

Государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»




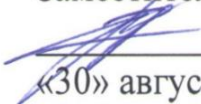
Методические указания к практическим работам

по МДК 02.06 Ремонт подъемно- транспортных, строительных,
дорожных машин и оборудования
для специальности

23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно - транспортных,
строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям)

Кунгур, 2023 г.

Рассмотрено
на заседании методической комиссии
механико-технологических дисциплин
Протокол № 1 от "30" августа 2023 г.
Председатель МК

Л.А. Домрачева

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора

С.В. Зыкин
«30» августа 2023 г.

Комплект практических работ (методические указания) по МДК 02.06 «Ремонт подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования» разработан на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ 02. Техническое обслуживание и ремонт подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в стационарных мастерских и на месте выполнения работ. и ФГОС СПО по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно - транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям).

Организация-разработчик: **государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Кунгурский колледж агротехнологий и управления»**

Составитель преподаватель: Кулаков В.В.

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Практическая работа № 1 Изучение магнитной и ультразвуковой дефектоскопии.....	11
Практическая работа № 2 Дефектация колнчатого вала.....	15
Практическая работа № 3 Дефектация распределительного вала.....	23
Практическая работа № 4 Дефектация шатунов двигателя.....	27
Практическая работа № 5 Комплектование поршней и гильз цилиндров.....	33
Практическая работа № 6 Комплектование деталей кривошипно-шатунного механизма.....	37
Практическая работа № 7 Сборка агрегатов и машин. Разработка технологической схемы.....	43
Практическая работа № 8 Разработка технологической карты обкатки двигателя ЯМЗ-238.....	44
Практическая работа № 9 Разработка технологического процесса ремонта лакокрасочного покрытия.....	50
Практическая работа № 10 Разработка маршрутно-операционных и операционных карт восстановления деталей, эскиза на операцию восстановления детали.....	55
Практическая работа № 11 Расчет норм времени на токарные работы.....	61
Практическая работа № 12 Нормирование работ на сверлильных станках.....	63
Практическая работа № 13 Нормирование хонинговальных работ.....	67
Практическая работа № 14 Нормирование работ на фрезерных станках.....	72
Практическая работа № 15 Нормирование разборочно-сборочных работ.....	74
Практическая работа № 16 Расчет норм времени на разборочно-сборочные работы.....	76
Практическая работа № 17 Разработать компоновочный план производственного корпуса.....	84
Список литературы.....	92

Пояснительная записка

Настоящие рекомендации разработаны в целях определения порядка проведения и оформления практических занятий.

Выполнение студентами практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебных дисциплин и междисциплинарных курсов в рамках профессиональных модулей;
- формирование умений применения полученных знаний на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Цель работ:

- формирование практических умений: обращения с различными приборами, установками, аппаратурой, лабораторным оборудованием;
- формирование исследовательских умений: наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимость, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты в виде отчетов.

Целью практических занятий является формирование и совершенствование практических умений:

- **профессиональных** – выполнение определенных действий, операций, необходимых в последующей профессиональной деятельности;
- **учебных** – решение задач, необходимых в последующей учебной деятельности.

Содержанием практических задач является решение различного рода задач, в том числе профессиональных:

- анализ работы схем, устройств;
- решение ситуационных производственных задач;
- выполнение профессиональных функций;
- выполнение вычислений, расчетов, чертежей;
- работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой;
- работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками;
- составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и др.

Формы организации студентов на практических занятиях:

- **фронтальная** – все студенты выполняют одну и ту же работу;
- **групповая** – одна и та же работа выполняется бригадами по 2-5 человек;
- **индивидуальная** – каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Непосредственно перед выполнением практического занятия преподаватель проверяет готовность обучающихся к ее выполнению, по возможности с применением технических средств обучения и других современных методов контроля: тестирование, технический диктант, проверка домашнего задания и т.д.

Требования к знаниям и умениям при выполнении практических работ

В результате выполнения практических работ обучающийся должен **уметь:**

- читать, собирать и определять параметры электрических цепей электрических машин постоянного и переменного тока;
- читать кинематические и принципиальные электрические, гидравлические и пневматические схемы подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- проводить частичную разборку, сборку сборочных единиц подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- определять техническое состояние систем и механизмов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- выполнять основные виды работ по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в соответствии с требованиями технологических процессов;
- организовывать работу персонала по эксплуатации подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин, технологического оборудования;
- осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- обеспечивать безопасность работ при эксплуатации и ремонте подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- разрабатывать и внедрять в производство ресурсо- и энергосберегающие технологии;
- применять методики при проведении наладки, регулировки, технического обслуживания и ремонта электрических, пневматических и гидравлических систем железнодорожно-строительных машин;
- применять методики при проведении наладки и регулировки железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и контрольно-измерительной аппаратурой;
- применять методики при проведении проверки и настройки параметров и характеристик дефектоскопных установок, ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами;
- пользоваться измерительным инструментом;
- пользоваться слесарным инструментом;
- проводить испытания узлов, механизмов и оборудования электрических, пневматических и гидравлических систем железнодорожно-строительных машин после наладки на специализированных стендах;
- проводить испытания узлов, механизмов и систем автоматики, электроники железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и электронной контрольно-измерительной аппаратурой после наладки на специализированных стендах;

- проводить испытания электрического, пневматического, механического и гидравлического оборудования, узлов, механизмов, систем автоматики, электроники железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и электронной контрольно-измерительной аппаратурой управления после ремонта на специализированных стендах;

- производить разборку, сборку, наладку, регулировку узлов, механизмов и оборудования электрических, пневматических и гидравлических систем железнодорожно-строительных машин;

- производить разборку, сборку, регулировку, наладку, узлов, механизмов и систем автоматики, электроники железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и электронной контрольно-измерительной аппаратурой;

- производить разборку, сборку, наладку, регулировку электрического, пневматического, механического и гидравлического оборудования, узлов, механизмов, систем автоматики, электроники железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и электронной контрольно-измерительной аппаратурой управления;

- применять методики при проведении технического обслуживания и ремонта железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и контрольно-измерительной аппаратурой;

- составлять и оформлять документацию для лицензирования производственной деятельности структурного подразделения;

- оформлять заданную учетно-отчетную или планирующую документацию;

- оформлять маршрутные листы;

- оформлять технический формуляр;

- оформлять журнал учета работы, периодических технических обслуживаний и ремонтов;

- оформлять акт контрольной проверки тормозов;

- оформлять контрольно-технический осмотр ССПС;

- оформлять контрольно-технический осмотр СНПС (снегоуборочных типа СМ и снегоочистительных типа СДП);

- оформлять акт готовности машины к транспортированию на своих осях (в составе поезда);

- оформлять акт о знании устройства машины и условий ее транспортирования.

знать:

- устройство и принцип действия железнодорожно-строительных машин, автомобилей, тракторов и их основных частей;

- принципы, лежащие в основе функционирования электрических машин и электронной техники;

- конструкцию и технические характеристики электрических машин постоянного и переменного тока;

- назначение, конструкцию, принцип действия подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования, правильность их использования при ремонте дорог;

- основные характеристики электрического, гидравлического и пневматического приводов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- основные положения по эксплуатации, обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- организацию технического обслуживания, диагностики и ремонта деталей и сборочных единиц машин, двигателей внутреннего сгорания, гидравлического и пневматического оборудования, автоматических систем управления подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- способы и методы восстановления деталей машин, технологические процессы их восстановления;
- методику выбора технологического оборудования для технического обслуживания, диагностики и ремонта подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- основы технического нормирования при техническом обслуживании и ремонте машин;
 - устройство железнодорожно-строительных машин и механизмов;
 - устройство дефектоскопных установок;
 - устройство ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами;
 - электрические и кинематические схемы железнодорожно-строительных машин и механизмов, дефектоскопных установок и ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами;
 - технология и правила наладки, регулировки, технического обслуживания и ремонта железнодорожно-строительных машин и механизмов;
 - способы предупреждения и устранения неисправности железнодорожно-строительных машин и механизмов;
 - способы предупреждения и устранения неисправности дефектоскопных установок;
 - способы предупреждения и устранения неисправности ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами;
 - принцип действия контрольно-измерительного инструмента и приборов;
 - правила проверки и настройки параметров и характеристик дефектоскопных установок, ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами основы электротехники;
 - основы пневматики;
 - основы механики;
 - основы гидравлики;
 - основы электроники;
 - основы радиотехники;
 - правила и инструкции по охране труда в пределах выполняемых работ;

- правила пользования средствами индивидуальной защиты;
- правила пожарной безопасности в пределах выполняемых работ;
- нормативные акты, относящиеся к кругу выполняемых работ.

Практические работы направлены на формирование у обучающихся

Код	Наименование компетенций
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
ОК 02.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;
ОК 04.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей;
ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;
ОК 09.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

Код	Наименование компетенций
ПК 2.1	Выполнять регламентные работы по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в соответствии с требованиями технологических процессов
ПК 2.2	Контролировать качество выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования
ПК 2.3	Определять техническое состояние систем и механизмов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования
ПК 2.4	Вести учетно-отчетную документацию по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования

Критерии оценок деятельности обучающихся

Оценка «5»

- практическая работа выполняется в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правильно решение задач;
- выполняется полностью самостоятельно (подбирает необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знания, показываются необходимые для проведения практических работ теоретические знания, практические умения и знания);
- работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации форме.

Оценка «4»

- практическая работа выполняется в полном объеме и самостоятельно;
- допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата;
- работа показывает знание основного теоретического материала и овладения умениями, необходимыми для самостоятельного проведения работы;
- могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Оценка «3»

- практическая работа выполняется и оформляется при помощи преподавателя выполнивших на «5» данную работу.
- на выполнение работы затрачивается много времени.

Оценка «2»

- выставляется в том случае, когда студент не подготовлен к выполнению этой работы;
- полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью;
- показывает плохие знания теоретических материалов и отсутствие необходимых умений;

Отчет по практической работе каждый обучающийся выполняет индивидуально с учетом рекомендаций по выполнению практического задания и оформляет его в отдельной тетради для практических работ.

Оформление практических занятий

Отчеты практическим занятиям оформляются на листах формата А 4 и должны содержать:

- титульный лист общий для всех работ;
- основная часть по каждой работе, в которой указан номер работы, цель работы, оборудование и материалы, необходимые таблицы, расчеты, выводы в

соответствии с целью лабораторной работы или практического занятия.

Текст разрешено вписывать четким разборчивым почерком пастой черного или синего цвета.

Оценки за практические занятия выставляются по пятибалльной системе и учитывают:

- подготовку лабораторных работ и практических занятий;
- выполнение практических занятий;
- ответы на вопросы по итогам выполнения работ.

Практическая работа № 1

Изучение магнитной и ультразвуковой дефектоскопии

Цель: Приобрести навыки по оценке качества сварных швов ультразвуковым методом.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

1. Теоретическая часть.
2. Ультразвуковые дефектоскопы УД2-12 и УЗД-64.
3. Дефектоскопы ДУК-66П.
4. Методика контроля сварной точки

Вопросы для повторения:

1. Сущность ультразвукового метода контроля.
2. Физические основы ультразвукового метода контроля.
3. Методы ультразвукового контроля.

Ход работы:

1. Основные понятия. Ультразвуковой контроль основан на использовании упругих колебаний частотой $0,5 - 25$ МГц, распространяющихся в контролируемых изделиях. В процессе контроля излучения ультразвуковых колебаний от вибрирующих пластин (пьезокристалла) вводится в контрольный шов. При встрече с дефектом ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластиной, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрические (рис. №1.).

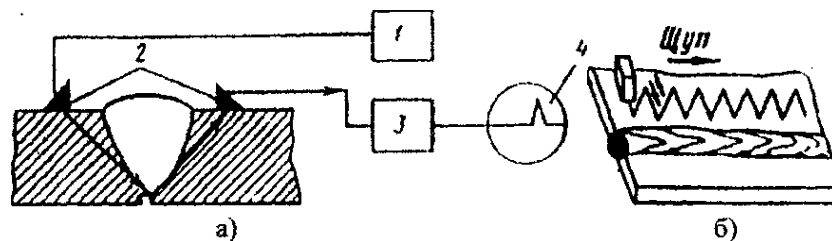


Рис. 1. Ультразвуковой контроль:

а) – схема кош роли: 1 – генератор ультразвуковых колебаний, 2 – пьезокристаллический щуп, 3 – усилители, 4 – экран дефектоскопа;

б) – перемещение щупа по поверхности изделия.

Эти колебания после их усиления подаются на экран электронно-лучевой трубки дефектоскопа, которые в виде импульсов свидетельствуют о наличии дефектов.

При контроле пьезокристал, вмонтированный в призматический щуп перемещают вдоль шва по волнообразной линии. По характеру импульсов судят по протяженности дефектов и глубине их залегания.

Ультразвуковой контроль можно проводить при одностороннем доступе сварному шву без снятия усиления или предварительной обработке поверхностей шва.

Аппаратура для ультразвукового контроля состоит из излучателя, содержащего пьезопреобразователь для излучения и приёма ультразвуковых колебаний, электронного блока (собственно дефектоскопа) и различных вспомогательных устройств.

Электронный блок предназначен для генерирования зондирующих импульсов высокочастотного напряжения, для усиления и преобразования эхо сигнала, отраженных от дефектов, и наглядного отображения амплитудно-временных характеристик эхо сигналов на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

1. Ультразвуковые дефектоскопы УД2-12 и УЗД-64 обеспечивают обнаружение несплошностей в различных металлах или пластмассах теньвым или эхо-методом.

Метод отраженного излучения применяется для поиска внутренних пороков металла, т. е. пороков, не выходящих на поверхность деталей. К внутренним порокам металлических деталей обычно относят: трещины, усадочные раковины, пористость, шлаковые включения и непровары в сварочных швах и т.п.

Метод отраженного излучения основан на свойстве ультразвуковых колебаний частотой выше 20000 Гц проникать вглубь твердого или жидкого тела и отражаться от границ раздела двух сред (воздух – металл, инородные включения – металл, жидкость – газ и т. д.).

Дефектоскопию методом отраженного излучения можно осуществить двумя способами: акустической тени и отраженного излучения.

При первом способе (рис.2, а) контролируемое изделие располагается между двумя индикаторами, один из которых посылает ультразвуковые колебания, а другой их принимает. Если у детали имеется дефект, то часть ультразвуковых колебаний отразится от него и не достигнет индикатора. Вследствие этого за дефектом образуется «акустическая тень».

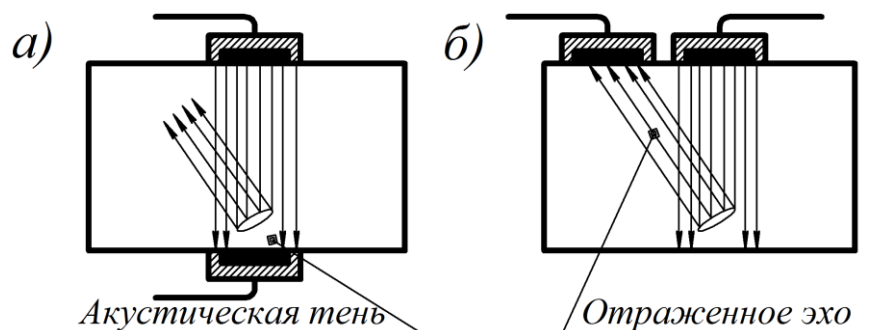


Рис. 2. Схема ультразвуковой дефектоскопии

При втором способе (рис.2, б) оба индикатора располагаются на одной какой-либо стороне детали, а индикатор – приемник воспринимает лишь ультразвуковые колебания, отраженные от дефекта.

Способ акустической тени обладает сравнительно малой чувствительностью, поэтому большее распространение получил способ отраженного излучения с использованием импульсных ультразвуковых дефектоскопов.

Наиболее существенным достоинством дефектоскопии методом отраженного излучения является возможность выявления глубинных дефектов, как у отдельных деталей, так и у деталей, находящихся в сборочных единицах, независимо от материала, из которого они изготовлены. Например, можно выявить дефекты в осях колесных пар, шейках коленчатого вала, не снятого с дизеля, болтах крепления полюсов тягового электродвигателя, находящегося под тепловозом, и т. д.

Недостатком этого метода является необходимость изготовления «своего» индикатора для проверки каждого типа изделия, а иногда и отдельных его участков. Кроме того, метод отраженного излучения требует не только настройки дефектоскопа для проверки каждого типа изделия, но и знания особенностей работы аппаратуры и навыков по расшифровке дефектов.

1. Дефектоскопы ДУК-66П работают следующим образом. От синхронизатора тактовые импульсы подаются на генератор зондируют импульсов и запускают его.

При подаче запускающего импульса и контуре, состоящем из индуктивности, ёмкости, пьезопластины и накопительного конденсатора, возникают кратковременные свободные радиочастотные колебания (зондирующие импульсы).

Зондирующие импульсы возбуждают в пьезопластине ультразвуковые колебания соответствующей частоты. Одновременно тактовые импульсы синхронизатора попадают так же и на генератор ЭЛТ. Для прозвучивания металла различной толщины скорость развёртки может регулироваться.

Отражение от дефекта импульсы колебаний попадают на пьезопластину преобразовываются в ней в электрические сигналы, а затем попадают на экран ЭЛТ.

Горизонтальная развертка ЭЛТ является временной. Расстояние по развертке от зондирующего импульса до принятого сигнала пропорционально времени прохождения импульса от пьезопластины до дефекта и обратно.

Таким образом, зная скорость ультразвука и направление хода лучей, можно определить координаты дефектов или толщину изделия путём измерения этого времени с помощью подвижной П-образной метки глубиномера, называемой скос-рейсмусом. Погрешность координат не превышает 2 мм.

Отклонение луча на ЭЛТ в вертикальном направлении (высота импульса характеризует амплитуду применяемого сигнала и пропорционально величине дефекта).

Для измерения амплитуды предусмотрен специальный переключатель, помощью которого усилитель может быть непосредственно подключен генератору.

В дефектоскопе имеется так же автоматический сигнализатор дефектов предназначенный для звуковой или световой сигнализации дефектов.

1. Методика контроля сварной точки.

Для контроля сварной точки по методике МВТУ применяется специальный призматический щуп, на котором укреплены два пьезоэлемента. Один пьезоэлемент служит излучателем, второй — приемником.

Щуп устанавливается над сварной точкой согласно схеме рис. 2. Если точка сварена, то ультразвуковая энергия сквозь точку уходит в нижний лист соединения и не попадает на приемный пьезоэлемент. Если точка не сварена или имеет другие дефекты, энергия ультразвука отражается от дефектов и попадает на приёмный пьезоэлемент. На экране дефектоскопа появляется импульс.

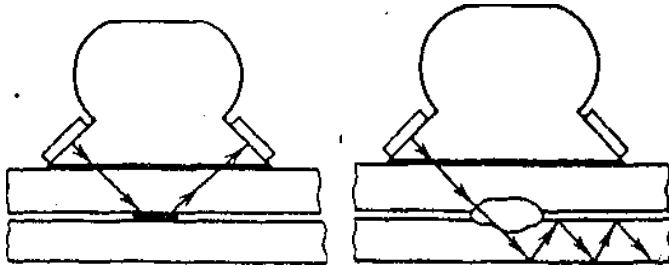


Рис. 3. Схема прохождения ультразвука в сварной точке.

Порядок проведения контроля следующий:

1. Установить щуп не на сваренное место и отрегулировать высоту импульса на экране трубки в пределах 12—20 мм.

2. Установить щуп рядом с контролируемой точкой и перемещать его параллельно самому себе. Моменты исчезновения и последующего появления импульса, сигнализирующие о наличии литого ядра, отметить чертилкой. Расстояние между полученными отметками и есть фактический диаметр ядра точки с точностью $\pm 0,5$ мм.

3. Для проверки разрушить образцы и измерить фактический диаметр точки. Сопоставить полученные результаты.

ВЫВОД:

Контрольные вопросы:

1. Объяснить работу блок – схемы дефектоскопа.
2. Назначение эталонов при УЗ – контроле.
3. Область применения, преимущества и недостатки УЗ – контроля.
4. Чувствительность ультразвукового метода контроля сварных швов к выявлению дефектов.

Практическая работа № 2

Дефектация коленчатого вала

Цель работы: Научиться устанавливать дефекты коленчатых валов, определять их параметры и после измерения сделать заключение о состоянии коленчатого вала.

Ход работы

Ознакомиться с техническими условиями на контроль-сортировку коленчатого вала.

Ознакомиться с устройством, настройкой применяемых измерительных инструментов.

Освоить процесс контроля коленчатого вала и технику выполнения измерительных операций.

Решить вопрос о годности коленчатого вала на основании измерений и технических условий.

Изучить дефекты коленчатого вала, характер износа коренных и шатунных шеек, построить кривые распределения износов шеек валов.

Оборудование, приспособление, инструменты

Рабочее место для микрометрических работ.

Центра или призмы для установки коленчатого вала.

Индикатор часового типа (0,01) на стойке.

Микрометры с интервалами измерений 0-25 мм; 25-50мм; 50-75 мм.

Штангенрейсмус с нониусом (0,05).

Штангенциркуль.

Технические условия на контроль-сортировку деталей при ремонте.

Коленчатый вал.

Содержание работы и порядок ее выполнения

При контроле коленчатого вала двигателя путем наружного осмотра выявляются дефекты вала и путем измерения диаметров шеек вала определяется величина износа шеек и их действительные размеры.

В результате наружного осмотра и измерения коленчатого вала устанавливают, к какой из следующих категорий отнести коленчатый вал:

- годен;
- подлежит восстановлению и целесообразные способы его восстановления;
- негоден.

Перед выполнением данной работы студент должен ознакомиться с техническими условиями на контроль, сортировку коленчатых валов с устройством, и применением измерительных инструментов.

Перед использованием измерительными инструментами необходимо их протарировать.

Порядок выполнения работы

4.1 Произвести внешний осмотр коленчатого вала в соответствии с техническими условиями.

4.2 Измерить длину установочной (первой коренной) шейки вала.

4.3 Измерить биение и износ шейки под шестерню коленчатого вала.

4.4 Измерить износ отверстия под подшипник направлявшего конца ведущего вала коробки передач.

4.5 Измерить биение фланца вала по торцу, зафиксировав вал от продольного смещения.

4.6 Измерить диаметры отверстий под болты крепления маховика.

4.7 Измерить диаметры шеек вала:

- коленчатый вал тщательно протирается и подвергается осмотру. Центровые отверстия при наличии забоин и заусениц зачищаются шабером;

- микрометром измеряют диаметры коренных и шатунных шеек, для этого коленчатый вал поворачивают в удобное положение. При длине шейки до 40 мм замеры производятся в двух поясах, а при длине более 40 мм - в трех-четырех около галтелей и в середине шейки, но не в зоне отверстия для смазки.

В каждом поясе на измеряемых коренных и шатунных шейках замеры производятся в двух плоскостях - в направлении вертикальной оси симметрии щеки первой коренной шейки (промер а-а) и перпендикулярно ей (промер в сечении б-б, рисунок 1).

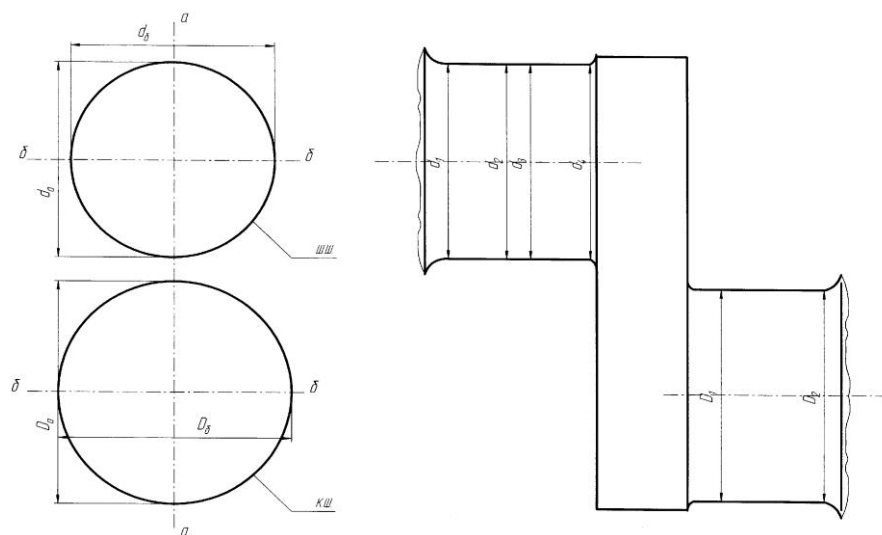


Рисунок 1 – Схема измерения шеек коленчатого вала
(ш.ш. – шатунная шейка; к.ш. – коренная шейка)

Каждый замер выполняется два-три раза, подсчитываются средние результаты замеров и заносятся в соответствующий бланк отчета (таблица 2). При измерении микрометр удобнее держать левой рукой, а правой поворачивать его головку до момента действия трещотки. Мерительные поверхности пятки и шпинделя микрометра не должны туго проходить до поверхности шейки вала, а лишь слегка "закусывать" ее.

Проверить вал на прогиб:

- на поверочную плиту устанавливается индикатор со стойкой таким образом, чтобы наконечник измерительного стержня опирался сверху в, середину средней коренной шейки, где у коленчатых валов некоторых марок имеется неизношенный поясok. Если средняя коренная шейка изнашивается по всей своей длине, при вычислении прогиба необходимо учитывать величину и характер овальности шейки в измеряемом сечении;
- при медленном проворачивании коленчатого вала наблюдается отклонение стрелки индикатора. При наименьшем показании индикатора нуль шкалы устанавливается против стрелки;
- после того, как индикатор установлен на нуль, производится измерение прогиба путем дальнейшего проворачивания вала и определение величины отклонения стрелку индикатора. Через каждые 30° показания индикатора записываются в отчет (таблица 3).

Проверить соосность шеек, скрученность вала и величину радиуса кривошипа.

Определение соосности коренных шеек проводят следующим образом:

- коленчатый вал поворачивается в положение, при котором первое колено устанавливается в горизонтальной плоскости;

- стержень индикатора подводят к первой коренной шейке сверху и устанавливают нуль шкалы индикатора против стрелки;
- передвигая индикатор вдоль вала, подводят стержень последовательно к каждой коренной шейке сверху и записывают показания индикатора. Определение соосности шатунных шеек:
- коленчатый вал поворачивают так, чтобы первая шатунная шейка заняла наивысшее положение, и настраивают индикатор по этой шейке на нуль так же, как при измерении коренных шеек;
- передвигая индикатор последовательно к остальным шатунным шейкам, лежащим в одной плоскости с первой, записывают его показания;
- поворачивая коленчатый вал, помещают вторую шатунную шейку в ее наивысшее положение и производят замеры второй из лежащих с ней на одной оси шатунных шеек. Применительно к коленчатым валам шестицилиндровых двигателей то же производят с третьей и парной с ней шатунными шейками.

Определение скрученности коленчатого вала. Устанавливают первую шатунную шейку в горизонтальной плоскости и по этой шейке настраивают индикатор на нуль так же, как в предыдущих случаях. Передвигают индикатор к последней шатунной шейке, лежащей на одной прямой с первой, и записывают показания индикатора.

Определение радиуса кривошипа. Снимают индикатор и вместо него устанавливают на поперечную плиту штангенрейсмус. Устанавливают первую шатунную шейку в крайнее верхнее положение и производят замер расстояния от верхней точки шейки до плоскости поперечной плиты (a_1). Поворачивают коленчатый вал таким образом, чтобы первая шатунная шейка оказалась в своем крайнем нижнем положении, и опять измеряют расстояние от верхней точки шейки до плоскости поперечной плиты (a). Вычисляют фактический размер радиуса кривошипа (см. ниже).

Обработка результатов и оформление отчета о первой части работы

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, заносятся в таблицы: Дефекты, установленные наружным осмотром, заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Дефекты наружного осмотра

Наименование дефектов	Характер дефекта	Заключение (годен, требует ремонта, подлежит выбраковке)

Таблица 2 – Результаты замеров

	Коренные шейки	Шатунные шейки

	Пояс замер ров	Диаметр плоскости а-а б-б	Конусность	Овальность	Абсолютн. износ плоскости а-а б-б	Требуемый ремонтный размер	Пояс замер ров	Диаметр плоскости а-а б-б	Конусность	Овальность	Абсолютн. износ плоскости а-а б-б	Требуемый ремонтный размер

Дефекты, установленные измерением шеек, заносятся в таблицу 2.

Конусность определяется как разность между результатами измерений в каждом поясе:

$$K_{1-2}^a = d_1 - d_2; K_{3-4}^a = d_3 - d_4 \text{ в плоскости а-а;}$$

$$K_{1-2}^b = d_1 - d_2; K_{3-4}^b = d_3 - d_4 \text{ в плоскости б-б,}$$

где индексы 1,2,3,4 соответствуют поясам, по которым вычисляется конусность.

Максимальная конусность равняется:

$K_{max} = d_{max} - d_{min},$	
где d_{max} и d_{min} – соответственно наибольший и наименьший диаметры, замеренные в данной плоскости.	

Овальность в каждом поясе вычисляется как разность наибольшего и наименьшего диаметров, замеренных в данном поясе.

Абсолютный износ в каждой плоскости и каждом поясе вычисляется по формулам:

$i_a = d_{нач} - d_a$	
$i_b = d_{нач} - d_b$	
<p>где i_a и i_b – абсолютный износ в соответствующем поясе в плоскости, мм; d_a и d_b – диаметры замеренные в соответствующей плоскости и поясе, мм; $d_{нач}$ – начальный диаметр шейки вала, мм.</p>	

Под начальным диаметром шейки вала подразумевается номинальный или ремонтный размер, под который была шлифована рассматриваемая шейка при предыдущем ремонте.

Начальный диаметр устанавливается путем сравнения действительного размера шейки с ближайшим ремонтным или номинальным размером, взятым из таблиц технических условий.

Определение прогиба вала заносится в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерения прогиба вала

Пояса измерений	Показания индикатора											

Таблица 4 – Сетка для построения кривой прогиба вала

Прогиб вала определяется как половина максимальной величины отклонения индикатора.

Определение соосности коренных шеек относительно оси первой шейки

вносится в таблицу 5.

Таблица 5 – Отклонение соосности коренных шеек

№ шеек							
Отклонение осей коренных шеек от оси первой шейки							

Отклонение осей коренных шеек от оси первой коренной шейки будет численно равно (без учета допустимой по техническим условиям овальности) отклонениям в показаниях индикатора на этих шейках. Знак минус у отклонения свидетельствует, что ось данной шейки лежит ниже, в вертикальной плоскости, чем ось первой шейки, знак плюс - свидетельствует об обратном.

Определение соосности шатунных шеек вносится в таблицу 6.

Таблица 6 – Отклонение соосности шатунных шеек

№ шеек						
Отклонение осей парных шатунных шеек						

Смещение осей парных шатунных шеек определяется условно по отношению к оси, ближайшей к переднему концу вала шатунной шейки, и будет равно отклонению в показаниях индикатора при перестановке его на лежащую по одной оси следующую шейку. Знак плюс у показания индикатора будет свидетельствовать о том, что ось данной шейки лежит от оси вала дальше, чем ось предыдущей шейки, знак минус будет говорить об обратном.

Определение скрученности вала.

Скрученность вала в градусах на длине, равной расстоянию между серединами замеренных шатунных шеек, определяется по формуле

$\gamma = \frac{\delta \cdot 360}{2\pi R} ,$	
--	--

где γ - угол закручивания в градусах;
 δ - показания индикатора в мм;
 R - радиус кривошипа в мм.

Определение радиуса кривошипа. Расчет при определении радиуса кривошипа первой шатунной шейки производится по формуле

$$R_1 = \frac{a_1 - a}{2},$$

где R - радиус кривошипа первой шатунной шейки;
 a_1 - расстояние от плоскости поперечной плиты до верхней точки шейки в ее верхнем положении;
 a - расстояние от плоскости поперечной плиты до верхней точки шейки в ее нижнем положении.

Для всех остальных шеек радиус кривошипа определяется по формуле:

$$R_H = R_1 + \Delta,$$

где R_H - радиус кривошипа рассматриваемой шейки в мм;
 Δ - отклонение оси рассматриваемой шатунной шейки от оси первой шейки в мм, взятое с соответствующим знаком, в зависимости от показания индикатора.

Назначение способа ремонта. На основании данных технических условий, результатов проведенных измерений и внешнего осмотра делается заключение о возможности ремонта и устанавливается наиболее целесообразный способ ремонта.

При необходимости перешлифовки шеек ремонтные размеры следует определить по техническим условиям из таблиц.

Практическая работа № 3 Дефектация распределительного валов

Цель: Ознакомить студентов с приемами контроля и измерения распределительного вала двигателя в соответствии с техническими условиями; привить навыки в определении износов и искажения геометрических форм опорных шеек, износа кулачков по высоте и профилю, определении способов устранения обнаруженных дефектов.

Оборудование учебного рабочего места

На рабочем месте по исследованию износов и проверке технического состояния распределительных валов необходимо иметь:

1. Новые и изношенные распределительные валы.
2. Поверочную плиту для установки поверочных центров.
3. Масштабную линейку.
4. Индикатор на штативе для определения прогиба вала и износа кулачков.
5. Микрометры с пределом измерений 25-50, 50-75 мм для замера опорных шеек.
6. Шабер трехгранный для зачистки центровых отверстий.
7. Лупу для выявления трещин и других дефектов распределительного вала.
8. Градуированный диск и стрелку для отсчета углов поворота распределительного вала.

Содержание работы

1. Определение дефектов при осмотре распределительного вала.
2. Измерение диаметров опорных шеек, определение их износа и искажения геометрической формы.
3. Измерение кулачков по высоте и определение их износов.
4. Определение износа кулачков по профилю.
5. Определение биения и прогиба распределительного вала.
6. Установить возможные и целесообразные способы восстановления.
7. Если восстановление шеек вала возможно под ремонтный размер, то необходимо произвести расчет ремонтного размера.
8. Составить отчет.

Порядок выполнения работы

Наружный осмотр и измерение опорных шеек распределительного вала

1. Кулачковый вал тщательно протирается, после чего, при помощи лупы, осматриваются все его рабочие поверхности и выявляется наличие царапин, забоин, заусениц, коррозии и трещин.

Центровые отверстия при наличии заусениц и забоин зачищаются шабером.

2. Кулачковый вал устанавливается в центрах и надежно закрепляется. К одному из концов вала прикрепляется стрелка, которая при помощи неподвижного градуированного диска позволяет отсчитывать угол поворота кулачкового вала.
3. Износ шеек вала определяется измерением их диаметров при помощи микрометра, измерения производят в двух поясах.

Пояса измерений должны отстоять от края шеек на расстоянии 5-10 мм. Короткие шейки измеряются в одном поясе посередине.

В каждом поясе замер производится в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях. Первая плоскость - плоскость, проходящая через вершину близлежащего кулачка, вторая плоскость - перпендикулярная ей.

4. Проверка распределительного вала на прогиб.

На станину центров, в которых укрепляется вал, устанавливается на стойке индикатор так, чтобы наконечник мерительного стержня упирался в среднюю шейку кулачкового вала сверху. Далее определение прогиба производится аналогично прогибу коленчатого вала, т.е. вал проворачивается на 360° и снимаются показания индикатора.

5. Определение величины и характера износа профиля кулачка

Определение характера износа профиля кулачка производится в следующей очередности:

- Кулачковый вал поворачивается в центрах так, чтобы ближайший к переднему торцу вала кулачок занял вертикальное положение. Затем устанавливается индикатор таким образом, чтобы ось измерительного наконечника лежала в плоскости, проходящей через вершину кулачка и ось вала, а сам наконечник упирался в вершину кулачка сверху. Индикатор должен показывать максимальное отклонение. В этом положении шкала градуированного диска устанавливается так, чтобы отсчет, равный углу в 90° , был против стрелки, а диск закрепляется.

- Вал поворачивается на 90° в любую сторону, и стрелка индикатора приводится к нулю.

- Вращая кулачковый вал так, чтобы кулачок поднимал измерительный стержень, производит отсчет показаний индикатора через каждые 10° угла поворота кулачкового вала.

- Абсолютный износ получается путем сравнения результатов намерения нового и изношенного кулачков.

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, заносятся в следующие таблицы:

5.1 Дефекты, установленные наружным осмотром, заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 - Дефекты наружного осмотра

Наименование дефектов	Характер дефекта	Заключение (годен, требует ремонта, подлежит выбраковке)

5.2 Дефекты, установленные измерением шеек, заносятся в таблицу 2.

Таблица 2 - Результаты измерения шеек

	пояса замеров	диаметр плоскости		конусность	овальность	абсолютный износ	предлагаемый способ восстановления

Определение конусности, овальности и абсолютного износа шеек распределительного вала производится аналогично определению конусности, овальности и абсолютного износа шеек коленчатого вала.

По данным таблицы 2 и приложения А строятся кривые износа шеек распределительного вала.

5.3 Определение прогиба вала. Прогиб вала определяется как половина максимальной величины отклонения стрелки индикатора при измерении по средней шейке.

5.4 Определение характера износа профиля кулачка. Результаты заносятся в таблицу 3 и профиль строятся по сетке таблицы 4.

Таблица 3 - Результаты измерения профиля кулачка

Угол поворота вала											
Показания индикатора	Новый кулачок										
	Изношенный кулачок										

Абсолютный износ в мм																				
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 4 - Сетка для построения профиля нового и изношенного кулачков

Показания индикатора																				

Абсолютный износ в каждом сечении кулачка вычисляется по формуле:

$i_{a^o} = \delta_{a^o}^{нов} - \delta_{a^o}^{изн}$
<p>где i_{a^o} - абсолютный износ в соответствующем сечении, определяемом углом поворота распределительного вала в градусах</p> <p>$\delta_{a^o}^{нов}$ - показание индикатора в соответствующем сечении нового кулачка в мм;</p> <p>$\delta_{a^o}^{изн}$ - показание индикатора в соответствующем сечении изношенного кулачка в мм;</p>

5.5 Назначение способа ремонта. На основании данных, проведенных измерений и внешнего осмотра делается заключение о возможности и целесообразности ремонта вала и устанавливаются рациональные способы ремонта кулачков и опорных шеек. При необходимости перешлифовки шеек под ремонтные размеры, они определяются согласно таблицам технических условий.

Составить отчет по работе. Заполнение отдельных граф таблиц отчета производится по мере выполнения работы.

Практическая работа № 4 Дефектация шатунов двигателя

1 Целевое назначение работы

Ознакомить студентов с приемами контроля и измерения шатуна автомобильного двигателя в соответствии с техническими условиями: привить практические навыки в использовании приспособления для определения изгиба и скрученности шатуна, измерения внутренних диаметров головок шатуна и расстояния между их осями, а также в определении способов устранения обнаруженных дефектов.

2 Оборудование рабочего места

- 2.1 Слесарный верстак на одно рабочее место.
- 2.2 Приспособление для определения изгиба и скрученности шатунов.
- 2.3 Индикаторные нутромеры для определения диаметров верхней и нижней головок шатунов.
- 2.4 Штангенциркуль для определения расстояния между осями отверстий нижней и верхней головок шатуна.
- 2.5 Динамометрический ключ для затяжки шатунных болтов.
- 2.6 Технические условия на контроль и сортировку шатунов.

3 Содержание работы

- 3.1 Определение дефектов шатуна внешним осмотром.
- 3.2 Измерение диаметров отверстий верхней и нижней головок шатуна, определение их износов.
- 3.3 Определение расстояния между осями отверстий верхней и нижней головок шатуна.
- 3.4 Определение изгиба и скрученности шатуна.

4 Порядок выполнения работы

- 4.1 Осмотреть шатун в сборе с крышкой и шатунными болтами, обращая внимание на наличие трещин, обломов и чистоту смазочных отверстий. Замеченные дефекты записать в тетрадь лабораторных работ.
- 4.2 Перед измерением диаметра отверстия нижней головки шатуна шатунные болты несколько ослабляют, а затем затягивают их динамометрическим ключом, соблюдая величину крутящего момента, установленную техническими условиями. Измеряют диаметры отверстий нижней и верхней головок шатуна индикаторными нутромерами. Измерения производят в двух поясах, выбирая их от края головки на расстоянии, равном 1/4 общей ее ширины, и в двух плоскостях: для верхней головки - по оси шатуна и перпендикулярно ей, а для нижней - по оси шатуна и в двух направлениях под углом 45° к оси шатуна.
- 4.3 Для определения расстояния между осями отверстий верхней и нижней головок шатуна штангенциркулем измеряют величину l , расстояние же между осями головок определяется по формуле:

$L = l + 0,5 (D + d),$	
где D – диаметр отверстия верхней головки шатуна, мм; d – диаметр отверстия нижней головки шатуна, мм; L – расстояние между осями отверстий верхней и нижней головок шатуна, мм.	

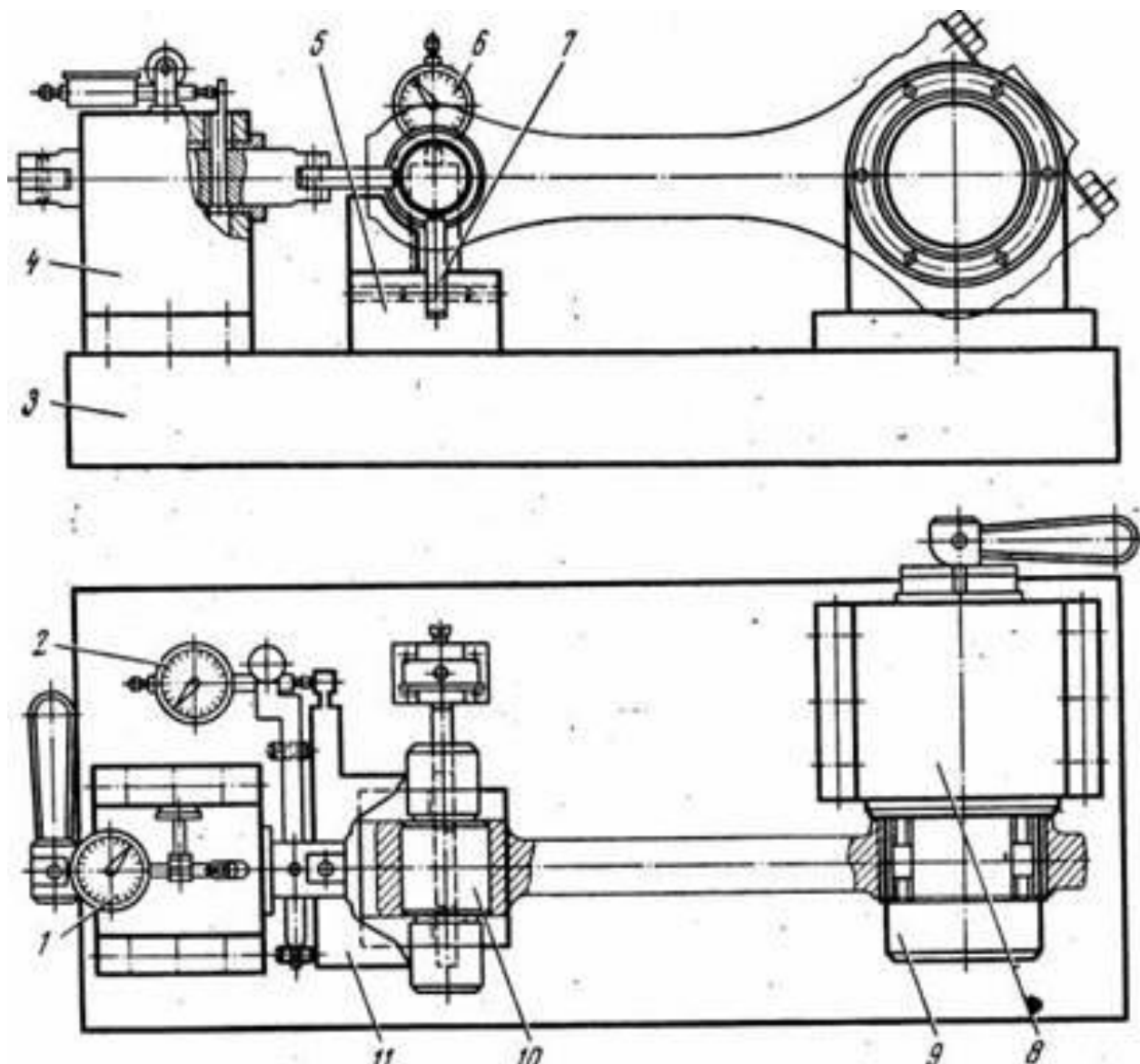


Рис. 1. Приспособление для контроля шатуна: 2, 6 — индикатор; 3 — основание; 4 — корпус; 5 — стойка; 7 — упор; 9 — базовый палец; 10 — установочный палец; U — скоба

4.4 Изгиб и скрученность шатуна проверяют на приспособлении, которое состоит из чугунной станины, по продольным направляющим которой может перемещаться каретка с двумя парами измерительных плоскостей. На площадке станины имеется две призмы с наклонными закаленными упорами для установки поршневого пальца, зажимаемого рычагом и винтами. Обе призмы можно перемещать по станине в поперечном направлении и закреплять винтом.

В комплект прибора входят два центратора: один для шатунов двигателей автомобилей ГАЗ и ЗИЛ, второй для двигателей ЯАЗ. Для проверки во втулку верхней головки шатуна вставляют слегка смазанный поршневой палец,

который должен входить в отверстие втулки с некоторым усилием.

В отверстие нижней головки вставляют центратор и вращением регулировочной гайки доводят штифт центратора до упора в стенку крышки головки шатуна.

Шатун накладывают на приспособление так, чтобы поршневой палец поместился на упорах призм. Расстояние между стенками упоров и торцами верхней головки шатуна должно быть 1-2 мм. В случае необходимости призмы передвигают и поршневой палец закрепляют зажимами. Поднимая нижнюю головку шатуна из горизонтального положения в вертикальное и опуская её обратно, проверяет качество крепления поршневого пальца в призмах.

Затем передвигают каретку к нижней головке шатуна, укладывают концы оправки центратора на горизонтальные измерительные плоскости и осторожно продолжают передвигать каретку до упора ее вертикальных измерительных плоскостей в оправку.

Если оправка центратора плотно (без зазора) прилегает к измерительным плоскостям каретки, то шатун не имеет изгиба и скрученности. При скрученном шатуне между одним из концов оправки центратора и горизонтальной измерительной поверхностью каретки будет зазор. При изогнутом шатуне зазор будет у вертикальной измерительной плоскости. Величину зазора измеряют щупом.

В технических условиях величина допустимого изгиба и скручивания обычно дается на 100 мм длины шатуна, расстояние же между осями измерительных плоскостей приспособления равно 200 мм. Поэтому для получения данных, сравнимых с требованиями технических условий, результаты, полученные при измерении зазоров щупом, необходимо разделить на 2.

Отчет составляется по следующей форме.

5.1 Характеристика шатуна дается в виде таблицы 1.

Таблица 1

Марка автомобиля	Материал детали	Термическая обработка	Твердость

Записать допустимые размеры и отклонения шатуна: параллельность осей отверстий верхней и нижней головок шатуна (изгиб) на длине мм

допускается не более мм, величина отклонения от положения в одной плоскости осей отверстий верхней и нижней головок шатуна (скрученность) допускается не более мм на длине 100 мм. Допустимое расстояние между осями отверстий верхней и нижней головок шатуна.....мм.

5.2 Оборудование, приборы, инструменты и их краткая характеристика.

5.3 Данные измерений шатуна оформить таблицей 2.

Таблица 2

Наименование дефектов	Место измерений	Результаты
Изгиб шатуна	Между вертикальной измерительной плоскостью каретки приспособления и оправкой центратора	
Скручивание шатуна	Между горизонтальной измерительной плоскостью каретки приспособления и оправкой центратора	
Диаметр отверстия верхней головки шатуна	По оси шатуна. Перпендикулярно оси шатуна	
Диаметр отверстия нижней головки шатуна	По оси шатуна. Под углом 45° к оси шатуна	
Расстояние (см.рис.1) между осями верхней и нижней головок шатуна	По схеме (см.рис.1) и расчетам	

5.4 Заключение о степени износа шатуна (брак, годен, возможность ремонта и способ ремонта):

- а) по результатам внешнего осмотра;
- б) по результатам измерений.

Практическая работа № 5

Комплектование поршней и гильз цилиндров

Цель работы – закрепление знаний по устройству шатунно-поршневой группы, формирование знаний и умений по разборке, сборке и комплектованию шатунно-поршневой группы.

Материально-техническое обеспечение: набор ключей, динамометрический ключ, съемник для снятия поршневых колец, молоток, латунная оправка, щуп, индикаторный нутромер, приспособление для установки колец, шатунно-поршневая группа.

Ход работы

1. Снять поршневые кольца при помощи специального съемника

Усики съемника вводятся в зазор замка кольца, затем рукоятка съемника сжимается, кольцо разжимается и снимается с поршня (рисунок 1).



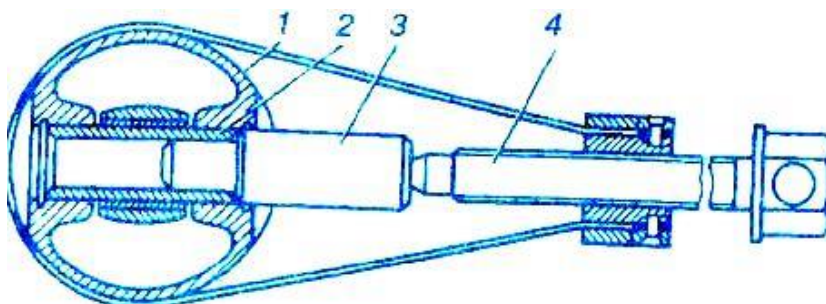
Рисунок 1 – Снятие поршневых колец

2. Удалить из канавок бобышек поршня стопорные кольца
3. Нагреть поршень в воде до 60 – 85⁰С

На двигателях ВАЗ нагрев поршня не производится.

4. Выпрессовать поршневой палец при помощи молотка через латунную оправку

Также поршневой палец можно выпрессовать при помощи пресса с оправкой или специального винтового съемника (рисунок 2).



1 – поршни, 2 – поршневой палец, 3 – оправка, 4 – болт

Рисунок 2 – Выпрессовка поршневого пальца из поршня съемником

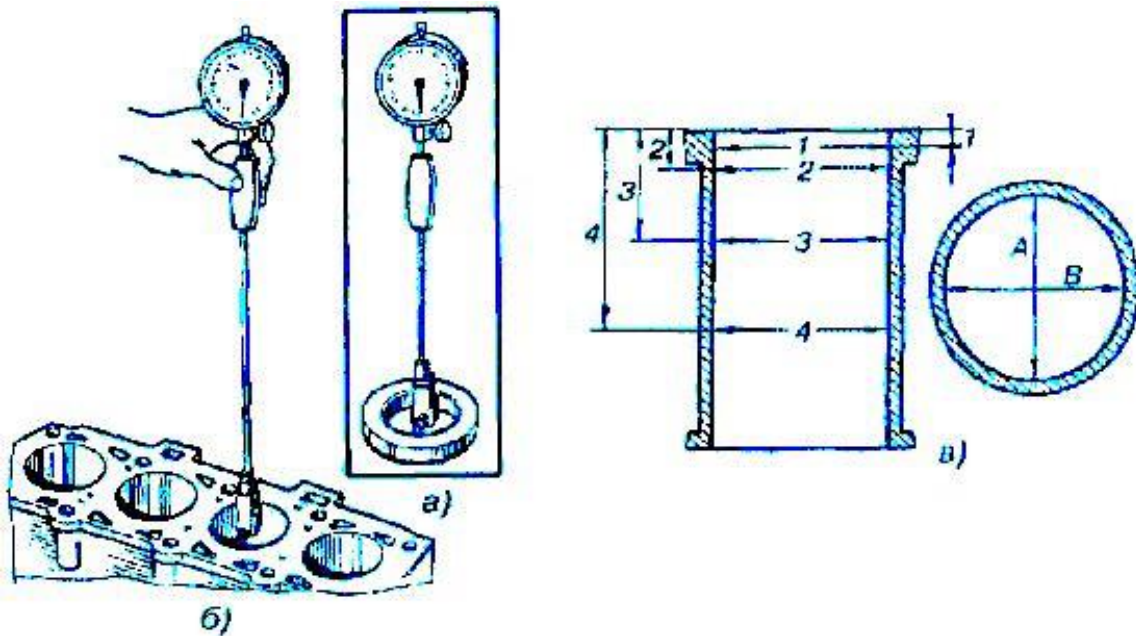
При допустимом износе детали шатунно-поршневой группы могут быть повторно использованы, их необходимо пометить и установить при последующей сборке на свои прежние места.

5. Очистить детали поршневой группы
6. Выполнить дефектовку деталей шатунно-поршневой группы

Визуально осмотреть детали шатунно-поршневой группы для определения их технического состояния.

7. Произвести комплектование деталей и подборку отдельных узлов
1. Произвести подбор поршней к цилиндрам (гильзам) по размерам при необходимости замены поршней

Между гильзами и поршнями должен быть обеспечен оптимальный зазор, равный 0,05...0,07 мм. Для этого производится измерение цилиндров в нескольких поясах по высоте в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью индикаторного нутромера (рисунок 3).



а – установка нутромера на ноль по калибру, б – проведение замера, в – пояса замеров, А и В – направления измерений, 1, 2, 3, 4 – номера поясов

Рисунок 3 – Измерение цилиндров индикаторным нутромером

Глубина поясов для замера цилиндров приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Пояса для замеров цилиндров двигателей

№ пояса замера	Глубина пояса замера от верхней плоскости блока (гильзы) цилиндров, мм			
	ВАЗ-2108	МеМЗ-245	ВАЗ-2105, 2106	УЗАМ-331,-412
1	5	10	5	10
2	15	53	15	50
3	45	77	50	100
4	80	-	90	125

Измерение диаметра поршня производится только в плоскости, перпендикулярной поршневому пальцу на расстоянии от днища поршня 51,5

мм у ВАЗ-2108; 52,4 мм у ВАЗ-2106; на расстоянии 22,5 мм от нижнего торца юбки поршня у УЗАМ-331, -412.

Подбор поршней к цилиндрам производится без поршневых колец при комнатной температуре.

2. Произвести подбор поршней к цилиндрам (гильзам) по массе при необходимости замены поршней

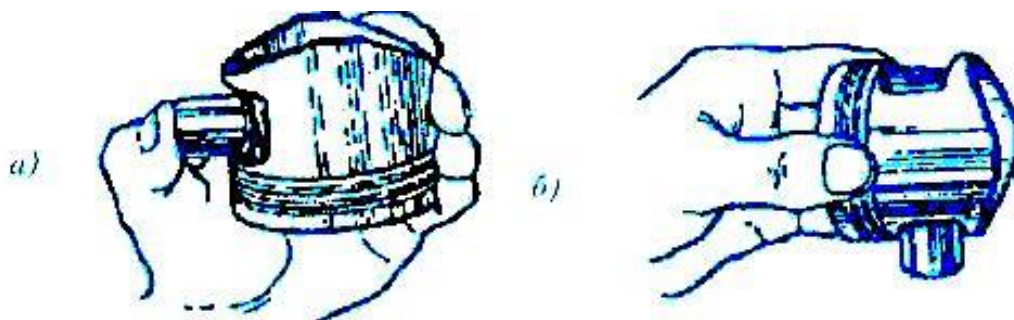
Массы самого легкого и самого тяжелого поршней на одном двигателе не должны различаться более чем на 2,5...3,0г, в связи с чем поршни при изготовлении сортируются по массе на соответствующие группы и имеют необходимую маркировку.

3. Произвести подбор поршневого комплекта по размерной группе и массе

В одном цилиндре должны быть установлены поршень, поршневые кольца, палец и шатун одной размерной группы. Массы поршневых комплектов разных цилиндров одного двигателя не должны различаться между собой по массе более чем на 8г. Шатуны, устанавливаемые на один двигатель, также не должны отличаться по массе более чем на 8г. При необходимости замены одного шатуна производится его подгонка по массе путем снятия металла с бобышек на крышке и головке шатуна.

4. Произвести подбор поршневых пальцев к поршням и шатунам

На двигателях ВАЗ палец, смазанный моторным маслом, должен входить нажимом большого пальца в отверстие поршня и не выпадать из него под действием собственной массы, а в головку шатуна входить с натягом, после нагрева шатуна до 240⁰С. На остальных двигателях поршневой палец должен от усилия пальца руки входить в верхнюю головку шатуна, а в отверстие поршня с натягом, после нагрева поршня в воде до 60 – 85⁰С (рисунок 4).



а – установка пальца, б – проверка его посадки

Рисунок 4 – Подбор поршневых пальцев

5. Собрать поршень, шатун и поршневой палец

При сборке нагревается поршень, на двигателях ВАЗ шатун. Для запресовки поршневого пальца в верхнюю головку шатуна и в поршень на двигателях ВАЗ следует использовать специальную оправку (рисунок 5).



1 – рукоятка оправки, 2 – поршневой палец, 3 – направляющая, 4 – дистанционное кольцо

Рисунок 5 – Запрессовка поршневого пальца двигателя ВАЗ в верхнюю головку шатуна

Палец фиксируется в бобышках поршня с помощью стопорных колец.

6. Произвести подбор поршневых колец

Поршневые кольца подбираются к цилиндрам в соответствии с размерами по зазору в замке кольца, вставленного в соответствующий цилиндр двигателя (рисунок 6, а) и зазору между торцом кольца и его канавкой в поршне (рисунок 6, б).

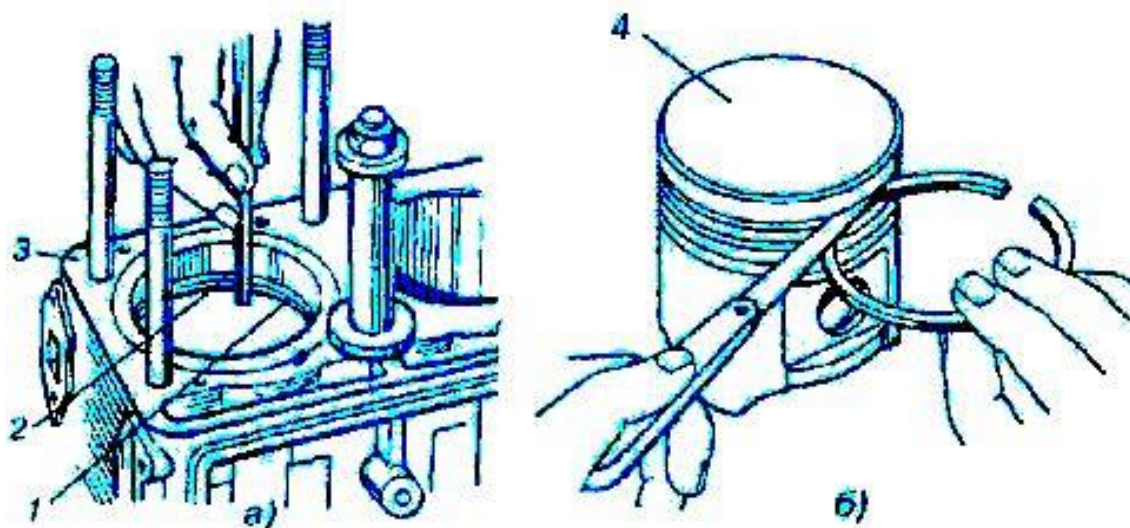


Рисунок 6 – Подбор поршневых колец

а – проверка зазора в замке поршневого кольца, б – проверка зазора между поршневым кольцом и канавкой, 1 – поршневое кольцо, 2 – щуп, 3 – блок цилиндров, 4 – поршень

Зазоры, рекомендуемые при подборе поршневых колец, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Двигатель	Зазор в замке, мм	Зазор между кольцом и канавкой поршня, мм	
		компрессионного	маслосъемного
ВАЗ-2108	0,25...0,4	0,04...0,0075 ^{а2}	0,02...0,055
	0,025...0,5 ^{а1}	0,03...0,0065 ^{а3}	
МеМЗ-245	0,21...0,55	0,045...0,077 ^{а2}	-
	0,9...1,5 ^{а1}	0,025...0,057 ^{а3}	
ВАЗ-2105, 2106	0,03...0,45 ^{а2}		0,020...0,0052
	0,25...0,4 ^{а3}	0,25...0,057 ^{а3}	
УЗАМ-331, 412	0,35...0,45	0,06...0,87 ^{а2}	0,041...0,068
ЗМЗ-402	0,3...0,5	0,05...0,082	0,135...0,335
	...0,7 ^{а1}		

*1 – маслосъемное кольцо, *2 – верхнее компрессионное кольцо, *3 – нижнее компрессионное кольцо

7.7 Установить кольца в канавки поршня с помощью специального приспособления

Поршневые кольца устанавливаются на поршень так, чтобы замки соседних поршневых колец не должны находиться на линии, а должны располагаться под углами 90°...180°. При установке трех поршневых колец выдерживают одинаковые углы между их замками, равные 120°.

8. Проверить правильность сборки
9. Сделать вывод по проделанной работе

Практическая работа № 6

Комплектование деталей кривошипно-шатунного механизма

Цель работы:

Изучить устройство и детали входящие в кривошипно - шатунную группу двигателя внутреннего сгорания. Понять какую работу выполняют детали КШМ и как они конструктивно устроены.

Пояснение к работе:

В состав кривошипно-шатунного механизма двигателя входят две группы деталей: неподвижные и подвижные. К неподвижным деталям относятся блок цилиндров, служащий остовом двигателя, цилиндры, головка блока или головки цилиндров и поддон картера. Подвижными деталями являются поршни с кольцами и поршневыми пальцами, шатун, коленчатый вал, маховик.

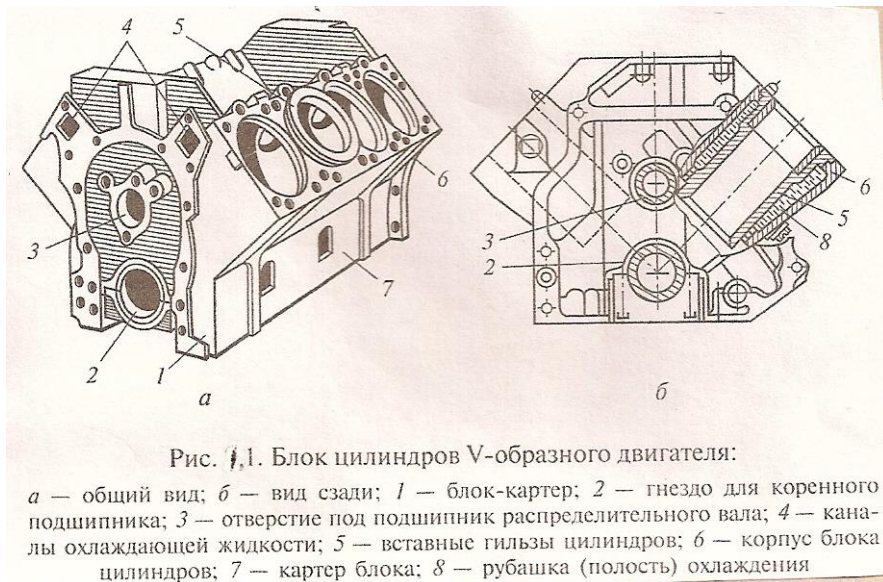


Рис. 1.1. Блок цилиндров V-образного двигателя:

a — общий вид; *б* — вид сзади; 1 — блок-картер; 2 — гнездо для коренного подшипника; 3 — отверстие под подшипник распределительного вала; 4 — каналы охлаждающей жидкости; 5 — вставные гильзы цилиндров; 6 — корпус блока цилиндров; 7 — картер блока; 8 — рубашка (полость) охлаждения

У двигателей блок цилиндров (рис. 1.1) представляет собой массивный литой корпус 6, снаружи и внутри которого монтируются все механизмы и системы.

Нижняя часть блока цилиндров является картером 7, в литых поперечинах которого расположены опорные гнезда для коренных подшипников 2 коленчатого вала. Такую отливку часто называют блок – картером 1.

В блоке цилиндров растачиваются цилиндры, в которых совершают работу поршни. Цилиндры с жидкостным охлаждением выполняют с двойными стенками, причем внутренняя стенка образует гильзу цилиндра. Полость между гильзой и наружной стенкой заполнена охлаждающей жидкостью. Гильзы цилиндров являются направляющими для поршней, в которых они совершают работу, осуществляя возвратно – поступательное движение под действием газов, образующихся в результате сгорания горючей смеси.

Изготавливают гильзы из специального чугуна. На наружной поверхности имеется одна или две посадочные поверхности крепления гильзы в блоке цилиндров. Внутреннюю поверхность цилиндра подвергают закалке с нагревом ТВЧ и тщательно обрабатывают, получая «зеркальную» поверхность, верхняя часть цилиндра наиболее нагружена, так как здесь происходит сгорание рабочей смеси, сопровождаемое резким повышением давления и температуры. Кроме того, в этой зоне происходит перекладка поршня, сопровождаемая ударными нагрузками на стенки цилиндра. Для повышения износостойкости верхней части цилиндров в карбюраторных двигателях применяют вставки из специального износостойкого чугуна, запрессованные в верхней части цилиндра. Толщина вставки 2-4 мм, высота 40-50 мм, используемый материал - аустенитный чугун.

«Мокрые» гильзы могут быть установлены в блок-картер с центровкой по одному или двум поясам. Первый способ применяется для постановки гильзы в алюминиевые блоки, второй - в чугунные блоки.

Для уплотнения нижнего центрирующего пояса «мокрых» гильз применяют резиновые кольца. Гильзы с центровкой по одному нижнему поясу уплотняются одной медной прокладкой под торцевой плоскостью буртика.

Головка блока цилиндров закрывает цилиндры и образует верхнюю часть рабочей полости двигателя, в ней частично или полностью размещаются камеры сгорания. Головки блока цилиндров отливают из легированного серого чугуна или алюминиевого сплава. Чаще всего они являются общими для всех цилиндров, образующих ряд.

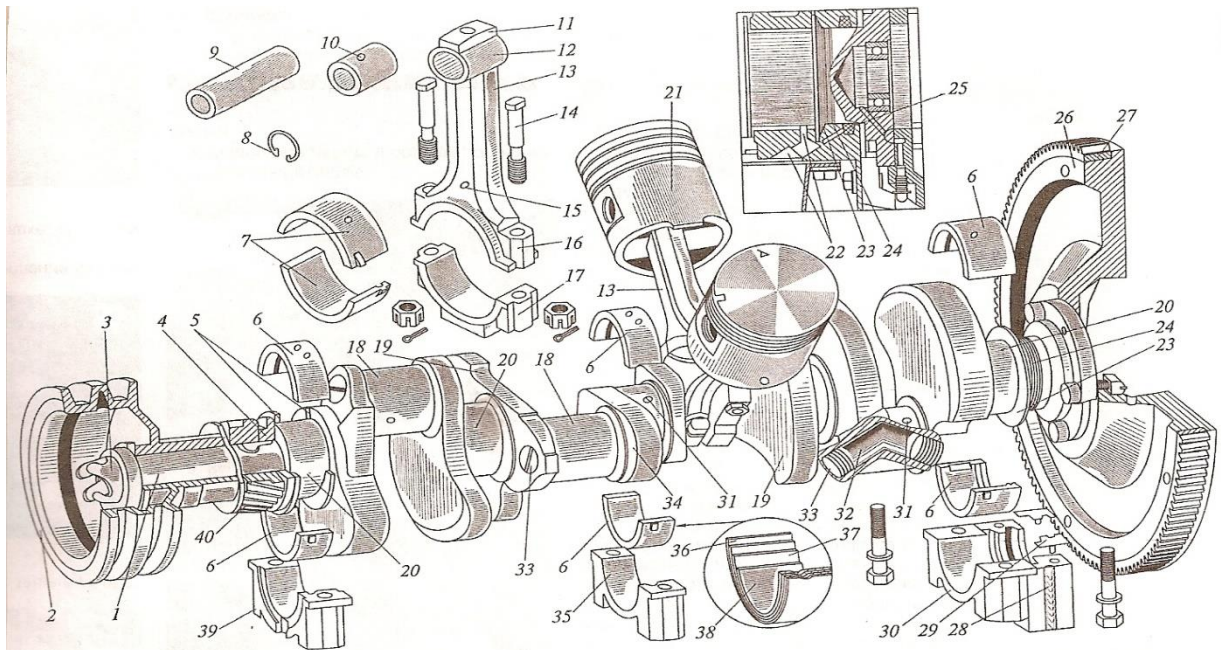
В головках блока цилиндров размещаются гнезда и направляющие втулки клапанов, впускные и выпускные каналы. Их внутренние полости образуют рубашку для охлаждающей жидкости. В верхней части имеются опорные площадки для крепления деталей клапанного механизма. В конструкциях с верхним расположением распределительного вала предусмотрены соответствующие опоры. Для уплотнения стыка головки блока цилиндров и блока цилиндров применяют сталеасбестовую уплотняющую прокладку, предотвращающую прорыв газов наружу и исключаящую проникновение охлаждающей жидкости и масла в цилиндры. В двигателях воздушного охлаждения головки блока цилиндров делают ребренными. Причем ребра располагают по движению потока охлаждающего воздуха

так, чтобы обеспечивался более эффективный теплоотвод.

Поддон картера закрывает КШМ снизу и одновременно является резервуаром для масла. Поддоны изготавливают штамповкой из листовой стали или отливают из алюминиевых сплавов. Внутри поддонов могут выполняться лотки и перегородки, препятствующие перемешиванию и взбалтыванию масла при движении автомобиля по неровным дорогам. Привалочная поверхность, стыкующаяся с блок - картером, имеет отбортовку металла и усиливается для придания жесткости стальной полосой, приваренной по периметру. В нижней точке поддона приваривается бобышка с резьбовым отверстием для сливной пробки масла.

Подвижная группа включает в себя поршень, поршневые кольца, поршневой палец. Поршень воспринимает усилие расширяющихся газов при

рабочем ходе, и передает его через шатун на кривошип коленчатого вала. Детали шатунной группы и коленчатого вала приведены на рисунке 1.2



1.2 Детали шатунной группы и коленчатого вала:

1 - носок коленчатого вала; 2 - шкив; 3 - храповик; 4 – распорно - упорная шайба; 5 - биметаллические упорные шайбы переднего коренного подшипника; 6 - вкладыш коренного подшипника; 7 - вкладыш шатунного подшипника; 8 стопорное кольцо; 9 - поршневой палец; 10 - втулка; 11- отверстие для смазки поршневого пальца; 12 - верхняя головка шатуна; 13 - шатун; 14 - болт крышки шатуна; 15 - бобышка шатуна; 16 - нижняя головка шатуна; 17 - крышка шатуна; 18 - шатунная шейка; 19 - противовес щеки; 20 - коренная шейка; 21 - поршень; 22 - дренажные канавки для слива масла; 23 - маслосбрасывающий гребень задней коренной шейки; 24 - маслоотгонные спиральные витки; 25 - сальник заднего коренного подшипника; 26 - маховик; 27 - зубчатый венец; 28 - деревянный боковой уплотнитель; 29 - резиновая уплотнительная прокладка; 30 - крышка заднего коренного подшипника; 31 - канал для смазки шатунного подшипника; 32 - центробежная ловушка для очистки масла; 33 пробка ловушки; 34 - щека; 35 - крышка среднего коренного подшипника; 36 вкладыш; 37 - медно-никелевый подслои; 38 - антифрикционный сплав СОС 6-6;

39 - крышка переднего коренного подшипника; 40 - шестерня

Шатунно – поршневая группа представлена на рисунке 1.3

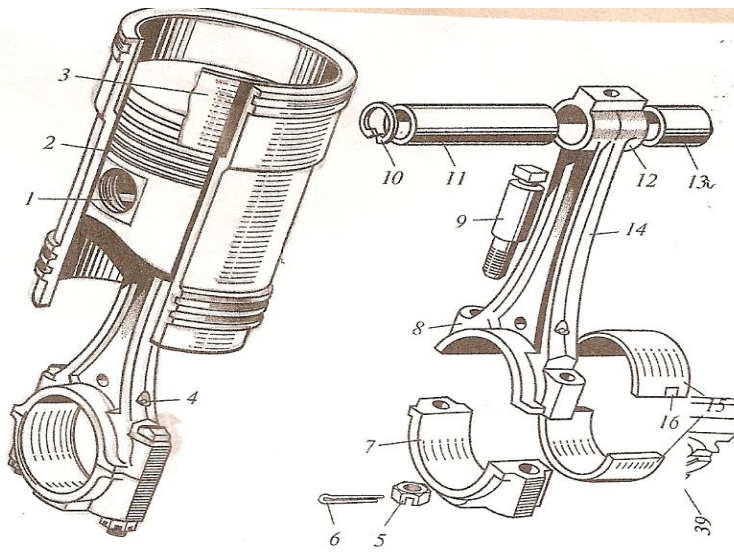


Рис. 1.3. Шатунно-поршневая группа:

1 — бобышки; 2 — поршень; 3 — «сухая» вставка гильзы цилиндров; 4 — отверстие в шатуне; 5 — гайка; 6 — шплинт; 7 — крышка; 8 — нижняя головка шатуна; 9 — болт; 10 — стопорное кольцо; 11 — поршневой палец; 12 — верхняя головка шатуна; 13 — втулка; 14 — стержень шатуна; 15 — тонкостенные стальные вкладыши; 16 — выступы (усики)

Поршневые кольца предназначены для уплотнения и герметизации соединения поршень – цилиндр. На рисунке 1.4 приведены три компрессионных и одно маслоъемное кольцо.

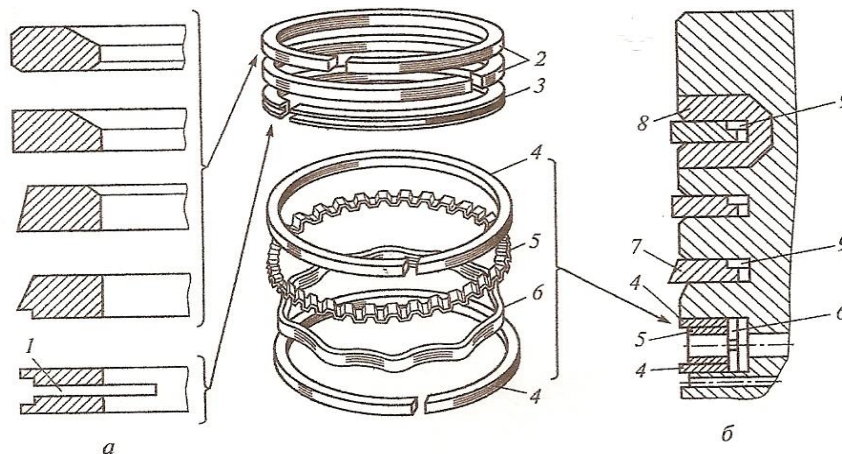


Рис. 1.4 Поршневые кольца:

а — типы поршневых колец; б — расположение колец на поршне; 1 — прорези для прохода масла; 2 — верхние компрессионные кольца; 3 — маслоъемное кольцо; 4 — кольцевые диски составного кольца; 5, 6 — соответственно осевой и радиальный расширители; 7 — нижнее компрессионное кольцо; 8 — чугунная вставка; 9 — внутренние выточки компрессионных колец

Задание студентам:

При домашней подготовке к практической работе повторить устройство кривошипно - шатунного механизма, изучить назначение деталей. На блоке цилиндров, установленном на поворотном стенде, отверните снизу поддон картера и снимите его. Заблокируйте маховик фиксатором и отверните его. Отверните гайки шатунных болтов и снимите крышки шатунов. Снимите крышки коренных подшипников. Выньте коленчатый вал, верхние вкладыши, и поршни с шатунами. Пометьте поршни, шатуны и крышки. Изучите устройство

деталей КШМ, осмотрите состояние трущихся деталей. Соберите шатунно - поршневую группу. Установите коленчатый вал. Соедините шатуны с коленчатым валом. Сборку произведите в обратном порядке с учетом меток. В отчете по практической работе дать описание конструкции КШМ и входящих в механизм деталей.

Порядок выполнения практической работы:

На учебном стенде блока цилиндров:

1. Отверните 16 болтов и снимите картер.
2. Снимите маслосборник.
3. Отверните крышку и корпус масляного насоса.
4. Отверните гайки шатунных болтов и снимите крышки шатунов, выньте поршни с шатунами, при этом пометьте шатуны, поршни и крышки.
5. За зубчатый венец зафиксируйте от проворота маховик и отверните болты крепления маховика, снимите его.
6. Снимите сальники коленвала.
7. Отверните крышки коренных подшипников и снимите их вместе с вкладышами.
8. Снимите коленчатый вал.
9. Снимите вкладыши и упорные полукольца, пометьте их.
10. Изучите все детали КШМ.
11. Соберите блок цилиндров в обратном порядке.

Контрольные вопросы:

1. Как удерживается от проворота коренные и шатунные вкладыши?
2. Зачем устанавливают упорные полукольца?
3. Перечислите основные части поршня.
4. Какие виды гильз вы знаете?
5. Какой зазор устанавливается между юбкой поршня и зеркалом цилиндра?
6. Перечислите детали КШМ.
7. Расскажите об устройстве и работе поршневых колец.
8. Как устроены коленчатые валы?
9. Как устроены блоки цилиндров и головки цилиндров, и как они соединяются?

Практическая работа № 7

Сборка агрегатов и машин. Разработка технологической схемы

Цель: приобрести умения построения технологической схемы сборки и разработки технологического процесса сборки.

Необходимая документация и инструмент:

1. Сборочный чертеж изделия
2. Спецификация
3. Чертежные принадлежности

Содержание работы

1. Проанализировать сборочный чертеж изделия и установить; наименование объекта сборки, его назначение, краткое описание его устройства, принципа действия, массы, габаритных размеров, технических требований, предъявляемых к нему.
2. Установить состав объекта сборки расчленением его на сборочные единицы разных порядков. (Пример таблица I)
3. Выявить сборочную единицу, которая должна быть принята при сборке за базовую. (Какая деталь является базовой в базовой сборочной единице?)
4. Построить технологическую схему сборки в соответствии с ГОСТ 23887-79. Пример схемы на рисунке 2. На этой схеме приняты следующие обозначения: вертикальные линии со стрелками обозначают последовательность сборки сборочных единиц (узлов), а горизонтальная линия в центре схемы - общую сборку изделия. В прямоугольниках помещены наименования деталей и номера их позиций; в прямоугольниках с утолщенной линией основания - наименования узлов; в прямоугольнике с двумя утолщенными линиями - наименование изделия. Условные обозначения, содержащие технологические указания: Ст - сборка на стенде; Вр - сборка на верстаке; С - сверлильные работы; В - выверка; Конт - контроль; И - испытание; ОК - окраска.
5. Разработать технологический процесс сборки изделия. Содержание сборочных операций необходимо установить таким образом, чтобы на каждом рабочем месте выполнялась однородная по своему характеру и технологически законченная операция. Это позволит сборщику лучше специализироваться.
6. Оформить технологическую документацию.

7. Выводы и предложения. Какие мероприятия можно провести для совершенствования рассматриваемого технологического процесса сборки.

Сборочный чертеж пневматического цилиндра.

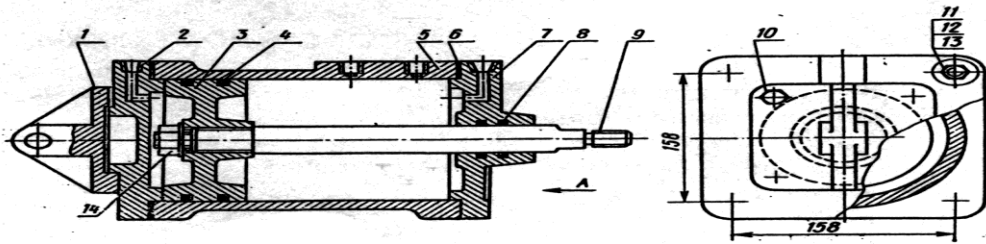


Рисунок 1.

Таблица 1. Состав объекта сборки

№ позиции детали п/п	Наименование детали	Число деталей	№ позиции детали		Число деталей
			п/п	п/п	
1	Фланец	1	8	Кольцо	2
2	Крышка	1	9	Шток	1
3	Поршень	1	10	Болт М10×38	4
4	Кольцо	2	11	Шпилька М12×42	8
5	Цилиндр	1	12	Гайка М12	8
6	Прокладка	2	13	Шайба 12	8
7	Крышка	1	14	Гайка М20	1

Технологическая схема сборки

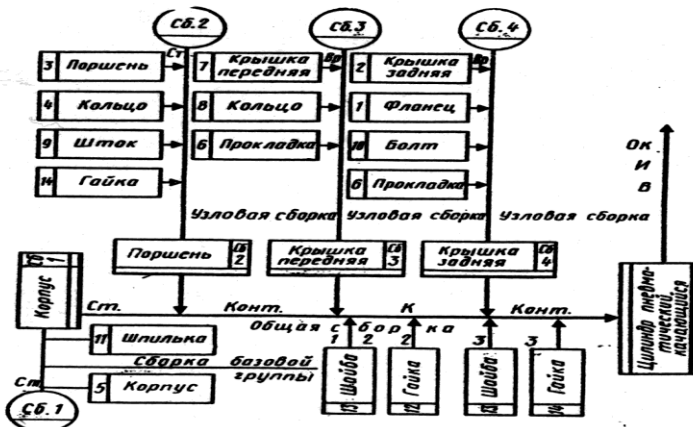


Рисунок 2

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под технологической схемой сборки?
2. Что означает термин «Узел», «Подузел»?
3. Какие операции входят в технологический процесс сборки?

Отчет: выполняется по приведенному плану на листах формата А4.

Практическая работа № 8

Разработка технологической карты обкатки двигателя ЯМЗ-238

Описание работы

Обкатка двигателя происходит в течение первых 50 часов работы. В этот период рекомендуется избегать полных нагрузок и высоких оборотов двигателя. В период обкатки происходит равномерная приработка деталей цилиндро-поршневой группы, шестерен, подшипников и других деталей в целях сокращения их последующего износа, стабилизируется расход масла. Перегрузка в этот период отрицательно скажется на приработке деталей и повлечет за собой сокращение срока службы двигателя.

ОБКАТКА НОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Обкатка двигателя происходит в течение первых 50 часов работы. В этот период рекомендуется избегать полных нагрузок и высоких оборотов двигателя. В период обкатки происходит равномерная приработка деталей цилиндро-поршневой группы, шестерен, подшипников и других деталей в целях сокращения их последующего износа, стабилизируется расход масла. Перегрузка в этот период отрицательно скажется на приработке деталей и повлечет за собой сокращение срока службы двигателя.

При эксплуатации двигателя в период обкатки допускается выделение смеси топлива и масла через систему выпуска, образование масляных пятен в местах сальниковых уплотнений, не влияющих на расход масла, "потение" в соединениях систем топливоподачи, смазывания и охлаждения, выделение отдельных капель охлаждающей жидкости или смеси ее со смазкой через дренаж водяного насоса, образование отдельных капель масла и выделение конденсата через сапун, не нарушающие нормальную работу двигателя.

По окончании приработки цилиндро-поршневой группы выброс топливно-масляной смеси прекращается.

При работе двигателя следить за появлением посторонних шумов.

В начале обкатки двигателя необходимо проверить подачу масла к подшипникам коромысел и герметичность уплотнения форсунок в головках цилиндров. После пуска двигателя проверить герметичность соединений в системе питания двигателя топливом.

Температура воды, выходящей из двигателя, должна поддерживаться в пределах 75-95 С. При этом разность температур воды в правом и левом рядах цилиндров не должна превышать 5 С.

Температура масла в поддоне должна поддерживаться с помощью технологических масляных радиаторов в пределах 80-95 С.

При работе прогретого до нормальной температуры двигателя свечение лампы сигнализатора масляного фильтра не допускается на всех режимах работы двигателя. В противном случае необходимо заменить фильтрующие элементы.

Давление масла в магистрали при температуре масла 80-95 С должно быть в пределах 5-7 кгс/см при частоте вращения коленчатого вала $n=2100$ об./мин. и не менее 1 кгс/см при $n=500-600$ об./мин.

На время обкатки и испытания в поддон двигателя, корпус топливного насоса высокого давления и корпус регулятора частоты вращения заливается масло М10Г2К до верхних меток указателей уровня масла.

Двигатель, прошедший заводскую обкатку и испытание, должен иметь контрольную карту с указанием номера стенда, времени начала и окончания обкатки и испытания, причины остановки, обнаруженные недостатки и дефекты, произведенные исправления и регулировки.

Обкатку и испытание можно начинать, убедившись в исправности двигателя, наличии топлива, охлаждающей жидкости и масла в соответствующих системах.

РЕЖИМЫ ПРИРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ-238

Стадия приработки	Частота вращения коленвала, об./мин.	Нагрузка, л. с.	Время, мин.
Холодная	500	-	40
	700	-	30
Горячая без нагрузки	1000	-	15
Горячая под нагрузкой	1100	50	25
	1300	68	20
	1500	110	30
	1700	170	20

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБКАТКИ

Для приработки и испытания двигателей следует применять специальные стенды. Рекомендуется использовать стенды СТЭ-160-1500 с электротормозами производства Московского электромеханического завода имени Владимира Ильича. На этих стендах можно

испытывать двигатели ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 всех модификаций. Характеристики электротормозов для испытательных стендов приведены в табл. 1.

Таблица 1 Характеристики электротормозов для испытательных стендов

Показатель	Электротормоз	
	АКБ-101-4	АК-102-4
Мощность, кВт	160	160
Крутящий момент, кгс*м	1500	1500
Синхронная частота вращения, об/мин	107	110
Предельная частота вращения при работе в генераторном режиме с номинальным крутящим моментом, Об/мин	3000	2500

Стенд для приработки и испытания двигателя должен иметь оборудование, необходимое для измерения мощности двигателя, частоты вращения коленчатого вала, часового расхода топлива, температуры воды, выходящей из двигателя (из правой и левой водяных труб), температуры масла в поддоне двигателя, давления масла в магистрали, угла опережения впрыска топлива в градусах угла поворота коленчатого вала.

На погруженном конце топливопровода, отводящего топливо от двигателя, устанавливают отражатель, препятствующий прямому направлению струи топлива на днище бачка и способствующий выравниванию температуры топлива в бачке. Двигатель, устанавливаемый на стенд, должен быть полностью укомплектован (за исключением крыльчатки вентилятора, генератора, компрессора). Приработка и испытание двигателя производится на дизельном топливе марки Л. На время приработки в поддон двигателя, корпус ТНВД и корпус регулятора заливают дизельное масло до верхних меток указателей уровня масла. В воздушные фильтры заливается дизельное масло в количестве 1,4 л. Температуру масла поддерживают при помощи технологических масляных радиаторов (в начале обкатки не ниже 50° С).

Приработка и испытание двигателя производятся на специальных режимах и включают в себя холодную и горячую обкатку, контрольную приемку.

Холодная обкатка двигателя.

Перед пуском стенда коленчатый вал необходимо несколько раз провернуть вручную, чтобы убедиться в исправности двигателя и в правильной его установке на стенде, проверить и при необходимости отрегулировать

тепловые зазоры в клапанном механизме. В процессе обкатки проверяется давление масла в системе, подача масла к подшипникам коромысел и герметичность уплотнения форсунок в головках цилиндров. Стетоскопом прослушиваются шумы и стуки распределительных шестерен, шатунных и коренных подшипников, поршневых пальцев и поршней. При обнаружении дефектов обкатка должна быть прекращена, а после устранения продолжена.

По окончании холодной обкатки рекомендуется сменить масло в поддоне двигателя и промыть масляные фильтры. Для промывки ротора центробежного фильтра отвертывают гайку колпака фильтра, снимают колпак и ротор в сборе. Ротор разбирают, удаляют с колпака и ротора осадок, промывают их в дизельном топливе. Фильтр собирают в обратной последовательности, проверив состояние прокладки, чистоту отверстий сопел, состояние шайбы и положение сетки. Для промывки фильтра грубой очистки масла нужно слить масло из корпуса фильтра через отверстие, закрытое пробкой, отвернуть болт крепления колпака фильтра, снять колпак, верхнюю крышку и фильтрующий элемент (фильтры двигателей выпуска до 1970 г. имели по два фильтрующих элемента, вставленных один в другой). Снятый с двигателя фильтрующий элемент помещают на 3 ч в ванну с растворителем (бензином или четыреххлористым углеродом). Через 3 ч элемент промывают мягкой волосяной щеткой, ополаскивают в чистом бензине или четыреххлористом углероде и продувают сжатым воздухом. На время промывки устанавливаются технологические сменные фильтрующие элементы.

По окончании обкатки

1. Осмотреть двигатель, если необходимо, очистить его от пыли и грязи.
2. Проверить момент затяжки гаек шпилек крепления головок цилиндров и, при необходимости, подтянуть их тарированным ключом моментом 240-260 Н•м (24-26 кгс•м)
3. Проверить и, при необходимости, отрегулировать тепловые зазоры в приводе клапанов механизма газораспределения.
4. Подтянуть все внешние резьбовые соединения, устранив возможные подтекания масла, топлива, охлаждающей жидкости.
5. Подтянуть резьбовые соединения муфты привода топливного насоса высокого давления.
6. Проверить и, при необходимости, отрегулировать установочный угол опережения впрыскивания топлива.

7. Проверить и, при необходимости, отрегулировать натяжение приводных ремней.
8. Промыть воздушный фильтр.
9. Проверить момент затяжки крепления стартера.
10. Прогреть двигатель до температуры охлаждающей жидкости 75...90°C.
11. Заменить масло в системе смазки двигателя.
12. Заменить фильтрующий элемент масляного фильтра.
13. Промыть фильтр центробежной очистки масла.
14. Проверить уровень масла в картере коробки передач и, при необходимости, долить.
15. Проверить и, при необходимости, отрегулировать свободный ход муфты выключения сцепления для двухдискового сцепления.

Практическая работа № 9

Разработка технологического процесса ремонта лакокрасочного покрытия

Цель - определить степень повреждения кузова поступающего на ремонт автомобиля, стоимость планируемых работ.

Краткая теория

Кузова автомобилей подразделяются по конструктивному исполнению на два основных вида: рамные и безрамные.

В первом случае на жесткое основание - раму - крепятся двигатель, трансмиссия, подвеска и сам кузов. Кузов, таким образом, не является несущим.

Второй тип кузова - безрамный - называют также модульным. Он состоит из коробчатых жестких конструкций, которые, в свою очередь, собираются из тонких листов металла (1-2 мм) с помощью контактной сварки. Соединение таких элементов с помощью той же сварки дает несущий кузов. Места крепления двигателя, подвески и других тяжелых агрегатов могут усиливаться наваркой пластин, ребер и штамповкой объемных профилей на самом листе.

Для перехода от рамных кузовов к несущим есть несколько причин. Среди них и облегчение конструкции в целом. Немаловажной причиной является необходимость повысить безопасность пассажиров на случай столкновения. Коробчатые конструкции кузова, прежде чем передать энергию удара дальше, сминаются сами и поглощают существенную часть этой энергии. Таким образом, безопасность пассажиров значительно повышается. Для обеспечения пассажирам "пространства выживания" внутри салона усиливают пол кабины, центральные стойки, устанавливают продольные штанги в дверях.

На рис. 1.1 вы можете видеть основу кузова современного легкового автомобиля. Видны элементы усиления в полу кабины, в зоне крепления двигателя и передней подвески, а также в зоне багажника и задней подвески. Кроме того, становится понятно, какие детали кузова входят в основу, а какие являются навесными: навесные на рисунке отсутствуют.

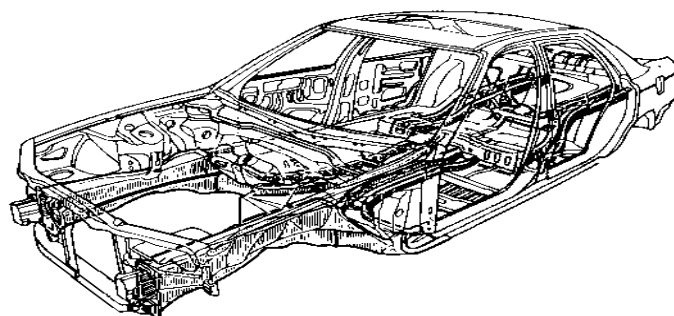


Рис. 1.1. Основа кузова легкового автомобиля

Как правило, даже при несущественной деформации усиленных элементов, а также при смещении опорных ниш стоек подвески, эксплуатационные характеристики автомобиля существенно ухудшаются - неравномерно и ускоренно изнашиваются покрышки, ухудшается управляемость. Элементы усиления крайне сложно вернуть в исходное положение, а если это удастся, то с помощью замены поврежденных деталей на новые или с использованием дорогого и сложного оборудования.

В любом случае необходимо уметь установить смещение деталей и определить границу повреждения. Далее можно срезать поврежденные детали и приварить новые, но главное правильно выбрать места резки и последующего соединения - лучше делать это в местах заводского соединения деталей, а не на середине сплошного листа. На рис. 1.2а вы можете увидеть собранное соединение лонжерона с брызговиком и поперечной передней балкой, на рис. 1.2б эти детали показаны отдельно. На основе этого примера можно понять, как следует отделять поврежденные детали с наименьшим ущербом для кузова. Для подобного разделения достаточно высверлить или разрубить точки контактной сварки.

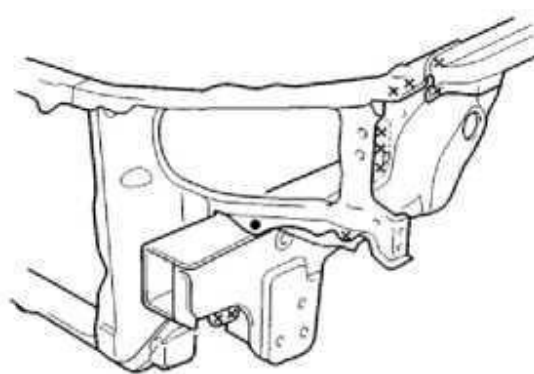


Рис. 1.2а

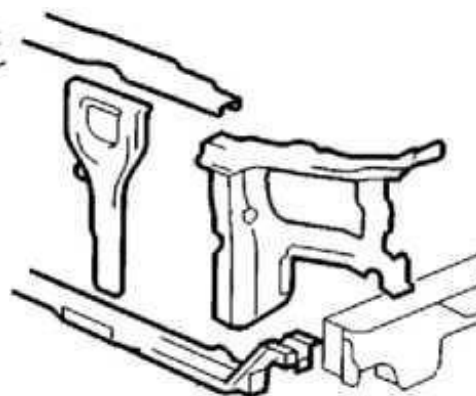


Рис. 1.2б

Так как форму деталей, составляющих кузов, невозможно описать, данная работа является хорошей возможностью для получения необходимых знаний о конструкции кузова.

Ход работы:

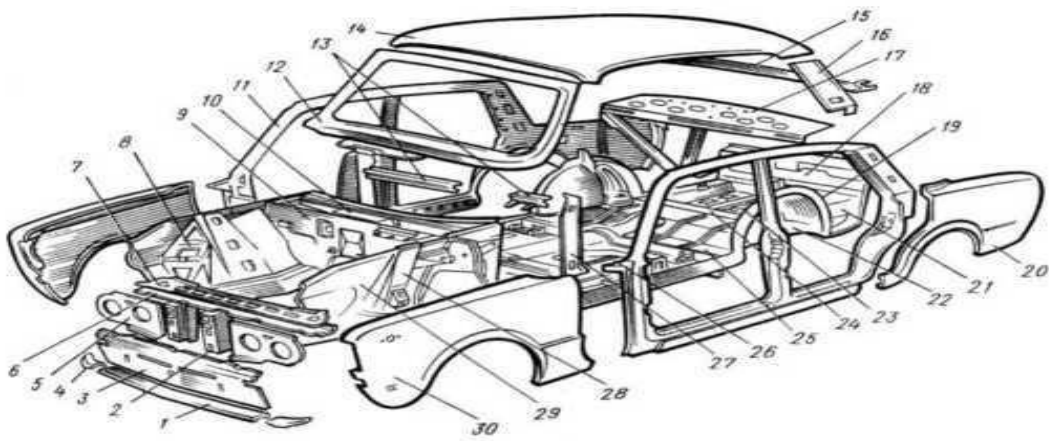


Рис. 1.3. Элементы основы кузова

Работа проводится на основе кузова легкового автомобиля со снятыми навесными элементами. Задача состоит в том, чтобы, пользуясь рисунком 1.3, найти все элементы, из которых состоит основа кузова, дать им названия, и заполнить табл. 1.

- | | | |
|---|----|------------------------------------|
| - центральный брызговик; | 1. | - боковые панели крыши; |
| - скобка передка; | 1. | - рамка задней перегородки; |
| - нижняя панель передка; | 1. | - панель задка (стенка багажника); |
| - боковой брызговик бампера; | 1. | - нижняя поперечина задка; |
| - кожух фары; | 1. | - заднее крыло; |
| - верхняя поперечина передка; | 1. | - лонжероны багажника; |
| - усилитель поперечины; | 1. | - внутренние арки задних колес; |
| - площадка аккумулятора; | 1. | - пол багажника; |
| - щиток передка (задняя стенка капота); | 1. | - поперечина пола багажника; |
| - коробка воздухопритока; | 1. | - задний пол; |
| - боковины кузова; | 1. | - передний пол; |
| - рама ветрового стекла; | 1. | - усилитель боковины; |

- нижняя поперечина 1. приборной панели;
- стойки передней подвески;
- крыша; 1. - брызговики передних крыльев;
- панель заднего окна; 1. - передние крылья.

Следует учитывать, что не все детали, присутствующие на рисунке, есть в исследуемом кузове, и не все детали кузова есть на рис. 1.3. Для некоторых деталей можно подобрать более удачные названия, следуя логике примера.

Таблица 1

№	Название детали	Соединяется с номерами	Виды сварки на соединениях

В таблице следует заполнять сначала первые две колонки, то есть дать деталям названия и присвоить номера. Затем заполняются колонки соединений. Достаточно научиться отличать два вида соединений:

- соединение объемных деталей с помощью точек контактной сварки на разных гранях детали. Такое соединение обычно проще разобрать путем высверливания точек сварки;
- соединение плоских кромок с помощью ряда близкорасположенных точек сварки. При таком соединении обычно спиливают или срубуют поврежденную деталь по линии около места наложения, а её остатки на соседней кромке стачивают точильным кругом.

Отчет включает общее описание кузова, цель работы и таблицу.

Контрольные вопросы:

1. Материалы, используемые при изготовлении кузовов.
2. Технология заводской сборки кузовов.
3. Основные детали кузова и их назначение.
4. Особенности строения современных кузовов.
5. Способы соединения деталей кузова при сборке.
6. Способы разборки соединений точечной сварки.
7. Конструкция защитных элементов (бамперов).

8. Шумовая изоляция современных кузовов.
9. Классификация кузовов по замкнутым объемам.
10. Антигравийные и антикоррозионные покрытия кузовов и места их нанесения.

Практическая работа № 10
Разработка маршрутно-операционных и операционных карт
восстановления деталей, эскиза на операцию
восстановления детали

Цель работы – приобретение навыков разработки маршрутных технологических процессов сборки узлов и механизмов, выбора оборудования и оснащения для проведения сборочных работ.

В данной работе предусматривается разработка маршрутного технологического процесса сборки узла или механизма, составление карт технологического процесса сборки.

Стадии сборочного процесса

Сборочный процесс состоит из следующих стадий:

-ручная слесарная обработка и пригонка (применяется преимущественно в единичном и мелкосерийном производствах), в серийном производстве применяется в незначительном объеме, в массовом производстве эта стадия отсутствует;

-предварительная сборка – соединение деталей в агрегаты, механизмы;

-общая (или окончательная) сборка – сборка всей машины;

-регулирование – установка и выверка правильности взаимодействия частей машины.

В общую сборку могут входить следующие основные операции:

- а) крепление деталей;
- б) сборка деталей неподвижных;
- в) сборка деталей движущихся;
- г) сборка деталей вращающихся;
- д) сборка деталей, передающих движение;
- е) разметка для сборки (в единичном и мелкосерийном производстве);
- ж) взвешивание и балансирование узлов деталей;
- з) установка станин, рам, плит, корпусов.

При расчленении конструкции изделия на отдельные сборочные единицы надо руководствоваться следующими основными положениями:

-выделение того или другого соединения в сборочную единицу должно быть возможным и целесообразным как в конструктивном, так и в технологическом отношении;

-должна быть обеспечена правильная технологическая связь и последовательность сборочных операций;

-на общую сборку должны подаваться в возможно большем количестве предварительно скомплектованные сборочные единицы и в возможно меньшем количестве отдельные детали;

-общая сборка должна быть максимально освобождена от выполнения мелких сборочных соединений и различных вспомогательных работ.

Уменьшение трудоемкости сборки машины на сборочном месте (стенде) достигается:

-обработкой деталей по принципу взаимозаменяемости, исключаяющей ручную слесарную обработку и подгонку размеров деталей по месту;

-применением в возможно большей степени предварительной сборки деталей в узлы и узлов в агрегаты вне места общей сборки всей машины;

-обеспечением сборщиков во избежание простоя своевременной подачей деталей, узлов, материалов, инструмента и приспособлений к сборочному месту;

-возможно более широким применением специальных приспособлений и инструментов в целях уменьшения затрат времени на выполнение сборочных операций и облегчения работы;

-наиболее точным установлением норм времени на все сборочные работы в зависимости от характера и метода выполнения сборочных операций;

- применением поточного метода сборки для уменьшения времени на сборку всей машины, если это возможно по характеру производства.

На последовательность сборки влияют функциональная взаимосвязь элементов изделия, конструкция базовых элементов, условия монтажа силовых и кинематических передач, постановка легко повреждаемых элементов в конце сборки, размеры и масса присоединяемых элементов, а также степень взаимозаменяемости элементов изделия.

При производстве невзаимозаменяемых изделий на последовательность сборки влияют пригоночные работы, промежуточные разборка и сборка соединений, дополнительная обработка, очистка и контроль деталей.

Последовательность разработки и основные рекомендации к составлению маршрутного техпроцесса сборки

Для определения последовательности сборки изучают конструкцию изделия по сборочным чертежам и чертежам деталей. В результате этого устанавливают составляющие изделие сборочные единицы и составные части. Находят также базовую деталь в каждой сборочной единице.

При разбивке на сборочные единицы придерживаются правил:

- сборочная единица должна быть оптимальной по количеству деталей, массе и габаритам: большая затрудняет транспортирование, а дробление сборочных единиц ухудшает комплектование и организацию работ;
- если нужны испытания, обкатка, специальная пригонка узла, то он должен быть выделен в отдельную сборочную единицу;
- сборочная единица не должна при установке на машину (на общей сборке) разбираться;
- количество деталей, идущих отдельно, т. е. без принадлежности к какой-либо сборочной единице, должно быть минимальным;
- удобно, если трудоёмкость сборки большинства сборочных единиц примерно одинакова.

Последовательность общей сборки изделия определяется его конструктивными особенностями и методами достижения требуемой точности замыкающих звеньев.

При разработке последовательности сборки придерживаются следующих правил:

- начинают общую сборку машины с установки базовой детали или узла;
- установленные узлы не должны мешать установке последующих деталей и сборочных единиц;
- желательно в первую очередь устанавливать те узлы и детали, которые участвуют в решении наиболее важных сборочных размерных цепей, т. е. те, которые решают наиболее важную функциональную задачу;
- детали или сборочные единицы, размеры которых являются общими звеньями нескольких размерных цепей, должны устанавливаться в первую очередь.

Например, при сборке двухступенчатого редуктора узел промежуточного вала устанавливают перед установкой узлов входного и выходного валов, поскольку его выходные параметры входят в размерные цепи, определяющие точность зацепления как первой, так и второй ступеней.

По составленной схеме сборки (лабораторно-практическая работа №2) разрабатывают технологический процесс сборки изделия или узла.

При составлении технологического процесса сборки принимают следующий порядок выполнения работ: подготовка и комплектование деталей к сборке, узловая сборка и испытание отдельных узлов, общая сборка изделия, обкатка и испытание, демонтаж, консервация и упаковка (в зависимости от типа производства, вида и габаритов изделия отдельные этапы могут отсутствовать).

Поскольку трудоёмкость сборки часто, например, в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства, определяется не столько трудозатратами на сборочные операции, сколько трудоёмкостью различного рода пригоночно-доделочных и вспомогательных слесарных работ, необходимо уделить серьёзное внимание вопросу исключения или максимального снижения объёма этих работ.

Запись слесарных и сборочных операций производят по ГОСТ 3.1703-79. Наименование операций следует записывать в форме имени существительного, в именительном падеже (кроме операции «Слесарная»), можно с указанием объекта выполняемой операции (например, «Сборка корпуса»). Для операций, включающих несколько различных действий, выполняемых на одном рабочем месте одним исполнителем и относящихся к одному виду работ, можно применять обобщенное наименование (например, «Слесарная» – операция, включающая выполнение таких действий, как разметка, опиловка).

В содержание операции должны быть включены:

- ключевое слово-глагол в неопределённой форме, обозначающее вид действия (сверлить, базировать, опилить, запрессовать и т. д.);
- дополнительная информация, характеризующая число обрабатываемых элементов поверхностей (например, «Сверлить 3 отверстия»);
- наименование объектов производства, необходимых поверхностей и конструктивных элементов;
- информация о размерах и условных обозначениях.

Например: «Опилить заготовку, выдерживая размеры $l=55, b=30$, обеспечивая параллельность плоскостей».

Перечень операций, а также ключевые слова и их коды, применяемые при разработке переходов и слесарно-сборочных операций (ГОСТ 3.1703-79) приведены в приложениях А и Б.

Применение средств технологического оснащения

Для проведения слесарно-сборочных операций в технологическом процессе сборки предусматривают соответствующие средства технологического оснащения, которые включают:

- технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное);

- технологическую оснастку (в том числе инструменты и средства контроля);
- средства механизации и автоматизации.

В состав технологического оборудования сборочного участка входят прессы, нагревательные устройства, установки для охлаждения деталей перед сборкой, балансировочные станки, оборудование гидравлических установок, клепальные машины, металлорежущие станки, сборочные автоматы и др.

При выборе (проектировании) средств технологического оснащения сборочных процессов учитывают тип производства и форму организации, необходимость максимального применения имеющейся стандартной оснастки и оборудования, характер выполняемых слесарно-сборочных операций.

Для определения модели оборудования или технической характеристики средств технологического оснащения выполняют необходимые расчеты (усилия запрессования, температуры нагрева или охлаждения деталей при сборке, усилия клёпки и т. п.).

Средства технологического оснащения выбирают из каталогов, проспектов, справочников, публикаций.

Серьёзное внимание необходимо уделить выбору (разработке) вспомогательного оборудования – транспортного, подъёмного, установочного и т. д., предназначенного для механизации и автоматизации вспомогательных операций при сборке. Выбор осуществляют в зависимости от типа и организационной формы производства, конструктивно-технологических особенностей собираемого изделия.

Пример составления технологии сборки приводится на основе разработки подготовительных операций и одной слесарно-сборочной операции (узловая сборка группы А)

А 005 Комплектовочная

Б Верстак

О Комплектовать изделие согласно спецификации

Т Тара

А 010 Моечная

Б Машина моечная

О Мыть детали, протереть насухо

Т Технические салфетки, масло минеральное

А 015 Слесарно-сборочная (узловая)

Б Стенд сборочный

О Установить вал-шестерню (поз. 6), закрепить. Греть в маслованне подшипники качения (поз. 57) в количестве 2шт. до $t=110^{\circ}\text{C}$, установить на шейки вал-шестерни. Произвести контроль торцового прилегания подшипников к упорным буртикам вал-шестерни.

Т Призмы, набор крепежный, маслованна, терморегулятор, набор щупов торцовых

Составление карт технологического процесса сборки

Для технологических процессов сборки применяют, как правило, маршрутное описание, разработанное на формах 3 и 3а маршрутных карт (МК) по ГОСТ 3.1407-86.

Пример заполнения маршрутных карт сборки приведен в приложении В.

Порядок выполнения работы

1. Получить сборочный узел у преподавателя, использовавшийся в практических работах № 2, 3, 4
2. На основе имеющегося эскиза узла, спецификации и схемы сборки (составлены практических работах № 2, 3, 4) требуется:
 - составить технологический процесс сборки узла;
 - заполнить маршрутные карты сборки.
3. Сделать вывод.

Содержание отчета

1. Наименование работы, цель.
2. Разработанный технологический процесс сборки узла.
3. Маршрутные карты сборки.
4. Вывод.

Перечень основных контрольных вопросов

1. Стадии сборочного процесса.
2. Классификация операций сборки.
3. Правила разработки последовательности сборки.
4. Классификация средств технологического оснащения сборки.
5. Типы производства и организационные формы сборки.

Практическая работа № 11

Расчет норм времени на токарные работы

Расчёт режимов и норм времени токарной обработки

Техническое нормирование токарных работ

Норма времени:

$$T_H = T_o + T_B + T_D + \frac{T_{п.з.}}{nп}$$

где: T_o – основное время (машинное), $T_o = \frac{L_p \cdot i}{nп \cdot S_{пo}}$,

L_p – расчётная длина обработки, мм. Определяется с учётом вида токарной обработки (обточка, расточка, подрезание торцов, проточка канавок).

$$L_p = l + y,$$

где:

l – длина обрабатываемой поверхности по чертежу детали;

y – величина врезания и пробег резца;

i – число проходов (обычно $i=1$);

$S_{пo}$ – паспортное значение подачи, мм/об.

Выбрать подачу $S_{пo}$ по таблицам с учётом материала обрабатываемой детали, материала режущей части инструмента и требуемой чистоты обработки.

Для обработки черновых и прерывистых поверхностей табличное значение подачи уменьшить на 20-35%. Согласовать $S_{пo}$ с паспортными данными станка. Принять $S_{пo} = \dots$ мм/об.

$N_{п}$ – паспортное значение частоты вращения шпинделя станка;

- выбрать табличное значение скорости резания V_p^T ;

- назначить коэффициенты корректирования:

K_M – в зависимости от материала обрабатываемой детали;

$K_{Mр}$ – в зависимости от материала режущей части инструмента;

K_x – в зависимости от состояния обрабатываемой поверхности;

K_{ox} – в зависимости от наличия охлаждения;

- скорректировать скорость резания:

$$V_p^{ск} = V_p^T \cdot K_M \cdot K_{Mр} \cdot K_x \cdot K_{ox};$$

- определить расчётную величину частоты вращения шпинделя станка:

$$nп = \frac{1000 \cdot V_p^{ск}}{\pi \cdot D},$$

где: D – диаметр обрабатываемой детали.

Согласовать с паспортными данными станка n_p .

T_B – вспомогательное время, мин.

$$T_B = T_B^{cy} + T_B^{np} + T_B^{izm}, \text{ мин.}$$

T_B^{cy} – вспомогательное время на установку и снятие детали, зависит от способа установки и крепления;

T_B^{np} – вспомогательное время на проход;

T_B^{izm} – вспомогательное время на измерения, зависит от способа измерения.

Назначается при наличии перехода измерений.

T_d – дополнительное время, мин.

$$T_d = \frac{K(T_0 + T_B)}{100},$$

где: K – процент дополнительного времени. Для токарных работ $K = 8\%$;

$T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время. Устанавливается на партию деталей, зависит от вида обработки и способа установки детали;

P_p – размер производственной партии деталей.

Пример 1.

Определить штучное время на обточку резьбовой шейки после наплавки у поворотной цапфы автомобиля ЗИЛ-4314.10. Обработка ведётся с $D = 42$ мм до $d = 36$ мм на длине $l = 32$ мм. Оборудование: токарно-винторезный станок 1К62.

Дополнительные данные:

- режущий инструмент – резец проходной с твёрдоплавкой пластинкой Т5К10;
- обрабатываемый материал – сталь 40Х;
- $\sigma_B = 400$ МПа.

Решение:

1. Глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{42 - 36}{2} = 3 \text{ мм}$$

Число проходов $i = 1$.

2. Подача S , мм/об. при черновом точении и глубине резания $t=3$ мм, $\sigma_B=400$ МПа.

Табличное значение $S_T = 0,3 - 0,6$ мм/об.

По паспорту станка $S_n^0 = 0,3$ мм/об.

3. Скорость резания V , м/мин.

Табличное значение $V_T = 198$ м/мин.

Корректирование скорости резания:

$K_M = 1,65$ – в зависимости от обрабатываемого материала;

$K_{MP} = 0,95$ – в зависимости от материала резца;

$K_X = 0,65$ – в зависимости от состояния обрабатываемой поверхности;

$K_{OX} = 1,0$ – в зависимости от наличия охлаждения.

Скорректированная скорость резания:

$$V_p^{CK} = 198 \cdot 1,65 \cdot 0,95 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 201,74 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения детали n , об./мин.:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p^{CK}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 201,74}{3,14 \cdot 36} = 1734,67$$

По паспорту станка $n_n = 1600$ об./мин.

5. Расчётная длина обработки

$$L_p = l + y = 32 + 5 = 37 \text{ мм, где: } y = 5 \text{ мм.}$$

6. Основное (машинное время):

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{n \cdot S_n}; T_o = \frac{37 \cdot 1}{1600 \cdot 0,3} = 0,08 \text{ мин.}$$

7. Вспомогательное время:

$$T_B = T_B^{cy} + T_B^{np} = 0,62 + 0,6 = 1,22 \text{ мин.,}$$

где $T_B^{cy} = 0,62$ мин. – вспомогательное время на снятие и установку;

$T_B^{np} = 0,5-0,8$ мин. Принимаем $T_B^{np} = 0,6$ мин. – вспомогательное время, связанное с проходом.

8. Дополнительное время:

$$T_d = \frac{K(T_o + T_B)}{100} = \frac{8(0,08 + 1,22)}{100} = 0,1 \text{ мин. где: } K = 8\%.$$

9. Штучное время:

$$T_H = T_o + T_B + T_d = 0,08 + 1,22 + 0,1 = 1,4 \text{ мин.}$$

Практическая работа № 12

Нормирование работ на сверлильных станках

Норма времени:

$$T_H = T_o + T_B + T_d,$$

где: T_o – основное время, мин.

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{n_p \cdot S_{пo}};$$

где L_p – длина обработки, мм., $L_p = l + y$,

l – длина обрабатываемой поверхности по чертежу детали;

y – величина врезания и перебега сверла (развёртки, зенкера);

i – число проходов (или число отверстий на одной детали);

$S_{пo}$ – паспортное значение подачи, мм/об.

Выбрать подачу по таблицам $S_{пo}$ с учётом материала обрабатываемой детали, материала режущей части инструмента и требуемой чистоты обработки.

Согласовать $S_{пo}$ с паспортными данными станка.

n_p – паспортное значение частоты вращения шпинделя станка.

- выбрать табличное значение скорости резания V_p^T .

- назначить коэффициенты корректирования;

K_M – в зависимости от материала детали;

$K_{Mр}$ – в зависимости от материала режущей части инструмента;

K_x – в зависимости от состояния поверхности;

$K_{ох}$ – в зависимости от наличия охлаждения;

- скорректированная скорость резания

$$V_p^{ск} = V_p^T \cdot K_M \cdot K_{Mр} \cdot K_x \cdot K_{ох};$$

- расчётная величина частоты вращения шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p^{ск}}{\pi \cdot D};$$

D – диаметр инструмента, мм.

Согласовать с паспортными данными станка n_p .

T_B – вспомогательное время, мин.

$$T_B = T_B^{cy} + T_B^{пр} + T_B^{пр};$$

T_B^{cy} – вспомогательное время на установку и снятие детали, зависит от способа установки и крепления;

$T_{в}^{пр}$ – вспомогательное время на проход;

$T_{в}^{изм}$ – вспомогательное время на измерения, зависит от типа инструмента;

$T_{в}^{изм}$ назначается при наличии перехода измерений;

$T_{д}$ – дополнительное время, мин.

$$T_{д} = \frac{K (T_{о} + T_{в})}{100},$$

где:

K – процент дополнительного времени. Для сверлильных работ $K=6\%$;

$T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время. Устанавливается на партию деталей, зависит от вида обработки и способа установки детали;

$P_{п}$ – размер производственной партии деталей.

Пример 1.

Определить штучное время на рассверливание отверстий под шпильки крепления в ступице заднего колеса с диаметра $d = 20,08$ до $D = 26$ мм на длине 20 мм. Материал – чугун КЧ 35. Оборудование – вертикально-сверлильный станок модели 2Н-135.

Дополнительные данные:

- число отверстий – 6;
- режущий инструмент – сверло из стали быстрорежущей Р9.

Решение:

1. Глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{26 - 20,08}{2} = 2,96 \text{ мм.}$$

Число проходов – один; число отверстий на детали – 6.

2. Подача s_m^o , мм/об.

$$S_{т}^o = 0,6 \text{ мм/об.}$$

По паспорту станка $S_{т}^o = 0,56$ мм/об.

Табличное значение $V_{т} = 23-18$ м/мин.

4. Частота вращения шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{т}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 23}{3,14 \cdot 26} \div \frac{1000 \cdot 18}{3,14 \cdot 26} = 281,72 \div 220,48 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

По паспорту станка $n_{п} = 275$ об/мин.

5. Расчётная длина обработки

$$L_p = 1 + y,$$

$$y = 12 \text{ мм.},$$

$$L_p = 20 + 12 = 32 \text{ мм.}$$

6. Основное время, мин.

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{n_p \cdot S_n} = \frac{32 \cdot 6}{275 \cdot 0,56} = 1,25 \text{ мин.}$$

7. Вспомогательное время:

$$T_b = T_b^{cy} + T_b^{np} = 1,2 + 0,51 = 1,71 \text{ мин.}$$

$$T_b^{cy} = 1,2 \text{ мин.}$$

$$T_b^{np} = 0,16 + 5 \cdot 0,07 = 0,51 \text{ мин.}$$

8. Дополнительное время:

$$T_d = \frac{K \cdot (T_o + T_b)}{100} = \frac{6 \cdot (1,25 + 1,71)}{100} = 0,18 \text{ мин.}$$

$$K = 6\%$$

9. Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_d = 1,25 + 1,71 + 0,18 = 3,14 \text{ мин.}$$

Практическая работа № 13

Нормирование хонинговальных работ

Круглое наружное шлифование при поперечной подаче на двойной ход стола.

Основное время:

$$T_0 = \frac{2L_p}{n_{\text{и}} \cdot S_{\text{пр}} \cdot S_t} \cdot K ;$$

где

L_p – длина хода стола, при выходе круга в обе стороны $L_p = l + B$,

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.;

B – ширина (высота) шлифовального круга, мм.;

- при выходе круга в одну сторону $L_p = l + B/2$;

- при шлифовании без выхода круга $L_p = l - B$;

z – припуск на обработку на сторону, мм.;

$n_{\text{и}}$ – частота вращения обрабатываемого изделия, об/мин.

$$n_{\text{и}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{и}}}{\pi \cdot D} ,$$

$V_{\text{и}}$ – скорость изделия, м/мин,

D - диаметр обрабатываемой детали, мм.

Согласовать частоту вращения с паспортными данными станка $n_{\text{п}}$,

$S_{\text{пр}}$ – продольная подача, мм/об,

S_t – глубина шлифования (поперечная подача);

K - коэффициент, учитывающий износ круга и точность шлифования,
 $K=1-1,4$ при черновом шлифовании, $K=1,5-1,8$ при чистовом шлифовании.

Круглое наружное шлифование методом врезания

$$T_0 = \frac{z}{n_{\text{и}} \cdot S_p} \cdot K$$

S_p – радиальная подача, мм/об.

Круглое внутреннее шлифование

$$T_o = \frac{2L_p \cdot z}{\pi i \cdot S_{пр} \cdot St} \cdot K$$

$L_p = l_{ш} - 1/3B$ – для сквозных отверстий,

$L_p = l_{ш} - 2/3B$ – для глухих отверстий,

z – припуск на обработку, мм.

$$\pi i = \frac{1000 \cdot V_{и}}{r \cdot D}$$

Круглое бесцентровое шлифование методом продольной подачи:

$$T_o = \frac{l_{ш}}{0,95 \cdot S_{пр.м.}}$$

$l_{ш}$ – длина шлифуемого изделия, мм.

$S_{пр.м.}$ – минутная продольная подача, мм/мин.

Круглое бесцентровое шлифование методом врезания:

$$T_o = t_{вр} + \frac{z}{S_{ппм}}$$

$t_{вр} = 0,01 - 0,32$ мин – время врезания;

z – припуск на диаметр, мм;

$S_{ппм}$ – поперечная подача минутная, мм/мин: $S_{ппм} = S_p \cdot n$,

где: S_p – радиальная подача, мм/об;

n – частота вращения шлифовального круга, об/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot V_{кр}}{\pi \cdot D}$$

где:

$V_{кр}$ – окружная скорость круга, м/с;

D – диаметр круга (принять $D=300$ мм).

Пример 1.

Определить штучное время на шлифование шейки под подшипник чашки коробки дифференциала. Припуск на шлифование – 0,1 мм.

Оборудование – круглошлифовальный станок модели 3I6M.

Диаметр $D = 75,03$ мм, длина шейки – 25 мм.

Дополнительные данные:

- шлифование ведётся с охлаждением;
- материал детали – чугун ковкий КЧ 35;
- чистота поверхности $R_a = 1,25$; качество – 6;
- диаметр круга 400 мм, высота (ширина) – круга 20 мм;
- форма обрабатываемой поверхности – цилиндрическая с галтелью с одной стороны.

Решение:

1. Основное время

$$T_o = \frac{2L_p \cdot z}{\pi n_i \cdot S_{пр} \cdot St} \cdot K = \frac{2 \cdot 35 \cdot 0,1}{60 \cdot 10 \cdot 0,02} \cdot 1,7 = 0,85 \text{ мин}$$

- ход стола

$$L_p = l + \frac{B}{2} = 25 + \frac{20}{2} = 35 \text{ мм.}$$

- частота вращения обрабатываемого изделия

$$n_i = \frac{1000 V_{ш}}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 75,03} = 85 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

По паспортным данным станка принимаем $n_i = 60$ об/мин.

- продольная подача

$$S_{пр} = (0,3 \div 0,7) B; S_{пр} = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ мм/об.}$$

- поперечная подача

$$S_t = 0,015 \div 0,05; S_t = 0,02 \text{ мм/ход}$$

2. Вспомогательное время

$$T_B = T_B^{cy} + T_B^{пр} = 2,0 + 1,2 = 3,2 \text{ мин.}$$

$$T_B^{cy} = 2,0 \text{ мин}; T_B^{пр} = 1,2 \text{ мин.}$$

3. Дополнительное время

$$T_d = \frac{K(T_o + T_B)}{100} = \frac{9(0,1 + 3,2)}{100} = 0,3 \text{ мин.}$$

4. Штучное время

$$5. T_{шт} = T_o + T_B + T_d = 0,1 + 3,2 + 0,3 = 3,6 \text{ мин.}$$

Пример 2.

Определить штучное время на шлифование коренных шеек коленчатого вала двигателя ЗМЗ-24. Припуск на шлифование – 0,06мм. Диаметр шейки – 63,62мм. Оборудование – станок модели 3420.

Дополнительные данные:

- шлифование ведется с охлаждением;
- материал детали – чугун высокопрочный;
- требуемая чистота поверхности – $R_a = 0,2$ мкм;
- число шеек – 5.

Решение:

$$1. T_o = \frac{z}{n_{ш} \cdot S_p} \cdot K = \frac{0,6}{140 \cdot 0,003} \cdot 1,7 = 0,25 \text{ мин.} \quad (\text{на одну шейку})$$

На деталь $T_o = 5 \cdot 0,25 = 1,25$ мин.

Частота вращения обрабатываемого изделия

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot V_{ш}}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 63,62} = 150 \text{ об/мин.}$$

- скорость вращения $V_{ш} = 30$ об/мин.
- по паспорту станка $n_{ш} = 140$ об/мин.

Радиальная подача $S_t = 0,001 - 0,005$ (0,003)

2. Вспомогательное время

$$T_B^{cy} = 1,0 \text{ мин.} \quad T_B^{pp} = 1,0 + 4 \cdot 0,55 = 3,2 \text{ мин.}$$

$$T_B = T_B^{cy} + T_B^{pp} = 1,0 + 3,2 = 4,2 \text{ мин.}$$

3. Дополнительное время

$$T_d = \frac{K(T_o + T_B)}{100} = \frac{9 \cdot (1,25 + 4,2)}{100} = 0,49 \text{ мин.}$$

4. Штучное время

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_d = 1,25 + 4,2 + 0,49 = 5,94 \text{ мин.}$$

Пример 3.

Определить штучное время на шлифование отверстия в нижней головке шатуна двигателя ЗМЗ - 402.10. Припуск – 0,1 мм. Диаметр отверстия – 61,6 мм, длина отверстия – 36 мм. Оборудование – внутршлифовальный станок модели 3А227.

Дополнительные данные:

- материал детали – сталь 45Г2;
- требуемая чистота поверхности $R_a = 2,0$;
- высота круга 25 мм, диаметр круга 50 мм.

Решение:

1. Основное время

$$T_o = \frac{2L_p \cdot z}{n_i \cdot S_{пр} \cdot St} \cdot K = \frac{2 \cdot 28 \cdot 0,1}{180 \cdot 7,5 \cdot 0,01} \cdot 1,7 = 0,5 \text{ мин.}$$

- ход стола $L_p = 1 - \frac{1}{3} \cdot B = 36 - \frac{1}{3} \cdot 25 = 28$

- частота вращения обрабатываемого изделия $V_n = 30$ м/мин.

$$n_i = \frac{1000 \cdot V_n}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 61,6} = 156 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка $n_i = 180$ об/мин.

- продольная подача $S_{пр} = (0,25 + 0,4) \cdot B = 0,3 \cdot 25 = 7,5$ мм/об;

- поперечная подача $St = 0,01$ мм/ход.

2. Вспомогательное время:

$$T_B = T_B^{cy} + T_B^{пр} = 1,5 + 1,0 = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_B^{cy} = 1,5 \text{ мин, } T_B^{пр} = 1,0 \text{ мин.}$$

3. Дополнительное время

$$T_d = \frac{K(T_o + T_B)}{100} = \frac{9 \cdot (0,5 + 2,5)}{100} = 0,27 \text{ мин.}$$

$K = 9\%$ - для шлифовальных работ.

4. Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_d = 0,5 + 0,27 = 0,77 \text{ мин.}$$

Практическая работа № 14

Нормирование работ на фрезерных станках

Цель: отработка умений и навыков при нормировании фрезерных работ, углубление умений работы с нормативными документами.

Необходимая документация, инструмент:

1. Эскиз детали.
2. Тетрадь для практических работ.
3. Общемашиностроительные нормативы времени.

Содержание

1. Нормирование фрезерных работ заключается в расчете основного, штучного и штучно-калькуляционного времени на фрезерную операцию.

Определить основное (технологическое) время обработки для каждого перехода по формуле:

$$T_{oi} = \frac{L}{S_m} i$$

где S_m – скорректированное значение подачи, мм/мин;

i - число проходов;

L - расчетная длина обработки, мм.

$$L = l + l_1,$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания и перебега, из приложения 6

2. Основное время на операцию – это сумма технологического времени обработки по всем переходам:

$$T_o = \sum T_{oi}$$

3. Вспомогательное время обработки определяется по формуле:

$$T_в = (t_{уcm} + t_{изм} + t_{пер}) k_{всп}$$

где $t_{уcm}$ – время на установку и снятие заготовки, определяется по карте 2, 3 - 9, 14

$t_{изм}$ - вспомогательное время на контрольные измерения определяется по карте 15

$t_{пер}$ - время, связанное с переходом

$k_{всп}$ – поправочный коэффициент на вспомогательное время, по карте 1.

4. Рассчитать оперативное время по формуле:

$$T_{оп} = T_o + T_e$$

5. Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности определяется по карте 16-19

6. Рассчитать штучное время на операцию по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} \left(1 + \frac{a}{100} \right)$$

где a – время на техническое обслуживание, отдых и личные надобности, в процентах от оперативного времени, %

7. Определить подготовительно - заключительное время $T_{пз}$ по карте 21 - 23

8. Рассчитать штучно - калькуляционное время по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}$$

где n - число деталей в партии.

Отчет: выполняется по приведенному плану, результаты расчетов свести в таблицу 1

Таблица 1.

Содержание переходов	Основное время, T_o мин	Вспомогательное время, $T_{всп}$, мин	Оперативное время, $T_{оп}$, мин	Время на тех.обсл., отдых и личн. надобн. $a\%$	Штучное время, $T_{шт}$ мин	Подготовительно – заключительное время, $T_{пз}$, мин	Штучно - калькуляционное время. $T_{шк}$, м и н
1	2	3	4	5	6	7	8

Практическая работа № 15

Нормирование разборочно-сборочных работ

Цель занятия – изучить методику нормирования сборочных операций.

Теоретические сведения

Задача нормирования времени возникает на различных стадиях проектирования технологического процесса сборки. В начале ее приходится решать приближенно (по укрупненным нормативам или прикидочным расчетам) для установления типа производства.

При разработке маршрутной технологии нормы времени устанавливаются на все операции технологического процесса, выявив их структуру и содержание. Для серийного производства при нормировании используют укрупненные нормативы, для массового – применяют расчетно-аналитический метод нормирования.

При разработке операционной технологии в массовом производстве установленные ранее нормы времени корректируют после внесения в содержание операций отдельных изменений (уменьшение и перекрытие элементов штучного времени, изменение структуры операций). Откорректированные нормы времени увязывают с темпом работы.

Штучное время на сборочную операцию определяют по формуле

$$T_{um} = \sum_1^n T_{on} \left(1 + \frac{\beta + \gamma}{100} \right),$$

где $\sum_1^n T_{on}$ – сумма оперативного времени по всем n переходам сборки на данной операции;

β и γ – коэффициенты, определяющие время организационного обслуживания и перерывов в работе (на отдых и естественные надобности); берутся по нормативам, значения T_{on} для сборки типовых сборочных соединений приводятся в приложении.

Содержание операций и нормы времени подробно прорабатываются при автоматизации сборочных процессов, при многомашинном обслуживании, а также при использовании роботов на основных сборочных операциях.

Порядок выполнения работы

1. Получить сборочный узел у преподавателя, использовавшийся в лабораторно-практических работах №1...3.

2. На основе имеющегося эскиза узла, спецификации, схемы сборки и техпроцесса сборки (составлены в лабораторно-практических работах №1...3) требуется:
 - заполнить технологическую карту нормирования сборки (приложение Г);
 - рассчитать штучное время на наиболее трудоемкую узловую сборочную операцию по формуле (1) по переходам с использованием нормативов, приведенных в таблицах приложения Д.
3. Сделать вывод.

Содержание отчета

1. Наименование работы, цель.
2. Технологические карты нормирования сборки.
3. Расчет штучного времени на сборочную операцию.
4. Вывод.

Перечень основных контрольных вопросов

1. Норма времени.
2. Методы нормирования времени.
3. Задачи технического нормирования.
4. Норма штучного времени.

Практическая работа № 16

Расчет норм времени на разборочно-сборочные работы

Цель работы – изучение методов обеспечения требуемой точности сборки, приобретение навыков решения размерных цепей.

Теоретические сведения

Детали машин при соединении их в узлы и механизмы должны сохранять определенное взаимное расположение в пределах заданной точности. В одних случаях при сборке должен быть выдержан зазор, обеспечивающий взаимное перемещение деталей, а в других – необходимый натяг, обеспечивающий прочность их соединения.

В зависимости от вида производства применяют пять основных методов сборки:

- 1 с полной взаимозаменяемостью деталей (узлов);
- 2 с сортировкой деталей по группам (метод группового подбора);
- 3 с подбором деталей (неполная взаимозаменяемость);
- 4 с применением компенсаторов;
- 5 с индивидуальной пригонкой деталей по месту.

Метод полной взаимозаменяемости.

Этот метод предусматривает сборку машин без какой-либо дополнительной обработки деталей с установкой и заменой любой детали без пригонки. При сборке по этому методу требуется высокая точность изготовления деталей, специальное оборудование и оснастка. Метод полной взаимозаменяемости экономически целесообразен в массовом и крупносерийном производствах, где капитальные затраты на оснащение производства окупаются большим количеством изготавливаемых машин.

Как известно, номинальные значения размеров, допуски и отклонения при расчете сборочной размерной цепи на максимум и минимум связаны следующими выражениями:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \vec{A}_i - \sum_{i=m+1}^n \overleftarrow{A}_i;$$

$$\delta_{\Sigma} = \sum \delta_i;$$

$$B_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \vec{B}_i - \sum_{i=m+1}^n \overleftarrow{B}_i;$$

$$H_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \overleftarrow{H}_i - \sum_{i=m+1}^n \vec{B}_i;$$

где

A_{Γ} – номинальное значение замыкающего звена;

A_i – увеличивающие звенья;

A_i – уменьшающие звенья;

δ_{Γ} – допуск замыкающего звена;

δ_i – допуски составляющих звеньев;

B_{Γ} , H_{Γ} – верхнее и нижнее отклонения увеличивающих звеньев;

B_{Γ} , H_{Γ} – верхнее и нижнее отклонения уменьшающих звеньев.

Метод сборки с сортировкой деталей по группам (**метод группового подбора**). Для осуществления высокой степени однородности посадок (без дополнительной пригонки деталей) и предотвращения увеличения затрат на производство при назначении излишне жестких допусков сборку ведут путем подбора (предварительной, сортировки деталей). Этот метод сборки применяют там, где по условиям работы деталей требуется зазор или натяг в более узких пределах, чем получаемый из основных размеров деталей с учетом допусков на их изготовление. В таком случае требуемый конструкцией зазор или натяг получают не изготовлением деталей с минимальными допусками, а путем соответствующего подбора охватывающих и охватываемых деталей, т. е. к отверстию с диаметром, близким к верхнему пределу, подбирают более полный вал; и наоборот, к отверстию с диаметром, близким к нижнему пределу, подбирают менее полный вал. Подбор деталей значительно упрощается, если детали обоих наименований по размерам (в пределах допусков на их изготовление) разбивают на несколько групп. Метод предварительной сортировки деталей на группы предусматривает разбивку полей допусков сопрягаемых деталей на несколько равных частей и подбор их таким образом, чтобы полномерные охватываемые детали сопрягались с полномерными охватывающими деталями.

Метод сборки с подбором деталей (**неполная взаимозаменяемость**). Этот метод основан на учете вероятностей отклонений размеров, составляющих размерную цепь, причем возможно получение некоторого количества узлов, выходящих за установленные пределы точности. Сборка с подбором деталей благодаря расширению допусков на все звенья размерной цепи позволяет экономичнее изготовить детали.

Метод неполной взаимозаменяемости основан на учете вероятностей отклонений размеров, составляющих размерную цепь. При этом возможно получение некоторого количества узлов, выходящих за установленные пределы точности.

Метод сборки с применением компенсаторов.

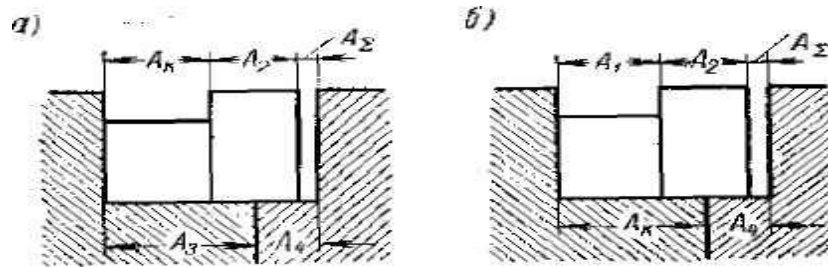
При большом числе звеньев размерной цепи и малом допуске замыкающего звена (зазора или натяга) необходимая для полной взаимозаменяемости точность изготовления деталей может в значительной степени усложнить производство и далеко выйти за пределы экономически целесообразной точности.

В таких случаях приходится либо отказаться от полной взаимозаменяемости, допуская пригонку деталей по месту, либо – вводить в конструкцию механизма тот или другой вид компенсатора, позволяющего регулировать в определенных пределах один из размеров. Такую регулировку называют компенсацией, а деталь, подбираемую в размерной цепи или специально вводимую в цепь для уменьшения допуска замыкающего звена, – компенсатором. Характерная особенность всех компенсаторов состоит в том, что сборка с их применением позволяет выдерживать установленные пределы точности в размерной цепи путем изменения величины одного из ранее намеченных звеньев. Обработка же всех остальных звеньев цепи осуществляется по допускам, наиболее приемлемым для данных производственных условий. Величину компенсирующего звена можно регулировать двумя способами: введением в размерную цепь специальной детали – прокладки, шайбы, промежуточного кольца и т. п. (неподвижные компенсаторы), и изменением положения одной из деталей, например, клина, втулки, эластичной или пружинной муфты, эксцентрика и т. п. (подвижные компенсаторы).

При компенсационном методе необходимая точность замыкающего звена осуществляется либо за счет изменения размера одного из заранее намеченных звеньев (метод пригонки и метод неподвижного компенсатора), либо за счет регулировочного перемещения одной из заранее намеченных деталей (метод регулировки).

При расчете величина компенсации δ_k определяется по формуле

$$\delta_k = \sum \delta_i - \delta_\Sigma.$$



а) компенсатор и замыкающее звено находится

в одной ветви размерной цепи;

б) компенсатор и замыкающее звено находятся

в разных ветвях размерной цепи

Рисунок 5 – Схема размерных цепей

Если компенсатор и замыкающее звено находятся в одной ветви размерной цепи (рис. а), то номинальное значение компенсатора и его верхнее и нижнее отклонения определяются по формулам

$$A_k = \sum_{i=1}^m \vec{A}_i - \sum_{i=m+1}^n \overleftarrow{A}_i - A_\Sigma; \quad B_k = \sum_{i=1}^m \vec{B}_i - \sum_{i=m+1}^n \overleftarrow{H}_i - B_\Sigma; \quad ,$$

$$H_k = \sum_{i=1}^m \overrightarrow{H}_i - \sum_{i=m+1}^n \overleftarrow{B}_i - H_\Sigma.$$

где A_k – номинальное значение компенсатора;

B_k, H_k – верхнее и нижнее отклонения компенсатора.

Если компенсатор и замыкающее звено находятся в разных ветвях размерной цепи б), то выражения имеют несколько иной вид:

$$A_k = \sum_{i=1}^m \vec{A}_i - \sum_{i=m+1}^n \overleftarrow{A}_i + A_\Sigma; \quad B_k = \sum_{i=1}^m \vec{B}_i - \sum_{i=m+1}^n \overrightarrow{H}_i + H_\Sigma$$

$$H_k = \sum_{i=1}^m \overrightarrow{H}_i - \sum_{i=m+1}^n \overleftarrow{B}_i + B_\Sigma.$$

При расчете номиналов и отклонений компенсаторов по одной из вышеприведенных групп формул следует иметь в виду, что увеличивающие и уменьшающие звенья следует определять не относительно замыкающего звена, а относительно компенсатора.

При достижении требуемой точности механизма за счет применения неподвижного компенсатора число компенсаторов p можно определить по формуле

$$p = \frac{\delta_k + \delta_p}{\delta_\Sigma - \delta_p} + 1,$$

где

δ_k – величина компенсации;

δ_p – допуск на изготовление неподвижного компенсатора.

Метод сборки с индивидуальной пригонкой деталей по месту.

Сборка с пригонкой деталей по месту заключается в том, что установленный предел точности замыкающего звена в размерной цепи достигается изменением величины одного из заранее намеченных звеньев путем снятия дополнительного слоя материала. По существу, сборка с доделкой деталей по месту является методом неполной взаимозаменяемости с пригонкой деталей в тех случаях, когда размер замыкающего звена лежит за пределами допускаемых отклонений.

При сборке размеры, связывающие основные поверхности деталей (составляющие звенья), вместе с замыкающим звеном образуют замкнутый контур – размерную цепь.

Для выполнения технических условий, предъявляемых к узлу, т. е. для достижения требуемой точности замыкающего звена необходимо назначить точность взаимного расположения основных поверхностей отдельных деталей.

Обеспечение точности сборки

Связь между параметрами, отражающими служебное назначение машины (Y), и параметрами, которые определяют точность исполнительных поверхностей (X_1, X_2, \dots, X_n), может быть записана уравнением

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n). \quad (14)$$

При линейном характере уравнения переход от параметров, характеризующих служебное назначение машины, к нормам точности может быть решен на основе теории размерных цепей.

Следующим этапом проектирования технологического процесса сборки является выбор методов достижения требуемой точности изделия, которая

достигается через технологические размерные цепи. Последовательность их решения заключается в следующем:

1. по конструкторской технологической схеме изделия находят замыкающее звено размерной цепи;
2. находят составляющие звенья размерной цепи, участвующие в решении поставленной задачи. При этом начинают от одной стороны исходного (замыкающего) звена и через составляющие звенья доходят до второй его стороны;
3. решают цепь в номиналах, т. е. определяют номинальный размер замыкающего звена:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^p \bar{A}_i - \sum_{k=1}^n \bar{A}_k$$

где A_{Δ} – номинальный размер замыкающего звена;

$$\sum_{i=1}^p \bar{A}_i, \sum_{k=1}^n \bar{A}_k$$

– суммы увеличивающих и уменьшающих звеньев размерной цепи соответственно;

4. Определяют допуск замыкающего звена по одному из методов:

- полной взаимозаменяемости

$$\delta_{\Delta} = \sum_{i=1}^{p+n} \delta_{A_i};$$

- неполной взаимозаменяемости

$$\delta_{\Delta} = t \sqrt{\sum \lambda_i^2 \delta_{A_i}^2};$$

- групповой взаимозаменяемости

$$\delta_{A_i}^N = \delta_{A_i} / N;$$

- пригонки по месту и регулировки

$$\delta_{\Delta} = \sum_{i=1}^{p+n} \delta_{A_i} - \delta'_{A_k}.$$

5 Определяют координату середины поля допуска

$$\Delta_{0\Delta} = \sum_{i=1}^p \bar{\Delta}_{0A_i} - \sum_{k=1}^n \bar{\Delta}_{0A_k} .$$

6 Находят верхние и нижние пределы допуска замыкающего звена

$$BO_{\Delta} = \Delta_{0\Delta} + \delta_{\Delta}/2 ;$$

$$HO_{\Delta} = \Delta_{0\Delta} - \delta_{\Delta}/2 .$$

где

δ_{Δ} – допуск замыкающего звена;

δ_i – допуск i -го составляющего звена;

N – число групп разбивки деталей;

t – коэффициент риска, характеризующий процент выхода значений замыкающего звена за пределы установленного допуска ($t = 3$ при риске $p = 0,27\%$);

λ_i – коэффициент, характеризующий выбираемый теоретический закон рассеивания i -го звена ($\lambda_i = 1/9$ – для закона Гаусса; $\lambda_i = 1/6$ – для закона Симпсона; $\lambda_i = 1/3$ – для равномерного закона распределения случайных ошибок);

δ'_k – допуск компенсирующего звена;

$\Delta_{0\Delta}$ – координата середины поля допуска замыкающего звена;

BO_{Δ} , HO_{Δ} – соответственно верхнее и нижнее отклонения поля допуска замыкающего звена;

$\sum \Delta_0, \sum \Delta_0$ – суммы координат середины полей допусков;

$\sum_{i=1}^p \bar{\Delta}_{0A_i}, \sum_{k=1}^n \bar{\Delta}_{0A_k}$ – суммы координат середины увеличивающих и уменьшающих звеньев.

Выбор методов и средств достижения точности замыкающего звена в ряде случаев вызывает необходимость корректировать систему простановки размеров и допуски в рабочих чертежах машины.

Порядок выполнения работы

1. Получить сборочный узел у преподавателя, использовавшийся в лабораторно-практических работах №1...5.
2. Установить замыкающее звено и выявить составляющие звенья технологической размерной цепи.

Примечание. Номинальные размеры составляющих звеньев определить замером собираемых деталей. Допуски назначить по 11 качеству точности.

3. Составить уравнение размерной цепи.
4. Определить по методу полной взаимозаменяемости поле допуска замыкающего звена по формуле (16). В случае невозможности обеспечения по данному методу заданной точности, назначить другой метод сборки, по которому достижение требуемой точности является осуществимым (формулы 17...19).
5. Определить координаты середины поля допусков замыкающих звеньев размерной цепи по формуле (20).
6. Определить верхние и нижние пределы поля допуска замыкающего звена по формулам (21), (22).
7. Сделать вывод.

Содержание отчета

1. Наименование работы, цель.
2. Схема размерной цепи с вычерчиванием составляющих цепей деталей.
3. Уравнение размерной цепи.
4. Решение размерной цепи (результаты записать в виде таблицы, приложение Е).
5. Вывод.

Перечень основных контрольных вопросов

1. Классификация методов сборки.
2. Метод полной и неполной взаимозаменяемости.
3. Метод группового подбора.
4. Метод сборки с применением компенсаторов.
5. Метод сборки с индивидуальной пригонкой деталей.
6. Последовательность решения технологических размерных цепей.

Практическая работа № 17

Разработать компоновочный план производственного корпуса

Цель работы: Научиться разрабатывать компоновочный план помещений предприятия

Пояснения и порядок выполнения работы.

Генеральный план предприятия — важнейшая часть проекта, определяющая размеры необходимой территории, размещение зданий, сооружений, транспортных коммуникаций, инженерную организацию и благоустройство. В генеральном плане предприятия указывается план земельного участка (территории), отведенного под застройку, ориентированного в отношении проездов общего пользования и соседних владений. В нем отражены здания и сооружения по их габаритному очертанию, площадки для безгаражного хранения подвижного состава, основные и вспомогательные проезды и линии движений подвижного состава по территории.

Основные требования, предъявляемые к участкам при их выборе:

- оптимальный размер участка;
- спокойный рельеф местности и хорошие гидрогеологические условия;
- близкое расположение к проезду общего пользования и инженерным сетям;
- возможности обеспечения теплом, водой, газом и электроэнергией, сбросом канализационных и ливневых вод;
- отсутствие строений, подлежащих сносу.

Площадь участка определяется суммарной площадью застройки зданий и сооружений, противопожарными и технологическими разрывами между ними, а также нормативными разрывами между ними и постройками, расположенными на соседних участках.

Производственные помещения АТП делятся на основные (зоны) и вспомогательные. В основных помещениях (в зонах) располагаются рабочие посты, поточные линии и места хранения.

К вспомогательным производственным помещениям относятся помещения (цехи), в которых выполняются различные подготовительные работы для обслуживания и ремонта автомобилей, а также склады.

Взаимное расположение производственных помещений в плане здания зависит от их назначения, производственных связей, технологической однородности выполняемых в них работ и общности строительных, санитарно-гигиенических и противопожарных требований. Производственные связи и их значимость для основных помещений определяются функциональной схемой и графиком производственного процесса предприятия, а для вспомогательных помещений — технологическим тяготением их к основным помещениям.

Так, например, к постам (линиям) ТО-1 тяготеют помещения для карбюраторных, аккумуляторных, электротехнических работ, а также склад масел.

Площади помещений могут при планировке отклоняться от расчетной в пределах 20 % для помещений менее 100 м² и до 10 % — для помещений более 100 м².

Если предприятие размещается в двух зданиях, из которых одно предназначается для хранения подвижного состава, а другое — для производства ТО и ТР, то помещения для ЕО рекомендуются располагать в первом из них.

При расположении производственных помещений в двух зданиях в одном из них следует производить ЕО, а в другом ТО и ТР.

Если стоянка автомобилей служит также и местом ожидания ими своей очереди обслуживания и ремонта, следует предусматривать внутренние проезды автомобилей от стоянки в любое основное помещение.

Если хранение подвижного состава или его части происходит в общем здании с производственными помещениями, то помещение для ЕО и ТО-1 следует располагать смежно со стоянкой, обеспечивая при этом возможность сообщения между ними через стоянку.

При отсутствии в здании помещения для хранения автомобилей поточные линии ЕО, ТО-1 и ТО-2 должны иметь подпорные посты. Одиночные посты и поточные линии диагностики следует располагать так, чтобы после них автомобили могли проезжать в производственную зону непосредственно или через стоянку.

Одиночные посты, предназначенные для автопоездов или сочлененных автобусов, должны проектироваться проездными.

Возможные варианты расположения постов обслуживания и ремонта, а также производственных помещений в общем планировочном решении показаны на рис. 19.1.

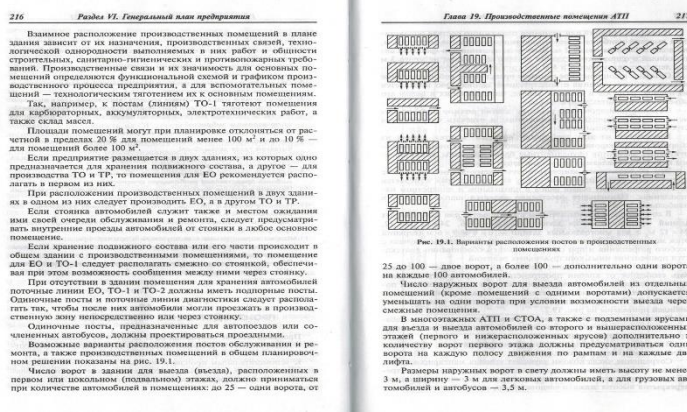


Рис. 19.1. Варианты расположения постов в производственных помещениях

Число ворот в здании для выезда (въезда), расположенных в первом или цокольном (подвальном) этажах, должно приниматься при количестве

автомобилей в помещениях: до 25 — одни ворота, от 25 до 100 — двое ворот, а более 100 — дополнительно одни ворота на каждые 100 автомобилей.

Число наружных ворот для выезда автомобилей из отдельных помещений (кроме помещений с одними воротами) допускается уменьшать на одни ворота при условии возможности выезда через смежные помещения.

В многоэтажных АТП и СТОА, а также с подземными ярусами для въезда и выезда автомобилей со второго и вышерасположенных этажей (первого и нижерасположенных ярусов) дополнительно к количеству ворот первого этажа должны предусматриваться одни ворота на каждую полосу движения по рампам и на каждые два лифта.

Размеры наружных ворот в свету должны иметь высоту не менее 3 м, а ширину — 3 м для легковых автомобилей, а для грузовых автомобилей и автобусов — 3,5 м.

Высота помещений для хранения подвижного состава определяется высотой наиболее высокого автомобиля плюс не менее 0,2 м, но должна быть не менее 2 м. Высоту помещения для хранения автомобилей в одноэтажном здании обычно принимают не менее 3 м для легковых автомобилей и 4 м для грузовых и автобусов.

Объемно-планировочное решение представляет собой сочетание планировочного решения с конструкцией здания. Оно выявляется из планов, разрезов и фасадов здания, определяющих в целом его объемность и архитектурную форму.

Объемно-планировочное решение здания должно быть подчинено его функциональному назначению и отвечать современным строительным требованиям.

Важнейшим из этих требований является: монтаж здания из сборных унифицированных (в основном железобетонных) конструктивных элементов (фундаментные блоки, колонны, балки, фермы и др.), изготавливаемых индустриальным способом.

Это обуславливает конструктивную схему здания на основе применения унифицированной сетки колонн, которая измеряется расстояниями между осями рядов в продольном и поперечном направлениях. Наименьшее расстояние является шагом колонн, а наибольшее — пролетом.

В современном промышленном строительстве для одноэтажных зданий применяют сетки колонн 12х6, 18х6, 24х6, 18х12, 24 х 12 м, а для многоэтажных зданий — 6х6и9х6м (верхний этаж может иметь удвоенные размеры сетки). В отдельных случаях с особого разрешения и при соответствующем обосновании допускается применение иных конструктивных решений.

При планировке основных помещений необходимо обеспечивать свободное от колонн пространство или применять наиболее крупноразмерные сетки колонн, тогда как для вспомогательных помещений целесообразно применение мелкогабаритной сетки колонн. Схемы планировочных секций для некоторых моделей автомобилей приведены на рис. 19.2.

Применение зданий без колонн рекомендуется для крупногабаритного подвижного состава, поскольку в этом случае разрешается применение нестандартных пролетов.

В случае многоэтажной стоянки автомобилей (рис. 19.3) имеет значение выбор сетки колонн.

Сокращение числа колонн улучшает условия маневрирования и повышает эффективность использования площади. Однако это требует увеличения шага колонн, что приводит к увеличению толщины перекрытия высоты этажа, а следовательно, — к увеличению уклона или ширины рампы.

Удовлетворительным считается такой шаг колонн, при котором между ними можно установить не менее трех автомобилей (рис. 19.4.)

Наиболее удобными в эксплуатационном отношении являются цельнопролетные многоэтажные здания без колонн.

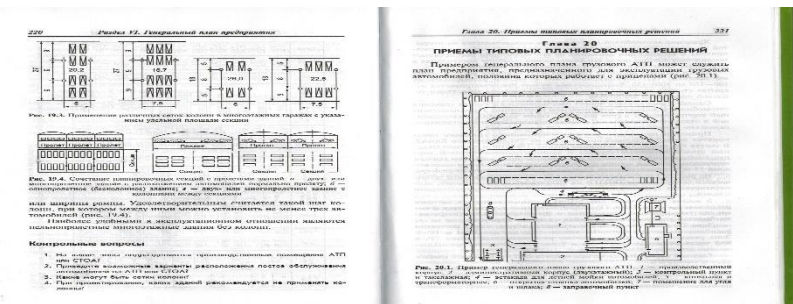
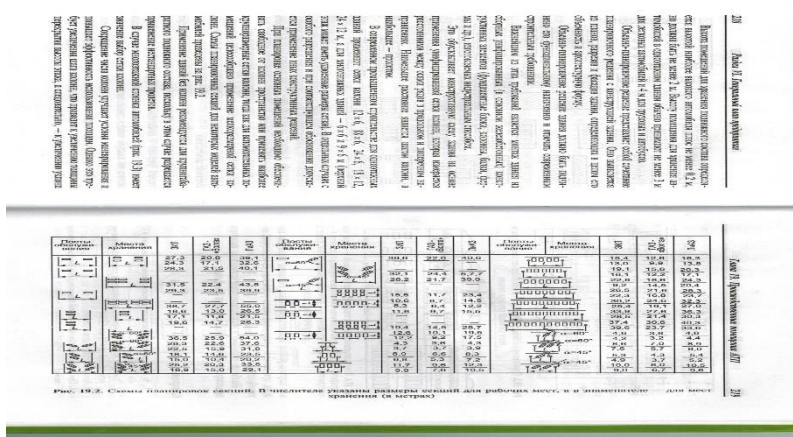


Рис. 19.3. Применение различных сеток колонн в многоэтажных гаражах с указанием удельной площади секции

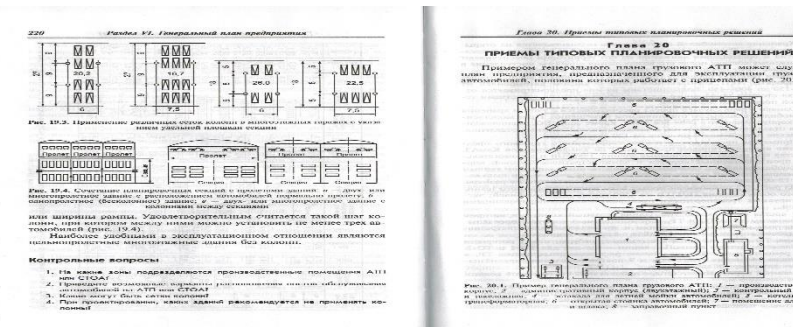


Рис. 19.4. Сочетание планировочных секций с пролетами зданий: а — двух- или многопролетное здание с расположением автомобилей нормально пролету; б — однопролетное (бесколонное) здание; в — двух- или многопролетное здание с колоннами между секциям

Приемы типовых планировочных решений

Примером генерального плана грузового АТП может служить план предприятия, предназначенного для эксплуатации грузовых автомобилей, половина которых работает с прицепами (рис. 20.1).

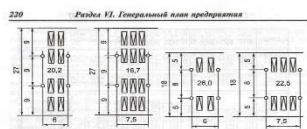
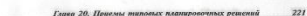


Рис. 19.3. Планирование размещения опор колонн и многостолбчатых гаражей с указанием расстояний между колоннами



Рис. 19.4. Схематическое изображение связей в проекции здания

1. На какие зоны подразделяется производственное помещение АТП или СТОА?
2. Планируются ли в здании различные посты обслуживания автомобилей на АТП или СТОА?
3. Какие могут быть зоны колонн?
4. При проектировании, каких зданий рекомендуется не применять колонны?



Глава 20. ПРИЕМЫ ТИПОВЫХ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

Примером генерального плана грузового АТП может служить план предприятия, предназначенного для эксплуатации грузовых автомобилей, половина которых работает с прицепами (рис. 20.1).

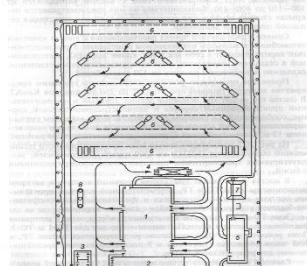


Рис. 20.1. Пример генерального плана грузового АТП: 1 — производственный корпус; 2 — административно-бытовой корпус; 3 — контрольный пункт; 4 — зона колонн; 5 — зона для стоянки автомобилей; 6 — трансформаторная подстанция; 7 — помещение для угля и масла; 8 — заправочный пункт

Хранение автомобилей и автопоездов осуществляется на открытой площадке. Взаимное расположение зданий и сооружений предприятия и организация движения на его территории обеспечивают подвижному составу после его возвращения с работы поступление в различные зоны предприятия в зависимости от потребностей.

Среди типовых проектов грузовых АТП наиболее распространены проекты АТП комплексного типа с числом автомобилей от 100—150 до 400—450. Большинство из них предусматривается открытая стоянка подвижного состава, оборудованная средствами тепловой подготовки двигателей.

Однако в ряде случаев проект рассчитывается с учетом хранения автомобилей в закрытом отапливаемом помещении. Производственный корпус вмещает в себя все зоны, кроме зоны ЕО, расположенной в отдельном помещении, а также производственные отделения, складские помещения и стоянку на 120 автомобилей.

Примером проектного решения современного грузового предприятия является типовой проект АТП на 250 автопоездов КамАЗ. В состав его входят три основных здания: главный и вспомогательный производственные корпуса и административно-бытовой корпус, сообщаемый с главным производственным корпусом теплым переходом. Главный корпус имеет три пролета по 24 м при шаге колонн 12 м, вспомогательный корпус — два пролета того же размера.

На рис. 20.2 представлен проект базы централизованного технического обслуживания (БЦТО) на 1500 грузовых автомобилей; эксплуатируемых транспортными предприятиями, кооперированными с базой.

В состав базы входят три здания: главный корпус, в котором расположены зоны ТО и ТР, вспомогательный корпус с проездными постами мойки и диагностики и трехэтажный административно-бытовой корпус, сообщаемый с главным корпусом.

Зона ТО имеет въездные и выездные тамбуры, между которыми расположены четыре поточные линии — по две для ТО-1 и ТО-2. Зона ремонта

имеет 25 косоугольно расположенных постов ТР, в том числе 16 постов тупиковых и 9 постов проездных, предназначенных для ремонта автопоездов.

Главный корпус имеет четыре пролета по 24 м при шаге колонн 12 м и высоте 6 м.

В типовом проекте здания на 350 автобусов (рис. 20.3) производственные помещения расположены вдоль внешних стен здания, что обеспечивает их хорошее дневное освещение. Административно-бытовые помещения выделены в специальное здание, соединенное с производственным корпусом галереей. Большинство мест стоянки запроектировано с зависимым выездом.

В типовом проекте таксомоторного парка на 325 автомобилей (рис. 20.4) предусмотрено трехэтажное здание, на первом и частично на втором этажах которого размещаются производственные помещения, а на втором и третьем — стоянки. На третьем этаже размещены также бытовые помещения. Подъем и спуск автомобилей осуществляются по двум прямолинейным рампам.

Планировочное решение включает три поточные линии: ЕО, экспресс-диагностики и ТО-1. Зона ТО-2 и ТР, размещенная на втором этаже, имеет посты тупикового типа. Имеются специализированные участки углубленной диагностики, шиномонтажных работ, а также развитые по площади кузовной и малярный участки.

Размещение основных производственных помещений в пристройках позволило обеспечить их естественное освещение и организовать движение автомобилей по рациональной схеме.

Рис. 22. Генеральный план предприятия

Хранение автомобилей и автопоездов осуществляется на открытой площадке. Плановое размещение зданий и сооружений обеспечивает организацию движения за его территории, обеспечивая подвижному составу после его возвращения с работы наступления в различные зоны предприятия в зависимости от потребностей.

Среди типовых проектов грузовых АТП наиболее распространены проекты АТП комплексного типа с числом автомобилей от 100—150 до 400—450. Большинство из них предусматривается открытая стоянка подвижного состава, оборудованная средствами тепловой подготовки двигателя.

Однако в ряде случаев проект рассчитывается с учетом хранения автомобилей в закрытом отапливаемом помещении. Производственный корпус вмещает в себя все зоны, кроме зоны ЕО, расположенной в отдельном помещении, а также производственные отапливаемые складские помещения и стоянку на 120 автомобилей.

Примером проектного решения современного грузового предприятия является типовый проект АТП на 250 автопоездов КамАЗ. В состав его входят три основных здания: главный и вспомогательный производственные корпус и административно-бытовой корпус, соединяющийся с главным производственным корпусом теплым переходом. Главный корпус имеет три пролета по 24 м при шаге колонн 12 м, вспомогательный корпус — два пролета того же размера.

На рис. 20.2 представлен проект базы центрального технического обслуживания (ЦТО) на 1500 грузовых автомобилей, эксплуатируемых транспортными предприятиями, кооперированными с базой.

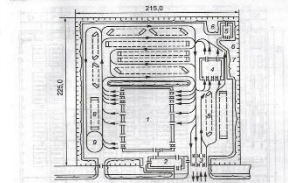
В состав базы входят три здания: главный корпус, в котором расположены зоны ТО и ТР, вспомогательный корпус с производственными помещениями и зонами хранения, а также административно-бытовой корпус, соединяющийся с главным корпусом.

Зона ТО имеет несколько выделенных участков, между которыми расположены четыре поточные линии — по две для ТО-1 и ТО-2. Зона ремонта имеет 21 аккumulированный постов ТР, в том числе 16 постов тупиковых и 9 постов проездных, предназначенных для ремонта автопоездов.

Главный корпус имеет четыре пролета по 24 м при шаге колонн 12 м и высоте 6 м.

В типовом проекте здания на 350 автобусов (рис. 20.3) производственные помещения расположены вдоль внешних стен здания, что обеспечивает их хорошее дневное освещение. Административно-бытовые помещения выделены в специальное здание, соединенное с производственным корпусом галереей. Большинство мест стоянки запроектировано с зависимым выездом.

Рис. 20. Прием типовых планировочных решений



В типовом проекте таксомоторного парка на 325 автомобилей (рис. 20.4) предусмотрено трехэтажное здание, на первом и частично на втором этажах которого размещаются производственные помещения, а на втором и третьем — стоянки. На третьем этаже размещены также бытовые помещения. Подъем и спуск автомобилей осуществляются по двум прямолинейным рампам.

Планировочное решение включает три поточные линии: ЕО, экспресс-диагностики и ТО-1. Зона ТО-2 и ТР, размещенная на втором этаже, имеет посты тупикового типа. Имеются специализированные участки углубленной диагностики, шиномонтажных работ, а также развитые по площади кузовной и малярный участки.

Размещение основных производственных помещений в пристройках позволило обеспечить их естественное освещение и организовать движение автомобилей по рациональной схеме.

Рис. 23. Генеральный план предприятия

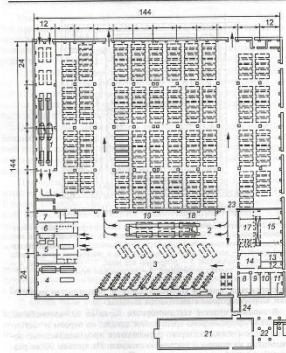


Рис. 23. Пример типового проекта планировки главного корпуса АТП на 350 автобусов с наружной стоянкой: 1 — зона ЕО; 2 — зона ТО; 3 — зона ТР; 4 — тепловая зона; 5 — малярный участок; 6 — общий отделочный; 7 — зона малярных работ; 8 — зона малярных работ; 9 — электрогазосварочные участки; 10 — административно-бытовые помещения; 11 — аккumulированный участок; 12 — зона хранения; 13 — зона ОГМ; 14 — зона ОГМ; 15 — зона ОГМ; 16 — зона ОГМ; 17 — зона ОГМ; 18 — зона ОГМ; 19 — зона ОГМ; 20 — зона ОГМ; 21 — зона ОГМ; 22 — зона ОГМ; 23 — зона ОГМ; 24 — зона ОГМ; 25 — зона ОГМ.

Рис. 20. Прием типовых планировочных решений

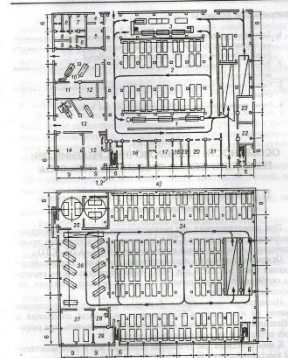


Рис. 20.4. Пример типового проекта здания АТП на 325 автобусов, а — первый этаж; 1 — зона ЕО; 2 — зона ТО; 3 — зона ТР; 4 — зона экспресс-диагностики и ТО-1; 5 — зона хранения; 6 — зона хранения; 7 — зона хранения; 8 — зона хранения; 9 — зона хранения; 10 — зона хранения; 11 — зона хранения; 12 — зона хранения; 13 — зона хранения; 14 — зона хранения; 15 — зона хранения; 16 — зона хранения; 17 — зона хранения; 18 — зона хранения; 19 — зона хранения; 20 — зона хранения; 21 — зона хранения; 22 — зона хранения; 23 — зона хранения; 24 — зона хранения; 25 — зона хранения.

Рис. 20.3. Пример типового проекта планировки главного корпуса АТП на 350 автобусов с закрытой стоянкой: 1 — зона ЕО; 2 — зона ТО; 3 — зона ТР; 4 — тепловой участок; 5 — малярный участок; 6 — обойное отделение; 7 — склад масел; 8 — шинно-монтажное отделение; 9 — электрорадиотехническое отделение; 10 — карбюраторное отделение; 11 — аккумуляторное отделение, 12 — компрессорная; 13 — цех ОГМ; 14 — склад резины; 15 — агрегатно-механический участок; 16 — инструментально-раздаточная кладовая; 17 — склад агрегатов; 18 — склад запасных частей; 19 — склад материалов; 20 — стоянка автобусов; 21 — административно-бытовой корпус; 22 — контрольно-технический пункт; 23 — внутренний въезд в производственные зоны; 24 —галереи

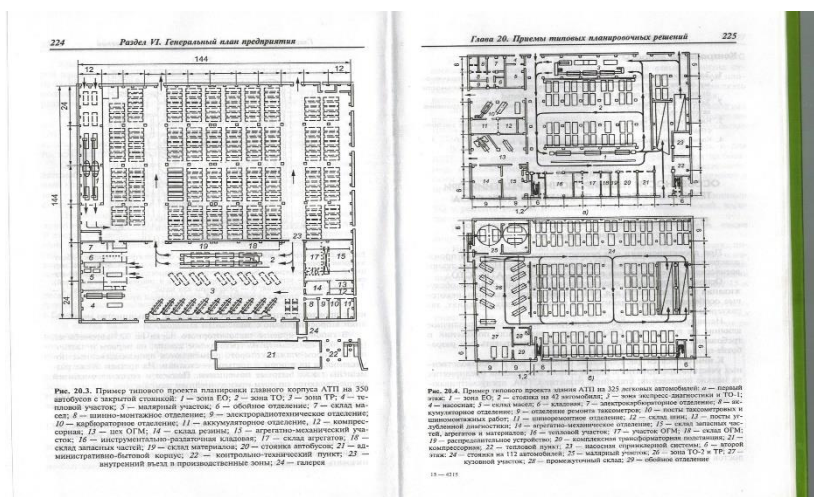


Рис. 20.4. Пример типового проекта здания АТП на 325 легковых автомобилей: а — первый этаж: 1 — зона ЕО; 2 — стоянка на 42 автомобиля; 3 — зона экспресс-диагностики и ТО-1; 4 — насосная; 5 — склад масел; 6 — кладовая; 7 — электрокарбюраторное отделение; 8 — аккумуляторное отделение; 9 — отделение ремонта таксометров; 10 — посты таксометровых и шиномонтажных работ; 11 — шиноремонтное отделение; 12 — склад шин; 13 — посты углубленной диагностики; 14 — агрегатно-механическое отделение; 15 — склад запасных частей, агрегатов и материалов; 16 — тепловой участок; 17 — участок ОГМ; 18 — склад ОГМ; 19 — распределительное устройство; 20 — комплексная трансформаторная подстанция; 21 — компрессорная; 22 — тепловой пункт; 23 — насосная спринклерной системы; б — второй этаж: 24 — стоянка на 112 автомобилей; 25 — малярный участок; 26 — зона ТО-2 и ТР; 27 — кузовной участок; 28 — промежуточный склад; 29 — обойное отделение

Практическая часть.

1. Начертите 1 из примеров типового проекта в формате А4.

Вариант 1; 5; 9; 13; 17; 21; 25; 29 – рис.20.1

Вариант 2; 6; 10; 14; 18; 22; 26; 30 – рис.20.2

Вариант 3; 7; 11; 15; 19; 23; 27; 31 – рис.20.3

Вариант 4; 8; 12; 16; 20; 24; 28 – рис.20.4

Отчет о работе

В отчете отразить:

1. Наименование работы, цель работы, задание.
2. Пояснения к работе и порядок ее выполнения, оборудование.
3. Теоретическую и практическую части.
4. Сделать выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. На какие зоны подразделяются производственные помещения АТП?
2. Приведите возможные варианты расположения постов обслуживания автомобилей на АТП?
3. Какие могут быть сетки колонн?
4. При проектировании, каких зданий рекомендуется не применять колонны?
5. За счет каких планировочных решений АТП обеспечивается подвижному составу поступление в различные зоны предприятия в зависимости от потребностей после его возвращения с работы?
6. За счет каких планировочных решений АТП осуществляется хранение автопоездов?
7. Какие типовые проекты грузовых АТП получили наибольшее распространение?
8. Какие планировочные решения применимы для зоны ЕО?

Список литературы

1. Варис, В. С. Устройство автомобиля : учебник для СПО / В. С. Варис. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 430 с. — ISBN 978-5-4488-0260-7, 978-5-4497-0060-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86528.html>
2. Устройство тракторов : учебное пособие / А. Н. Карташевич, О. В. Понталев, А. В. Гордеенко, В. А. Белоусов ; под редакцией А. Н. Карташевич. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 444 с. — ISBN 978-985-503-571-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67779.html>
3. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей: учебник водителя транспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. — 11-е изд., доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2019. — 256 с.
4. Тракторы: Устройство и техническое обслуживание: учеб. Пособие для нач. Проф. Образования / Г.И. Гладов, А.М. Петренко.- М.: Издательский центр «Академия» 2012, 256с.
5. Жулай, В. А. Строительные, дорожные машины и оборудование : справочное пособие / В. А. Жулай, Н. П. Куприн. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 99 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55030.html>
6. Максименко, А. Н. Производственная эксплуатация строительных и дорожных машин : учебное пособие / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 391 с. — ISBN 978-985-06-2498-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/48015.html>
7. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей: учебник водителя транспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. — 11-е изд., доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2018. — 256 с.
8. Жулай, В. А. Строительные, дорожные машины и оборудование : справочное пособие / В. А. Жулай, Н. П. Куприн. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 99 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55030.html>
9. Иванов, В. П. Техническая эксплуатация автомобилей. Дипломное проектирование : учебное пособие / В. П. Иванов. — Минск : Вышэйшая школа, 2018. — 216 с. — ISBN 978-985-06-2575-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/48019.html>
10. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М.

Виноградов, И.В. Бухтеева, В.Н. Редин. – 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 272 с.

11. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений/В.В. Петросов. – М.: Издательский центр «Академия», 2017, 224с.
12. Техническое обслуживание и ремонт автомобиля: в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ А. С. Кузнецов. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с.
13. Техническое обслуживание и ремонт автомобиля: в 2 ч. Ч.2: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ А. С. Кузнецов. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с.
14. Варис, В. С. Ремонт двигателей автомобилей : учебное пособие для СПО / В. С. Варис. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 233 с. — ISBN 978-5-4486-0496-6, 978-5-4488-0220-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79434.html>
15. Головин, А. А. Техническое обслуживание и ремонт гусеничных тракторов и мелиоративных машин : учебное пособие / А. А. Головин. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 424 с. — ISBN 978-985-503-474-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67750.html>
16. Ремонт автомобилей и двигателей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 14-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 496 с.
17. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов; под ред. В.М. Власова. – 13-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 432 с.

Дополнительные источники:

1. Профессиональный ремонт ДВС автотранспортных средств, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин иностранного и отечественного производства. ИД «Форум», ИНФРА – М 2011, 304с.
2. Сеницын, А. К. Основы технической эксплуатации автомобилей : учебное пособие / А. К. Сеницын. — М. : Российский университет дружбы народов, 2011. — 284 с. — ISBN 978-5-209-03531-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11545.htm>.
3. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений / В.А. Набоких- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия» 2008, 240с.
4. Автослесарь по ремонту двигателей: учебное пособие / А.А. Федорченко. – Ростов Н./Д: Феникс 2009, 346с.

5. Слесарь по ремонту автомобилей (моторист): учебное пособие для нач. проф. Образования / А.С. Кузнецов. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия» 2011, 304с.
6. Автомобили и тракторы: краткий справочник/ В.И. Баловнев, Р.Г. Данилов. – М.: Издательский центр « академия» 2008,384с.
7. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. Лабораторный практикум. – М.: ИД « Форум» ИНФРА-М, 2006 ,208с.
8. Организация капитального ремонта автомобилей: учебное пособие \ В.В. Беднарский. – Ростов Н/Д: Феникс, 2005 ,592с.
9. Устройство автомобилей: Учебник для студ. Учреждений сред. Проф. Образования / А.П Пехальский, И.А Пехальский. – М.: Издательский центр «Академия» 2005, 528с.
- 10.Техническое обслуживание автомобилей. Книга1. Техническое обслуживание и текущему ремонт автомобилей: Учебное пособие.- М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007,432с.
- 11.Техническое облуживание автомобилей. Книга2. Организация хранения, технического облуживания и ремонта автомобильного транспорта: Учебное пособие-м.: ФОРУМ: ИНФРА-М 2007,256с.
- 12.Эксплуатация и техническое обслуживание дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник для сред. Проф. Образования/ Е.С. Локшина М. Мастерство 2002,464с.
- 13.Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Введение в специальность: Учеб. Пособие. – М. ИД "ФОРУМ". ИНФРА-М 2006, 192с.