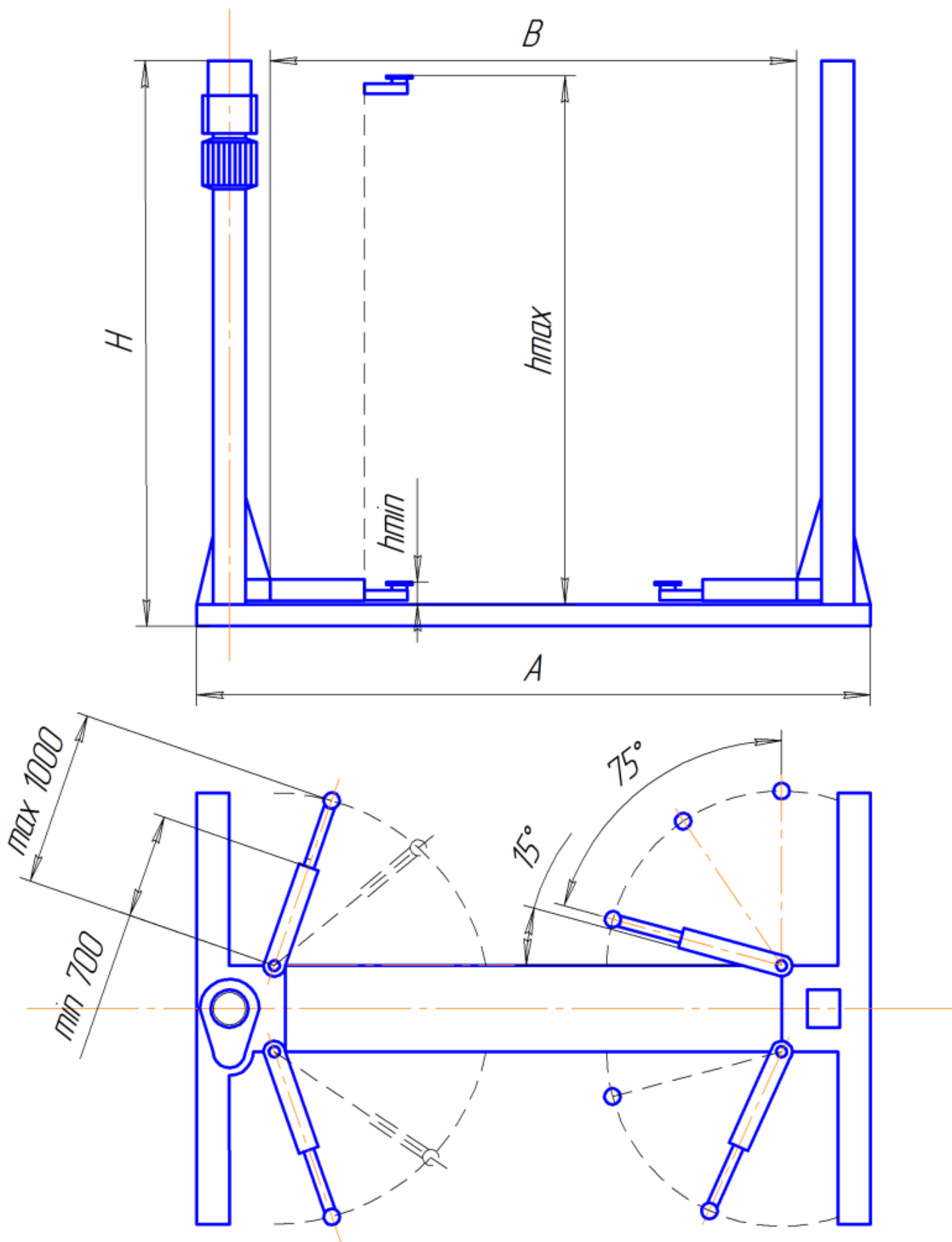
Основание сварное из швеллеров к листовой стали. Служит для

Связи колонок подъемника, в нем размещается цепь с натяжным механизмом, отключающим привод подъемника в случае ослабления или обрыва цепи. Основание прикрыто платой из рифлёной листовой стали.

Приводной узел состоит из электрического двигателя, ременной передачи, передачи винт-гайка или цепной передачи.

В подъемнике применены вращающиеся винты и поступательно перемещающиеся гайки. Винт в колонке приводится во вращение от электродвигателя при помощи ременной передачи. Второй винт приводится во вращение от цепной передачи. Поступательно перемещающиеся гайки поднимают или опускают тележки в зависимости от направления вращения электродвигателя. Винтовая передача подъемника-самотормозящаяся.

Электрическое оборудование состоит из.



*рис.2 Устройство и габаритные параметры подъемника*

коробки управления, содержащей кнопки управления «вверх» и «вниз», контакторы, термореле и трансформатор;  
 выключателей механизмов защиты главного движения в случае срыва гайки;  
 выключателя механизма отключения главного движения в случае обрыва цепи.

## 1.2. Особенности конструкции, обеспечивающие безопасность работы

К ним относятся:

движение тележек подъемника происходит только при нажатии на кнопку управления "вверх" или "вниз";

защита от перегрузок осуществлена при помощи термореле в цепи питания электродвигателя;

защита от последствий срыва главного винта достигнута путем применения контрящей гайки, которая во время нормальной работы подъемника не несет никакой нагрузки. Главная гайка 2 (см. рис.3) в случае срыва падает на контрящую гайку 3, которая принимает на себя нагрузку. По возвращении тележки в нижнее положение происходит автоматическое отключение системы управления в результате подъемник больше не работает.

защита главного движения при обрыве цепи или при излишнем зазоре достигнута путем применения рычажного механизма, который выключает электродвигатель;

плечи предохранены от проворачивания путем применения фасонных соединений;

винты закрыты шторками и прорезиненной тканью;

подвижные части подъемника окрашены в яркие цвета (красный или оранжевый).

## 1.3. Монтаж подъемника

К месту монтажа подъемника предъявляется ряд требований.

предназначен для эксплуатации в помещениях автотранспортных предприятий, станций технического обслуживания, заводских цехах и т.д., не подвержен непосредственному воздействию ветра, дождя, солнечному излучению, песку и пыли.

Диапазон температур окружающей среды от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Относительная влажность до 80% при температуре  $35^{\circ}\text{C}$ .

Сопротивляемость запылению – промышленного типа, т.е. как в случае обычных заводских цехов машиностроительной промышленности.

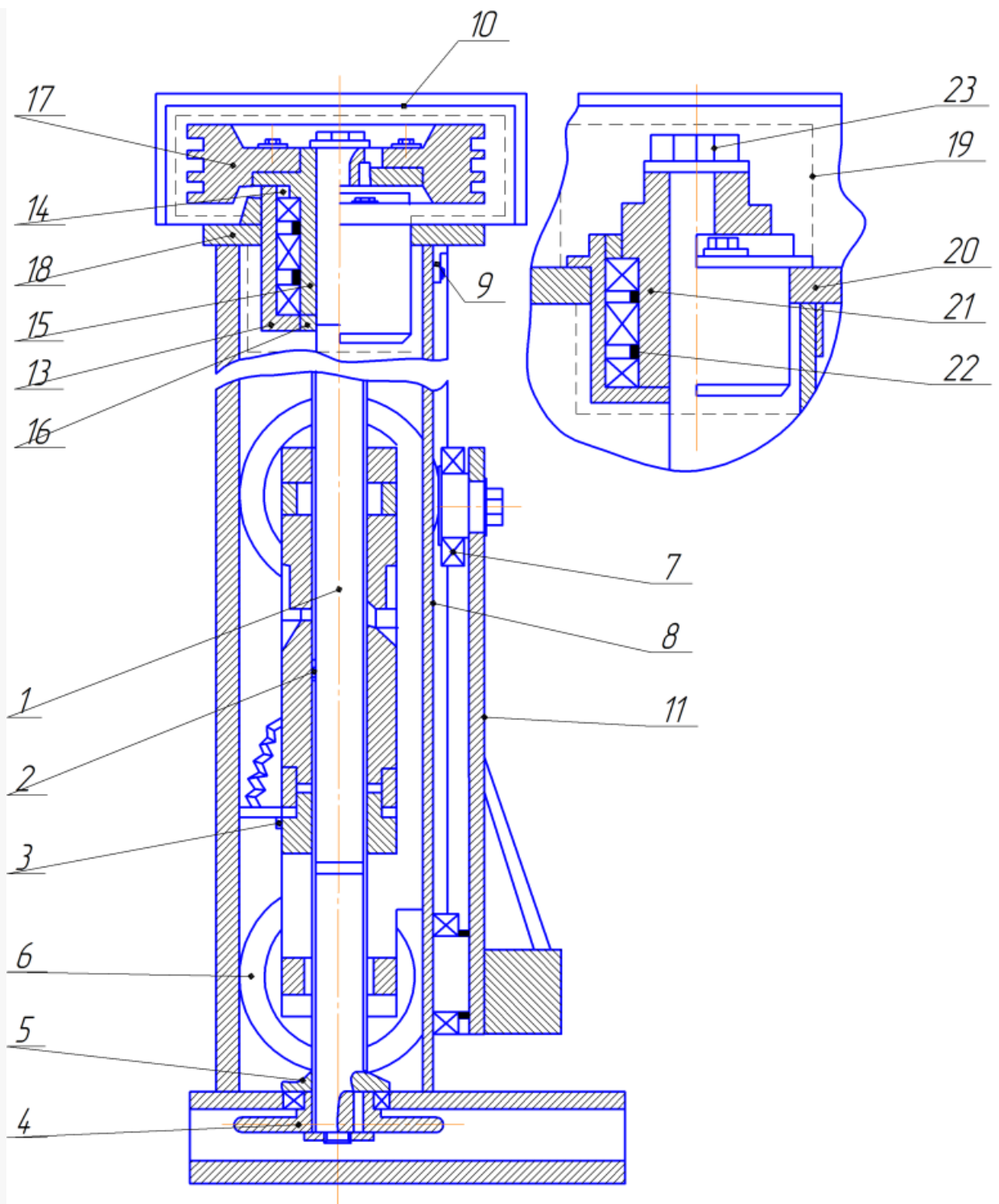


рис.3 устройство подъемного механизма

1-главный винт, 2- главная гайка, 3- контрольная гайка, 4- зубчатое колесо,  
 5- дистанционная шайба, 6- боковой ролик, 7- подшипник, 8-штора, 9-угольник,  
 10- планка, 11- комплектная тележка, 12- узел корпусов подшипников, 13- крышка подшипников  
 14-кольцо прижимное, 15- втулка подшипниковая, 16- уплотняющее кольцо, 17- шкив,  
 18- верхняя плита колонны, 19-узел корпусов подшипников 20- верхняя плита, 21-втулка подшипниковая,  
 22-прокладка, 23-корончатая гайка М24х2,

Не допускается монтаж подъемника во взрывоопасных помещениях, а также в помещениях: с едкой или корродирующей атмосферой.

Покрытие пола рабочего места должно выдерживать давление до 15 Н/см<sup>2</sup>.

Пол должен быть выставлен по уровню таким образом, чтобы отклонения от уровня на длине 3000 мм не превышало 5 мм.

Поперечины рамы необходимо привинтить к основанию фундаментными болтами.



Должна быть обеспечена безопасность эксплуатации домкрата путем обозначения линий, указывающих на опасную зону, а также путем снабжения рабочих постов инструкциями по технике безопасности

Для монтажа, подъемника на подготовленной поверхности; произвести следующие операции

1. Установить основание подъемника.

2. Установить колонки, совмещая отверстия в основаниях.

3. Предварительно привинтить колонки к основанию.

4. Вставить поперечины основания и предварительно привинтить к колонне.

5. Проворачивая ременный шкив установить тележки в обеих колонках на одинаковой высоте.

6. Надеть цепь на звездочки на главных винтах и ролике направляющей механизма натяжения цепи (ролик должен находиться внутри цепи).

7. Проверить действие выключателя на механизме натяжения цепи при приближении ролика к стенке основания выключатель должен сработать.

8. Натянуть цепи ослабить болты, крепящие основание подъемника к основанию колонны; путем прокручивания распорного болта в кронштейне колонки натянуть цепь передвигая колонну;

проверить натяжение цепи путем нажатия с силой в 50Н. Прогиб. должен составлять от 10 до 15 мм.

Примечание. Если цепь слишком длинная ш диапазон натяжения, недостаточен - демонтировать два звена цепи, соединить цепь и повторить операции натяжения как указано выше.

9. Надеть плечи на кронштейн тележек. Проверить переключения вращения. Зафиксировать от выпадания.

10. Надеть и привинтить крышку на основание

#### 1.4. Электрическое присоединение

Присоединение подъемника к электросети должен выполнять работник, обладающий соответствующей квалификацией. Для полного отключения подъемника от сети должен быть установлен главный выключатель трехполюсный, а также предохранительные вставки, защищающие цепь питания от перегрузок.

Рекомендуемая последовательность операций: открыть коробку управления;

присоединить провода «О», «R», «S», «T» к соответствующим клеммам присоединительной рейки, проверить соответствие выключения конечных выключателей; в случае несоответствия направления движения переключать. фазу на присоединительной рейке.;

отрегулировать и проверить действие выключателя защитного механизма гайки. Для этого необходимо опустить подъемник в крайнее низшее положение – при этом должен сработать нижний конечный выключатель. Через отверстие в колонне отклонить вниз рычаг защитного механизма, подкладывая мерку толщиной 4 мм между плечами, и - перемычками гайки. Выключатель должен сработать. В случае необходимости отрегулировать положение выключателя. С этой целью необходимо ослабить винты, крепящие пластину с выключателем и установите так, чтобы выключатель сработал, а затем затянуть.

Проверить действие защиты:

нажать на кнопку управления "вверх" подъемник не приводится в действие. Извлечь мерку. После, нажатия на кнопку управления "вверх" должен произойти подъем тележка вверх;

отрегулировать и проверить действие выключателя механизма, включающего движение в случае обрыва цепи. Для этого переместить натяжной ролик к стенке - основания. Нажать на кнопку управления - подъемник невозможно привести в действие. Освободить ролик. После нажатия на кнопку управления должно произойти -приведение подъемника в действие. В случае, если выключатель не действует, необходимо освободить гайки болтов крепящих регулировочную пластину к выключателю и, перемещая ее, довести до обрыва цепи управления.

Вновь привинтить пластину;

закрывать коробку управления;

проверить конечное положение тележки - верхнее и нижнее. В случае необходимости произвести регулировку. Для правильной работы подъемника необходимо, чтобы минимальный зазор между основанием колонны и нижней кромкой рукоятки длинного плеча кронштейна тележки составлял 10 мм.

### 1.5. Эксплуатация подъемника

Пуск подъемника возможен после выполнения монтажа в соответствии с- требованиями эксплуатационной документации. Перед пуском подъемника необходимо смазать главные винты смазкой "Литол"; проверить правильность натяжения цепи, т.е. находится ли затяжной ролик -посередине основания;

смазать- приводную цепь смазкой "Литол" или аналогичной; проверить натяжение клиновых ремней.

После выполнения вышеназванных операций приступить к пробному пуску подъемника:

1. Подключить электрооборудование к сети.

2. Нажать на кнопку «вверх» - обе тележки, должны перемещаться вверх. Отпустить кнопку - тележки должны остановиться.

3. Проверить действие конечного выключателя "вверх" – не отпуская кнопки, нажать на толкатель "вверх", - подъемник должен-остановиться. Аналогичным образом проверить работу кнопки и конечного выключателя "вниз".

Вовремя Движения тележки подъемника должен перемещаться плавно и тихо. Недопустимы стук, скрежет, вибрация, свидетельствуют плохом монтаже.

Перед началом работы испытать работу подъемника без нагрузки: проверить действие кнопок "вверх" и "вниз", а также работу концевых выключателей;

проверить, не ослабились ли болты, крепящие **колонну к** основанию.

Введение транспортного средства:

установить плечи подъемника в самом нижнем положении и раздвинуть их в бок ;

вести автомобиль между колонками подъемника и подвести плечи под шасси автомобиля, обращая внимание на правильное использование резиновых подушек в соответствующих плечах упора (необходим зазор между плечом подъемника и порогом шасси).

Подъем автомобиля:

проверить, нет ли водителя в автомобиле;

нажимая на кнопку "вверх" поднять автомобиль на необходимую высоту.

Автомобиль, поднятый на двухстоечном подъемнике, полностью, доступен снизу. Конструкция подъемника обеспечивает удобный Доступ ко всем элементам шасси, двигателя, коробки передач и тормозов Тем не менее во время производства работ необходимо обратить особое внимание на правильную защиту обслуживаемого автомобиля от перемещений и отклонений путем применение соответствующих подпорок и подставок, например, при демонтаже двигателя или моста нельзя допускать перемещение центра тяжести автомобиля за пределы подпорок плеч. После окончания

операций по обслуживанию и ремонту необходимо убрать все подставки, поперечины и т.д. Автомобиль должен находиться на подпорках плеч.

Опускание автомобиля:

проверить, нет ли под автомобилем каких-либо предметов; проверить, находится ли обслуживающий персонал на безопасном расстоянии;

опустить подъемник кнопкой "вниз" вплоть до соприкосновения колес автомобиля с полом;

развести плечи, выводя их из-под автомобиля; вывести автомобиль с рабочего места.

Окончание работы:

опустить тележки в крайнее нижнее положение, развести плечи в сторону;

убрать инструменты и рабочее место; отключить питание электроэнергией.

Для обеспечения безопасной работы при эксплуатации и обслуживании подъемника необходимо соблюдать, общие действующие правила по технике безопасности и охране труда и в особенности, соблюдать установленную грузоподъемность подъемника; т.е. не нагружать его более 25 кН (2500 кг);

соблюдать правильную установку автомобиля на подъемнике; въезд и выезд с рабочего поста при раздвинутых в крайнее положение плечах;

перед и в течении каждого движения подъемника наблюдать за домкратом и автомобилем;

во время всех движений подъёмника пространство должно быть свободно от препятствий в особенности перед опусканием автомобиля, т.е. нет ли под ним каких-либо предметов;

не запускать подъемник без разрешения. оператора;

соблюдать периодичность техосмотров механизмов движения и несущих механизмов. Устранение дефектов в работе подъемника и производство ремонтов должно доверяться обученному персоналу, соблюдать правила монтажа, обслуживания и. консервации; производить ремонт подъемника после отключения электроэнергии;

проверять .величину износа главных гаек, наблюдая за их расстоянием от контргаяк.

При срыве главной гайки она падает на контргайку. Мерой износа главной гайки является уменьшение расстояния между ней и контргайкой. Не разрешаете эксплуатировать подъемник с изношенными главные гайками.

Запрещается:

поднимать автомобиль с людьми;

находиться под автомобилем во время движения подъемника;

влезать на подъемник или на автомобиль; запускать двигатель поднятого автомобиля.

Примечание: длительная и безопасная эксплуатация подъемника может быть достигнута благодаря тщательному уходу за его узлами и деталями - производству техосмотров, обслуживанию.

### **Лабораторно-практическая работа № 23 «Осмотровые канавы».**

Цель работы: изучить назначение и устройство средств подъемно – осмотрового оборудования, основные технические характеристики, используемые при ТО и Р автомобилей; правила пользования и безопасность в ходе использования.

Задание:

1. Изучить назначение, конструкцию, принцип действия и технологию использования подъемно – осмотрового оборудования.
2. Изучить правила техники безопасности при работе с данным оборудованием.

**Теоретический блок:** Наибольшее распространение при оборудовании постов для технического обслуживания автомобилей получили осмотровые канавы.

Осмотровые канавы делятся: 1) по способу въезда и съезда - на *тупиковые* (рис. 1, а) и *прямоточные* (рис. 1, в); 2) по расположению - на *изолированные* (рис. 1, в) и *траншейные* (рис. 1, а); 3) по устройству: *узкого типа* - *межколейные* (рис. 1, а) и *боковые* (рис. 1, б) и *широкого типа* - с *колейным мостиком* (рис. 1, в) и с *вывешиванием колес* (рис. 1, г и д).

Канавы узкого типа. *Межколейные канавы* располагаются посередине между колесами автомобиля, а *боковые канавы* - по обе стороны от него. Канавы узкого типа бывают тупиковые и прямоточные, изолированные и траншейные, с внутренними или наружными ребрами. Боковые канавы делаются только изолированными.

На тупиковую канаву автомобиль въезжает передним ходом, а съезжает задним, на прямоточной канаве обеспечивается СКВОЗНОЙ проезд автомобиля передним ходом.

Ширина межколейной канавы определяется колеей автомобиля и бывает от 0,9 до 1,1 м. Рабочую длину изолированной канавы принимают равной сумме длин переднего свеса и базы автомобиля, увеличенной на 0,8 - 1,0 м. Глубина канавы для грузовых автомобилей должна быть 1,2 - 1,4 м от уровня пола помещения и 1,4 - 1,6 м - для легковых.

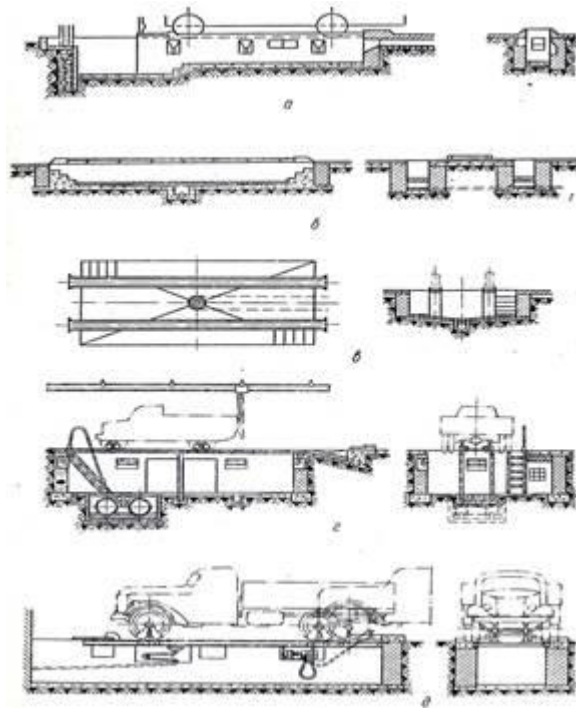


Рис. 1. Осмотровые канавы: а - межколейная траншейная тупиковая; б - боковая изолированная прямоточная; в - с колейным мостиком изолированная прямоточная; г - с самовывешиванием колес изолированная прямоточная; д - с механизированным вывешиванием колес изолированная тупиковая

Межколейная изолированная тупиковая канава показана на рис. 2. Она представляет собой узкую прямоугольную яму с лестницей 2 в торцевой части и скобами 5, укрепленными в противоположной стороне. При въезде на канаву передние колеса автомобиля направляются сплошным клинообразным или полукруглым возвышением - отбоем 4 и железобетонными 6 или металлическими ребордами, расположенными по всей длине канавы. При необходимости мосты автомобиля вывешивают ручными домкратами, устанавливаемыми на брусках, положенных поперек канавы.

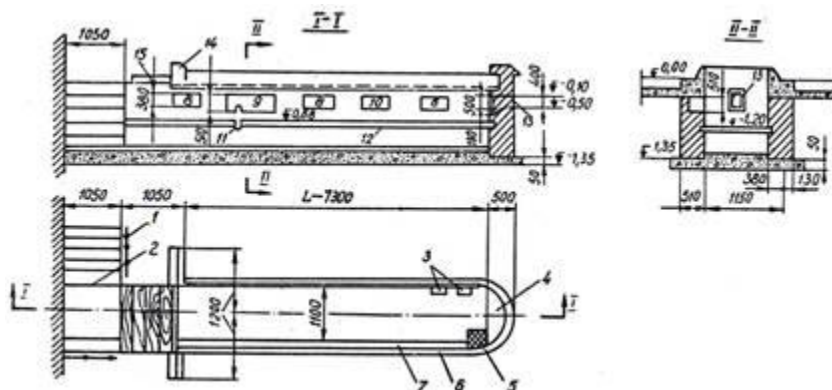


Рис. 2. Межколейная изолированная тупиковая канава: 1 - ограждение; 2 - лестница; 3 - металлическая лестница (скобы); 4 - отбой; 5 - канализационная решетка; 6 - реборда; 7 - лоток; 8 - ниша для освещения; 9 - ниша - для сливной воронки; 10 - ниша для инструмента; 11 - маслопровод; 12 - борозда для электропроводки; 13 - вентиляционный канал; 14 - упор; 15 - настил; L - 7300 мм для автомобилей ЗИЛ - 130, МАЗ - 200, ЗИЛ - 158, ПАЗ - 652, для ГАЗ - 21, ГАЗ - 53, УАЗ - 451 - 6300мм

Межколейные траншейные канавы имеют траншею, соединяющую несколько канав по торцам или боковым сторонам. Ширину траншеи делают от 1 до 2 м и располагают ее вдоль стены, имеющей оконные проемы. Кроме металлических скоб, укрепленных в стене каждой канавы, в траншее на каждые пять канав делают лестницу. Траншею прямоточных канав сверху закрывают для возможности сквозного проезда автомобиля. Глубина открытой траншеи - 1,2-1,6 м, закрытой - не менее 1,9 м. Вдоль открытой траншеи должны быть установлены перила высотой не менее 0,9 м. Крайнее положение автомобиля на канаве со стороны траншеи фиксируется упорами.

Боковая канава (рис. 1, б) представляет собой две узкие канавы, между которыми устанавливают автомобиль. Рабочую длину такой канавы принимают равной габаритной длине автомобиля, ширину - не менее 0,6 м и глубину - не менее 0,8 м. Расстояние между канавами устанавливают на 0,25 м больше габаритной ширины автомобиля. Канавы этого типа не приспособлены для выполнения работ под автомобилем, поэтому их обычно применяют для мойки автомобилей.

Наиболее распространены прямоточные канавы узкого типа, позволяющие использовать механизированное перемещение автомобилей с помощью различных конвейеров.

Межколейные канавы, простые по устройству и недорогие в изготовлении, дают возможность одновременно выполнять работы снизу, сбоку и сверху автомобиля, могут быть использованы для обслуживания всех типов автомобилей и не требуют для своего оборудования помещения большой площади и высоты. Однако им присущи существенные недостатки: ограниченное рабочее пространство (одновременно могут

работать не более 3-4 человек); невозможность вывешивания колес автомобиля без дополнительных приспособлений; затрудненный доступ к узлам и механизмам, расположенным по боковым зонам нижней части автомобиля, что снижает производительность труда; слабая освещенность естественным светом и плохая вентиляция.

Канавы широкого типа. В канаве с *колейным мостиком* (рис. 8, в), ширина которой больше габаритной ширины автомобиля, на одном уровне с полом установлены металлические или железобетонные узкие мостики. Такие канавы используются для выполнения работ снизу автомобиля: моечных, крепежно-регулирующих и смазочных.

Расстояние между осями мостиков принимается равным колею автомобиля, ширина мостика - ширине колеса, увеличенной на 0,2 - 0,25 м, а боковой зазор между стенкой канавы и мостиком - не менее 0,6 м. Недостатком этого типа канав является отсутствие универсальности.

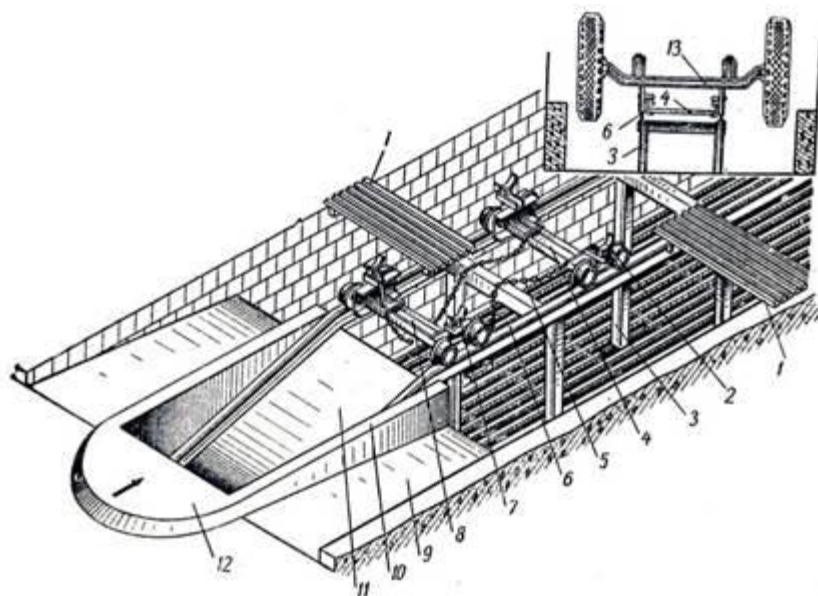


Рис. 3. Канавы широкого типа с вывешиванием колес

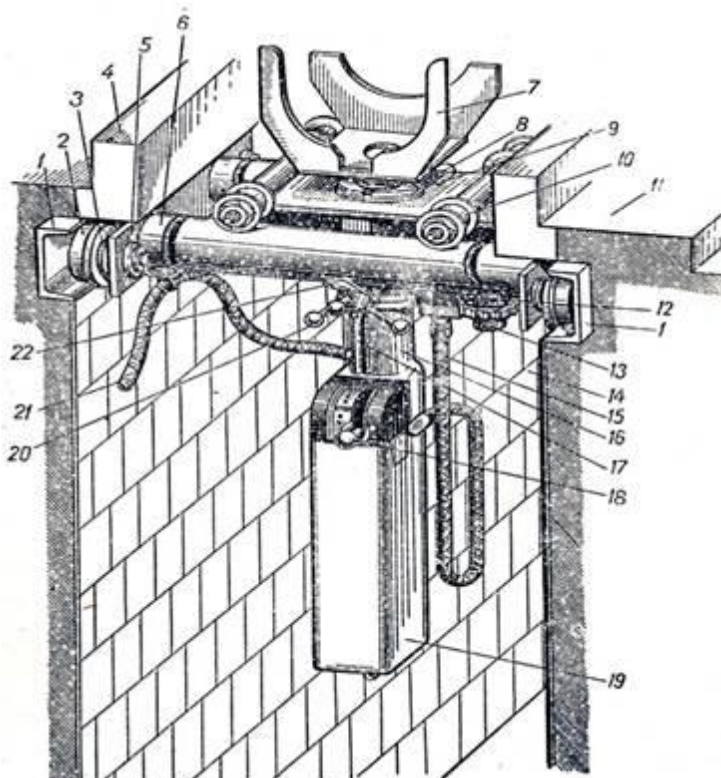
Канавы широкого типа с вывешиванием колес автомобиля показана на рис. 3. Автомобиль устанавливается на тележках 4 и Я, перемещаемых по рельсам 6, смонтированным на стойках 3, посреди канавы. При въезде на канаву передние колеса автомобиля направляются отбоем 12 и ребрами 10 въездного трамплина 9, имеющего уклон вперед, чем и центрируется автомобиль относительно оси канавы. Передний мост 13 садится на подхваты 2 передней тележки 4, установленной в наклонном тупике между ребрами, и при дальнейшем движении автомобиля передний мост вывешивается. При подходе задних ведущих колес автомобиля к уклону трамплина задний мост садится на подхваты 7 задней тележки 5, связанной с передней тележкой дистанционной цепью 5, по длине соответствующей базе автомобиля, колеса отделяются от наклонной поверхности трамплина и вывешиваются. Для работы сбоку автомобиля используются перекидные мостики 1. Наклонный тупик 11 служит для размещения тележек при въезде автомобиля.

Ширина канавы - 2,6 - 2,8 м, ширина рельсовой колеи - 0,8 м. Глубина канавы составляет 1,3 - 1,5 м, длина - 6 - 7 м. В тупиковой канаве уклон со стороны въезда



равен  $8\epsilon$ ; в прямоточной канаве этот уклон сохраняется, а уклон со стороны выезда около  $5^\circ$ .

Эти канавы имеют преимущества по сравнению с канавами узкого типа: они лучше освещаются и вентилируются, автомобиль вывешен, увеличено рабочее пространство внутри канавы, она может быть применена в стационарных и полевых условиях для автомобилей любого типа, что очень важно при обслуживании разномарочного парка автомобилей.



*Рис. 4. Механизированная безребордная канава с подъемником: 1 - направляющий швеллер катка рамы; 2 - каток; 3 - регулировочные пластины катка; 4 - реборда пандуса; 5 - рама; 6 - труба рамы (резервуар для масла); 7 - съемный подхват; 8 - основание тележки подъемника; 9 - гайка крепления цилиндра к тележке; 10 - ролик тележки; 11 - въездной пандус безребордной канавы; 12 - клапанная коробка трубы; 13 - отстойник; 14 - стенка осмотровой канавы; 15 - шланг для подвода масла к тройнику распределительного крана; 16 - гидравлический цилиндр; 17 - воздухопровод от распределительного крана к гидравлическому цилиндру; 18 - рукоятка управления; 19 - кожух; 20 - рукоятка винтового зажима для фиксации тележки на раме; 21 - шланг для подвода сжатого воздуха от компрессора к распределительному крану; 22 - зажим для фиксации тележки на раме*

К недостаткам канавы относится сложность постановки автомобиля на канаву и съезда с нее, а также неудобство работы на перекидных мостиках. Этим недостаткам лишена механизированная безребордная канава, которая несколько шире узкой канавы, так как ее ширина может быть принята для грузовых автомобилей равной колею передних колес, а для легковых автомобилей - меньше колеи передних колес на величину профиля шины.

По бортам механизированной безребордной канавы уложены направляющие 1 (рис. 4) для движения роликовых тележек. Максимальная ширина канавы соответствует колею задних внутренних колес автомобиля, наружными колесами он опирается на стенки



канавы для устойчивости и продвижения своим ходом при въезде на канаву и съезде с нее.

При въезде автомобиля на канаву его передние колеса направляются отбоем и короткими ребрами 4 пандуса 11; передний мост садится на подхваты передней тележки и при съезде с пандуса передние колеса вывешиваются. Вместо задней тележки используется специальный пневмогидравлический подъемник (модель 434), устанавливаемый в осмотровой канаве, как показано на рис. 4.

При вывешивании автомобиля на канаве доступ сбоку автомобиля обеспечивается с поверхности пола, а канавы имеют ширину, достаточную для удобного доступа снизу к узлам и механизмам, расположенным внутри габаритов рамы автомобиля.

В канавах всех типов стены делают из кирпича и облицовывают глазурованной или метлахской плиткой. Для стока воды, масла и топлива полу придают уклон в 2 - 3° в сторону траншеи. В стенах канавы делают ниши для инструмента, осветительных ламп, воронок и емкостей, в которые сливают отработавшее масло из агрегатов автомобиля.

При освещении автомобиля снизу применяемые в осмотровых канавах светильники должны давать мягкий и неслепящий свет. Рекомендуется пользоваться люминесцентным освещением. Освещенность нижних частей автомобилей, установленных на осмотровых канавах, должна быть не менее 50 лк при освещении лампами накаливания и 150 лк при люминесцентном освещении.

Светильники с люминесцентными лампами следует располагать в нишах длиной 1,5 л по обе стороны канавы. Ниши могут быть сделаны в шахматном порядке или напротив друг друга.

Для удаления отработавших газов при регулировке двигателя канавы оборудуются вытяжными каналами и гибкими огнестойкими шлангами, присоединяемыми к трубе глушителя.

Разработан также метод бесшлангового стационарного местного отсоса газов с механическим побудителем, при котором отработавшие газы попадают в раструб устройства, а поддон преграждает их поступление в осмотровую канаву.

### **Ход работы:**

1. Ознакомиться с подъемно-осмотровым оборудованием и его техническими характеристиками.
2. Изучить принципы работы подъемно-осмотрового оборудования.

### **Контрольные вопросы:**

1. Опишите назначение, устройство и принцип работы подъемно осмотрового оборудования.

Модель	Назначение	Техническая характеристика

## Лабораторно-практическая работа № 24 «Изучение устройства крановых механизмов».

Цель работы: изучить назначение и устройство крановых механизмов; правила пользования и безопасность в ходе использования.

Проверяемый результат: ПК 6.4 ОК 1, ОК2, ОК04, ОК09, ОК 10

### Введение

Перегрузочные краны имеют механизмы: грузоподъемный механизм (механизм подъема) – главный крановый механизм, механизм изменения вылета стрелы, механизм вращения крана, механизм передвижения. Все названные механизмы содержат ряд общих составных элементов: электродвигатель, редуктор, соединительные муфты и тормоз. Отличием является конечный элемент на выходном валу редуктора: барабан – у грузовой лебедки или шестерня, приводимая в движение ходовое колесо механизма передвижения или поворотную часть крана.

Грузоподъемный механизм крана (рисунок 3.1) состоит из грузовой лебедки 1 (главный элемент), каната 2, направляющих блоков 3, грузового полиспаста 4 (системы подвижных и неподвижных блоков огибаемых канатом) и грузозахватного устройства (крюка или грейфера) 5.

Лебедка трособарабанный механизм для перемещения груза с помощью каната, наматываемого на барабан. Лебедки используются, кроме механизма подъема, в полиспастном механизме изменения вылета стрелы 6, перемещения грузовых тележек контейнерных и мостовых перегружателей и в канатном механизме поворота мачтово-стреловых кранов, а также как самостоятельные грузоподъемные механизмы.

Цель работы: Изучить устройство и принцип работы крановых механизмов.

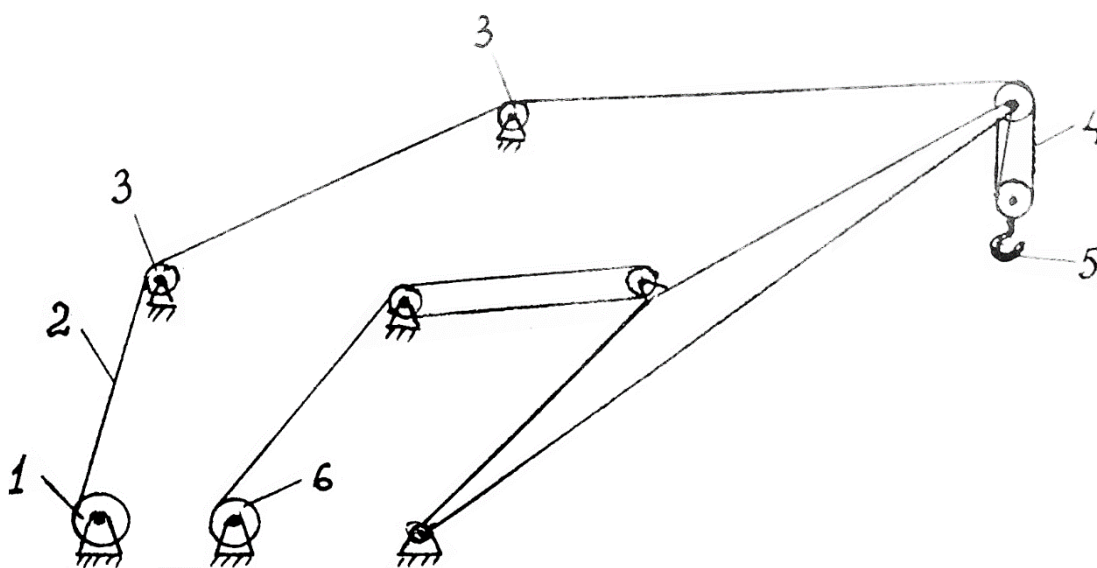


Рисунок 3.1 Схема грузоподъемного механизма и полиспастного механизма изменения вылета

### 3.1. Содержание работы

3.1.1. Изучение устройства натурального образца грузоподъемной лебедки с вычерчиванием кинематической схемы лебедки.

3.1.2. Определение технических параметров грузоподъемной лебедки по имеющимся исходным данным.

3.1.3. Оформление отчета по выполненной работе.

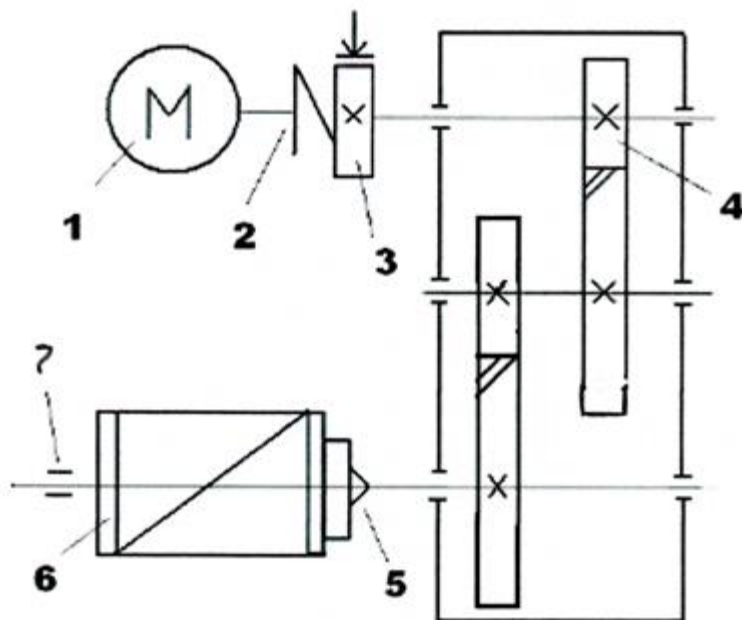
### 3.2. Используемое оборудование и пособия

3.2.1. Натурный образец грузоподъемной лебедки.

3.2.2. Плакаты, иллюстрирующее устройство грузоподъемных лебедок порталных кранов, учебник /1/.

### 3.3. Описание конструкции натурального образца грузоподъемной лебедки

Натурный образец лебедки является частью грузоподъемного механизма. Лебедка сконструирована по П-образной схеме и состоит из электродвигателя 1 (рисунок 3.2.), который посредством упругой втулочно-пальцевой муфты 2 передает вращение входному валу стандартного двухступенчатого редуктора 4, связанного с осью канатного барабана 6 специальной компенсирующей зубчатой муфтой 5, помещенной внутри барабана. На быстроходном валу редуктора установлена полумуфта с тормозным шкивом, являющегося частью двухколесного нормально закрытого тормоза 3.



**Рисунок 3.2. Кинематическая схема лебедки**

Крутящий момент, создаваемый электродвигателем, через соединительную муфту 2, редуктор 4 и муфту 5, передается барабану, который вместе с осью вращается на двух подшипниках: внутреннем 5 и выносном 7.

Барабан 6 необходим для сматывания - наматывания грузового каната при опускании - подъеме грузового каната. Канат укладывается в один слой в винтовые канавки, имеющиеся на цилиндрической поверхности барабана. Винтовые канавки, нарезанные с определенным шагом, увеличивают поверхность соприкосновения каната с барабаном, что уменьшает напряжение сжатия, исключает трение между соседними витками каната, способствует увеличению срока службы каната.

Конец каната крепят к барабану с помощью болтов прижимными планками, размещенными на ступице барабана, поэтому специальных витков нарезной части для этого не требуется, т.е.  $Z_k=0$ . Для разгрузки узла крепления каната в соответствии с требованиями Госгортехнадзора при нижнем положении грузового крюка на барабане должно оставаться  $Z_3=2$  несматываемых запасных витка каната.

Длина нарезной части барабана зависит от суммарного числа витков

$$Z_H = Z_p + Z_k + Z_3,$$

где  $Z_p$  – число рабочих витков каната на барабане ( $Z_p = Z_H - Z_3$ ).

Рабочее число витков каната на нарезной части барабана определяется по формуле

$$Z_p = \frac{L}{\pi(D_b + d_k)},$$

где  $L$  - длина каната, наматываемого на барабан при работе лебедки;

$D_b$  - диаметр барабана по дну канавки;

$d_k$  - диаметр каната.

В конструкцию лебедки входит также автоматический нормально закрытый двухколодочный тормоз 3, который установлен на одной из полумуфт упругой муфты 2. Правила Госгортехнадзора предписывают, что при использовании в качестве тормозного шкива полумуфты, последняя должна находиться на валу редуктора, а не электродвигателя. В этом случае уменьшается износ подшипников ротора электродвигателя, упругие элементы муфты при торможении освобождаются то действия крутящего момента, а главное достигается безопасность производства работ, т.к. при поломке муфты канатный барабан остается заторможенным.

Все элементы лебедки смонтированы на специальной раме.

Возможны другие варианты компоновки грузоподъемной лебедки, например, когда оба опорных подшипника ее барабана являются выносными, и для соединения выходного вала редуктора и вала барабана используется стандартная зубчатая муфта.

Помимо П-образной схемы применяется также Z-образные схемы компоновки грузоподъемных лебедок /1, стр. 40-41/. Передаточное отношение передачи лебедки

$$u_d = n_{дв} / n_6,$$

где  $n_{дв}$ ,  $n_6$  – соответственно частота вращения двигателя и барабана лебедки, об/мин. Передаточное отношение быстроходной лебедки ( $u_{л}$ ) равно передаточному отношению редуктора  $u_p = u_1 \cdot u_2$  где  $u_1$  и  $u_2$  – передаточные отношения I и II ступеней. Передаточное отношение редуктора – отношение частоты вращения быстроходного вала к частоте вращения тихоходного вала. Передаточное отношение тихоходной лебедки, имеющей помимо редуктора открытую зубчатую передачу  $U_{л} = U_p \cdot U_{о.п.}$

### 3.4. Последовательность выполнения работы

3.4.1. Изучить общее устройство и конструктивные особенности натурального образца грузоподъемной лебедки.

3.4.2. Вычертить кинематическую схему изучаемой лебедки, включая зубчатую передачу редуктора, с обозначением ее элементов по ГОСТ 2770-88(см. приложение 1).

3.4.3. Определить технические параметры грузоподъемной лебедки по исходным данным, приведенным в приложении 2. Номер варианта исходных данных выдается преподавателем, ведущим занятие.

В состав технических параметров лебедки входят:

$v_{г}$  – скорость подъема груза, м/с;

$L$  – длина каната, навиваемого на барабан лебедки, м;

$H$  – высота подъема грузового крюка, м;

$N$  – статическая мощность электродвигателя, кВт.

Скорость подъема груза определяется по формуле

$$v_{г} = \frac{\pi \cdot n_6}{60} \cdot \frac{D_6 + d_k}{a}$$

где  $n_6$  – частота вращения барабана;

$a$  – кратность полиспаста.

Для расчета частоты вращения  $n_6$  барабана лебедки необходимо определить передаточное отношение редуктора  $U_p$

$$u_p = u_1 \cdot u_2 = \frac{x_2}{x_1} \cdot \frac{x_4}{x_3},$$

где  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  – число зубьев соответствующих шестерен редуктора (подсчет числа зубьев производится студентами при медленном проворачивании валов редуктора лебедки).

Высота подъема грузового крюка  $H = L/a$ , где  $a$  – кратность полиспаста (см. приложение 2)

Суммарное число витков  $Z_n$  нарезной части барабана, которое необходимо знать для расчета длины каната, наматываемого на барабан, определяется путем их подсчета на натурной лебедке.

Статическая мощность электродвигателя  $N$ , кВт

$$N = \frac{G \cdot v_r}{\eta},$$

где  $G$  – сила тяжести груза и крюковой подвески (принять для всех вариантов исходных данных = 15 кН);

$\eta$  – КПД грузоподъемного механизма (принять для всех вариантов исходных данных = 0.93).

Результаты расчета технических параметров лебедки в соответствии с исходными данными представить в табличной форме (см. Приложение 3).

### 3.4. Требования к оформлению отчёта

Отчет выполняется на листах формата А4 и включает в себя:

- схему грузоподъемного механизма и грузовой лебедки, с обозначением составных элементов с описанием устройства и их применения;
- расчет параметров лебедки по заданным исходным данным.

Практическая работа № 4 определение и анализ показателей перегрузочных работ.

Перегрузочные работы в портах оцениваются комплексом оценочных показателей:

#### 4.1 Производительность труда на перегрузочных работах

$$П_{п.р.} = \Sigma Q / П_{п.р.}$$

где  $\Sigma Q$  – количество груза, перегружаемого в порту или на причале в единицу времени, т/см, т/сут., т/мес., т/нав. (грузооборот).

$П_{п.р.}$  – среднесуточная численность работников, занятых на перегрузочных работах, чел.

#### 4.2 Коэффициент прохождения груза по прямому варианту (судно – вагон или вагон – судно)

$$K_{п.в.} = Q_{п.в.} / Q$$

где  $Q_{п.в.}$  – кол-во груза перегружаемого по прямому варианту, т

#### 4.3 Коэффициент прохождения груза через склад

$$K_c = Q_c / Q$$

где  $Q_c$  – кол-во груза проходящего через склад, т

#### 4.4 Коэффициент повторной перевалки груза

$$K_{пер.} = Q_{т.о.} / Q$$

где  $Q_{т.о.}$  – кол-во тонно-операций (перемещение груза массой 1т по определенному технологическому варианту перегрузочных работ, например: судно-склад или склад-склад).

#### 4.5 Уровень комплексной механизации перегрузочных работ, %



$$\hat{E}_{\hat{e}.i.} = \frac{\sum Q_{i.\hat{i}.}^{\hat{e}.i.}}{\sum Q_{i.\hat{i}.}} \times 100\%$$

$$\frac{\sum Q_{i.\hat{i}.}^{\hat{e}.i.}}{\sum Q_{i.\hat{i}.}}$$

- кол-во тонно-операций, выполняемых комплексно-механизированным способом (когда все операции перегрузочного процесса выполняются машинами без применения ручного труда, а роль людей сводится лишь к управлению машинами и выполнению вспомогательных операций вручную (застропка, отстропка, сигнальщики, открывание люков и .тп.))

#### 4.6. Степень механизации труда

$$\hat{E}_{i.\hat{o}.} = \frac{\sum \hat{O}_{i.}}{\sum \hat{O}}$$

где  $\sum \hat{O}_{i.}$  - человеко-смен (трудоемкость) механизированного труда

$\sum \hat{O}$  - общая трудоемкость с учетом механизированного, ручного труда и комплексно-механизированного труда.

#### 4.7 Уровень полной механизации перегрузочных работ

$$\hat{E}_{i.\hat{i}.} = \frac{Q_{i.\hat{i}.}^i}{Q_{i.\hat{i}.}}$$

где  $Q_{i.\hat{i}.}^i$  - кол-во тонно-операций выполняемых механизмами (без применения ручного труда и вспомогательных рабочих – стропальщиков, сигнальщиков).

Названные оценочные показатели перегрузочных работ определяются по конкретным технологическим процессам, включающим несколько технологических вариантов перегрузки конкретных грузов на причале и средневзвешенные показатели по нескольким причалам порта.

Технологический процесс с использованием конкретных перегрузочных средств для заданного грузооборота разрабатывается студентом самостоятельно или по заданным исходным данным преподавателя. При этом изображается схема механизации перегрузки груза, технологические варианты и указывается расстановка рабочих.

Полученные показатели анализируются студентом и намечаются пути их улучшения, даются предложения по совершенствованию технологических процессов перегрузки заданных грузов.

#### Литература

1. Рачков Е.В. , Силиков Ю.В. «Подъёмно транспортные машины и механизмы» -М .; Транспорт ,1989.
2. Каталог – справочник по грузозахватным приспособлениям -М.; Транспорт, 1977.

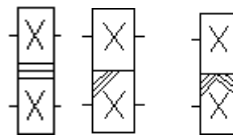
### 3. Справочник эксплуатационного работника речного транспорта

-М.; Транспорт, 1988.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

#### ГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМАХ (ГОСТ 2770-88)

Наименование элемента схемы	Условное обозначение
Вал, валик, ось, стержень и т. п.	
<b>Подшипники качения:</b> Радиальный шариковый	
Радиальный роликовый	
Радиально - упорно шариковый	
Радиально – упорно роликовый <b>Соединение детали с валом:</b>	
Свободное при вращении	
Подвижное без вращения	
При помощи вытяжной шпонки	
Глухое <b>Соединение двух валов:</b> Эластичное	
Зубчатой муфтой	
Электродвигатель	
<b>Тормоза:</b>	
Колодочные	
Ленточные	

**Передачи зубчатые (цилиндрические):**Внешнее зацепление с прямыми,  
косыми и шевронными зубьями

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

## ВАРИАНТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ К РАБОТЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ НАТУРНОЙ ЛЕБЕДКИ

№№ ПП	Частота вращения эл.двигателя, $n_0$ , об/мин	Кратность полиспаста, $a$	Диаметр барабана, $D_6$ , м	Диаметр стального каната, $d_k$ , мм
1	600	2	0.26	8
2	650	3	0.26	8.6
3	700	4	0.26	9
4	750	2	0.25	7.4
5	800	4	0.24	9.2
6	850	3	0.26	7.6
7	900	3	0.26	7.1
8	950	2	0.26	8.1
9	935	3	0.26	7.8
10	840	4	0.26	8
11	735	2	0.26	7.5
12	635	4	0.26	8.5
13	835	3	0.26	8
14	840	2	0.26	9
15	675	3	0.26	8
16	775	4	0.26	8.6
17	975	2	0.26	8.0
18	640	4	0.26	9.5
19	740	3	0.26	9.0
20	525	2	0.28	8.0
21	575	2	0.28	8.6
22	700	3	0.28	7.4
23	750	4	0.28	8.6
24	900	2	0.28	8,4
25	850	2	0.28	8,5
26	840	3	0.28	7,0
27	950	4	0.28	9,5
28	525	3	0.29	8,0
29	525	4	0.26	7,1
30	735	3	0.26	7,4
31	735	4	0.28	7,5
32	840	3	0.29	8,0
33	885	4	0.29	9,0
34	935	4	0.29	8,1
35	925	3	0.29	8,2
36	945	3	0.28	8,3
37	690	2	0.28	8,4
38	710	2	0.28	7,0
39	560	2	0.29	7,2
40	570	2	0.29	7,4
41	580	2	0.29	7,6
42	588	3	0.28	7,8

43	910	4	0.28	9,1
44	590	3	0.28	9,2
45	705	2	0.28	9,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ФОРМА ОТЧЕТНОЙ ТАБЛИЦЫ ПО РАСЧЕТУ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕБЕДКИ

Вариант задания №

№ п/п	Параметры	Обозначение	Размерность	Формула		Результат
				В общем виде	С числовым значением	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Число зубьев шестерен и колёс:	$X_1$	шт	-	-	
2.	Общее передаточное отношение редуктора,	$X_2$	шт	-	-	
3.	Частота вращения барабана,	$X_3$	шт	-	-	
4.	Скорость подъема груза,	$X_4$	шт	-	-	
5.	Суммарное число витков нарезной части барабана,	$U_p$	об/ми	-	-	
6.	Число рабочих витков нарезной части барабана,	$n_\delta$	н			
7.	Длина каната наматываемого на барабан,	$\nu_r$	м/с			
8.	Высота подъема крюка,	$Z_n$	ед			
9.	Статистическая мощность эл. двигателя,	$Z_p$	м			
		$L$	м			
		$H$	кВт			
		$N$				