



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

**Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Республики Крым
«Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»
(ГБОУВО РК КИПУ имени Февзи Якубова)**

Кафедра автомобильного транспорта

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

(подпись) С.А. Феватов
(инициалы, фамилия)

«24» марта 2026 года

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

(подпись) А.У. Абдулгасис
(инициалы, фамилия)

«24» марта 2026 года

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

к курсовому проекту по дисциплине

**«Основы технологии производства и ремонта автомобильного
транспорта и ТТМО»**

направление подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

факультет инженерно-технологический

Симферополь, 2026г.

Лист согласования
методических рекомендаций
к курсовому проекту по дисциплине «Основы технологии производства и ремонта
автомобильного транспорта и ТТМО»

Составитель методических рекомендаций

_____ В. Халилов, доцент, канд. техн. наук, доцент
(подпись) (инициалы, фамилия, должность, ученая степень, звание (при наличии))

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании кафедры
автомобильного транспорта

(протокол от «17» февраля 2026 г. №8)

Заведующий кафедрой _____ А.У. Абдулгасис
(подпись) (инициалы, фамилия)

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании УМК
инженерно-технологического факультета

(протокол от «17» марта 2026 г. №5)

Председатель УМК _____ Э.Р. Шарипова
(подпись) (инициалы, фамилия)

Методические рекомендации рекомендованы к использованию ученым
советом инженерно-технологического факультета
(протокол от «24» марта 2026 г. №8)

Председатель ученого совета факультета _____ А.И. Алиев
(подпись) (инициалы, фамилия)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. Цель и задачи курсового проектирования	4
2. Тематика, состав и объем курсового проекта	5
3. Общие требования к оформлению проекта	6
4. Исходные данные для разработки проекта	7
5. Общие положения содержание проекта	7
5.1. Назначение, описание и технические характеристики заданного объекта.....	7
5.2. Выбор метода ремонта в соответствии с заданной программой и разработка перечня производственных работ и последовательности их выполнения	14
5.3. Режим работы предприятия и годовые фонды времени	17
6. Разработка линейного графика согласования работ и определение времени пребывания в ремонте	24
7. Разработка компоновочного плана	31
7.1. Расчет производственных площадей	32
7.2. Выполнение компоновочного плана	35
7.3. Проверка результатов компоновки производственных отделений характеристиками графика грузопотоков	36
8. Разработка плана расстановки оборудования	38
8.1. Последовательность выполнения технологических операций	38
8.2. Расчет и выбор технологического оборудования	39
8.3. Общая организация технологического процесса и расстановка оборудования на участке	44
Литература	45
Приложения	46

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее методическое пособие предназначено студентам для приобретения навыков практического использования знаний в области проектирования авторемонтных предприятий. Пособие позволяет так же закрепить знания, полученные в процессе обучения в университете, рационально использовать практический опыт проектирования при выполнении в дальнейшем дипломного проекта, а также помочь в подготовке к будущей специальности.

В пособии освещаются практические аспекты вопросов, рассматриваемых в ремонтном производстве: технология ремонта, разработка графика ремонтного цикла, компоновочного плана производственных подразделений проектируемого предприятия, графика грузопотоков, планировки производственного корпуса.

Вопросы, связанные с общими правилами выполнения проектов рассматриваются в учебных пособиях [2; 4].

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цель курсового проектирования – закрепление и систематизация знаний студентов, полученных при изучении дисциплины «Основы ремонта автомобилей и навесного оборудования», развитие навыков самостоятельной работы, практическое применение теоретических знаний при решении практических задач организации ремонтного производства.

Курсовой проект в соответствии с учебным планом может выполняться параллельно с изучением теоретического курса и после его окончания. В процессе курсового проектирования решаются следующие задачи:

- углубление и закрепление теоретических знаний и их применение для разработки и согласования производственных процессов ремонта автомобилей и его навесного оборудования;
- исследовательская работа по обоснованию и выбору совре-

менных подходов в технологии ремонта;

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы по дисциплине;

овладение методикой проектирования производственных предприятий по ремонту автомобилей, узлов и агрегатов по укрупненным показателям. **УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКИЕ**

ЦЕЛИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовое проектирование как активная форма обучения студентов предусмотрено учебными планами курса "Объемные гидромашин и гидropередачи" и преследует следующие цели:

– расширить и закрепить полученные студентом теоретические знания в области объемных гидромашин, предоставив ему возможность применить их при решении конкретных инженерных задач;

– обучить студентов умению пользоваться справочно-технической литературой, стандартами и другими руководяще-техническими материалами;

– усвоить студентом основные правила и приемы проектирования;

– приобретению навыков самостоятельного решения специальных технических задач с оформлением расчетно-пояснительной записки и защиты выполненной работы;

– проверить готовность студента к самостоятельной работе при решении частных технических задач.

В этом отношении курсовое проектирование рассматривается как подготовительный этап для выполнения студентом своей выпускной работы - дипломного проекта.

В курсовой работе студент должен проявить достигнутый им уровень теоретической, практической и профессиональной подготовки, которая предполагает умение:

– собрать и обобщить исходные материалы из технической литературы, стандартов, РТМ, обеспечивающие выполнение полученного задания;

- обосновать расчетным путем на требуемом уровне выбор основных параметров гидромашины и принятых конструктивных решений относительно отдельных элементов, деталей и узлов;
- четко и наглядно отобразить свои предложения графически (на листах чертежей);
- убедительно, полно и вместе с тем лаконично изложить свои расчеты и обоснование в пояснительной записке;
- дать в устном докладе исчерпывающее и краткое изложение содержания проекта;
- защитить положения своего проекта при ответах на вопросы членов комиссии, рассматривающей и оценивающей проект.

2. ТЕМАТИКА, СОСТАВ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Темы курсовых проектов по дисциплине «Основы производства и ремонт автомобилей» разрабатываются ведущими преподавателями и утверждаются после обсуждения на заседании кафедры «Эксплуатация и ремонт и автомобилей». Темы подбираются с учетом современного состава автомобильного парка и возможностей его перспективного развития.

В основу содержания курсового проекта входят

- 1) краткое описание заданного объекта, анализ особенностей его функционирования, обоснование процессов изнашивания и выбор технологии ремонта на основе анализа существующих литературных данных;
- 2) разработка перечня выполняемых работ для осуществления ремонта заданного объекта и распределение трудоемкости по видам работ, выбор основного оборудования;
- 3) расчет фондов времени рабочих и оборудования и такта производственного процесса ремонта;
- 4) разработка графика ремонтного цикла и определение минимального времени пребывания объекта в ремонте, количества рабочих по загрузженности, фронта работы;
- 5) определение производственных площадей;
- 6) разработка компоновочного плана производственных

- участков путем выбора рационального размещения производственных отделений по критерию минимальности грузовых противотоков;
- 7) разработка планировки расположения рабочих постов и необходимого технологического оборудования на заданном отделении;
 - 8) оформление курсового проекта в соответствии с общими требованиями [5] и защита его основных положений.

В курсовом проекте студент, как правило, разрабатывает единичные технологические процессы ремонта автомобиля, агрегата или узла автомобиля. Темой курсового проекта может быть разработка нестандартных приспособлений и оснастки и оборудования для технологических процессов ремонта деталей автомобиля. В зависимости от степени подготовленности студента курсовой проект может базироваться на результатах научно-исследовательских разработок, проводимых студентом в процессе обучения.

Пояснительная записка (ПЗ) является основным документом курсового проекта, в котором приводится исчерпывающая информация о выполненных расчетных, технологических и организационно-экономических разработках. Объем ПЗ, как правило, составляет 25–40 страниц рукописного текста. Общий объем графической части составляет не менее 3 листов формата А1. Состав и структура ПЗ типового проекта по основам технологии производства и ремонта автомобилей в основном должны соответствовать выданному заданию перечню состава в приложении 1 и содержанию в приложении 2.

Графическая часть типового проекта включает следующие составляющие:

- 1) график ремонтного цикла – 1 лист;
- 2) компоновочный план производственных участков, совмещенный с графиком грузопотоков – 1 лист;
- 3) планировку производственного отделения или корпуса с расстановкой оборудования и рабочих мест – 1 лист.

В состав графических материалов могут быть включены результаты научно-исследовательской работы в виде графиков, диаграмм, схем или технических проектов. За счет этих

материалов объем графической части, посвященной технологическим разработкам, может быть скорректирован.

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПРОЕКТА

Требования к оформлению пояснительной записки и графической части проекта изложены в учебном пособии [5], а также в соответствующих разделах настоящего пособия.

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА

Исходной информацией служат следующие данные:

- программа выпуска ремонтируемой сборочной единицы (узла или агрегата) автомобиля (задается);
- описание устройства и работы заданного объекта;
- трудоемкость выполняемых ремонтных работ единицы объекта ремонта (в учебных целях задается).

5. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

В разделе изложены структура и последовательность выполнения курсового проекта. В качестве примера в дальнейшем приводятся в качестве примера расчеты, выполненные на тему: «Проект предприятия по ремонту автобусов модельного ряда Ford Transit с годовой программой 650 шт. в год без силового агрегата».

5.1. Назначение, описание и технические характеристики заданного объекта.

Вначале приводятся технические характеристики объекта (объектов), предназначенного для ремонта в проектируемом предприятии, условия эксплуатации. Затем составляется описание устройства заданного объекта и его функциональная работа и особенности.

Необходимо также указать на возможные износы и дефекты заданного объекта и методы устранения на основе изученных литературных материалов, знаний, полученных при прохождении лабораторных работ и производственной практики.

Описание объекта должно быть развернутым, учитывающим особенности функционирования и ремонтпригодности.

5.2. Выбор метода ремонта в соответствии с заданной программой и разработка перечня производственных работ и последовательности их выполнения.

Годовой объем ремонтируемого агрегата (сборочной единицы) указывают в задании на курсовое проектирование с учетом перспективы развития автотранспортного или авторемонтного предприятия – базы производственной практики студента.

Наиболее важным моментом в проектировании авторемонтного производства является выбор метода ремонта. Основываясь на годовую программу и количество моделей автомобилей и их агрегатов, узлов, находящихся в эксплуатации, выбирается метод ремонта.

Обезличенный метод ремонта определяется тем, что восстановленные составные детали не сохраняют принадлежность к принятому в ремонт объекту. Снятые с автомобилем агрегаты и узлы заменяются, а неисправные агрегаты и узлы подвергаются ремонту и отводятся на комплектование оборотного фонда.

Таким образом, упрощается организация ремонтных работ и значимо уменьшается продолжительность пребывания автомобилей и их составных частей в ремонте. За счет того, что объекты ремонта не ожидают, пока будут отремонтированы снятые с них агрегаты и узлы, достигается некоторая экономия времени.

Обезличенный ремонт позволяет выбрать более совершенный технологический процесс, повысить качество, максимально механизировать работы, снизить трудоёмкость, увеличить производительность труда, а также снизить себестоимость ремонта и как следствие повысить конкурентоспособность предприятия.

При выборе не обезличенного метода ремонта снятые для ремонта узлы и детали возвращаются при сборке на базовые

детали объекта ремонта, кроме деталей и узлов, замененных на новые в процессе комплектовки.

Для разработки краткого технологического процесса ремонта заданного объекта, включающего в себя все необходимые ремонтные работы, рекомендуется сначала определить схему последовательности проведения ремонта в виде блок-схемы (рис. 1).

1). ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

К курсовому проекту предъявляется ряд общих требований.

Первое обязательное требование сводится к тому, что курсовой проект гидромашины должен разрабатываться применительно к реально существующему объекту (авиационный двигатель, машина, станок, агрегат и т.п.).

Это позволяет студенту освоить методику сбора и обобщения исходных материалов, более полно изучить деятельность промышленных предприятий и методы практического решения технических задач.

Второе обязательное требование касается темы курсового проекта. Тема курсового проекта должна отвечать профилю специальности в рамках которой проходит обучение по данной дисциплине.

Тема курсового проекта должна носить исследовательский характер и предусматривать решение технических вопросов, связанных, как правило, с модернизацией или модификацией существующих гидромашин.

Третьим общим требованием, предъявляемым к курсовому проекту, является необходимость выполнения чертежей, графиков и оформления пояснительной записки в строгом соответствии с ЕСКД.

Графическую часть курсового проекта составляют 3-4 листа чертежно-технической документации, в частности:

1-2 листа - общий вид (продольный разрез) гидромашины;

1 лист - рабочие чертежи 3-4 основных деталей гидромашины;

1 лист - график пульсации давления или неравномерности подачи жидкости и рабочая характеристика насоса или мотора, отражающая зависимость мощности (момента), подачи и КПД (объемный, механический, полный) гидромашины от давления, другие графики, отражающие физические процессы в машине.

Разработку гидромашин необходимо выполнить одновременно с расчетом ее параметров и размеров деталей. На чертеже следует вычерчивать такое количество проекций и разрезов, которое позволяет достаточно полно показать конструкцию гидромашин. При проектировании новой машины следует максимально использовать данные отработанных прототипов машин, характеристики которых известны, т. е. ограничить работу лишь специфическими (характерными) для данного конструкторского задания узлами машины. Во всех случаях вопросы проектирования новой машины следует рассматривать с учетом тенденций и перспектив развития и расширения существующих параметров. 7

При разработке гидромашины наряду с применением заимствованных элементов конструкции, студент может предложить свои оригинальные конструктивные решения. В ходе разработки гидромашины могут быть решены вопросы ее крепления и подсоединения к приводу и гидроприводу, удобства монтажа и демонтажа, доступности для ремонта и обслуживания.

Единство общих требований не исключает, а предполагает широкую инициативу в разработке каждой темы в соответствии с особенностями объекта курсового проектирования и индивидуальными способностями и склонностями того или иного студента. Основными параметрами объемных гидромашин являются расчетная Q_m и фактическая $Q_{эф}$ подачи, угловая скорость вращения вала ω , рабочее давление p , крутящий момент M и мощность N . При расчете насосов исходными являются параметры $Q_{эф}$ и p , при расчёте гидромоторов - параметры $M_{эф}$ и ω .

Курсовой проект предусматривает многоуровневую систему оценок.

Для получения оценки:

- "удовлетворительно" - студенту достаточно предоставить графическую часть и выполнить основные расчеты, необходимые для её построения;
- "хорошо" - дополнительно предусматривает наличие геометрической 3D модели рассчитанной объемной гидромашины;
- "отлично" - помимо вышеизложенных требований, присутствует прочностной расчет элемента спроектированной гидромашины, выполненный в САЕ пакете ANSYS Workbench. Это может быть рабочий элемент, корпус и т.п.

Для проведения статического прочностного расчета элемента в САЕ пакете ANSYS Workbench необходимо:

- Построить на основе выданного задания твердотельную 3D геометрию элемента в любом доступном CAD пакете;
- Импортировать построенную геометрическую модель в Design modeler пакета ANSYS Workbench;

- Задать или выбрать из библиотеки материалов основные свойства материала рассматриваемого элемента;
- На основе построенной 3D геометрии элемента построить его сеточную модель;
- Задать граничные условия для корректности решения задачи;
- Провести решение;
- Провести верификацию расчетной модели.

Однако не запрещается выполнять чертежи и расчеты в других пакетах. 8

Особого внимания заслуживают проекты направленные на моделирование рабочего процесса, протекающего в исследуемой объемной гидромашине. Такие проекты носят исследовательский и позволяют студентам лучше понять физику процесса. В данном случае требования к содержанию курсового проекта определяются преподавателем индивидуально.

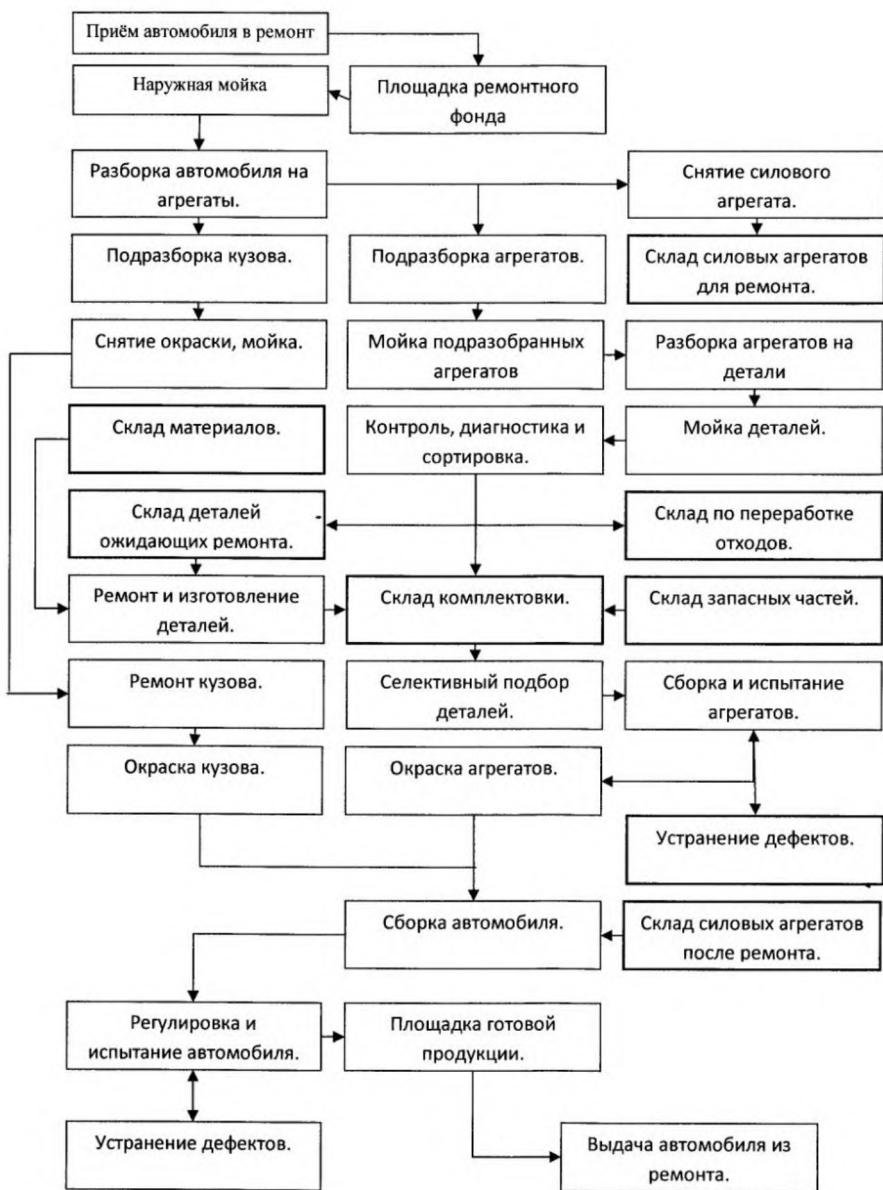


Рис. 1. Схема последовательности проведения капитального ремонта автомобиля.

Приёмка объекта в ремонт.

Приёмка объекта в ремонт производится приёмщиком предприятия совместно с представителем заказчика. Во время непосредственной приемки составляется приемо-сдаточный акт установленной формы в трех экземплярах. В нем отображается техническое состояние и комплектность объекта, сдаваемого на ремонт. Акт обязательно подписывается с одной стороны представителями ремонтного предприятия и с другой стороны – заказчиком. Второй экземпляр выдается заказчику, а первый и третий экземпляры акта остаются на ремонтном предприятии.

Приёмщику разрешается вскрывать отдельные агрегаты для установления степени изношенности и комплектности. Принятый объект поступает в ремонт или при необходимости на склад ремонтного фонда для хранения. Запас ремфонда позволяет предприятию ритмично работать. На рабочем месте приёмщика необходим письменный стол, стул, компьютер, шкаф с инструментами, умывальник.

Наружная мойка.

Перед мойкой необходимо удалить из агрегатов масло. Необходимо приспособление для промывки агрегатов моечным раствором или паром. В практике наиболее широкое распространение получил метод струйной очистки под высоким давлением (гидродинамическая очистка), применяемый для наружной мойки автомобиля агрегатов так автомобиля в целом. Принцип удаления загрязнений с помощью струи состоит в механическом разрушении слоя загрязнений, его связей, называемых адгезионными, с очищаемой поверхностью за счет нормальных и касательных напряжений, которые возникают при ударе движущейся жидкости (вода, моющий раствор) о преграду.

Разборка.

Разборка – это комплекс операций, имеющих целью разъединение объектов ремонта (агрегатов и автомобиля в целом) на сборочные единицы и детали в строго определенной технологической последовательности.

Технологичный процесс разборки позволяет ремонтному предприятию использовать до 70% деталей повторно. Технологичное осуществление разборочных работ может позволить существенно снизить, а по возможности и исключить повреждения деталей и тем самым уменьшить себестоимость ремонта. Как показывает практика, годные детали обходятся ремонтному предприятию в 6–10% от их цены, отремонтированные – в 30–40%, а замена деталей – в 110–150% [2].

Разборку совершают в соответствии со следующими основными правилами:

- в первую очередь снимают легкоповреждаемые и защитные части (электрооборудование, топливо- и маслопроводы, капот, шланги, салон и т.д.); после этого снимают самостоятельные сборочные единицы, которые очищают и разбирают на детали;
- агрегаты (гидросистемы, электрооборудования, топливной аппаратуры, и т.д.) после снятия с автомобиля доставляют на специализированные участки или рабочие места для идентификации и определения технического состояния и при необходимости ремонта;
- в процессе разборки не следует разуккомплектовывать сопряженные пары, которые на заводе-изготовителе обрабатывают в сборе или балансируют, а также приработанные пары деталей и пригодные для последующей эксплуатации (конические шестерни главной передачи); детали, не подлежащие обезличиванию, метят, связывают, вновь соединяют болтами, укладывают в отдельные ящики или сохраняют их комплектность другими способами;
- крепежные детали (гайки, болты, шпильки) при разборке машины складывают в сетчатую тару для более эффективной очистки в моечных установках или возвращают на прежние места;
- для подъема и транспортирования деталей и агрегатов массой более 20 кг применяют подъемно-транспортные средства и надежные захватные приспособления.

Стационарная разборка на сборочные единицы и детали осуществляется на одном рабочем месте, снятые с автомобиля агрегаты разбирают на стационарных стендах. Стационарная разборка широко применяется на предприятиях с единичным типом производства.

Мойка деталей.

Разобранные детали перед поступлением на контроль подвергают очистке для удаления различных видов отложений: промасленной грязи, жировой плёнки, накипи и нагара. Выбор моечного оборудования осуществляется в соответствии с технологией и программой производства.

Дефектовка и сортировка деталей.

Очищенные и обезжиренные детали подвергают контролю и сортировке в соответствии с техническими условиями. К годным относят детали, износ которых не превышает предельных значений и позволяет повторно использовать детали. Эти детали маркируют обычно белой краской и направляют в комплектовочное отделение или на склад запасных частей.

Детали, износ которых больше допустимого, но годные к эксплуатации после ремонта, маркируют желтой, зеленой или голубой краской и направляют на склад накопления деталей, а далее в соответствующие ремонтные цехи или отделения для восстановления. Негодные детали маркируют красной краской и направляют на склад металлолома. Вместо них выписывают со склада годные запасные части.

Детали контролируют визуально (осмотром) и измерительным инструментом; для контроля отдельных деталей применяют специальные приспособления. Визуально проверяют общее техническое состояние деталей и выявляют внешние дефекты (обломы, трещины и т. п.). С помощью различных измерительных инструментов определяют размеры детали или отклонения от правильной геометрической формы. При значительных объемах производимого контроля используются специальные измерительные калибры, действующие по принципу «проходной» или «не проходной».

Комплектование деталей.

Комплектование – часть производственного процесса, которая осуществляется перед сборкой и имеет цель обеспечить непрерывность и увеличение производительности процесса сборки для ритмичного производства и изготовления изделий требуемого и постоянного уровня качества и понижения трудоемкости и стоимости сборочных работ.

Для комплектования характерен следующий комплекс работ:

- подбор и пригонка деталей в отдельных соединениях;
- подбор комплектующих частей сборочного комплекта (группы деталей, сборочных единиц и комплектующих изделий, составляющих то или иное изделие) по номенклатуре и количеству;
- подбор сопряженных деталей по ремонтным размерам, размерным и массовым группам;
- накопление, учет и хранение новых, прошедших восстановление и годных без ремонта деталей, сборочных единиц и комплектующих изделий, подача заявок на недостающие составные части;
- транспортировка сборочных комплектов к постам сборки до начала выполнения сборочных работ.

При групповом комплектовании поле допусков размеров обеих сопрягаемых деталей делят на несколько интервалов, а детали по результатам измерений сортируют в соответствии с этими интервалами на размерные группы. Размерные группы сопрягаемых деталей маркируются. На комплектовочном участке имеются столы для контроля деталей, стеллажи и шкафы для хранения инструмента и приспособлений, слесарные верстаки, прессы и т.д. Рабочие места рекомендуется специализировать по наименованиям агрегатов, узлов. На них должны быть соответствующие чертежи, таблицы посадок деталей, каталоги деталей, входящих в узлы, обязательно наличие местного освещения. Восстановительные и ремонтные работы производят на участках при экономической целесообразности.

ности.

Сборочные работы.

Сборка складывается из сборки подгрупп, узлов и вспомогательных агрегатов. Детали объединяют в подгруппу, затем подгруппы и детали с базовой деталью, образую группу, узел или агрегат.

Испытание и регулировка.

Во время испытаний (на стенде) производится регулирование механизмов и устраняются выявленные неполадки и неисправности.

5.3. Расчет годового объема работ и состава работающих.

Учитывая, что проектирование осуществляется на базе расчетов по укрупненным показателям, позволяющим принимать минимальную дифференциацию распределения трудовых затрат по видам работ, определим годовой объем производственных работ на предприятии в человеко-часах по формуле:

$$T_{\text{гп}} = tN_{\text{п}}, \quad (1)$$

где t – трудоемкость выполняемых ремонтных работ единицы заданного объекта ремонта (в учебных целях задается преподавателем), чел. · ч;

$N_{\text{п}}$ – годовая программа ремонтного предприятия, шт/год.

Пример: Годовой объем работ определяется умножением трудоёмкости одного объекта на годовую программу ремонтного предприятия:

$$T_{\text{гп}} = tN_{\text{п}} = 254,75 \times 650 = 165587,5 \text{ чел. ч;}$$

В практике ремонтного производства для определения трудоемкости объекта ремонта используются методы нормирования труда выполняемых работ, поэтому процесс непосредственно связан с технологией и оснащённостью оборудованием, оснасткой, инструментом.

Значение трудоемкости зависит от производственной программы ремонта. Чем больше значение годовой программы ремонта, тем больше используются элементы механизации ра-

бочих постов, что позволяет снизить трудоемкость выполняемых работ.

Существует практика разработки типового проекта авто-ремонтного предприятия на заданную годовую программу, внедрения проекта в производство с последующим практическим нормированием производимых работ на рабочих постах. В учебных целях, как уже упоминалось ранее, трудоемкость задается в задании КП.

В задании может быть предусмотрено выполнение дополнительных работ по текущему ремонту автомобилей, либо отдельных агрегатов. Расчет годовой трудоемкости $T_{доп}$ ведется аналогично основной трудоемкости.

Кроме объемов работ, относящихся непосредственно к объекту ремонта, производству необходимо выполнение сопутствующих работ по поддержанию оборудования и технологической оснастки в эксплуатационном состоянии и прочие работы. Трудоемкость сопутствующих работ $T_{соп}$ определяется:

$$T_{соп} = T_{об} + T_{ин} + T_{проч}, \quad (2)$$

- а) ремонт технологического оборудования:

$$T_{об} = 0,08 \times T_{гп}, \text{ чел. ч.}; \quad (3)$$

- б) ремонт и изготовление инструментов и приспособлений:

$$T_{ин} = 0,03 \times T_{гп}, \text{ чел. ч.}; \quad (4)$$

- в) прочие работы:

$$T_{проч} = 0,1 \times T_{гп}, \text{ чел. ч.} \quad (5)$$

Тогда общая трудоемкость определяется как

$$T_{общ} = T_{гп} + T_{соп} = T_{гп} + T_{об} + T_{ин} + T_{проч}, \quad (6)$$

При наличии дополнительных работ в задании к трудоемкости сопутствующих работ основного объекта ремонта следует добавить трудоемкость сопутствующих работ дополнительного задания ($T_{соп} + T_{соп доп}$).

Пример расчета трудоемкости дополнительных работ:

- ремонт оборудования предприятия:

$$T_{об} = 0,08 \times T_{гп} = 0,08 \times 165587,5 = 13247 \text{ чел. ч.};$$

- ремонт и изготовление инструментов и приспособлений:

$$T_{\text{ин}} = 0,03 \times T_{\text{гп}} = 0,03 \times 165587,5 = 4967,6 \text{ чел. ч.};$$

- прочие работы:

$$T_{\text{проч}} = 0,1 \times T_{\text{гп}} = 0,1 \times 165587,5 = 16558,8 \text{ чел. ч.}$$

Общая трудоёмкость предприятия $T_{\text{общ}}$ равна сумме основной трудоёмкости и $T_{\text{соп}}$ сопутствующих:

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{гп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{ин}} + T_{\text{проч}} = 165587,5 + 13247 + 4967,6 + 16558,8 = 200360,9 \text{ (чел. ч.)}$$

Общую трудоёмкость ремонтных работ распределяем по участкам предприятия и сводим в табл. 1.

Таблица 1.

Распределение трудоёмкости предприятия по участкам ремонту автобусов модельного ряда Ford Transit.

Наименование участка	трудоёмкость, %	трудоёмкость, чел-ч	трудоёмкость общая, чел-ч
Отделение приёмки и наружной мойки	0,99	2,52	1983,57
Разборочно-моечное	6,99	17,81	14005,23
Дефектовки	1,17	2,98	2344,22
Комплектования	2,32	5,91	4648,37
Ремонта колёс	1,15	2,93	2304,15
Аккумуляторный участок	1,15	2,93	2304,15
Ремонта гидросистем	4,64	11,82	9296,75
Ремонта электрооборудования	2,31	5,88	4628,34
Кузнечно-рессорный	2,75	7,01	5509,92
Отделение ремонта кузова	24,4	62,16	48888,06
Участок ремонта карданных валов	2,3	5,86	4608,30
Участок ремонта мостов	6,4	16,30	12823,10

Рулевого управления	1,15	2,93	2304,15
Полимерный участок	3,48	8,87	6972,56
Окрасочно-сушильный	8,24	20,99	16509,74
Обойный участок	4,3	10,95	8615,52
Сборочный	9,6	24,46	19234,65
Регулировки и испытания	2,3	5,86	4608,30
Меднишко-радиаторный	1,15	2,93	2304,15
Сварочный участок	3,5	8,92	7012,63
Слесарно-механический участок	7,41	18,88	14846,74
Гальванический участок	2,3	5,86	4608,30
Всего	100,00	254,75	200360,90

5.4. Режим работы предприятия и годовые фонды времени.

Режим работы предприятия характеризуется количеством рабочих дней в году, продолжительностью смены и рабочей недели в часах, количеством смен.

Законодательством Украины предусмотрена пятидневная рабочая неделя, которая сокращается при официальных праздничных днях. Количество рабочих дней в году рассчитывается следующим образом:

$$Д_{РГ} = Д_{К} - Д_{ВХ} - Д_{ПР}, \quad (7)$$

где $Д_{К}$ – количество календарных дней в году (принимается $Д_{К} = 365$;

$Д_{ВХ}$ – количество выходных дней в году (принимается $Д_{ВХ} = 104$ (при пятидневной рабочей неделе);

$Д_{ПР}$ – количество праздничных дней в году, $Д_{ПР} = 6$.

Количество смен в сутки для различных производственных подразделений может быть неодинаково при использовании дорогостоящего оборудования, например, станочное, испыта-

тельное, гальваническое, термическое.

В учебных целях и ввиду относительно небольших программ проектируемых предприятий экономически целесообразно принимать для всех отделений предприятия работу в одну смену.

Известно, что работа во вторую смену повышает усталостное состояние рабочего, создает значительные неудобства бытового характера (работа детских воспитательных учреждений, магазинов и пр.).

Годовые фонды рабочего времени подразделяются на номинальные и действительные.

Номинальный годовой фонд времени одного рабочего Φ_H определяется по формуле:

$$\Phi_H = D_{РГ} \times t_{см} - D_{ПР} \times t_{см} \quad (8)$$

где $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$t_{см}$ – сокращение рабочей смены в предпраздничные дни, $t_{см} = 1$ ч.

Действительный фонд времени рабочего определяется фактическим временем, отработанным рабочим в течение года с учетом различных потерь (отпуска, болезни, командировки, выполнения государственных и общественных обязанностей).

Действительный годовой фонд времени одного рабочего

$$\Phi_d = [(D_{РГ} - D_{от}) \times t_{см} - D_{ПР} \times t_{см}] \times K_{рем}, \quad (9)$$

где $D_{от}$ – продолжительность отпуска рабочего, дни.

Законодательством предусмотрен выход в отпуск на 24 дня – для кузнецов, мотористов, гальваников, сварщиков, медников, маляров, аккумуляторщиков. Для прочих профессий – 18 дней.

$K_{рем}$ – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени на ремонт оборудования и по уважительным причинам ($K_{рем} = 0,96 - 0,97$).

В табл. 2 приводятся результаты расчетов годовых фондов времени рабочих различных профессий, регламентированных трудовым законодательством Украины.

Таблица 2.

Годовые фонды времени рабочих.

№ п/п	Наименование и вид ремонтных работ.	Длительность рабочей смены, ч.	Длительность отпуска, сут.	Коэффициент, учитывающий потери рабочего времени	Номинальный годовой фонд времени, ч.	Действительный годовой фонд времени, ч
1	Разборочные, дефектовочно-комплектующие, слесарные и сборочные, механические работы.	8	15	0,97	2018	1841
2	Кузнечно-термические работы, сварочные работы, ремонт аккумуляторов.	8	24	0,97	2018	1771
3	Гальванические, медницкие и полимерные работы, ремонт гидравлической аппаратуры.	8	18	0,97	2018	1818
4	Окраска и сушка.	7	24	0,96	1816	1577
5	Прочие	8	15	0,97	2018	1841

	профессии.					
--	------------	--	--	--	--	--

Расчет численности производственных вспомогательных рабочих, ИТР, счетно-контровского персонала младшего обслуживающего персонала (МОП), Пожарно-сторожевой охраны (ПСО).

Учитывая, что количество производственных рабочих предприятия (отделения), непосредственно выполняющих технологические операции, подразделяется на списочное и явочное. Определим списочное количество $R_{сп}$ по формуле:

$$R_{сп} = \frac{T_{ГП}}{\Phi_{д}}, \quad (10)$$

где $T_{ГП}$ – трудоемкость работ по предприятию (отделению), чел·ч;

$\Phi_{д}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч.

Явочное количество:

$$R_{яв} = \frac{T_{ГП}}{\Phi_{н}}, \quad (11)$$

где $\Phi_{н}$ – номинальный годовой фонд времени рабочего, ч.

Полученные значения $R_{сп}$ и $R_{яв}$ округляются до целых значений.

В дальнейшем в расчетах $R_{сп}$ будут использованы данные списочного состава рабочих непосредственно занятых в процессе ремонта, так как на них запланирован весь годовой объем ремонтных работ.

Для заданий, где предусматривается выполнение дополнительных работ по текущему ремонту автомобилей либо отдельных агрегатов по трудоемкости $T_{доп}$, рассчитывается дополнительное количество рабочих $R_{яв доп}$ основного производства:

$$R_{яв доп} = \frac{T_{доп}}{\Phi_{н}}, \quad (12)$$

Результаты расчетов заносятся в табл. 2.

Количество вспомогательных рабочих – $R_{всп}$ основного производства (наладчики, инструментальщики, электрослесари, транспортные работники, кладовщики, уборщики) принимается в процентном отношении от общего количества произ-

водственных рабочих. В учебных целях принимаем количество в размере 20...25% от общего количества рабочих. Количество наладчиков станков общего назначения принимаем на 12–16 станков – 1наладчик. Один уборщик назначается на 1800–2500 м² уборочной площади.

Количество инженерно-технических работников – $P_{итр}$ рекомендуется принимать 14–18% от численности производственных рабочих. Например, один мастер на 20–25 рабочих.

Количество счетно-конторского персонала $P_{скп}$ – 5–6%. *Количество пожарно-сторожевой охраны (ПСО)* $P_{псо}$ – 1%, при соблюдении нормативов загрузки.

Количество младшего обслуживающего персонала (МОП) берется в размере $P_{моп}$ – 8% от среднегодового числа производственных и вспомогательных рабочих. В состав МОП входят вахтеры, уборщики офисных помещений, посыльные и др.

Для малых предприятий в учебных целях предлагается принимать следующие пределы:

- $P_{всп}$ – не более 10–15%,
- $P_{итр}$ – не более 6%,
- $P_{скп}$ и $P_{моп}$ – не более 1%,
- $P_{псо}$ – в зависимости от территории и графика сменности работы.

В малых предприятиях в основном используется оборудование общего назначения. Поэтому доля механизации и автоматизации в технологическом процессе может быть значительно меньше, чем в специализированных предприятиях, и сокращение вспомогательных рабочих ($P_{всп}$) как и остальных работников, не задействованных непосредственно в технологическом процессе уменьшается экономически оправданно.

Весь штат предприятия определяется по формуле:

$$P_{пр} = P_{сп} + P_{всп} + P_{итр} + P_{скп} + P_{моп} + P_{псо}. \quad (13)$$

Штат производственных рабочих, непосредственно задействованных в технологическом процессе ремонта по разрядам, определяется по графику ремонтного цикла и заносится в табл. 3.

Таблица 3.

Численность рабочих по специальности.

№ п/п	Специальность рабочего	Число рабочих	Число рабочих по разрядам				
			I	II	III	IV	V

При наличии в задании дополнительных работ по текущему ремонту автомобилей либо отдельных агрегатов с трудоемкостью $T_{\text{доп}}$ производится расчет дополнительного количества рабочих $R_{\text{яв доп}}$ не только основного производства, но и других сопутствующих служб аналогично вышеприведенным расчетам.

После выполнения расчетов годовых фондов времени рабочих по специальностям и зная распределение трудоемкости по участкам (например, см. табл. 1), определим количество рабочих по участкам. Результаты расчетов сводятся (как показано в примере) в табл. 4.

Таблица 4.

Определение количества производственных рабочих по участкам.

Наименование участка	трудоемкость, %	трудоемкость общая, чел. ч	$\Phi_{\text{др.}}$, час	$\Phi_{\text{пр.}}$, час	Число рабочих расчётное	Число рабочих явное
Отделение приёмки и наружной мойки	0,99	1983,57	1841	2018	1,08	0,98
Разборочно-моечное	6,99	14005,23	1841	2018	7,61	6,94
Дефектовки	1,17	2344,22	1841	2018	1,27	1,16

Комплектования	2,32	4648,37	1841	2018	2,52	2,30
Ремонта колёс	1,15	2304,15	1841	2018	1,25	1,14
Аккумуляторный участок	1,15	2304,15	1771	2018	1,30	1,14
Ремонта гидросистем	4,64	9296,75	1818	2018	5,11	4,61
Ремонта электрооборудования	2,31	4628,34	1841	2018	2,51	2,29
Кузнечно-рессорный	2,75	5509,92	1771	2018	3,11	2,73
Отделение ремонта кузова	24,4	48888,06	1841	2018	26,70	24,23
Участок ремонта карданных валов	2,3	4608,30	1841	2018	2,50	2,28
Участок ремонта мостов	6,4	12823,10	1841	2018	6,97	6,35
Рулевого управления	1,15	2304,15	1841	2018	1,25	1,14
Полимерный участок	3,48	6972,56	1818	2018	3,84	3,46
Окрасочно-сушильный	8,24	16509,74	1577	1816	10,47	9,09
Обойный участок	4,3	8615,52	1841	2018	5,46	4,75

Сборочный	9,6	19234,65	1841	2018	10,45	9,53
Регулировки и испытания	2,3	4608,30	1841	2018	2,50	2,28
Медницкорadiatorный	1,15	2304,15	1818	2018	1,27	1,14
Сварочный участок	3,5	7012,63	1771	2018	3,96	3,48
Слесарномеханический участок	7,41	14846,74	1841	2018	8,06	7,36
Гальванический участок	2,3	4608,30	1818	2018	2,54	2,28
Всего	100,00	200360,90			110,96	100,20

6. РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОГО ГРАФИКА СОГЛАСОВАНИЯ РАБОТ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ В РЕМОНТЕ

Длительность производственного цикла ремонта изделия характеризует совершенство организации производственного процесса на проектируемом предприятии и означает продолжительность пребывания изделия в ремонте.

Длительность цикла ремонта изделия наиболее целесообразно определять графическим путем, т.е. построением линейного графика согласования ремонтных работ.

Для разработки линейного графика согласования ремонтных работ (графика ремонтного цикла – ГРЦ) необходимо на листе формата А1 вычертить табл. 5 (см. Приложения 3, 4).

производимых работ раскрывается и группируется более подробно.

Группировку производимых работ целесообразно проводить на основе выбранной технологии ремонта. В начале примерно группируются такие виды работ, как приемка и хранение ремфонда, наружная мойка, снятие электрооборудования и подготовка к разборке, разборка, мойка деталей, контроль и комплектовка, ремонт деталей, сборка узлов и агрегатов, испытание (обкатка), хранение и выдача потребителю. Часть трудоемкости отводится слесарно-механическому, гальваническому участкам и т.п.

При распределении трудоемкости по видам выполняемых работ необходимо обращаться к существующим аналогиям в литературе. Учитывая быстрое развитие отрасли производства автомобилей и растущую сложность инновационных конструкций, проектант в учебных целях может самостоятельно обосновывать сложности ремонта и распределять трудоемкость, консультируясь при необходимости с преподавателем.

Далее необходимо определить среднее время для выполнения операций технологического процесса, затраченное каждым рабочим на выполнение операций на единицу объекта ремонта. Это время означает ритм работы производства (участка), т.е. поступления или выхода очередного объекта ремонта с предприятия и называется такт ремонта.

Чем больше значение годовой программы и специализации ремонтного производства, тем ярче выражен показатель – такт ремонта. Такт ремонта рассчитывается по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{дп}}}{N_n}, \quad (14)$$

где: $\Phi_{\text{дп}}$ – действительный годовой фонд времени предприятия, ч;

N_n – годовая программа ремонтного предприятия, шт/год.

Следует помнить, что чем меньше такт ремонта, тем больше должен быть детализован технологический процесс на отдельные ремонтные операции. Напомним о целесообразности

в некоторых случаях объединять отдельные операции в укрупненный вид работ. При недостаточной загруженности рабочего следует объединить рабочих с разных участков или отделений по сродности разряда выполняемых работ, близости расположения отделений, суммарной загруженности рабочего.

Разработка линейного графика согласования заключается в следующем: на листе вычерчивают специальную форму (табл. 5), в которую, заносят номера рабочих мест, содержание работ (объединенных работ), операций в соответствии с принятой технологией ремонта, разряды работ и их трудоемкость. Рабочее место – это зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность одного или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию [1].

Разряды работ должны соответствовать уровню сложности выполняемых работ.

Далее производятся следующие действия: расчетную численность рабочих по каждому рабочему месту, пользуясь данными табл. 4, уточняем по расчетной формуле:

$$P_p = \frac{T_{pm}}{\tau}, \quad (15)$$

где: T_{pm} — трудоемкость выполняемых работ на рабочем месте, чел·ч.

Напомним, что в расчетах численности рабочих по каждой выделенной укрупненной операции допускается временная недоработка до 5% и на 15%-переработка. Это позволяет равномерно загрузить рабочих и уточнить количество рабочих с учетом допускаемой недогруженности или переработки. Загрузка рабочего на каждом посту определяется по формуле:

$$З = \frac{P_{np}}{P_p} \times 100\%, \quad (16)$$

где P_{np} – принятое число рабочих на посту, чел.

Если округление до целого числа численности рабочих не соответствует желаемой загруженности, то можно в пределах одного отделения объединять рабочих разных отделений по сродности выполняемых работ, разряду работ, близости рас-

положения отделений и добиться результата при суммарной загруженности рабочего.

Для операций (работ), где численность рабочих больше двух-четырех человек, рассчитывают число рабочих мест, так как одновременная работа такого количества рабочих на одном рабочем месте технологически неосуществима или затруднена [3].

Число рабочих мест рассчитывается по формуле:

$$M = \frac{\square_{\pi}}{\tau \times P_0}, \quad (17)$$

где: P_0 — число исполнителей на одном рабочем месте (плотность выполнения работ).

1. При формировании рабочих мест необходимо стремиться к получению их минимального числа [3]. Это можно достигнуть увеличением числа исполнителей на одном рабочем месте до определенного предела, а также более равномерным распределением работ по сменам. Главным критерием назначения количества исполнителей служит физическая возможность размещения рабочих у объекта ремонта.

2. Число исполнителей на одном рабочем месте устанавливают из характера и удобства выполнения работы несколькими исполнителями, массы и габаритов изделий. Так, например, для разборки и сборки машины на одном рабочем месте рекомендуется иметь два-четыре человека.

3. Данные по формированию рабочих мест заносят в соответствующие графы таблицы линейного графика согласования операций (см. табл. 5).

4. Продолжительность выполнения операций (работ) по каждому рабочему месту $t_{оп}$ определяют по формуле:

$$t_{оп} = \frac{T_{рм}}{P_{пр} K_3}, \quad (18)$$

где K_3 – коэффициент, учитывающий загрузку рабочих на рабочем месте.

В случае, когда один вид работ выполняют несколько человек, причем один из них имеет совмещенную работу «в» и «г» (рис. 2) на другом рабочем месте, рекомендуется выбирать схожесть по виду и сложности, а при необходимости консультироваться с преподавателем.

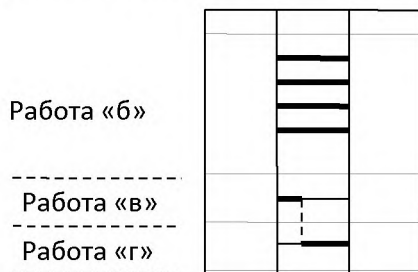


Рис. 2. Распределение производственных работ.

5. Продолжительность каждой операции в принятом масштабе откладывают на графике в виде отрезков прямой, около которой цифрой указывают номер рабочего, выполняющего данную работу.

В случае наличия нескольких исполнителей на одном рабочем месте продолжительность выполняемой работы «б» (см. рис. 2.) изображают параллельными линиями, число которых равно численности исполнителей. При недостаточной загрузке рабочего на одном виде и догрузке его другим видом работ (работа «в» и работа «г»), связь между указанными работами на графике показывают вертикальной пунктирной линией (см. рис. 2).

При построении графика необходимо стремиться к тому, чтобы продолжительность работы, выполняемой каждым рабочим, равнялась продолжительности такта ремонта, а очередная работа начиналась после того, как будет закончена предыдущая, технологически ей предшествующая. Работы должны распределяться по одинаковой сложности и по физической возможности выполняться одновременно.

Иногда могут встречаться ситуации, когда продолжительность работы меньше такта. При этом для загрузки рабочего необходимо в последующих работах распределять такую работу, которая догружала бы рабочего до полного такта (рис. 3а).

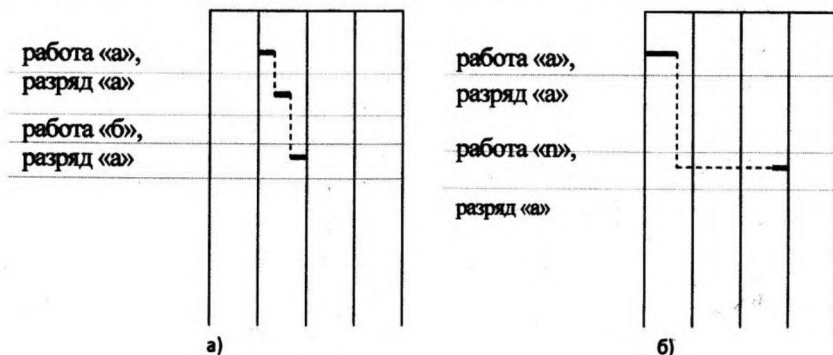


Рис. 3. Техника выполнения графика загрузки по видам работ:
а) последовательная загрузка в соответствии с тактом ремонта;
б) загрузка при смежной работе на нескольких объектах.

Если в том же такте нельзя подобрать подходящую по продолжительности и по разряду работу, но можно найти ее в каком-либо последующем такте, то графически это будет выглядеть так, как показано на рис. 3б. При этом работа должна обязательно выполняться в той части такта, где рабочий не нагружен работой «а».

Для уменьшения продолжительности цикла производства, целесообразно по возможности большее число работ выполнять параллельно с учетом технологической возможности. Так, например, работы по ремонту сборочных единиц и восстановлению отдельных деталей должны начинаться только после контроля и сортировки (дефектации).

Окончание моечных работ необходимо планировать на один-два часа позже разборочных в зависимости от температуры деталей после выхода с мойки и наличия принудительной сушки. Нельзя начинать сборку двигателя и заднего моста, не закончив ремонт блока и корпуса заднего моста и т.д. Это допускается при обезличенном виде ремонта.

Отрезки на графике, определяющие все эти виды работ, должны соответствовать технологическому времени.

По графику ремонтного цикла определяют длительность пребывания ремонтного объекта в ремонте, отражающего только технологическое время ($t_{\text{тех}}$).

Общая продолжительность цикла производства с учетом времени на контроль, транспортирование, комплектование перед сборкой и межоперационное время составит:

$$t_{\text{общ}} = (1,1 \dots 1,15) t_{\text{тех}}. \quad (19)$$

Устанавливают важный параметр производства – фронт ремонта f , т.е. число изделий, одновременно находящихся в ремонте.

Его определяют по формуле:

$$f = \frac{t}{\tau} \quad (20)$$

Сокращая длительность производственного цикла согласованием и нормативной загрузкой, необходимо уменьшить фронт ремонта изделий, а следовательно, снизить затраты на содержание здания предприятия, амортизацию и т.п., т.е. снизить накладные расходы. К примеру, определим:

$$f = \frac{t}{\tau} = \frac{35,2}{3,1} = 10,35.$$

Фронт ремонта обычно – дробное число. Целое число показывает количество объектов, которое всегда находится на ремонтном предприятии, а дробная часть – какую долю такта на предприятии находится ещё один объект.

В приложениях 3 и 4 в качестве примера приводятся разработанные графики ремонтного цикла.

7. РАЗРАБОТКА КОМПОНОВОЧНОГО ПЛАНА

Разработка компоновочного плана производственного корпуса проектируемого предприятия является важным этапом самостоятельной работы студента при выполнении курсового проекта.

В основу компоновочного плана должны закладываться следующие составляющие:

- технологические требования, обуславливающие рациональное расположение производственных участков с учетом степени их вредности, складских и вспомогательных помещений;
- оптимальная транспортная схема, учитывающая организацию перемещения материалов и изделий по производственным участкам и межпостовую передачу.

Для разработки компоновочного плана необходимо определить производственные и вспомогательные площади; произвести графически компоновку; проверить результаты компоновки разработкой графика грузопотоков и закрепления окончательных результатов.

7.1. Расчет производственных площадей.

Производственные площади отделений ремонтного предприятия в расчетах по укрупненным показателям определяются несколькими способами в зависимости от целей и этапа проектирования:

- по площади, занимаемой оборудованием и объектами ремонта с прилегающими проездами, проходами;
- по количеству производственных рабочих в отделениях; по объему выполняемых работ в соответствии с годовой программой предприятия.

Однако каждый из этих способов не является универсальным и имеет ряд недостатков при выполнении курсового проекта. Так, расчет по площади занимаемого оборудования не учитывает изменения площади в зависимости от увеличения программы и перспективы развития предприятия, а также при расчетах и выборе оборудования не достаточно данных для расчетов всего необходимого технологического оборудования оснастки, приспособлений. С другой стороны, метод расчета по количеству производственных рабочих не отражает технологические особенности, связанные с оборудованием при проектировании предприятий с малой программой.

Поэтому в ходе выполнения проекта предлагается расчет производственных площадей производить в два этапа: вначале рассчитать по удельным площадям на одного производственного рабочего, затем корректировать при необходимости полученные значения по площадям, занимаемой оборудованием, объектами ремонта, проездами, проходами по результатам детальной планировки заданного участка. Расчет производственных площадей по количеству рабочих производится по формуле:

$$F_{\text{отд}} = P_{\text{пр}} \times f_{\text{уд}}, \quad (21)$$

где: $P_{\text{пр}}$ – принятое количество человек в отделении, чел.;
 $f_{\text{уд}}$ – удельная площадь на одного производственного рабочего (табл. 6.).

Таблица 6.

Удельная площадь на одного производственного рабочего.

Наименование отделения	$f_{\text{уд}}$ при программе:		$k_{\text{пр}}$
	500–1000	≥ 1000	
Наружной очистки и мойки	38	30	3,0...3,5
Разборочно-моечный	35	30	3,5...4,0
Дефектация и комплектовка деталей	15,5	18–20	3,0...3,5
Мотороремонтный	12,5	15	4,0...4,5
Обкатки и испытания дви- гателей	23	20	4,0...4,5
Медницко-жестяницкий	15	10,5	3,5...4,0
По ремонту электрообору- дования	8	6	3,5...4,0
По ремонту топливной ап- паратуры и гидросистем	10	7	3,5...4,0
Сборки машин	45	35	4,0...4,5

Регулировки и окраски	50	43	4,0...4,5
Шиномонтажный и вулканизационный	25	27	3,0...3,5
Кузнечно-рессорный	23	26	5,0...5,5
Сварочно-наплавочный	20	15	3,5...4,5
Слесарно-механический	15	11	3,0...3,5
Обойный	17	10	8,9...9,0
По ремонту машин	40	35	4,0...4,5

Площадь рассчитывается для каждого отделения. В случае, когда на один рабочий задействован на нескольких отделениях, необходимо учитывать его для каждого из отделений.

Расчет по площади, занимаемой оборудованием.

Для отделений, в которых по технологическому процессу присутствует автомобиль в сборе, агрегаты, его наиболее крупные узлы (кузов, рама) площадь определяется:

$$F_{\xi\zeta\delta} = (F_{\xi\alpha} + F_{\mu}) \times k_{op}, \quad (22)$$

Для остальных отделений:

$$F_{\xi\zeta\delta} = F_{\xi\alpha} \times k_{op}, \quad (23)$$

где F_{μ} – площадь, занимаемая объектом ремонта, м²;

$F_{об}$ – суммарная площадь, занимаемая оборудованием, м²;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий площадь необходимых рабочих зон и проездов (см. табл. 6).

Площадь отделения следует принимать по максимальной из полученных величин.

Расчет площадей вспомогательных помещений.

Для расчета вспомогательных помещений необходимо увеличить суммарные площади, полученные в предыдущем разделе на

- 12% – бытовые помещения;
- 5% – административные помещения;
- 25% – склады;
- 15% – проезды и проходы.

Расчеты площадей сводятся в табл. 7.

Таблица 7.

Сводная таблица.

Номер позиции на технологической планировке	Наименование отделения	Площадь, занимаемая машинами, $F_m, \text{ м}$	Площадь, занимаемая оборудованием, м^2	Значение принятого коэффициента $k_{\text{пр}}$	Расчетная площадь 1, м^2	Принятое количество рабочих в отделении, $P_{\text{пр}}$	Удельная площадь на одного производственного рабочего, $f_{\text{уд}}$	Расчетная площадь 2, м^2	Площадь, принятая после планировки производственного корпуса, $F_{\text{пр}}, \text{ м}^2$

7.2. Выполнение компоновочного плана.

Компоновочный план выполняется на листе формата 1А, (практично использовать миллиметровку соответствующего формата) в масштабе (1:400, 1:200, 1:100), на основе расчетов производственных площадей. Компоновку удобно выполнять, используя компьютерную графику. Расстановка технологического оборудования на компоновочном плане не показывается, но указываются габаритные размеры здания и сетка колонн, стенки; подъемно-транспортное оборудование; трансформаторные подстанции; складские и бытовые помещения. Разработка компоновочного плана начинается с выбора сетки колонн и определения габаритных размеров здания, при этом задается число пролетов, регламентируя тем самым ширину здания. Длина здания определяется путем деления его площади на ширину.

Рекомендуемые [3] соотношения ширины и длины здания – от 1:1,3 до 1:2. При этом важно добиться возможности максимального использования естественного освещения. Изменять соотношение рекомендуется числом пролетов, а при необходимости и сеткой колонн, выбирая ее из ряда $18 \times 6 \text{ м}$, 18×12

м, 24×12 м. Размеры пролетов и шагов колонн могут быть и большими, но обязательно кратными 6 м для зданий, возведенных из унифицированных железобетонных конструкций. Проектант может выбрать в основу конструкцию производственного корпуса, выполненную из металлических конструкций, но при этом необходимо уделить особое внимание креплению грузоподъемных устройств на несущих колоннах.

В зависимости от направления перемещения в процессе ремонта базовой детали проектант может выбрать три компоновочные схемы: прямоточную, Г-образную и П-образную. Преимуществами прямоточной схемы являются прямолинейность и, соответственно, удобство перемещения базовой детали и других крупногабаритных и тяжелых деталей, минимальное пересечение транспортных потоков. Недостатки – наличие ограничений на длину разборочных и сборочных поточных линий, относительное увеличение дальности транспортирования деталей от мест разборки к местам сборки, затрудненность изоляции разборочно-моечного участка от других участков. Применение Г-образной и П-образной схем позволяет более эффективно изолировать разборочно-моечный участок от других участков, несколько сократить дальность транспортирования деталей.

Отделения, связанные с выделением вредных газов, дыма, пыли, неприятных запахов необходимо располагать с подветренной стороны господствующего направления ветров.

7.3. Проверка результатов компоновки производственных отделений характеристиками графика грузопотоков.

После определения размеров производственных площадей и их компоновки, то есть их взаиморасположения в пределах ремонтной мастерской, производится оценка выполненной работы критериями графика грузопотоков. Схема грузопотоков позволяет оценить правильность компоновки цехов с точки зрения выполнения одного из главных требований обеспечения кратчайшего пути движения грузов [3]. При этом выявляются встречные и пересекающиеся грузопотоки, которые по

возможности должны быть устранены путем перекомпоновки отделений.

Потому наиболее важным критерием является направленность потока по ходу производственного процесса. Наличие *противотоков* указывает на нерациональное расположение производственных отделений, участков. Пересекающиеся грузопотоки так же указывают на нерациональность выбора. Кроме того следует обратить внимание на концентрированность поточных линий на площадях с целью оправданного равномерного рассеивания. Решением задачи является минимизация сосредоточенности, противотоков и пересечений грузопотоков. Направление грузопотока должно совпадать с ходом выбранной схемой технологического процесса.

Для построения графика грузопотоков необходимо определить вес заданного объекта и его узлов и деталей. В учебных целях допускается определять эти данные ориентировочно по чертежам или другим источникам.

На компоновочном плане, как показано в Приложении 4, строятся направленные полосы указывающие путь перемещения объекта и далее его компонентов во всех стадиях ремонта по технологической цепочке производства, причем ширина полосы соответствует весовому соотношению в процентах и показывает напряженность потока. Масштаб ширины полосы может быть принят равным 10...200 кг/мм. Полосы между собой соединяются согласно схеме технологического процесса ремонта.

Анализ графика грузопотоков по критерию минимум противотоков и пересечений, а также совпадение основного направления грузопотоков с выбранной схемой технологического процесса позволяет произвести корректировку компоновки и добиться выбора лучшего варианта. Необходимо при этом всегда учитывать расположение отделений вредного производства с подветренной стороны главенствующего ветра в регионе. В приложениях 5, 6 приводятся примеры выполнения графика грузопотоков.

8. РАЗРАБОТКА ПЛАНА РАССТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ

План расстановки оборудования выполняется на основе строительного чертежа здания как правило в масштабе 1:100; 1:50; 1:25 в зависимости от его габаритов и наполненности листа формата А 1. Для удобства выполнения и чертежа и восприятия как иллюстративного материала, формат может быть выбран другой.

Для проведения расстановки оборудования в производственном помещении необходимо соблюдать следующее:

- оборудование и рабочие места располагать с учетом последовательности выполнения технологических операций;
- количества технологического оборудования должно соответствовать расчетам;
- соответствие общей организации технологического процесса и расстановки оборудования на участке;
- принятую схему проездов и проходов;
- нормы технологического проектирования при расстановке оборудования.

8.1. Последовательность выполнения технологических операций.

При проектировании предприятия по укрупнённым показателям последовательность выполнения технологических операций должна соответствовать разработанному производственному процессу, базирующемуся на типовых передовых технологиях, обобщения опыта действующих предприятий. Расстановка оборудования должна соответствовать технологии ремонта и обеспечивать её выполнение с учётом необходимых условий техники безопасности, удобства обслуживания и монтажа оборудования.

Одним из критериев оценивания правильности выполненных планировочных решений является минимальность встречных и перекрёстных грузопотоков, равномерная грузопоточная загруженность в отведённых проездах.

8.2. Расчет и выбор технологического оборудования

При проектировании предприятия по укрупнённым показателям, необходимое количество основного технологического оборудования определяется по годовому объёму работ, исчисляемого в человеко-часах. Остальное технологическое оборудование подбирается по типовой технологии ремонта машин исходя из полученного количества производственных рабочих, установленных рабочих мест, постов. К основному относятся оборудования, на котором выполняются наиболее сложные технологические операции ремонта машин. Это моечные машины, металлорежущие станки, разборочно-сборочные стенды, конвейеры, обкаточно-испытательные стенды.

Количество моечных машин периодического действия $N_{мп}$ для наружной мойки автомобилей, мойки его агрегатов или деталей определяются по формуле:

$$N = \frac{Q_{об}}{\Phi_{дм} g k_a k_t}, \quad (24)$$

где $Q_{об}$ – общая масса автомобилей (агрегатов, деталей), подлежащих мойке за год, т;

$\Phi_{дм}$ – действительный годовой фонд времени моечной машины, ч;

g – часовая производительность моечной машины, принимаемая по техническим характеристикам, шт/час (кг/час);

k_a – коэффициент загрузки моечной машины по массе, зависящий от конфигурации и габаритных размеров загружаемых объектов, $k_a = 0,6–0,8$;

k_t – коэффициент использования машины во времени (для наружной мойки автомобиля $k_t = 0,75 – 0,85$ и в остальных случаях $k_t = 0,65 – 0,75$).

Количество моечных машин конвейерного типа (для мойки деталей) $N_{МК}$:

$$N_{МК} = \frac{Q_{об}}{\Phi_{дм} g_k k_{ск}}, \quad (25)$$

где g_k – производительность моечного конвейера, кг/час;

$k_{ск}$ – коэффициент, учитывающий степень загрузки и исполь-

зования скорости моечного конвейера (принимается 0,45–0,55).

Общая масса деталей подлежащих мойке определяется из выражения:

$$Q_0 = \beta Q_M N, \quad (26)$$

где: β – коэффициент, учитывающий долю массы деталей подлежащих мойке ($\beta = 0,4 \div 0,6$ – для автомобилей, $\beta = 0,6 \div 0,8$ для автомобильных двигателей);

Q_M – масса машины (по техническим характеристикам), кг;

N – годовая программа ремонта (единиц, шт./год).

Количество выварочных ванн для выварки корпусных деталей (блоков, корпусов, задних мостов, КПП) определяется из выражения:

$$N = \frac{Q_{\text{выв}}}{\Phi_{\text{дв}} g_{\text{в}} k_{\text{в}}}, \quad (27)$$

где $Q_{\text{выв}}$ – масса деталей подлежащих выварке, в расчетах $Q_{\text{выв}}$ принимается 15% от массы автомобиля или 40% от массы двигателя;

$\Phi_{\text{дв}}$ – действительный годовой фонд времени выварочной ванны, ч;

$g_{\text{в}}$ – производительность выварки, кг/час;

$k_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий степень загрузки выварки во времени (0,95–0,96).

Согласно технологическому процессу подбирается остальное оборудование моечного отделения.

Количество металлорежущих станков определяется из выражения:

$$N_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{ст}} k}{\Phi_{\text{дс}} k_{\text{эс}}}, \quad (28)$$

где $T_{\text{ст}}$ – годовая трудоемкость станочных работ, ч;

$\Phi_{\text{дс}}$ – действительный годовой фонд времени станка, ч;

$k_{\text{нз}}$ – коэффициент неравномерности загрузки предприятия (принимается 1,0–1,3);

$k_{\text{эс}}$ – коэффициент использования станочного оборудования (принимается 0,85–0,90).

Для специализированных ремонтных предприятий механическое отделение планируют на двусменную работу.

Станочное оборудование в отделении распределяется по видам в соотношении: токарные 35–50%, расточные 8–10%, строгальные 8–10%, фрезерные 10–12%, сверлильные 10–15%, шлифовальные 12–20%.

Учитывая габариты обрабатываемых деталей, станки распределяют по маркам.

Пример определения количества металлорежущих станков:

$$N_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{ст}} k_{\text{нз}}}{\Phi_{\text{дс}} k_{\text{зс}}} = \frac{1484,7 \times 1,1}{2018 \times 0,9} = 9,$$

где $T_{\text{ст}}$ – годовая трудоёмкость станочных работ, $T_{\text{ст}} = 14846,7$ чел. ч;

$k_{\text{нз}}$ – коэффициент неравномерности загрузки предприятия, $k_{\text{нз}} = 1,1$;

$\Phi_{\text{дс}}$ – действительный фонд времени, $\Phi_{\text{дс}} = 2018$ ч;

$k_{\text{зс}}$ – коэффициент использования станочного оборудования, $k_{\text{зс}} = 0,9$.

Пользуясь процентным соотношением, полученное количество станков распределяется по видам: токарные – 3; расточные – 1; фрезерные – 1; сверлильные – 2; шлифовальные – 2.

Оборудование, выбранное по формулам и по типовой технологии ремонта, сводится в ведомость выбора оборудования.

Количество ванн для гальванического наращивания определяется по формуле:

$$L_{\text{в}} = F_{\text{н}} \gamma / f_{\text{б}} \Phi_{\text{дг}}, \quad (29)$$

где: $F_{\text{н}}$ – площадь поверхностей деталей, подлежащих гальваническим покрытиям в течение года, дм^2 ;

γ – коэффициент неравномерности загрузки оборудования, $\gamma = 1,0 \div 1,3$;

$f_{\text{б}}$ – часовая производительность ванн по площади, м^2 ;

$\Phi_{\text{дг}}$ – действительный годовой фонд времени гальванического оборудования, ч.

Площадь поверхностей деталей, подлежащих гальванизации в течение года, определяется из выражения:

$$F_H = F_p N, \quad (30)$$

где: F_p – площадь поверхностей деталей, подлежащих гальваническому наращиванию на один автомобиль; принимается (в учебных целях): 22 дм² на один автомобиль; 6 дм² на двигатель;

N – годовая программа ремонта предприятия, шт/год.

Часовая производительность гальванической ванны определяется из выражения:

$$f_b = F_3/t_r, \quad (31)$$

где: F_3 – площадь поверхностей деталей одной загрузки ванны, дм²;

t_r – продолжительность гальванической операции, час.

Площадь разовой загрузки ванны зависит от размеров ванной и определяется из расчета 3–5 л. электролита на 1 дм² площади детали:

$$F_3 = V_B/V', \quad (32)$$

где: V_B – рабочий объем гальванической ванны, принимается по технической характеристике ванны;

V' – удельный объем электролита на 1 дм² площади покрытия (для хромирования $V' = 3–5$ л/дм²).

Продолжительность гальванической операции определяется из выражения:

$$t_r = \left(\frac{1000h}{cD_k \eta_b} v + t_2 \right) k_{пз}, \quad (33)$$

где: h – толщина слоя наращивания, мм (принимается: износостойкое хромирование – 0,2–0,3, осталивание – 0,3–0,5, никелирование – 0,015–0,020);

c – электрохимический эквивалент, г/Ач (принимается: износостойкое хромирование – 0,324, осталивание – 1,042, никелирование – 1,094);

D_k – катодная плотность тока, А/дм² (для хромирования $D_k = 35 \div 60$ А/дм² принимается: износостойкое хромирование – 50–

75, осталивание – 10–18, никелирование –3,0);

η_v – выход металла по току, % (принимается: износостойкое хромирование – 13–15, осталивание – 45–50, никелирование – 95);

v – плотность осажденного металла, г/см³ (для хрома $v = 6,9$ г/см³); принимается: износостойкое хромирование – 7,85, осталивание – 7,85, никелирование – 8,85);

t_2 – необходимое время на загрузку и выгрузку деталей, ч ($t_2 = 0,1 \div 0,2$ ч);

$k_{пз}$ – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время в начале и в конце работы (при работе в одну смену, $k_{пз} = 1,06 \div 1,1$; в две смены $k_{пз} = 1,03 \div 1,05$);

Количество стандов для обкатки и испытания двигателей рассчитывается по формуле [3; 4]:

$$S_{\text{он}} = \frac{N t_{\text{и}} C}{\Phi_{\text{до}} \eta_{\text{сд}}}$$

N – число двигателей, проходящих обкатку и испытание в расчетный период (годовая программа), шт.;

$t_{\text{и}}$ – время обкатки и испытания двигателя (с учетом времени на снятие и установку двигателя на стенд), ч;

C – коэффициент, учитывающий возможность повторной обкатки и испытания двигателя, ($C = 1,1 \div 1,05$);

$\eta_{\text{сд}}$ – коэффициент использования стандов, ($\eta_{\text{сд}} = 0,9 \div 0,95$).

При $S_{\text{и}} \geq 2$ работу испытательного участка принимают в две смены.

Количество сварочных аппаратов рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{св}} = \frac{T_{\text{св}}}{\Phi_{\text{до}} C}$$

где: $T_{\text{св}}$ – трудоемкость сварочных работ, чел. час.;

C – количество смен.

Полученное по расчету и принятое оборудование сводится в табл. 8.

Таблица 8.

Ведомость оборудования.

№ п.п.	Наименование отделений и оборудования	Марка	Кол-во	Занимаемая площадь		Установленная мощность электродов, кВт	Примечание
				ед.	Всего		

8.3. Общая организация технологического процесса и расстановка оборудования на участке.

Технологический процесс, предназначенный для проектируемого производства, диктует необходимость соответствующего расположения оборудования и сочетания с проездами и проходами разрабатываемого участка и в целом производства [3].

Технологическое оборудование изображается условным контуром в масштабе с учетом максимального размера выдвигающихся частей. Рядом с чертежом контура оборудования на выносной полке указывают его номер по спецификации к чертежу. Нумерация назначается последовательно в порядке размещения оборудования и инвентаря на чертеже слева направо и затем сверху вниз. Расположение станков и другого технологического оборудования, устанавливаемого на фундаменты, координируют относительно колонн и стен здания.

Указание на чертеже расстояний от оборудования до колонн и стен называют привязкой оборудования. Эти размеры регламентируются для возможности технического обслуживания, технологических особенностей оборудования и приводятся в Приложении 5. Условными обозначениями на чертеже показывают места расположения рабочих и места подсоединения к энергетическим сетям, водопроводу, вентиляции и канализации.

Основные условные обозначения приведены в Приложении 6.

Литература

1. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей : учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений / В. И. Карагодин, Н. Н. Митрохин. – [2-е изд., стер.]. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 496 с.
2. Унянин А.Н. Курсовое проектирование по технологии производства и ремонта автомобилей : учебное пособие / А.Н. Унянин. – Ульяновск : УлГТУ, 2004. – 72 с.
3. Проектирование авторемонтных предприятий : учебное пособие / [Л.В. Дехтеринский, Л.А. Абелевич, В.А. Карагодин и др.]. – М. : Транспорт, 1981. – 218 с.
4. Иванов В.П. Ремонт автомобилей : учебное пособие / В.П. Иванов, В.К. Ярошевич, А.С. Савич. – Минск : Высшая школа, 2009. – 383 с.
5. Абдулгасис У.А. Основы производства и ремонта автомобилей : пособие к курсовому и дипломному проектированию / У.А. Абдулгасис. – Симферополь : КГИПИ, 2000. – 80 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

ПРИМЕР

заполнения задания на индивидуальный курсовой проект по основам технологии производства и ремонта автомобилей

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой Абдулгазис У.А.

_____ 20... г.

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по основам производства и ремонта автомобилей студенту факультета «ЭРА»

Разработать « Проект предприятия по капитальному ремонту двигателей автомобиля _____ с годовой программой _____ шт. в год при ____ образной организации грузопотоков, с детальной планировкой _____ участка.

Научно-исследовательская часть работы проводится студентам при анализе литературы посвященной инновационные технологии ремонта в отрасли для соответствующих выводов и использованию на практике проектирования.

Перечень графических материалов:

- 1) график согласования производственных работ (график ремонтного цикла);
- 2) компоновочный план, совмещенный с графиком грузопотоков;
- 3) планировка производственного подразделения.

Дата выдачи задания « _____ » _____ 20__ г.

Срок выполнения проекта « _____ » _____ 20__ г.

Консультант проекта _____

Студент _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

СОДЕРЖАНИЕ

пояснительной записки типового курсового проекта по основам технологии производства и ремонта автомобилей

Титульный лист.

Задание на курсовой проект.

Аннотация курсового проекта.

Содержание:

Введение

1. Исходная информация для разработки курсового проекта
2. Общие положения
 - 2.1. Назначение, описание и технические характеристики заданного объекта.
 - 2.2. Программа объекта ремонта (агрегата, сборочной единицы)
3. Назначение производственных работ и квалификации исполнителей для процесса ремонта заданного объекта.
 - 3.1. Литературные исследования и анализ научно – исследовательских разработок в области современных технологий ремонта заданного объекта. Выводы.
 - 3.2. Выбор методов ремонта в соответствии с заданной годовой программой.
 - 3.3. Схемы последовательности выполнения ремонта.
 - 3.4. Перечень выполняемых работ для ремонта заданного объекта.
 - 3.5. Распределение трудоемкости по выполняемым работам.
 - 3.6. Назначение квалификации рабочего по выполняемым работам.
4. Планирование организации производственных отделений по видам работ.
 - 4.1. Режимы работы предприятия и расчет фондов времени.

- 4.2. Расчет годового объема работ и состава работающих.
5. Режимы работы предприятия.
 - 5.1 Расчет годового объема работ и состава работающих.
 - 5.2 Режим работы предприятия и годовые фонды времени.
6. Краткое описание выполнения графика согласования работ, уточнение количества рабочих по результатам загрузки и времени пребывания объекта в ремонте.
7. Разработка компоновочного плана производства.
 - 7.1. Расчет производственных площадей.
 - 7.2. Выполнение компоновочного плана.
 - 7.3. Расчет веса деталей перемещающихся в потоках между участками и разработка графика грузопотоков.
 - 7.4. Результаты анализа компоновки производственных отделений характеристиками графика грузопотоков.
8. План расстановки оборудования и рабочих постов заданного производственного участка.
 - 8.1. Технологические маршруты выполнения работ на участке назначение оборудования.
 - 8.2. Расчет основного оборудования и комплектование всего оборудования, оснасткой, инструментом и расстановка на производственной площади.
 - 8.3. Краткое описание требований к рабочему месту.
9. Основные выводы по результатам выполненного проекта.
10. Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

ГРАФИК РЕМОНТНОГО ЦИКЛА ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ VOLSWAGEN "GOLF"

Содержание работ IV (операции)	Разряд работ	Трудоемкость ремонта		Число рабочих		Заработка за одного рабочего	Число исполнителей на одном рабочем месте	Количество рабочих мест	Номер рабочего места	Продолжительность выполнения работ	Продолжительность и последовательность работ день и час											
		Расчетн	Длиной	1	2						3	4	5	6	7	I						
																1	2	3	4	5	6	7
1 Приемка, осмотр	III	0,07	0,09	1	98	1	1	1	0,073													
2 Наружная мойка, снятие	II	1,26	1,68	2	98	1	2	2	1,29													
3 Мойка деталей	III	0,14	0,19	1	98	1	1	3	0,15													
4 Контроль и сортировка	IV	0,72	0,96	1	96	1	1	4	0,75													
<i>Ремонт головки блока</i>																						
5 Слесарные работы	III	0,36	0,48	1	96	1	1	5	0,37													
6 Шлифовальные работы	IV	0,36	0,48	1	103	1	1	6	0,35													
7 Прессовые работы	III	0,17	0,23	1	96	1	1	7	0,18													
8 Испытание головки	III	0,19	0,25	1	96	1	1	8	0,2													
<i>Ремонт блока цилиндров и жидкостного насоса</i>																						
9 Слесарные работы	III	0,8	1,07	1	107	1	1	9	0,75													
10 Растачка гильз	III	0,79	1,06	1	106	1	1	10	0,75													
11 Хонинговальные работы	IV	0,41	0,55	1	103	1	1	11	0,4													
12 Ремонт шеек коренных подшипн	III	0,23	0,31	1	116	1	1	12	0,2													
13 Гидравлические испытания	III	0,18	0,24	1	100	1	1	13	0,18													
<i>Ремонт коленчатого вала</i>																						
14 Слесарные работы	III	0,21	0,28	1	100	1	1	14	0,21													
15 Шлифовальные работы	IV	0,72	0,96	1	96	1	1	15	0,75													
16 Балансировка	III	0,14	0,19	1	116	1	1	16	0,15													
<i>Ремонт маховика и муфты сцепления</i>																						
17 Слесарные работы	III	0,36	0,48	1	100	1	1	17	0,36													
18 Токарные работы	III	0,18	0,24	1	116	1	1	18	0,15													
19 Ремонт топливной аппаратуры	III	0,75	1	1	100	1	1	19	0,75													
20 Ремонт электрооборудования	III	1,18	1,57	2	98	1	1	20	1,2													
<i>Восстановление деталей</i>																						
21 Механические работы	III	1,18	1,57	2	116	1	2	21	1,02													
22 Слесарные работы	III	0,77	1,03	1	103	1	1	22	0,75													
23 Сборочно наладочные работы	III	0,19	0,26	1	98	1	1	23	0,19													
24 Термические работы	III	0,1	0,13	1	98	1	1	24	0,1													
25 Комплектование слесарная подгонка	III	0,44	0,59	1	109	1	1	25	0,44													
26 Малярные работы	III	0,03	0,04	1	109	1	1	26	0,03													
27 Сборка узлов	III	1,98	2,64	3	109	1	3	27	1,81													
28 Общая сборка	III	2,43	3,24	3	108	1	3	28	2,25													
29 Обкатка и регулировка	III	0,85	1,13	1	113	1	1	29	0,75													
30 Доукомплектование	III	0,76	1,01	1	113	1	1	30	0,75													

