

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
Сибирский колледж транспорта и строительства

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

Методическое пособие

по выполнению курсового проекта

ПМ.02. Техническое обслуживание и ремонт подъемно-транспортных,  
строительных, дорожных машин и оборудования в стационарных мастерских  
и на месте выполнения работ

МДК.02.04. Ремонт подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин  
и оборудования

Иркутск  
2023

**РАССМОТРЕНО:**

Цикловой методической комиссией специальности  
23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-  
транспортных, строительных, дорожных машин и  
оборудования (по отраслям) и комиссия  
специальности 23.02.07 Техническое обслуживание  
и ремонт двигателей, систем и агрегатов  
автомобилей  
протокол №9 от «25» мая 2023 г.

Председатель ЦМК: Прыгунов А.А.

**Разработчик:** Ильин М.М., преподаватель высшей категории Сибирский колледж транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Рассматривается методика выполнения курсового проекта по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям), профессионального модуля ПМ.02. Техническое обслуживание и ремонт подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в стационарных мастерских и на месте выполнения работ, МДК.02.04. Ремонт подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования. Приведены необходимые для проектирования теоретические материалы, требования по оформлению, справочные и технические данные, примеры выполнения пояснительной записки и графической части проекта.

## Содержание

1. Цель и задачи курсового проектирования .....	3
2. Основные требования к пояснительной записке курсового проекта .....	4
3. Направления тематики курсовых проектов по МДК 02.01 часть 2 .....	5
4. Структура пояснительной записи .....	6
I. ПЛАНИРОВОЧНАЯ ЧАСТЬ .....	7
1.1. Характеристика участка проектирования .....	7
1.2. Разработка технологического процесса выполняемых работ на участке...	7
1.3 Расчет фондов времени рабочих и оборудования .....	8
1.4.Расчет количества производственных рабочих на проектируемом участке..	11
1.5. Штатная ведомость рабочих на участке .....	12
1.6. Расчет количества универсальных постов и основного оборудования.....	13
1.7. Подъемно транспортное оборудование .....	15
1.8. Расчет площади участка .....	17
1.9. Компоновочный план производственного корпуса. ....	18
1.10. Противопожарные, санитарные и экологические требования к компоновочному плану производственного корпуса.....	20
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	26
2.1. Краткое описание назначения, устройства и условий работы деталей .....	26
2.2.Выбор рационального способа восстановления детали.....	28
2.3. Разработка технологического процесса ремонта или изготовления деталей машин.....	30
2.4. Разработка карт эскизов .....	31
2.5. Выбор необходимого оборудования, технологической оснастки .....	34
2.6. Оформление операционных карт .....	34
2.7. Оформление маршрутных карт .....	37
Нормирование станочных работ .....	39
Нормирование токарных работ .....	42
Нормирование работ на сверлильных станках .....	45
Приложение 1. Периодичность, трудоемкость и продолжительность технического обслуживания и ремонта строительных машин. ....	47
Список использованных источников.....	56

## 1. Цель и задачи курсового проектирования

Основной задачей методических указаний является ознакомление учащихся с методикой выполнения курсового проекта, с требованиями, предъявляемыми к нему, оформлением расчетно-пояснительной записки и графической части, а также систематизация исходных материалов.

Курсовой проект – самостоятельная работа учащегося, которая предусматривает закрепление и углубление знаний по конкретной дисциплине полученных при изучении специальных дисциплин. Самостоятельного решения задач проектирования одного из участков ремонтного предприятия, исходя из производственной программы предприятия, подобрать оборудование и расставить его на проектируемом участке. Рассчитать количество производственных рабочих для участка и составить штатное расписание.

При выполнении технологической части проекта студенты должны разработать технологический процесс на ремонт или изготовление детали в соответствии с заданием.

В процессе выполнения курсового проекта студенту необходимо выбрать наиболее рациональное решение поставленной перед ним задачи и показать умение пользоваться учебными пособиями, справочниками, периодической литературой, а также материалами проектных организаций и производств.

Решения принимаемые в курсовом проекте должны отличаться прогрессивностью и приводить к повышению производительности труда. Это положение относиться и к модернизации машин и оборудования, а также к проектированию технологических процессов и конструированию оснастки для их выполнения. Кроме того, при модернизации машин и оборудования значительное внимание должно быть уделено их надежности и долговечности.

Однако прогрессивность решений, принятых в курсовом проекте, не должна быть связана с повышением себестоимости изготовления (modернизации) машин и выполнения технологических процессов.

Курсовой проект, как единый комплекс задач, тесно увязанных между собой, завершает подготовку специалиста по данной дисциплине и способствует последующему успешному выполнению дипломного проекта.

Таким образом, выполнение курсового проекта является важным подготовительным этапом к дипломному проектированию. Не исключена возможность того, что дипломный проект является дальнейшим развитием курсового проекта.

## **2. Основные требования к пояснительной записке курсового проекта**

Пояснительная записка объемом 20-25 страниц выполняется на листах формата А4 ( $297 \times 210$ ) на одной стороне листа и должна удовлетворять требованиям ЕСКД, ГОСТ 2.105 – 95.

Общие требования к текстовым документам.

Пояснительная записка набирается на компьютере размер шрифта основного текста 12 – 14.

Основная надпись и рамка обязательна, отступление рамки слева 20 мм, с остальных по 5 мм.

Расстояние от рамки до границ текста в начале и конце строк не менее 3-5 мм, вверху и внизу – не менее 10 мм

Пояснительную записку рекомендуется писать от своего имени во множественном числе.

Терминология должна быть общепринятая. Все условные знаки и обозначения должны соответствовать установленным стандартам.

В пояснительной записке должна быть сквозная нумерация листов, рисунков, таблиц, и т.д. Первой страницей является титульный лист, номер листа на котором не ставится.

Содержание записи разделяется на разделы, пункты и подпункты.

Разделы должны иметь порядковые номера, в пределах каждого раздела номера подразделов состоят из номера раздела, подраздела, разделенных точками.

Наименование разделов и подразделов должны быть краткими, соответствовать содержанию и записываться в виде заголовков прописными буквами. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится.

В курсовом проекте по дисциплине «Ремонт дорожных машин и автомобилей» два раздела:

### **I. ПЛАНИРОВОЧНАЯ ЧАСТЬ**

### **II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Каждый раздел следует начинать с заглавного листа.

Цифровой материал оформляется в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок. Кроме того, все таблицы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в пределах всей пояснительной записи над правым верхним углом.

Все формулы пишутся в отдельную строку и отделяются от текста интервалами равными 10 мм.

Все формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела, номер указывают с правой стороны в круглых скобках (...), кроме того формулы должны иметь ссылки на литературу в квадратных скобках [1c45] согласно порядка размещения используемой литературы на последней странице пояснительной записи.

Пояснение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу приводят непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует

давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле.

В документе, полученном, при помощи ПК допускается часть информации (текст, таблицы, рисунки, чертежи) выполнять рукописным и типографским, а также любым сочетанием этих способов.

В документах получаемых на графических устройствах следует применять линии в соответствии ГОСТ 2.203 т.е. толщина сплошных, тонких и пунктирных линий должны быть от S / 3 – S / 2

### 3. Направления тематики курсовых проектов по МДК 02.04

По МДК 02.04 Ремонт подъемно-транспортных СДМ и оборудования рекомендуются следующие направления тематики курсовых проектов:

А) Проектирование производственных участков ремонтных предприятий непосредственно занятых выполнением технологического процесса ремонта и выпуском готовой продукции.

Б) Проектирование станций технического обслуживания.

Таблица 1. Распределение трудоемкости по производственным участкам предприятия по ремонту дорожно-строительных машин, %

№	Производственные участки	Предприятия по ремонту						
		Тракторов на гусеничном ходу	экскаваторов на пневмоходу	Экскаваторов на гусеничном ходу	Автогрейдеров	Асфальтоукладчиков	Кранов автомобильных	Катков моторных
1	Наружной мойки и приемки	0,5	0,2	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4
2	Разборочный	8,2	8,2	8,0	10,0	11,6	8,8	10,0
3	Моечный	1,0	1,1	1,2	1,8	2,0	1,7	1,5
4	Дефектования деталей и входного контроля	2,0	1,4	1,6	2,4	1,9	2,5	2,0
5	Комплектования деталей	2,1	1,9	1,9	2,7	2,8	3,0	3,0
6	Ремонта рам	7,5	7,2	7,0	7,4	4,5	8,0	3,8
7	Сборки машин	19,6	36,5	37,0	24,5	25,1	20,0	21,0
8	Шиномонтажный	—	0,9	—	1,5	—	0,9	—
9	Кабино-жестяницкий	5,0	2,6	2,5	5,2	2,5	5,2	2,5
10	Медницкий	3,9	1,1	1,1	2,9	1,9	1,9	3,0
11	Ремонта гидрооборудования	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	1,7	0,7
12	Обойный	0,6	0,4	0,3	0,9	0,4	0,8	0,4
13	Окрасочный	1,3	1,2	1,1	1,6	1,2	1,5	0,9
14	Ремонта и сборки двигателей	11,2	4,1	4,5	9,8	4,8	6,8	12,5
15	Ремонта приборов питания	2,0	1,6	1,6	1,7	0,8	1,6	2,2
16	Ремонта электрооборудования	1,6	1,4	1,3	1,4	0,7	1,4	1,8
17	Испытания и доукомплектования двигателей	1,2	0,4	0,5	1,1	0,6	1,0	0,9
18	Слесарно-механический	22,0	22,1	21,0	16,5	24,5	24,2	24,5
19	Сварочно-наплавочный	4,3	3,1	4,6	3,1	6,3	4,7	4,0
20	Термический	1,4	0,7	0,9	0,9	1,8	0,7	0,9
21	Кузнецкий	2,3	2,5	2,5	2,6	5,0	3,0	3,7
22	Гальванический	1,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3

#### **4. Структура пояснительной записи**

Пояснительная записка должна включать в указанной последовательности, следующие структурные части:

Титульный лист.

Задание на курсовое проектирование.

Оглавление пояснительной записи (на этом листе размещается основная надпись размером  $40 \times 185$  мм)

Введение

I. ПЛАНИРОВОЧНУЮ ЧАСТЬ

II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКУ ЧАСТЬ

Список использованной литературы

Приложения (при необходимости)

Каждый раздел курсового проекта имеет графическую часть

Графическая часть (План участка – формат А1, рабочий чертеж – формат А3, эскизы А4)

#### **Введение**

Во введении необходимо показать роль строительно-дорожных машин в решении народнохозяйственных задач. Следует отметить повышение технологического уровня ремонтного производства, механизации и автоматизации производственных процессов, качества выпускаемой продукции и эффективности производства.

Введение следует увязать с темой проекта или обосновать актуальность предполагаемой разработки.

# Раздел I. ПЛАНИРОВОЧНАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Характеристика участка проектирования

Назначение объекта проектирования и выполняемая работа; режим работы участка (число рабочих дней в году, продолжительность смены, прерывное и непрерывное производство). Технологическая связь с другими цехами и участками.

## 1.2. Разработка технологического процесса выполняемых работ на участке

В описании технологического процесса следует изложить краткую технологию работ на участке, описать путь прохождения узла, агрегата, детали по участку делая ссылки на номера постов, оборудования, станков и т.д.

Пример:

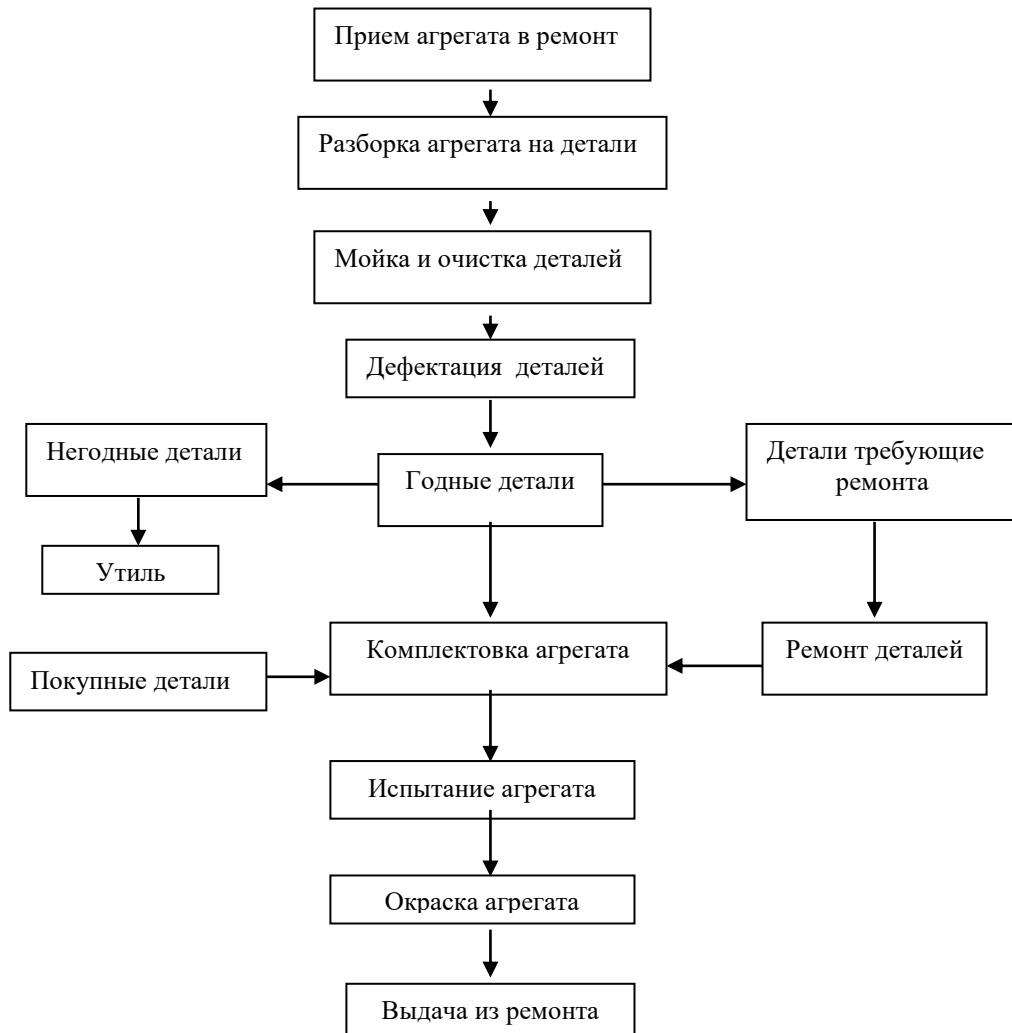


Рис. 1.1. Схема технологического процесса на агрегатном участке

### 1.3 Расчет фондов времени рабочих и оборудования

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

Годовые фонды времени рабочих и оборудования определяются исходя из режима работы участка и подразделяются на номинальные и действительные

1.3.1. Номинальный годовой фонд времени рабочего определяют по формуле:

$$\Phi_{\text{н.р.}} = [365 - (104 + 12)] t_{\text{см}} \quad (1.1)$$

где  $\Phi_{\text{н.р.}}$  – номинальный годовой фонд времени рабочего, час.

365 – количество календарных дней в году;

104 – количество выходных дней в году;

12 – количество праздничных дней в году;

$t$  – продолжительность рабочей смены, ч;

$t_{\text{см}} = 8$  часов.

1.3.2. Действительный годовой фонд времени рабочего определяют по формуле:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = [365 - (104 + 12 + t_o)] t_{\text{см}} \beta \quad (1.2)$$

где  $\Phi_{\text{д.р.}}$  – действительный годовой фонд времени рабочего, час.

$t_o$  – длительность отпуска;

$t_o = 28$  календарных дней;

$\beta$  – коэффициент учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам (болезни, административные вызовы, итд).  $\beta = 0,96 - 0,97$

1.3.3. Годовой фонд времени оборудования определяют из выражения:

$$\Phi_o = [365 - (104 + 12)] t_{\text{см}} y \eta_o \quad (1.3)$$

где  $\Phi_o$  – годовой фонд рабочего времени оборудования, час.

$y$  – число смен работы

$\eta_o$  – коэффициент использования оборудования по времени:

для металлообрабатывающих станков  $\eta_o = 0,75 - 0,8$ ;

для нагревательных и термических печей  $\eta_o = 0,6 - 0,75$ ;

для кузнечных горнов, для сварочного и наплавочного оборудования  $\eta_o = 0,85 - 0,9$ .

1.3.4. Годовой фонд времени поста определяют из выражения:

$$\Phi_{\text{пп}} = [365 - (104 + 12)]t_{\text{см}} \text{ ум} \quad (1.4)$$

где  $\Phi_{\text{пп}}$  –годовой фонд времени поста, час.

$t$  – число людей, одновременно работающих на посту.

1.3.5. Расчет годового объема работ на участке

Годовой объем работ предприятия и производственных участков

$$T_{\Gamma} = \sum_{i=1}^m T_i N_i \quad (1.5) \quad [1c476]$$

где  $T_i$  – трудоемкость ремонта  $i$ -го изделия;

$N_i$  – годовая производственная программа ремонта  $i$ -х изделий.

$$T_i = T_{\text{эт}} k_1 k_2 \quad (1.6) \quad [1c477]$$

где  $T_{\text{эт}}$  – трудоемкость для эталонных условий, чел.-ч;

$k_1$  – коэффициент приведения, учитывающий годовую производственную программу предприятия;

$k_2$  – коэффициент приведения трудоемкости  $i$ -х изделий к трудоемкости эталона;

Для предприятий по ремонту дорожно-строительных машин трудоемкость капитального ремонта (чел.-ч)

$$t = t_{\text{н}} k_m / k_b \quad (1.7) \quad [1c480]$$

где  $t_{\text{н}}$  – нормативная трудоемкость принимаемая по данным Рекомендаций по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин;

$k_m$  – коэффициент учитывающий годовую производственную программу предприятия;

$k_b$  – коэффициент выработки ( $k_b = 1,25$ ) ..... [1c480]

Для определения коэффициента  $K_m$  учитывающего годовую производственную программу предприятия рассчитывается приведенная программа к машине эталону, за которую принимаем трактор Т – 130 с трудоемкостью капитального ремонта 740 чел.-ч.

- для предприятий по ремонту агрегатов – двигатель Д-160.

$$N_{\text{пр}} = N_0 + \sum K_i N_i; \quad (1.8) \quad [1c481]$$

$N_{\text{пр}}$  - приведенная производственная программа предприятия к машине эталону, (Т-130) шт.

$N_0$  – годовая производственная программа ремонта изделия-эталона (для предприятий по ремонту полнокомплектных машин за изделие-эталон принимается трактор Т-130, для предприятий по ремонту агрегатов - двигатель Д-160);

$K_i$  – коэффициент приведения по трудоемкости  $i$  – го изделия к изделию эталону;

$N_i$  – годовая производственная программа капитального ремонта  $i$ -х изделий.

$$K_i = \frac{t_i}{t_0}; \quad (1.9) \quad [1c481]$$

где  $t_i$  – трудоемкость капитального ремонта  $i$ -го изделия скорректированная к реальным условиям в чел-ч.;

$t_0$  – трудоемкость КР изделия эталона = 740 чел-ч.

Годовую производственную программу, приведенную к трактору Т -130 для получения условной программы умножают на переходный коэффициент 2,4, а приведенную к двигателю Д-160 на коэффициент 0,57. ( $K_n = 2,4$ , [1c481])

$$N_{\text{пр. усл.}} = N_{\text{пр.}} \times 2,4; \quad (1.10) \quad [1c481]$$

Согласно полученному значению условной программы определяют коэффициент  $K_m$  учитывающий годовую производственную программу предприятия:

Таблица 1.2. Коэффициенты  $K_m$ , [1c481]

Условная программа, шт.	350	500	750	1000	1350	1500	1800
$K_m$ .....	1,0	0,96	0,91	0,87	0,82	0,8	0,75
Условная программа, шт.	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
$K_m$ .....	0,73	0,69	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62

Годовой объем работ отдельных  $i$ -х видов работ выполняемых отдельными производственными участками определяют по формуле:

$$T_g = \sum n_i / 100 \cdot t_i \cdot N_i \quad (1.11) \quad [1c481]$$

$T_g$  – годовой объем отдельных  $i$ -х видов работ выполняемых отдельными производственными участками, чел-ч.

$n_i$  – доля  $i$ -го вида работ в общей трудоемкости  $i$  изделия, %.

$n_i$  - [1c.483 т 6.5].

#### 1.4. Расчет количества производственных рабочих на проектируемом участке

Состав работающих различают на списочный и явочный.

Списочный – полный состав работающих, числящихся по спискам на предприятии, включающий как фактически являющихся на работу, так и отсутствующих по уважительным причинам (по болезни, в отпуске, в командировке и т.п.).

$$m_{cn} = \frac{T_e}{\Phi_{dp}}; \quad (1.12)$$

$m_{cn}$  – списочное число производственных рабочих;

$T_g$  – годовой объем работ на участке, чел.-ч.

$\Phi_{dp}$  – действительный годовой фонд времени рабочего, час.

Явочный – состав работающих, фактически являющихся на работу.

$$m_{yb} = \frac{T_e}{\Phi_{hp}}; \quad (1.13)$$

$m_{yb}$  – явочное число производственных рабочих.

Кроме производственных рабочих, непосредственно участвующих в операциях по выпуску основной продукции, в производстве принимают участие **вспомогательные рабочие**.

К ним относят рабочих основных производственных участков (контролеров, транспортных рабочих, кладовщиков, уборщиков, разнорабочих).

Число вспомогательных рабочих  $m_{vsp}$  определяют в процентах от списочного числа производственных рабочих.

$$m_{vsp} = \Pi_1 m_{cn}; \quad (1.14)$$

где  $\Pi_1$  – процент вспомогательных рабочих, ( $\Pi_1=0,10-0,15$ )

Число инженерно-технических работников (ИТР)  $m_{итр}$ . Определяют в процентах от числа списочных производственных и вспомогательных рабочих.

$$M_{итр} = \Pi_2 (m_{сп.} + m_{всп.}), \quad (1.15)$$

где  $\Pi_2$  - процент инженерно-технических работников ( $\Pi_2= 0,06..0,08$ ).

К категории инженерно-технических работников относят: мастеров, технологов, нормировщиков и т.п.

## 1.5. Штатная ведомость рабочих на участке

Штатная ведомость разрабатывается по данным принятого списочного количества производственных рабочих и вспомогательных рабочих.

Списочный состав производственных и вспомогательных рабочих распределяют по разрядам, в зависимости от характера работ, выполняемых на проектируемом участке согласно рекомендаций тарифно-квалификационного справочника.

Средний разряд рабочих  $R_{ср}$  данного участка подсчитывают по формуле:

$$R_{cp} = \frac{m_1 R_1 + m_2 R_2 + \dots + m_n R_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}; \quad (1.16)$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  - разряды рабочих; (1, 2, 3, 4, 5, 6).

$m_1, m_2, \dots, m_n$  – число рабочих соответствующих разрядов.

По данным действующих ремонтно-механических заводов определены средние разряды производственных рабочих следующих участков:

Разборочно-моечный .....	1,5
Ремонта рам.....	2,7
Сборки и регулировки машин, малярный .....	2,6
Ремонта агрегатов .....	3,4
Кузнечно-рессорный, сварочно-термический .....	3,2
Ремонта деталей двигателей .....	3,4
Моторный участок .....	3,7
Испытательная станция .....	4,2
Ремонта кузовов и кабин .....	2,9
Медницко-радиаторный участок .....	3,0
Ремонта электрооборудования .....	3,5
Слесарно-механический .....	2,4
Гальванический .....	2,8
Ремонта деталей синтетическими материалами .....	2,6

Списочный состав рабочих распределяют также по сменам. Результаты распределения рабочих по разрядам и сменам оформляют в виде ведомости.

Таблица 1.3. Пример распределения рабочих по сменам

Наименование участка	Всего	Количество рабочих									
		По сменам			По разрядам						
		I	II	III	1	2	3	4	5	6	
1.Производственные рабочие	30	10		10	5	5	-	10	5	5	
2.Вспомогательные рабочие	6	2		2	2						

### 1.6. Расчет количества универсальных постов и основного оборудования

Оборудование необходимое для выполнения технологического процесса на участке или в цехе делится на группы:

А) Основное – к основному относится оборудование, на котором выполняют наиболее сложные и трудоемкие технологические операции ремонта машин, агрегатов и восстановления деталей.

Б) Вспомогательное оборудование – также используется для выполнения технологического процесса, но оно является второстепенным.

В) Подъемно-транспортное оборудование – можно отнести к основному оборудованию на таких участках где производятся сборочно-разборочные работы.

Г) Инвентарь и площадки для временного хранения сборочных единиц, узлов, деталей и материалов.

Д) Посты для выполнения определенных операций с учетом размеров машин.

Количество основного оборудования, количество универсальных постов определяют расчетом, а количество вспомогательного оборудования, площадок для складирования агрегатов, деталей и инвентаря подбирают из технологических соображений.

1.6.1. Число универсальных постов рассчитывается с учетом количества рабочих, одновременно работающих над объектом:

$$X_{pm} = \frac{T_g}{\Phi_{do} my}; \quad (1.17)$$

где  $X_{pm}$  – количество универсальных постов;

$T_g$  – годовой объем работ по участку, чел.-ч.

$\Phi_{do}$  – действительный годовой фонд времени оборудования,

$m$  – количество рабочих одновременно работающих на посту;

$y$  – число смен работы.

Значение  $m$  определяется характером и условиями работы и может приниматься: для разборки и сборки сборочных единиц (силовые и ходовые агрегаты и др.) 1- 2 чел.; для разборки и сборки тяжелых самоходных машин (экскаваторов, скреперов, бульдозеров и др.) 3 – 4 чел.

1.6.2 Количество оборудования на участке в большинстве случаев определяют по трудоемкости технологических операций:

$$X_o = \frac{T_e}{\Phi_{do}}; \quad (1.17)$$

где  $X_o$  – число единиц оборудования.

По продолжительности технологических операций рассчитывают число единиц технологического оборудования для наружной мойки СДМ и агрегатов, испытания машин и агрегатов, сушки изделий после окраски

$$X_o = \frac{t_{on} N}{\Phi_{do} n}; \quad (1.18)$$

где  $t_{on}$  – продолжительность технологической операции, ч;

$N$  – годовая производственная программа, ед;

$n$  – число изделий ремонтируемых одновременно на каждой единице оборудования, шт.

1.6.3. По физическим параметрам ремонтируемых изделий (массе и площади поверхности) рассчитывают число единиц технологического оборудования для нагрева и кузнечной обработки деталей, моечно-очистных работ, сварки и наплавки, гальванического осаждения металлов:

$$X_o = \frac{G_{u.e}}{g \Phi_{do}} \quad (1.19)$$

$$X_o = \frac{S_{u.e}}{S_o \Phi_{do}} \quad (1.20)$$

где  $G_{u.e}$  – масса изделий, обрабатываемых в течение года, кг;

$g$  – производительность единицы оборудования, кг/ч;

$S_{u.e}$  – площадь поверхностей изделий, обрабатываемых в течение года,  $m^2$  ( $dm^2/\text{ч}$ );

$S_o$  – часовая производительность единицы оборудования,  $m^2/\text{ч}$  ( $dm^2/\text{ч}$ ).

1.6.4. Расчет поточных линий.

В основу расчета постов поточной линии закладывается разработанный технологический процесс с трудоемкостью по постам. При этом трудоемкость

каждого поста должна быть равна или кратна ритму производства (темпу выпуска).

Ритм ремонтного производства для поточной линии рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{\Phi_{n.} \cdot y}{N} \quad (1.21)$$

где  $\Phi_{n.}$  -годовой фонд времени работы поточной линии при односменной работе, ч;

$y$  – число смен работы оборудования;

$N$  – число разбираемых (собираемых) машин или агрегатов в год.

Число постов на поточной линии вычисляют по формуле:

$$X_{p.n} = \frac{TK}{R60} \quad (1.22)$$

где  $T$  – продолжительность разборки-сборки одной машины или агрегата, мин.

Слесарно-механическое отделение.

Полученное общее число станков распределяют по их типам в процентном отношении

Таблица 1.4. Распределение станков в %

Станки	Процент к общему числу станков	Станки	Процент к общему числу станков
Токарные	45 – 48	Шлифовальные	10 – 15
Револьверные	6 – 8	Сверлильные	8 – 10
Фрезерные	8 – 10	Прессово-штамповочные	2 – 3
Зуборезные	4 – 5	Прочие	2
Строгальные	6 - 8		

## 1.7. Подъемно транспортное оборудование

Разборочно-сборочные и ремонтные работы невозможно производить без участия в технологическом процессе грузоподъемных и транспортирующих механизмов и оборудования.

Подъемно-транспортное оборудование выбирают, учитывая следующие факторы: массу и габаритные размеры поднимаемых и перемещаемых изделий (грузов); требуемую производительность работ и безопасные условия их выполнения. Необходимо стремиться к максимальной экономически оправданной механизации подъемно-транспортных операций.

Рекомендации по выбору подъемно-транспортного оборудования

Таблица 1.5. Подъемно-транспортное оборудование производственных участков

Наименование	Модель, тип	Техническая характеристика	Мощность кВт
Грузоведущий конвейер (межпостовое перемещение СДМ)	-	-	5 - 10
Грузонесущий конвейер	4198	Периодического действия	5,7
Роликовые конвейеры (рольганги)	-	-	-
Узкоколейный путь с тележками		Грузоподъемность 1-10 т.	
Кран подвесной однобалочный	7990 - 84	Грузоподъемность 1,2,3,5т. Пролет 3-12 м.	0,36 – 1,2
Электрическая таль (перемещается по монорельсовому пути)	-	Грузоподъемность 0,5, 1, 2, 3, 5 т.	0,4; 1; 2; 3; 4,8.
Поворотный консольный кран	-	Грузоподъемность: 0,25-0,5; 1-2; 3-5 т.	0,6; 1-3; 4-7.

Для создания требуемой культуры производства необходимо полностью исключить складирование деталей и агрегатов на пол. На производственных участках должны быть предусмотрены различные стеллажи, поддоны, контейнеры, а также площадки для временного хранения деталей, узлов, агрегатов и материалов.

При расчетах площади участков и цехов необходимо также учитывать площадь постов (размер машины).

После предварительного расчета необходимого количества оборудования, с учетом технологического процесса на участке, производят его подбор, учитывая техническую характеристику, мощность и габаритные размеры.

Оборудование, рассчитанное и подобранные, инвентарь, а также площадки для складирования материалов и агрегатов необходимо занести в ведомость

При разработке проекта реконструкции составляют также отдельную ведомость имеющегося оборудования.

Таблица 1.6 Ведомость расчета оборудования

№	Наименование оборудования	Модель	Число единиц	Установленная мощность кВт.		Габаритные размеры в плане мм.	Занимаемая площадь м <sup>2</sup>	
				Единицы	Общая		Единицы	Общая
<b>A Основное оборудование</b>								
1								
2								
<b>B Вспомогательное оборудование</b>								
1								
2								
<b>C Инвентарь</b>								
1								
<b>D Площадка для хранения</b>								
1								
<b>Итого</b>				@				

## 1.8. Расчет площади участка

Площадь производственного участка по назначению подразделяется на производственную, вспомогательную и административно-бытовую.

Производственная площадь, необходимая для участков, цехов и отделений, может быть определена разными способами. При дипломном проектировании производственную площадь рассчитывают по площади, занимаемой оборудованием.

А) По площади пола, занятой оборудованием, с использованием коэффициента плотности расстановки оборудования:(учитывается вся площадь занятая оборудованием, инвентарем, а также площадки для хранения занесенные в таблицу 3).

$$F_y = \Sigma F_{ob} K_p m^2; \quad (1.23)$$

где  $\Sigma F_{ob}$  – суммарная площадь, занятая оборудованием и инвентарем,  $m^2$ ;

$K_p$  – коэффициент перехода от площади, занятой оборудованием и инвентарем, к площади участка.

Коэффициенты плотности расстановки оборудования, принимаемые при расчете:

Участок разборки, сборки, агрегатный, моторный.....	4,5
Кузнечный .....	4,7
Слесарно-механический, электротехнический.....	3,5
Приборов питания .....	3,5
Ремонта рам, испытательная станция, дефектации.....	4,0
Гальванический .....	4,0
Сварочный, наплавочный, малярный .....	5,0

Б). По удельным показателям на одного производственного рабочего:

$$F_y = P_{pl} \cdot f_{pl}. \quad (1.24)$$

где  $P_{pl}$  – число производственных рабочих;

$f_{pl}$  – средняя удельная площадь на одного производственного рабочего,  $m^2$ .

Участки	$f_{pl}, m^2$ .
Наружной мойка, выварочный .....	35
Разборочный, сборочный, кузнечный .....	25
Комплектовочный, топливн. аппаратуры, гальванический.....	18
Сварочный .....	15
Слесарно-механический .....	12

Площадь участка, полученную расчетным путем корректируют для получения кратности сторон участка 6 метрам, для возможности применения при строительстве типовых строительных конструкций и изделий.

Отступление от расчетной площади при проектировании или реконструкции производственного помещения допускается в пределах  $\pm 20\%$  для помещений с площадью до  $100 \text{ м}^2$  и  $\pm 10\%$  для помещений с площадью выше  $100 \text{ м}^2$ .

Проекты ремонтных предприятий предусматривают строительство зданий в плане прямо-угольной формы и как правило в одноэтажных зданиях с применением колонн для закрепления стеновых панелей, установки ферм для перекрытий и размещения подкрановых путей на специальных выступах колонн.

Пролетом  $L$  здания называют расстояние между продольными осями двух рядов колонн. Шагом  $t$  колонн называют расстояние между осями двух смежных колонн одного ряда в направлении, перпендикулярном пролету.

Сетка колонн представляет собой прямоугольник, стороны которого кратны полету и шагу колонн. Размеры сетки колонн обозначают в метрах в виде произведения пролета на шаг колонн

(например  $12 \times 6$ ;  $18 \times 12$ ;  $24 \times 12$ ). В проектах реконструкции предприятий допускают пролеты, равные  $6 \times 9$  м.

Высота до низа несущих конструкций в производственных помещениях при наличии подвесного транспорта обычно составляет не менее 6 м, а высота от пола до потолка – не менее 3,2 м.

## 1.9. Компоновочный план производственного корпуса.

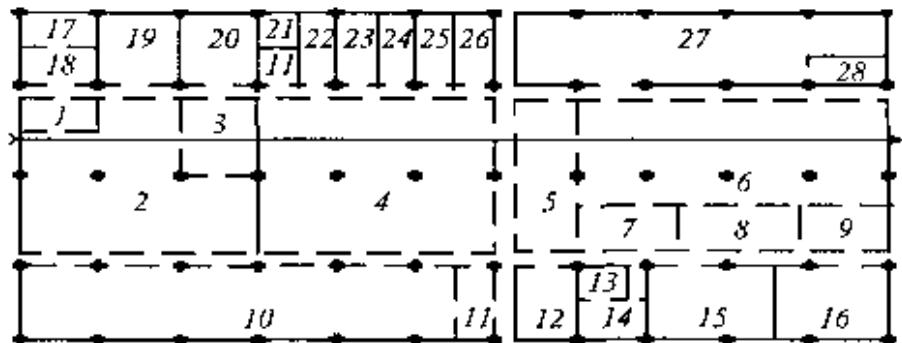
Компоновочный план разрабатывают для каждого отдельно стоящего здания.

На нем указывают расположение производственных участков, складских и административно-бытовых помещений и т.д.

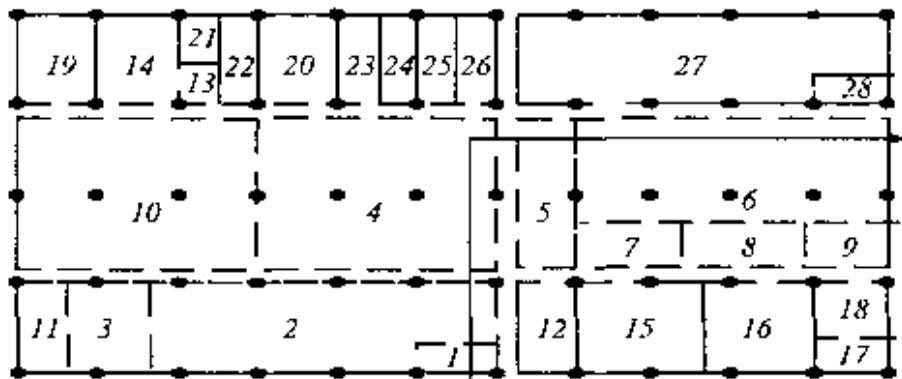
Здания ремонтных предприятий проектируют как правило с железобетонными колоннами.

Оси колонн называют разбивочными осями. На чертежах разбивочные оси маркируют по длинной стороне здания цифрами, по короткой заглавными буквами. Расстановку технологического оборудования на компоновочном плане не показывают.

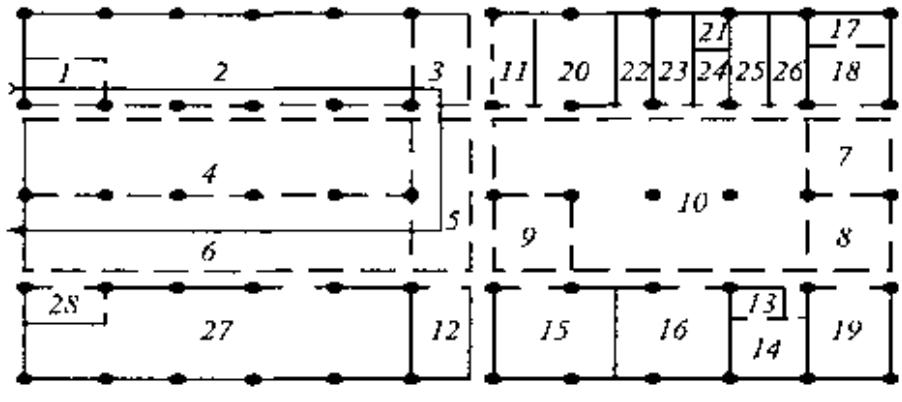
Компоновочные планы выполняют в масштабах 1 : 400 или 1 : 200.



*a*



*b*



*c*

Рис. 1.2. Компоновочные схемы предприятий по капитальному ремонту автомобильных двигателей:

- 1 - участок наружной мойки и приемки; 2 - разборочно-моечный участок; 3 - участок дефектования деталей и входного контроля; 4 - участок восстановления базовых и основных деталей; 5, 6 - участки сборки двигателей; 7 - отдел главного механика; 8 - инструментальный участок; 9 - участок ремонта электрооборудования; 10 - слесарно-механический участок; 11 - склад деталей, ожидающих ремонта; 12 - комплектовочный склад; 13 - инструментально-раздаточная кладовая; 14 - центральный инструментальный склад; 15 - склад запасных частей; 16 - участок ремонта приборов питания; 17 - участок зарядки электротранспорта; 18 - участок хранения и ремонта электротранспорта; 19 - лаборатории; 20 - сварочно-наплавочный участок; 21 - компрессорная; 22 - медницкий участок; 23 - термический участок; 24 - кузнечный участок; 25 - гальванический участок; 26 - полимерный участок; 27 - участок испытания и доукомплектования двигателей; 28 - участок окраски двигателей

## 1.10. Противопожарные, санитарные и экологические требования к компоновочному плану производственного корпуса.

Производственные участки по их пожарной и взрывной опасности разделяют на пять категорий:

А – Взрывопожароопасные: участок ремонта карбюраторов, малярный с краскозаготовительной, зарядная аккумуляторных батарей.

Б – Взрывопожароопасные: участок ремонта ТНВД, полимерный, окрасочный.

В – пожароопасные: шиномонтажный, деревообрабатывающий, обойный, полимерный.

Г – производства в которых используются несгораемые вещества – испытательные станции, моторный, рамный, ремонта кабин, сварочный, термический, медницкий.

Д – производства в которых используются не сгораемые вещества и материалы в холодном состоянии.

При разработке компоновочного плана производственного корпуса располагать:

1. Более опасные в пожарном отношении участки располагать у наружных стен.
2. Участки с производствами категорий АБВ должны располагаться в изолированных помещениях отделенных от других помещений несгораемыми стенами (перегородками и дверями или воротами)
3. Из всех производственных, вспомогательных и складских помещений должно предусматриваться необходимое число выходов для безопасной эвакуации людей.
4. Участки с выделением тепла (кузнецкий, термический), а также выделяющие вредные газы, пары, пыль (окрасочный, гальванический), следует располагать у наружных стен и изолировать от других участков.
5. Изолировать производственные участки и склады от других помещений стенами следует только при необходимости, которая диктуется противопожарными и санитарными требованиями, а также требованиями сохранности материальных ценностей.

## 1.11. Расстановка оборудования на участке

При планировке производственного помещения необходимо:

Учитывать расположение соседних участков, цехов, отделений, складских помещений и отразить их влияние на технологическую схему;

Обеспечить последовательность выполнения технологического процесса, чтобы избежать возврата деталей и сборочных единиц;

Наиболее рационального использования производственной площади, и соблюдения установленных норм расстояний между оборудованием, между оборудованием и строительными конструкциями. [1с]

Каждый тип оборудования показывают на планировке условным обозначением в виде прямоугольника, квадрата или окружности в соответствии контурам оборудования в плане с учетом принятого масштаба;

В учебных проектах место рабочего условно обозначают на планировке в виде круга диаметром 500 мм (в соответствии с масштабом), тыльную сторону затемняют.

Выдержать размеры рабочих зон и проходов, проездов;  
По возможности не допускать перекрещивания потоков;  
Предусмотреть лучшую освещенность в дневное время тех рабочих мест, на которых выполняют наиболее точные и сложные работы.

Принять следующие размеры основных строительных элементов:

Толщину стен, мм::

капитальных ..... 300 и 500

перегородочных ..... 200 и 300

Ширину проемов окон, кратной 0,6 м..... 1,2..1,8..2,4

Ширину дверных проемов м. ..... 1,0; 1,5; 2,0

Ворота (должны превышать ширину СДМ не менее 600 мм, по высоте не менее 200 мм)..... 4×3; 4×4,2; 4,8×4,2

## 1.12. Нормы ширины проходов и проездов

Проход для рабочих ..... 2 м,

Транспортный проезд при одностороннем движении

погрузчиков( $Q \leq 3$  тн.) ..... 3 м,

Транспортный проезд при двухстороннем движении

погрузчиков( $Q \leq 3$  тн) ..... 4 м,

То же при грузоподъемности погрузчиков более 3 т ..... 5 м.

Эти расстояния обусловлены правила техники безопасности и охраны труда, они гарантируют свободу движения работающих и транспортных средств и обеспечивают удобства при техническом обслуживании, ремонте, а также при завозе и вывозе материалов, запасных частей, агрегатов, оборудования.

Оборудование следует расставлять в разных вариантах с учетом выше изложенных требований и выбрать наиболее рациональный.

На планировке также показывают подъемно-транспортное оборудование.

Оборудование, устанавливаемое на фундаменты необходимо «привязать» к элементам строительных конструкций (к стенам, к колоннам здания), а также в некоторых случаях можно показать расстояние между оборудованием.

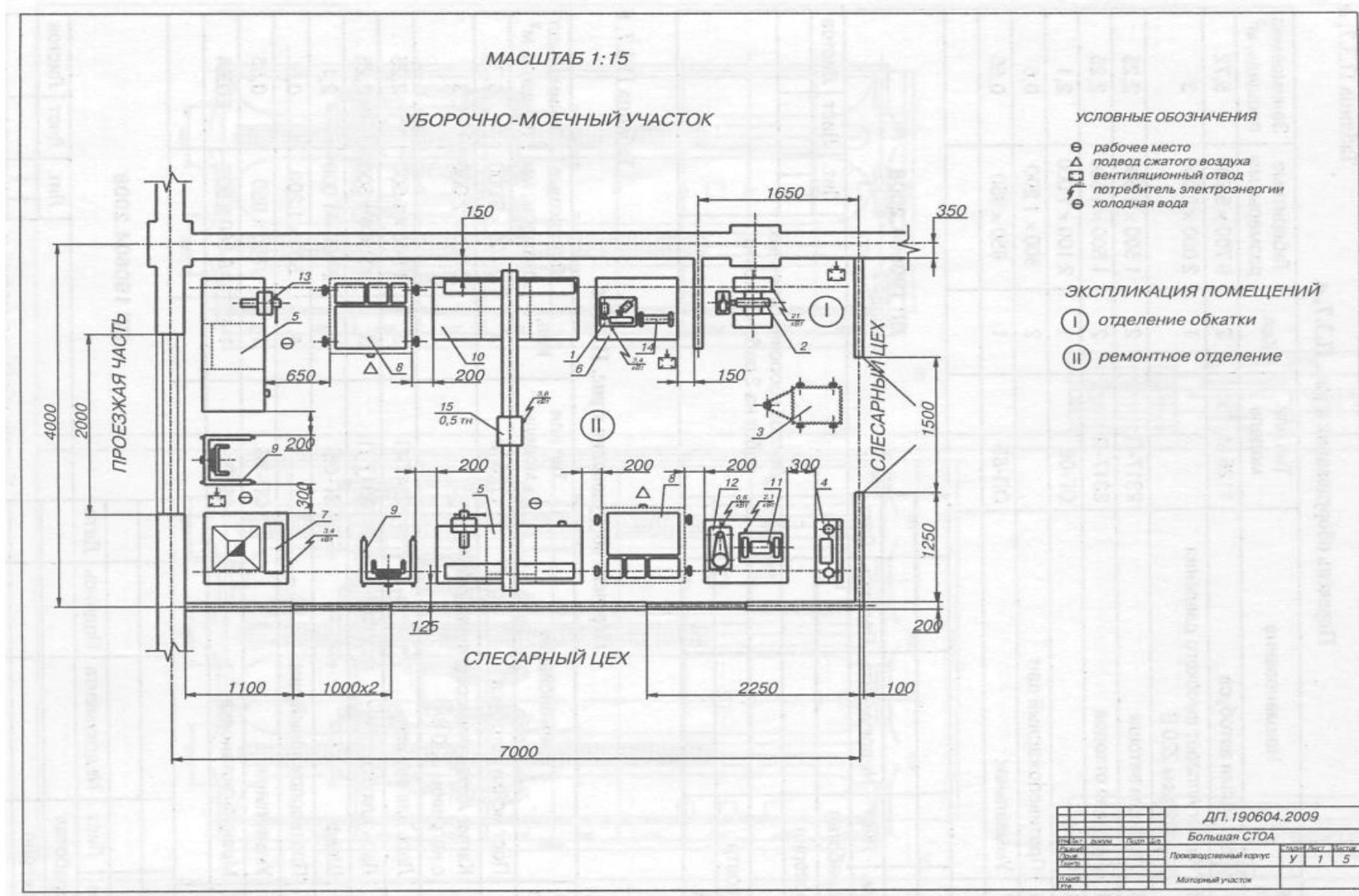


Рис. 1.3. Планировка моторного участка на СТОА

Таблица 1.4. Перечень оборудования моторного участка

Поз.	Наименование	Тип, модель	Кол.	Техническая характеристика, габаритные размеры,	При- мечание
1	Установка для шлифовки клапанов	P-186	1	560 x 440; 34 кВт	—
2	Обкаточный стенд	КС-27601	1	750 x 800; 21 кВт	—
3	Тележка	П-254	1	1160 x 910	—
4	Противопожарный щит	ПШ	1	1300 x 500	—
5	Верстак 2-тумбовый	ВС-2	1	1500 x 650	—
6	Верстак 1 -тумбовый	ВС-1		1300 x 740	—
7	Моечная установка	196М	1	1140 x 690; 3,1 кВт	—
8	Тележка с набором инструментов	60-135	2	815 x 520	—
9	Стенд для разборки и сборки двигателей	Р641	2	570 x 650	—
10	Стеллаж для хранения деталей	СТ-1	1	2500 x 1000	—
11	Станок точильно-шлифовальный	ВЕ-116	1	513x670; 2,1 кВт	—
12	Станок сверлильный	Р-175	1	500 x 280; 0,6 кВт	—
13	Тиски	ТС	2	440 x 233	—
14	Пресс	пм-з	1	Механический, 10т	—
15	Кран подвесной	VALEX	1	450260, 1т, 3,6 кВт	—

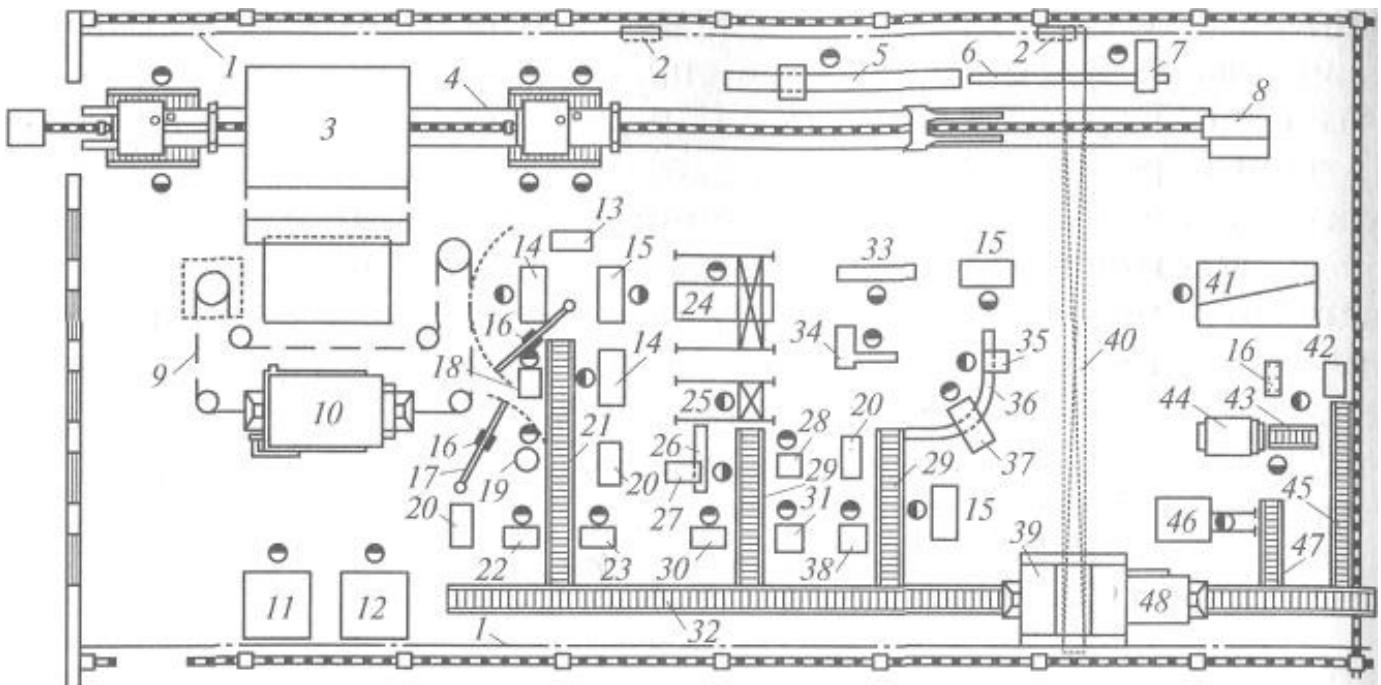


Рис. 1.4. Примерная планировка разборочного отделения совместно с выварочным и моечными участками:

1 - подкрановые пути; 2 - стеллаж секционный; 3 - машина для наружной мойки тракторов; 4 - рельсовый путь; 5 - пресс с рольгангом для срезки головок болтов крепления башмаков; 6 - рольганг к прессу; 7 - пресс гидравлический горизонтальный для выпрессовки пальцев гусениц; 8 - тяговая цепь с приводной и натяжной станциями; 9 - подвесной конвейер; 10 - машина для наружной мойки подразобранных агрегатов; 11- ванна для выварки кабин и деталей оперения; 12 - ванна для ополаскивания кабин и деталей оперения; 13 - верстак слесарный; 14 - стенд для разборки тракторных двигателей; 15 - стол для разборки узлов; 16 - таль электрическая; 17 - кран консольный полноповоротный; 18 - стенд для разборки пусковых двигателей; 19 - стенд для разборки коробок передач; 20 - пресс гидравлический; 21, 29, 45 - рольганги; 22 - стенд для разборки головок блока; 23 - стенд для гидравлического испытания блоков; 24 - стенд с гайковертом для разборки механизма натяжения гусениц; 25 - стенд с гайковертом для разборки ходовых тележек трактора; 26 - направляющие для передачи катков; 27- стенд для разборки катков и натяжных колес; 28 - стенд для разборки бортовых фрикционов; 30 - стенд-тележка для разборки лебедки бульдозера; 31 - стол для разборки бортовых фрикционов; 32 - транспортер к моечной машине; 33 - стенд для разборки пружин натяжения трактора; 34 -стенд для снятия винта механизма натяжения трактора; 35 - гайковерт; 36 - эстакада для разборки узлов бортовой передачи; 37 - пресс гидравлический для спрессовывания узлов бортовой передачи; 38 - стол для разборки сервомеханизма; 39 - машина конвейерная для мойки автотракторных деталей; 40- мостовой кран; 41 - ванна для выварки и ополаскивания рам трактора; 42 - механизированная установка для мойки подшипников; 44 - механизированная установка для мойки деталей из цветного литья; 46 - установка для очистки деталей кос-точковой крошкой; 48 - машина для ополаскивания деталей

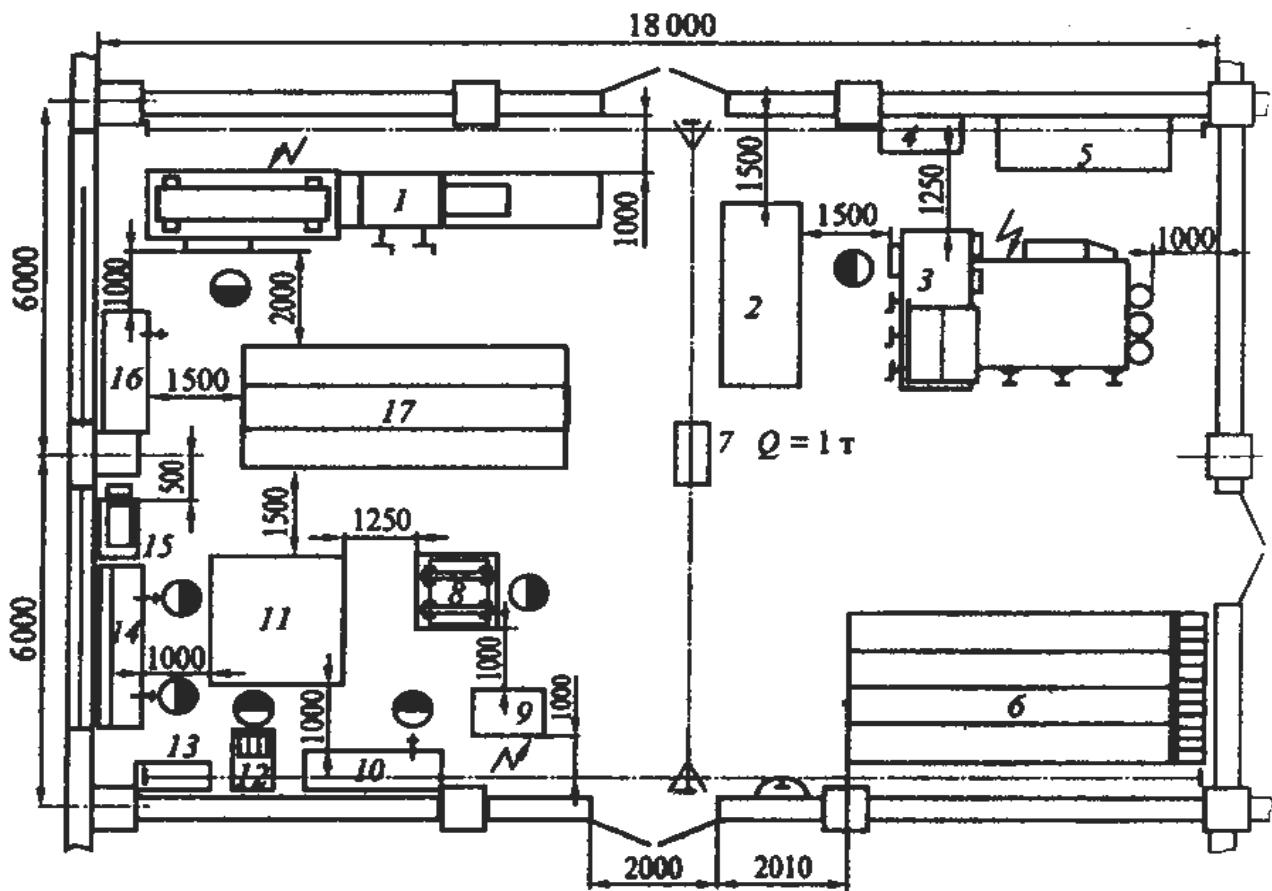


Рис.1.5. Отделение для ремонта гидроагрегатов:

1 – стенд для ремонта гидроцилиндров; 2, 11 – подставка под оборудование; 3 – стенд для испытания гидроагрегатов; 4 – ларь для обтирочных материалов; 5 – стол; 6, 13 – стеллаж; 7 – мостовой кран; 8 – стенд для ремонта сдвоенных насосов; 9 – вертикально-сверлильный станок; 10, 14, 16 – слесарный верстак; 12 – стенд для ремонта гидрораспределителей; 15 – точильно-шлифовальный станок; 17 – подставка под гидроцилиндры.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Общие указания

Разработка технологической части КП включает: краткое описание назначения, устройства и работы детали; расчет размеров заготовки детали, заданной для изготовления; разработку рационального технологического процесса ремонта, изготовления детали. Разработку карт эскизов; выбор необходимого оборудования и технологической оснастки; разработку маршрутных и маршрутно-операционных карт.

Исходными данными для разработки технологического процесса на изготовление и ремонт детали являются рабочий чертеж ремонтируемой детали с перечнем дефектов подлежащих устраниению.

#### 2.1. Краткое описание назначения, устройства и условий работы деталей

Необходимо ознакомиться с конструкцией механизма, где установлена данная деталь, изучить и кратко описать ее назначение в механизме, условия работы, характерные дефекты, особенности конструкции детали (материал, термическую обработку, шероховатость и точность обработки, базовые поверхности). Эти сведения можно получить в учебниках, по устройству СДМ и автомобилей.

***В разделе следует выполнить ремонтный чертеж детали.***

Для разработки необходимо использовать рабочие чертежи деталей, а также технические условия и карты дефектации, приведенные в руководствах по капитальному ремонту СДМ, автомобилей и тракторов отдельных марок.

При разработке технологического процесса необходимо указать:

- материал, из которого изготовлена деталь. Если деталь составная, то указать материал всех элементов детали;
- наличие термической обработки детали в целом или отдельных ее участков. При наличии термической обработки указать твердость поверхностей, подверженных ей;
- характеристику материала: по химическому составу и механическим свойствам;
- шероховатость рабочих поверхностей и точность их обработки (данные привести по восстанавливаемым поверхностям);
- базовые поверхности при изготовлении и ремонте детали;
- характер износа детали: равномерный, неравномерный, односторонний и др. (по восстанавливаемым поверхностям).

#### ***Основные требования к выполнению ремонтного чертежа:***

- ремонтный чертеж выполняется на основе рабочего чертежа;
- масштаб изображения предпочтителен 1 : 1, но допускается без учета масштаба;
- изображение детали на ремонтном чертеже выполняется сплошной тонкой линией;
- участки детали, подлежащие восстановлению, выполняются сплошной основной линией;

- на ремонтном чертеже выполняются только те виды, разрезы и сечения, которые дают информацию о восстанавливаемых поверхностях. Здесь должна быть также информация по размерам в виде числовых значений либо в виде условных обозначений (Н7, Н9, Н6, К6 и т.п.), рядом с которыми в скобках помещают их числовые значения; отклонениям, точности и чистоте поверхностей;

- на ремонтном чертеже помещают технические требования и указания, ремонтные размеры;

- обозначение ремонтного чертежа выполняется с добавлением индекса «Р» к номеру детали;

Для определения способа ремонта на ремонтных чертежах деталей и сборочных единиц помещают технологические требования и указания. Требования, относящиеся к отдельному элементу детали или сборочной единицы, помещают на ремонтном чертеже рядом с соответствующим участком детали.

Ремонтный чертеж детали представляется в комплекте технологической документации.

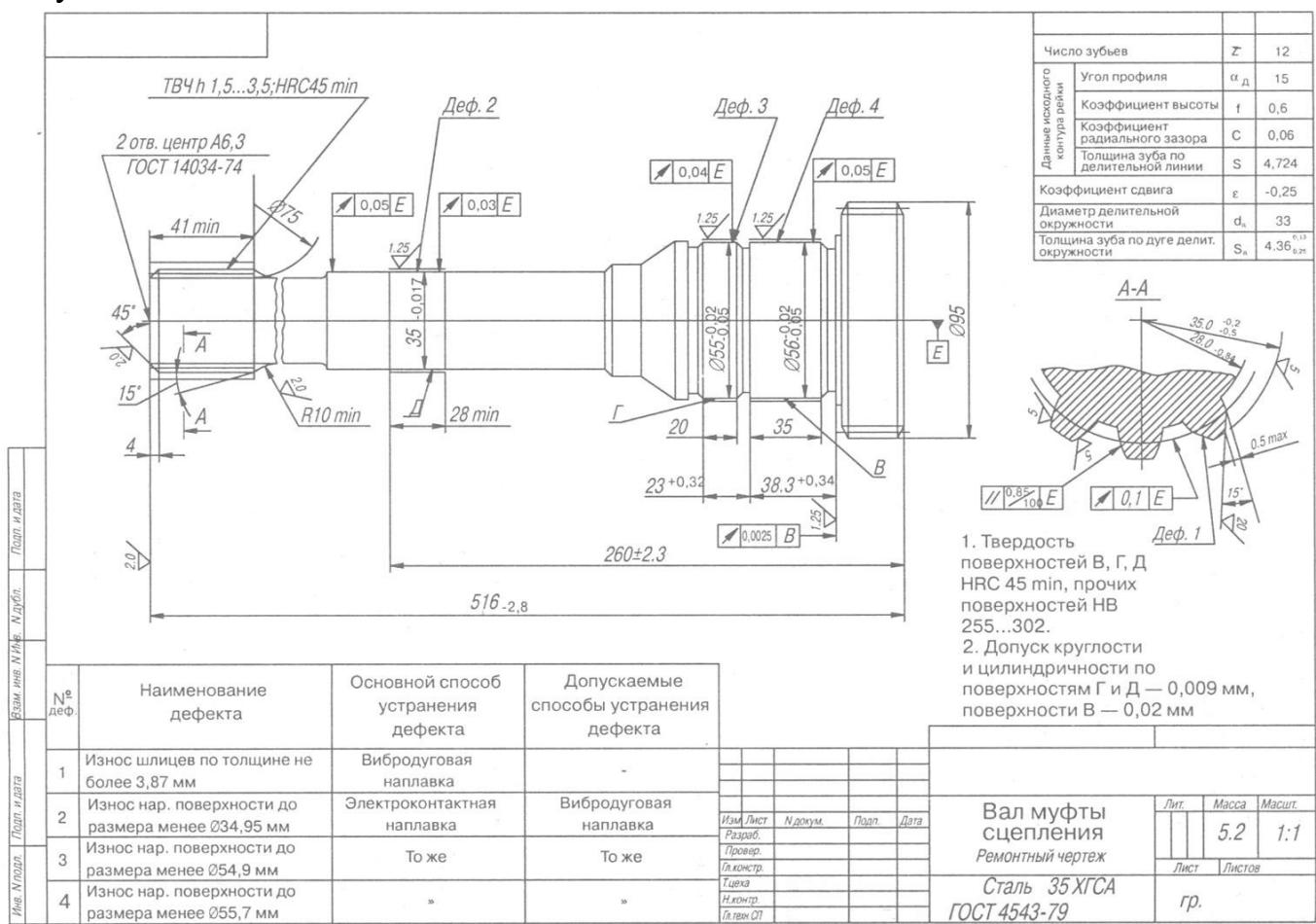


Рис.2.1. Пример выполнения ремонтного чертежа

## 2.2. Выбор рационального способа восстановления детали

Выбор способа восстановления зависит от конструктивно-технологических особенностей и условий работы деталей, их износа, технологических свойств самих способов восстановления, определяющих долговечность отремонтированных деталей, и стоимости их восстановления. Оценка способа восстановлениядается по трем критериям – применимости, долговечности и экономичности.

Критерий применимости определяет принципиальную возможность применения различных способов восстановления по отношению к конкретным деталям. Этот критерий не может быть выражен числом и является предварительным, поскольку с его помощью нельзя решить вопрос выбора рационального способа восстановления деталей, если этих способов несколько.

Для выбора рационального способа воспользуемся критериями долговечности и экономичности.

Критерий долговечности определяет работоспособность восстанавливаемой детали и выражается коэффициентом долговечности  $K_d$  как отношение долговечности восстановленной детали к долговечности новой детали ( $K_d > 0,85$ )

Критерий экономичности определяет стоимость  $C_v$  восстановления детали. Значение  $C_v$  можно определить после окончательной разработки технологического процесса. Для выбора рационального способа по критерию экономичности необходимо произвести расчет себестоимости по нескольким вариантам технологического процесса.

Окончательное решение о восстановлении детали принимается в том случае, если

$$C_v \leq K_d C_n, \quad (2.1)$$

где  $C_v$  – стоимость восстановления;

$K_d$  – коэффициент долговечности;

$C_n$  – стоимость новой детали.

Выбор рационального способа восстановления детали можно представить в виде формы.

Таблица 2.1 Форма 34

Номер дефекта	Возможные способы ремонта по критериям			Принятый способ ремонта
	Применимости	Долговечности	Экономичности	

Таблица 2.2. Удельная себестоимость восстановления

Оценочные показатели различных способов восстановления деталей	Ручная сварка			Механизированная наплавка				Электролитические покрытия		Электро-ромеханическое высаживание	Пластическое деформирование	Обработка под ремонтный размер	Постановка дополнительной детали
	электродуговая	газовая	аргоно-дуговая	в среде CO <sub>2</sub>	под слоем флюса	вибродуговая	в среде водяного пара	хромировани	окисляние				
Восстановление размера и посадки	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	-	±
Восстановление свойств:													
коэффициент износстойкости	0,70	0,70	0,70	0,72	0,91	1,0	0,90	1,67	0,91	1,1	1,0	0,95	0,90
коэффициент выносливости	0,60	0,70	0,70	0,90	0,87	0,62	0,75	0,97	0,82	1,0	0,90	0,90	0,90
коэффициент сцепления	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,82	0,85	1,0	1,0	1,0	1,0
коэффициент долговечности	0,42	0,49	0,49	0,63	0,79	0,62	0,69	1,72	0,58	1,1	0,9	0,86	0,81
Толщина покрытия, мм	5	3	4	2—3	3—4	2—3	2—3	0,3	0,5	0,2	2	0,2	5
Расход материалов, кг/м <sup>2</sup>	48,0	38,0	36,0	30,0	38,0	31,0	31,0	21,2	23,3	—	3,5	2,5	78
Трудоемкость восстановления, норм·ч/м <sup>2</sup>	60	72	56	28	30	32	28	54,6	18,6	9,0	36,2	16,7	14,8
Энергоемкость восстановления, кВт·ч/м <sup>2</sup>	580	80	520	256	286	234	234	324	121	188	126	97	129
Стоимость оборудования, р.	1000	900	1600	8500	9200	7200	8000	82000	8200	2600	7600	7000	2500
Себестоимость восстановления, р./м <sup>2</sup>	97,5	117	91,4	45,5	48,7	52	44,6	88,5	30,2	14,6	58,8	27,2	242
Производительность процесса, м <sup>2</sup> /ч	0,016	0,014	0,018	0,036	0,033	0,031	0,036	0,018	0,054	0,112	0,028	0,06	0,007
Площадь под оборудование, м <sup>2</sup>	1,7	1,8	3,0	13,6	13,6	11,2	13,6	15,2	1,52	3,0	11,7	11,0	4,0
Масса оборудования, т	0,7	0,6	0,8	7,5	7,5	6,4	7,5	4,4	4,4	2,5	7,5	6,0	2,8
Коэффициент технико-экономической эффективности, р./м <sup>2</sup>	232	238	187	72,2	61,5	83,8	64,8	51,5	52,0	13,3	65,2	31,8	298

\* «+» возможно; «—» невозможно; «±» возможно ограниченно.

### 2.2.1. Выбор заготовки и определение ее размеров

Этот пункт выполняют студенты, которым по варианту задания следует разработать технологический процесс на изготовление детали или ремонта методом ДРД.

## 2.3. Разработка технологического процесса ремонта или изготовления деталей машин

Схема технологического процесса – это последовательность операций, необходимых для устранения дефекта детали. При наличии на детали нескольких дефектов схемы составляются на каждый в отдельности.

При определении числа операций надо исходить из следующего:

- операция – законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и характеризующая единством содержания и последовательности технологических переходов.

В этом пункте разрабатывается план операций по устранению комплекса дефектов, объединенных общим маршрутом. При этом технологический маршрут составляют не путем сложения технологических процессов устранения каждого дефекта в отдельности, а одноименные операции по всем дефектам маршрута должны быть объединены. Каждая последующая операция должна обеспечить сохранность качества рабочих поверхностей детали, достигнутого при предыдущих операциях. Вначале должны идти подготовительные операции, затем сварочные, кузнецкие, прессовые, слесарно-механические и в заключении - шлифовальные и доводочные.

При разработке технологического процесса ремонта или изготовления детали следует руководствоваться четырьмя принципами:

1. Поверхности, являющиеся базовыми, обрабатываются в первую очередь.
2. Поверхности, связанные с точностью относительного положения (соосность), перпендикулярность, параллельность осей), обрабатываются с одной установки.
3. Всегда необходимо при ремонте детали использовать установочные базы, предусмотренные заводами - изготовителями.
4. При выборе установочных баз надо стремиться к тому, чтобы обеспечить их постоянство при проведении всех или большинства операций по обработке деталей.

С учетом указанных выше принципов и, обязательно, хорошо изучив рабочий чертеж, следует, для начала, на черновике составить перечень операций, которые надо выполнить, чтобы изготовить или восстановить деталь, причем операции должны быть записаны в технологической последовательности.

Названия операций записывают одним словом, например, «Токарная», «Шлифовальная» и т.д.

После определения числа и последовательности операций для устранения дефекта определить установочную базу, необходимую для выполнения каждой операции в отдельности. По возможности следует использовать заводские базы.

Таблица 2.3. Технологический процесс обработки вала-шестерни

Операция и содержание переходов	Эскиз	Станки (оборудование)	Инструмент	
			режущий	мерительный
1. Фрезерно-отрезная — отрезать заготовку согласно рисунку		Фрезерно-отрезной 8Б66	Дисковая пила диаметром 810 мм	Штангенциркуль 500
2. Горизонтально-фрезерная — фрезеровать торцы 1 и 2 с переустановкой		Горизонтально-фрезерный 6М82	Фреза диаметром 130 мм	Штангенциркуль 500
3. Вертикально-сверлильная — центровать торцы 1 и 2		Вертикально-сверлильный 2Н18	Сверло центральное диаметром 4 мм	Штангенциркуль 125
4. Токарно-винторезная — точить поверхности 1 ... 3 начерно с припуском 2 мм на сторону		Токарно-винторезный 16К20	Проходной T15K6 (90°)	Штангенциркуль 125
5. Токарно-винторезная — точить поверхности 1 ... 3 начерно с припуском 2 мм на сторону		Токарно-винторезный 16К20	Проходной T15K6 (90°)	Штангенциркуль 125

## 2.4. Разработка карт эскизов

После разработки перечня операций целесообразно выполнить на черновике эскизы для этих операций так, как это представлено в рассмотренном ниже примере.

При выполнении эскизов следует соблюдать следующие требования:

на эскизе должны быть указаны необходимые для выполнения технологического процесса размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхности, технологические требования, обозначения баз, опор, зажимов, необходимые для выполнения операции.

Обрабатываемые поверхности следует обводить сплошной линией толщиной от 2S до 3S (в среднем 1,5 ... 2,5 мм).

На эскизах все размеры обрабатываемых поверхностей условно нумеруют арабскими цифрами. Номер размера обрабатываемой поверхности проставляют в окружности диаметром 6-8 мм и соединяют с обозначением обрабатываемой поверхности.

Нумерацию следует проводить по часовой стрелке.

Вычерчивать операционные эскизы надо с полным соблюдением правил черчения. Масштаб выбирается произвольно, но с учетом размещения эскизов в определенных для них местах.

Принятый масштаб обрабатываемой детали желательно выдерживать во всех эскизах данного технологического процесса.

На каждом эскизе необходимо показать:

1. Деталь в рабочем положении.
2. Поверхность обработки по данной операции – линией толщиной 1,5..2,5 мм, базовые поверхности – условными обозначениями технологических баз.

Возможны 3 варианта выполнения технологических документов:

1. эскизы размещаются на формате А4 ( $297 \times 210$ ) и подшиваются в пояснительную записку перед соответствующими операционными картами;
2. карты эскизов размещаются на листе формата А1 ( $594 \times 841$ ) разделенного на форматки. Целесообразно слева разместить 4-е карты эскизов, а справа 4-е операционные карты к ним. (В этом случае в пояснительную записку помещаются только рабочий чертеж, маршрутная карта и соответствующие расчеты к операциям и переходам, представленным на эскизах).
3. технологические документы размещаются на формате А1 ( $594 \times 841$ ) разделенного на форматки: на формате А3 размещается ремонтный чертеж детали, за ним в правом верхнем углу размещаем на формате А3 маршрутную карту на ремонт всех дефектов, в нижнем ряду размещаем эскиз на определенную операцию, который сопровождается маршрутно – операционной картой (ГОСТ 3.1118-82) формы 2 и 2б размещенных на форматах А4, эскиз на следующую операцию с последующим размещением маршрутно – операционной карты. Примечание: ГОСТ 3.1118-2 допускает применение маршрутных карт в маршрутно-операционном варианте описания технологического процесса. В таком случае в строке 01 маршрутной карты пишутся все необходимые для операции обозначения режимов, а в левом нижнем углу вместо МК ставится МК/OK.

Рис. 2.2. Пример заполнения карты эскизов

## 2.5. Выбор необходимого оборудования, технологической оснастки

Выбор необходимого оборудования и оснастки следует производить при разработке эскизов на черновике. Для соответствующей операции рисуется эскиз с выполнением вышеуказанных требований, пишутся все переходы и сразу же определяется тип оборудования, инструмент и приспособления

Выбор оборудования для восстановления и изготовления деталей нужно производить, учитывая требования технологии производства.

При выборе станочного оборудования для механической обработки деталей следует исходить из следующих условий:

- станок должен соответствовать габаритам обрабатываемой детали;
- мощность станка должна использоваться максимально;
- станок должен обеспечивать требуемую точность и чистоту обработки.

## 2.6. Оформление операционных карт

В пределах курсового проекта студенты оформляют операционные карты к тем операциям и переходам, которые представлены на эскизах.

Если на эскизах представлены 4-е различные операции, то к ним оформляются (после выполнения соответствующих расчетов) 4-е операционные карты.

В операционных картах содержание переходов записывается в повелительной форме: «Расточить гнездо 2».

Операционные карты размещаются на форматах А4 и подшиваются в пояснительную записку сразу после соответствующего эскиза (1 вариант).

Чубл			
Базы			
Годн.			


Разраб.	Гетц В.В.	12.5.86	
Проверил			
Печатал	Суханов Б.Н.	21.2.87	
Утв.вердил			
Н.контр.			

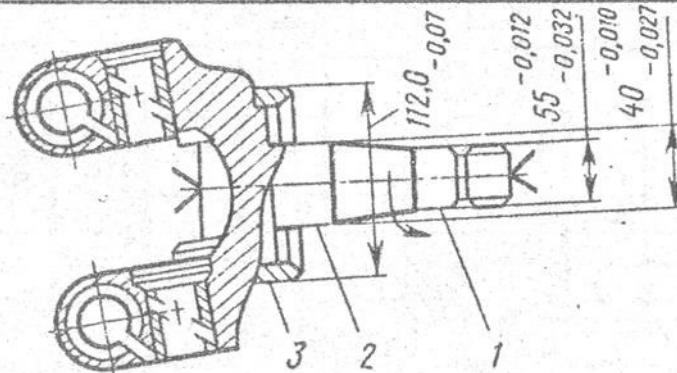
НАТ

130-3001011

630039

## Цапфа поворотная

ДП



Наименование операции		Материал			
Шлифовальная		Сталь 45Х			
Твердость	ЕВ	МД	Профиль, размер	М3	Конд.
НВ241...245	166 кг	-	-	X	X
Оборуд.					
Круглошлифовальный 3151					
$T_0$	$T_B$	$T_{п.з}$	$T_{шл}$	СОЖ	
1,2	0,6	8,0	1,9		

P		A	Д или В	L	t	i	S	п	V	$T_B$	$T_0$
01				мм	мм	мм	мм/об	об/мин	м/мин	м/с	мин
02											
03	A										
T 04	XXX - центр неподвижный										
05											
06	Шлифовать поверхность	выдержать размер	(1) (2) (3)								
T 07	381311 - круг шлифовальный	ПП 500x50x305	TA50M28								
P 08				34		3	0,23		816	76	0,6
09				61		3					1,2
10				30		3					
OK											

Рис. 2.3. Пример заполнения операционной карты на токарную операцию

Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.						гр.	Название узла, агрегата			Марка автомобиля	ДП		
Проверил											РО		
Н. контр.							Вал муфты сцепления						
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции								
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
K/M	Наименование детали, сб. единицы или материала										ОПП	ЕВ	ЕН
P 01						U B	J A	D MM	L MM	i	поб/мин	S мм/об	Vпр м/мин
M 02	Сталь 35ХГСА											Vм/мин	T O
A 03	15 Наплавочная												T I
B 04	1К62; ОКС-659												
O 05	A. Установить и закрепить деталь												
T 06	Центр Морзе 5 ГОСТ 13214-79												
P 07													1,0
O 08	1. Наплавить поверхность 1												
T 09	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80												
P 10						18	170	37	41	3	14,5	1,6	1,5
M 11	Проволока Нп-30ХГСА ГОСТ 10543-82												0,15 кг
O 12	Б. Снять деталь												
13													
14													
15													
16													
OK													

Рис. 2.4. Пример заполнения операционной карты наплавочной операции

## 2.7. Оформление маршрутных карт

Как для технологического процесса восстановления, так и изготовления деталей используются маршрутные карты по ГОСТ 3.1118-82 формы 2 и 16. Допускается применение маршрутных карт в маршрутно-операционном варианте описания технологического процесса. В таком случае в строке 01 маршрутной карты пишутся все необходимые для операции обозначения режимов, а в левом нижнем углу вместо МК ставится МК/ОК.

Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.													
Проверил													ДП.190604.2009.02.01
Н. контр.													
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции								
B					Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	P	УТ	KР	КОИД	EH	ОП
K/M					Наименование детали, сб. единицы или материала							OPP	EV
M 01					Сталь 35ХГСА								
A 02					5 Термическая								
B 03					Установка ТВЧ ЛПЗ-2-67М	Термист	4	Г/Р					
04													5,2 кг
A 05					10 Токарная								
B 06					Станок токарный 16К20	Токарь	3	X/P					
07													
A 08					15 Наплавочная								
B 09					Станок токарный 1К62 головка наплавочная	Сварщик	3	Г/Р					
10					OKC-5569								
11													
A 12					20 Токарная								
B 13					Станок токарный 16К20	Токарь	3	X/P					
14													
A 15					25 Фрезерная								
B 16					Станок фрезерный 676	Фрезер	4	X/P					
MK													

Рис. 2.5. Пример заполнения маршрутной карты. Лист 1 (начало)

## Нормирование станочных работ

$$T_h = T_o + T_b + T_{\text{доп}} + \frac{T_{n_3}}{Zn}; \quad (2.2)$$

где  $T_o$  – основное или техническое время;  
 $T_b$  – вспомогательное время;  
 $T_{\text{доп}}$  – дополнительное время;  
 $Z_n$  – количество одинаковых изделий в партии.

Выбор рационального режима резания. Снижение затрат основного (машинного) времени на выполнение станочных работ осуществляется за счет правильного выбора режимов резания.

Основными параметрами режима резания являются: *глубина резания t, подача S и скорость резания V<sub>p</sub>*. Между этими параметрами существует определенная зависимость. Для нахождения рационального режима при заданной стойкости инструмента **сначала надо выбрать глубину резания t**, исходя из припуска, оставленного под обработку, а затем по глубине резания и требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности **определить подачу S по нормативным таблицам**. По выбранной глубине резания и подаче определяют **по таблицам ориентировочную скорость резания V<sub>p</sub>**. Затем с учетом поправочных коэффициентов рассчитывают **скорость резания**

$$V_p = V_t K_1 K_2 K_3 K_4 \quad (2.3)$$

где  $K_1$  - коэффициент, зависящий от физико-химических и механических свойств

обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, характеризующий состояние обрабатываемой поверхности

(с коркой, без корки) и метод ее получения (прокат, поковка);

$K_3$  - коэффициент, зависящий от главного угла резца в плане при данном виде

заготовок;

$K_4$  - коэффициент, зависящий от радиуса закругления при вершине резца.

Если резание проходит **без охлаждения, скорость снижается на 20%**.

**Глубину резания** устанавливают в миллиметрах в зависимости от припуска под обработку. При увеличении глубины резания уменьшается число проходов  $i$ , т. е. число слоев снимаемого при обработке металла, что, в свою очередь, ведет к сокращению затрат основного времени. При возможности обработку следует вести в один проход. В этом случае глубина резания  $t$  равна припуску  $h_n$ . Если же  $t < h_n$ , то число проходов определяют по формуле

$$i = \frac{h_n}{t} \quad (2.4)$$

где  $h_n$  – припуск на обработку, мм;

$t$  - глубина резания, мм.

При поверхностном обтачивании и растачивании отверстий, а также при рассверливании, зенкеровании, развертывании, круглом наружном и внутреннем шлифовании величину припуска определяют как разность диаметров обрабатываемых поверхностей до и после обработки, деленную на 2;

См. «Краткий справочник металлурга» под ред. проф. А. Н. Малова. Машиностроение, 1972, «Справочник технолога авторемонтного производства» под ред. Г. А. Малышева, Транспорт, 1977.

$$h_n = \frac{D - d}{2}, \quad (2.5)$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой поверхности до обработки;

$d$  – то же, после обработки.

При обтачивании наружных или растачивании внутренних поверхностей резцами (или при соответствующем шлифовании) глубина резания

$$t = \frac{h_n}{i} = \frac{D - d}{2i}; \quad (2.6)$$

При рассверливании, зенкеровании, развертывании обработку одним инструментом всегда ведут в один проход, поэтому

$$t = h_n = \frac{D_u - D_o}{2}, \quad (2.7)$$

где  $D_u$  – диаметр инструмента, которым ведется обработка;

$D_o$  – диаметр отверстия до обработки.

При обработке плоскостей на строгальных, фрезерных и плоскошлифовальных станках глубину резания определяют как разность размеров детали до и после прохода режущего инструмента.

Величину подачи выбирают по **нормативным таблицам**, разработанным на соответствующие виды обработки – токарные, фрезерные, строгальные и другие работы с учетом их специфики, а также в зависимости от марки режущего инструмента и геометрии его режущей части, характера обрабатываемых материалов (сталь, чугун, цветные сплавы, неметаллические материалы).

Работа с максимальной глубиной резания и максимальной подачей сокращает до минимума затраты машинного времени. Однако при выборе подачи нужно помнить, что от нее зависит шероховатость обработанной поверхности. Поэтому **при чистовой токарной обработке** обычными проходными и расточными резцами подача должна быть  $S \leq 0,6$  мм/об, при **черновой** обработке этими же инструментами  $S > 0,6$  мм/об.

По найденной в таблицах и скорректированной скорости резания определяют скорость вращения детали или шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D}, \quad (2.8)$$

где  $V_p$  – скорость резания, м/мин;

$D$  – диаметр детали, мм.

По **паспортным данным станка** подбирают ближайшую к этому значению действительную скорость вращения  $n_1$ , а затем скорость резания корректируется по формуле

$$V_p = \frac{\pi D n_1}{1000}. \quad (2.9)$$

В связи с изменением скорости необходимо изменить глубину резания и подачу. При незначительной разности (порядка  $\pm 10\%$  между рассчитанной и паспортной скоростью вращения изменять первоначальное назначенные глубину резания и подачу не рекомендуется.

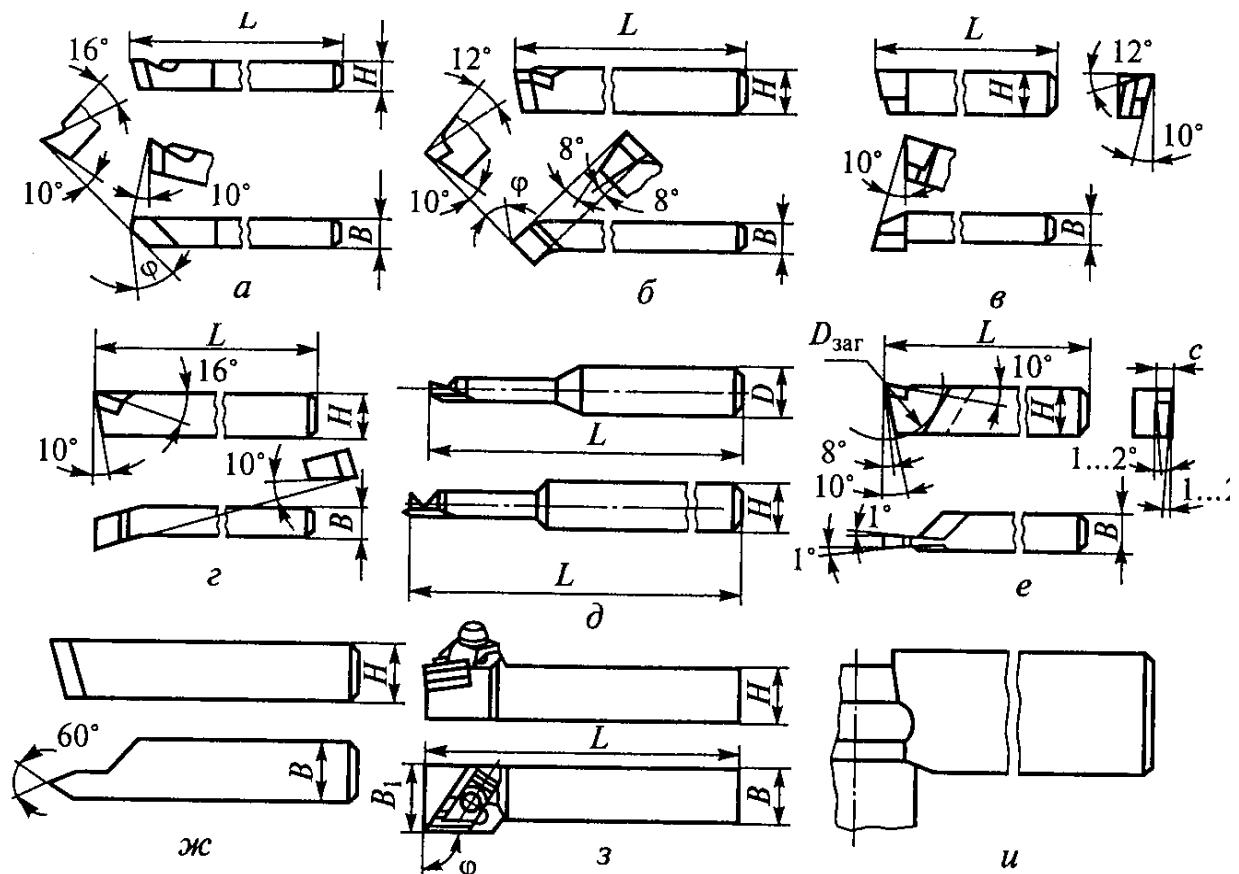


Рис. 2.6. Типы резцов:

а – прямые; б – отогнутые; в – упорные; г – подрезные для обработки торцовых поверхностей; д – расточные; е – отрезные; ж – резьбонарезные; з – для контурного точения; и – фасонные;  $L$  – длина резца;  $H$  – высота резца;  $B$  – ширина резца;  $B_1$  – ширина головки резца;  $\varphi$  – угол в плане;  $D_{заг}$  – диаметр заготовки; с – ширина режущей части резца;  $D$  – диаметр посадочной поверхности резца.

## Тема... Нормирование токарных работ

$$T_h = T_o + T_b + T_{\text{доп}} + \frac{T_{n_3}}{Zn}; \quad (2.10)$$

Основное (машинное) время рассчитывают по формуле

$$T_o = \frac{L_u i}{n_1 S} = \frac{(l + l_1 + l_2)i}{n_1 S}, \quad (2.11)$$

где  $L_u$  – длина пути инструмента в направлении подачи, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – длина пути врезания и перебега инструмента, мм;

При глубине резания от 1 до 8 мм  $l_1$  составляет **от 2 до 13 мм**;

$l_2$  – дополнительная длина на снятие пробной стружки (рекомендуется принимать **от 5 до 10 мм**)

$n_1$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача инструмента, мм;

$i$  – число проходов.

$T_b$  – (установка, снятие, проход) и находится по нормативным таблицам и зависит от способа установки детали (в центрах, в патроне), степени выверки и массы детали и колеблется **от 0,3 до 7,5 мин**.

Вспомогательное время на один проход находится в пределах **от 0,1 до 1 мин.**

$T_{\text{доп}}$  – устанавливается в процентном отношении от оперативного в зависимости от вида обработки:

$T_{\text{доп.токарн.}} = 8\%$ ;  $T_{\text{доп.сверлильн.}} = 6\%$ ;  $T_{\text{доп.фрезеров}} = 7\%$ ;  $T_{\text{доп.строг.долбл.}} = 6\%$ ;  $T_{\text{доп.шлифов}} = 9\%$ .

$T_{\text{п.з.}}$  – устанавливается по нормативным таблицам и зависит от сложности работы (**5.....16 мин**)

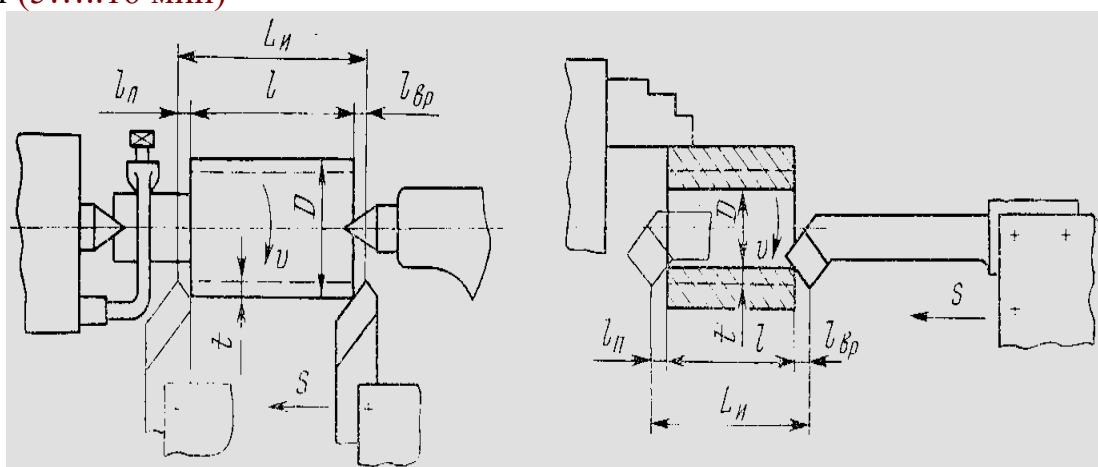


Рис. 2.7. Элементы, составляющие путь резца (детали) при обтачивании

Таблица 2.4. Скорости резания

		СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ $V$ , м/мин						Токарные станки													
								КАРТА Т-4		Лист 1											
Скорость резания $V = V_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$																					
где $V_{\text{таб}}$ — скорости резания по таблице, $K_1$ , $K_2$ и $K_3$ — поправочные коэффициенты																					
<b>I. СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ <math>V_{\text{таб}}</math></b>																					
<b>1 Точение проходными, подрезными и расточными резцами</b>																					
Обрабатываемый металл	Сталь						Чугун серый	Чугун ковкий и магниевый		Алюминиевые сплавы											
Материал инструмента	Быстро режущая сталь			Твердый сплав			Твердый сплав	Твердый сплав		Тверд. сплав	Быстро режущая сталь										
$t$ , мм	$S_0$ , мм/об	45	60	90	15	60	90	45	60	90	45 - 90										
до 1	до 0,2	48	48	48	140	140	135	135	135	120	120										
	0,3	41	41	41	130	130	130	130	130	115	115										
	0,4	36	36	36	125	125	125	120	120	110	110										
	0,5	34	34	34	120	120	115	115	115	105	105										
	0,6	31	31	31	110	110	110	110	110	97	97										
	0,8	28	28	28	105	105	105	105	105	93	93										
2,5	до 0,2	42	39	37	130	130	125	130	125	120	110										
	0,3	35	31	30	120	110	110	115	110	105	98										
	0,4	30	27	26	110	105	100	105	100	96	95										
	0,5	27	24	23	100	97	95	98	93	90	89										
	0,6	25	22	21	97	92	88	93	88	85	84										
	0,8	22	19	19	90	84	82	86	80	78	72										
5	до 0,2	42	37	29	130	125	110	130	120	105	115										
	0,3	33	29	23	115	110	93	110	100	90	100										
	0,4	28	25	20	105	100	86	100	90	80	95										
	0,5	24	22	18	96	90	80	90	85	75	84										
	0,6	22	19	16	90	83	73	85	80	70	78										
	0,8	19	17	14	80	76	66	77	73	61	69										
<b>2. Точение твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой (<math>\phi_1=0^\circ</math>)</b>																					
Обрабатываемый металл	Сталь			Чугун серый			Чугун ковкий и магниевый		Алюминиевые сплавы												
$t$ , мм	$S_0$ , мм/об	0,5	1	1,5	2	0,5	1	1,5	2	0,5	1	1,5	2								
1	120	100	96	88	110	97	89	84	105	90	84	77	315								
	105	91	83	76	100	87	74	69	93	80	72	67	260								
	100	83	76	72	97	80	73	68	90	73	67	62	230								
1,5													240								
													225								
													195								
2													185								
													175								
													160								
<b>3. Точение фасонными, прорезными, отрезными и широкими резцами</b>																					
Типы резцов	Материал инструмента	Обрабатываемый металл	Подача $S_0$ , мм/об																		
			0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5									
Фасонные	Быстр. сталь	Сталь	53	50	42	35	32	27	—	—	—	—									
Широкие, прорезные и отрезные	Быстр. сталь	Сталь	—	—	44	40	36	30	28	23	20	18									
	Твердый сплав	Сталь	—	—	—	110	100	85	77	65	57	52									
	" "	Чугун серый	—	—	—	115	105	90	80	68	62	56									
	" "	Чугун ковкий	—	—	—	105	97	82	73	62	56	50									
<b>Приложения</b>																					
1 Скорости резания для точения сталей и ковкого чугуна даны с учетом применения эмульсии, для серых чугунов — при работе без охлаждения. В случае применения охлаждения эмульсией при обработке чугунов скорости резания могут быть повышенены на 15-20%. При скоростном точении стальных деталей эти же данные остаются неизменными и в случае работы без охлаждения.																					
2 Скорости резания для освного инструмента принимать по карте С 4. Для расточных головок с плавающими ножами скорости резания принимать такими же, как и при развертывании.																					

Таблица 2.5. Скорости резания

СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ $V$ , м/мин										Токарные станки							
										КАРТА Т-4		Лист 2					
<b>II. ПОПРАВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ <math>K_1</math>, <math>K_2</math>, <math>K_3</math> В ЗАВИСИМОСТИ:</b>																	
<b>1. От обрабатываемого металла — <math>K_1</math></b>																	
<b>С т а л ь</b>																	
Обрабатываемый металл	10 15 20 25	30, 35 40	45, 50	30Х, 35Х, 38ХА, 40Х	15Х 20Х	45Г2 50Г	12Х2Н3А	35ХГС	18ХГТ	30ХГТ							
$H_B$	≤ 156 143—207 170—229 207—269	156—207 170—229 207—269	156—207 207—255 255—285 286—332	170—217 207—255 255—285 286—332	137—179 170—229 229—269	269—285 156—217 179—255	170—241 197—269 269—321	20ХНМА 40ХНМА	149—187	170—197							
высоко- востро- реж. сталь	1,6 1,3 1,1 0,8 1,2 1 0,8 0,6 0,5 1 0,9 0,7 0,6 0,5 1,3 0,8 0,6 0,5 0,9 0,7 1,1 0,7 0,6 0,5 0,4 1,1 0,7																
Гибкий сплав	1,5 1,2 1 0,9 1,1 1 0,9 0,8 0,8 1 0,95 0,9 0,8 0,7 1,2 0,9 0,8 0,8 1 0,9 1,0 0,8 0,8 0,7 1 0,95																
Обрабаты- ваемый металл	<b>Ч у г у н</b>						Алюминиевые сплавы										
	Серый			Ковкий		Магниевый		$\sigma_s$		10—20	20—30	30—40	40—50				
$H_B$	163—229	170—241	235—295	120—170	207—229	265—285	Силумин и лигейные сплавы		1,2	1							
Точение по корке	0,8	0,7	0,6	0,8	0,6	0,4	Дуралю- миний						-				
Чистовое точение	1	0,8	0,7	1	0,7	0,5			1,5	1,2	1						
<b>2. От периода стойкости и марки твердого сплава — <math>K_2</math></b>																	
<b>a) Для проходных, подрезных, расточных и прорезных резцов</b>																	
Обрабаты- ваемый металл	Материал инструмента	Период стойкости $T$ в минутах резания															
		до 30	60	100	150	200	300	400	600	800	1000						
Сталь	P9, P18 T15K6 T14K8 T5K10	1,2 1,7 1,35 1,1	1,1 1,5 1,2 0,95	1 1,25 1 0,8	0,9 0,9 0,8 0,65	0,85 — 0,7 0,55	0,8 — — —	0,75 — — —	0,6 — — —	0,55 — — —	0,5 — — —						
Чугун серый	BK2 BK4, BK6 BK8	1,5 1,3 1,1	1,3 1,15 0,85	1,2 1 0,75	1,1 0,9 0,7	1 0,85 0,65	0,9 0,75 0,6	0,85 0,7 0,5	0,7 0,6 0,45	0,6 0,5 0,4	0,55 0,45 0,4						
Чугун ковкий, магниевый	BK2 BK4, BK6 BK8	1,9 1,6 1,3	1,7 1,4 1,15	1,45 1,2 1	1,3 1,1 0,9	1,2 0,9 0,85	1,1 0,9 0,75	1 0,85 0,7	0,85 0,75 0,6	0,7 0,6 0,5	0,65 0,55 0,45						
Алюминиевые сплавы	P9, P18 BK4, BK6	1,3 1,5	1,1 1,2	1 1	0,9 0,9	0,85 0,8	0,8 0,7	— —	— —	— —	— —						
<b>б) Для фасонных резцов</b>																	
Сталь	P9, P18	1,4	1,15	1	0,9	0,85	0,8	0,75	—	—	—	—					
<b>3. От вида обработки — <math>K_3</math></b>																	
Растачивание		Поперечное точение при отношении $\frac{d_1}{d_2}$						Фасонное точение									
$d > 75$	$d < 75$	0—0,4	0,5—0,7	0,8—1				Профиль	предв.	чист							
1		0,85	1,35	1,2				Простой	1	0,8							
								Глубокий и сложный	0,85	0,7							

\*  $d_1$  — наибольший диаметр обработки, мм;  $d_2$  — наименьший диаметр обработки, мм

## Тема.. Нормирование работ на сверлильных станках

При сверлении, зенкеровании, развертывании, цековании основное время определяют по формуле

$$T_o = \frac{L_u i}{n_1 s} = \frac{(l_n + l_1)i}{n_1 s}, \quad (2.12)$$

где  $L_u$  — длина пути инструмента в направлении подачи, мм;

$l_n$  — глубина обрабатываемого отверстия, мм;

$l_1$  — врезание и перебег инструмента, мм (определяется по таблицам и находится в пределах от 1,5 до 23 мм в зависимости от характера работы и диаметра инструмента);

$n_1$  — частота вращения шпинделя станка, об/мин;

$i$  — число проходов;

$s$  — подача на один оборот сверла, мм/об.

При нарезании резьбы основное время рассчитывается по формуле

$$T_o = \left( \frac{t_n + t_1}{n_1 s} + \frac{t_n + t_1}{n_m s} \right), \quad (2.13)$$

где  $n_m$  — частота вращения метчика при вывертывании его из отверстия;

$t_1$  — вращение и перебег инструмента, мм (при нарезании резьбы машинными метчиками на проход составляет 4 - 8 ниток, в упор - 2,5-3 шага резьбы); для гаечных метчиков 11 равно длине режущей части метчика.

На снятие и установку детали массой от 1 до 80 кг вспомогательное время может быть рекомендовано от 0,2 до 4,5 мин. Вспомогательное время, связанное с проходом, находят по таблицам и оно может быть рекомендовано на первое отверстие от 0,12 до 0,24 мин, на каждое последующее отверстие того же диаметра от 0,08 до 0,12 мин.

Подготовительно-заключительное время в зависимости от способа установки детали подбирается по таблицам и составляет от 2 до 8 мин.

## Тема.... Нормирование работ на фрезерных станках

Основное время при фрезеровании определяют по формуле

$$T_o = \frac{L_u i}{n_1 S_{ob}} = \frac{(l + l_1 + l_2)i}{n_1 S_{ob}}, \quad (2.14)$$

где  $L_u$  - длина прохода фрезой в направлении подачи, мм;

$i$  - число проходов;

$n$  - скорость вращения фрезы, об/мин;

$S_{ob}$  - подача на один оборот фрезы, мм/об;

$l$  - длина фрезеруемой поверхности в направлении подачи, мм;

$l_1$  - величина врезания и перебега инструмента, мм (выбирается по

справочным таблицам);

$l_2$  - дополнительная длина на снятие пробной стружки (принимается 5-10 мм, если это предусмотрено технологией).

Вспомогательное время на установку и снятие детали в зависимости от способа установки и массы детали находят по нормативным таблицам: оно составляет от 0,4 до 5 мин. Вспомогательное время, связанное с проходом, находят по таблицам; оно колеблется от 0,3 до 1,9 мин

Приложение 1

Периодичность, трудоемкость и продолжительность технического обслуживания и ремонта строительных машин. [5]

Таблица 1

Вид машин	Техническое обслуживание и ремонт				Трудоемкость выполнения одного ТО и Р, чел-ч.				Продолжительность выполнения, ч	
	Вид техн. обслуживания и ремонта	Периодичность выпол. ТО	Число в одн. ремонтном цикле	Всего	В том числе по видам работ					
					Диагностики	Слесар-ных	Прочих			
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Экскаваторы одноковшовые с гидравлическим приводом										
На базе пневмоколесн. трактора, 2-й размерной группы с ковшом вместимостью 0,4 м <sup>3</sup>	ТО – 1. ТО – 2. CO T <b>K</b>	50 250 2 раза 1000 <b>6000</b>	-- -- 2 раза -- <b>1</b>	3 6 20 400 <b>570</b>	0,5 1,5 - 4 <b>-</b>	2,5 4,5 20 296 <b>400</b>	- - - 100 <b>170</b>	1,5 3 8 40 <b>80</b>		
На пневмоколесном ходу 3-й размерной гр-уппы с ковшом вместимостью 0,4 – 0,65 м <sup>3</sup>	ТО – 1. ТО – 2. CO T <b>K</b>	50 250 2 раза 1000 <b>8000</b>	- - 2 раза - <b>1</b>	3,1 8 26 450 <b>825</b>	0,6 2,0 - 5 <b>-</b>	2,5 6,0 26 325 <b>615</b>	- - - 120 <b>210</b>	1,5 4 9 45 <b>115</b>		
На гусеничном ходу 4-й размерной группы с ковшом вместимостью 0,65 – 1,0 м <sup>3</sup>	ТО – 1. ТО – 2. CO T <b>K</b>	100 500 2 раза 1000 <b>9000</b>	- - 2 раза - <b>1</b>	3,6 13 28 560 <b>1175</b>	0,6 2,1 - 5,1 <b>-</b>	3,0 10,9 28 415 <b>885</b>	- - - 140 <b>290</b>	2 7 10 57 <b>164</b>		
На гусеничном ходу 5-й размерной группы с ковшом вместимостью 1,0 – 1,6 м <sup>3</sup>	ТО – 1. ТО – 2. CO T <b>K</b>	100 500 2 раза 1000 <b>10000</b>	- - - - <b>1</b>	8,6 22 33 700 <b>1620</b>	0,6 2,2 - 5,2 <b>-</b>	8 19,8 33 529,8 <b>1170</b>	- - - 165 <b>450</b>	3 10 11 70 <b>225</b>		
На гусеничном ходу 6-й размерной группы с ковшом вместимостью 1,6 – 2,5 м <sup>3</sup>	ТО – 1. ТО – 2. CO T <b>K</b>	100 500 2 раза 1000 <b>10000</b>	- - - - <b>1</b>	9,6 28 38 875 <b>2240</b>	0,6 2,4 - 5,4 <b>-</b>	9 25,6 38 659,6 <b>1715</b>	- - - 210 <b>525</b>	4,0 14 13 90 <b>320</b>		
Краны стреловые автомобильные										
Автокраны грузоподъемностью 6,5 тн. на шасси автомобиля	ТО – 1. ТО – 2. CO T <b>K</b>	50 250 2 раза 1000 <b>5000</b>	- - - - <b>1</b>	6 22 11 530 <b>870</b>	0,8 1,8 - 4,8 <b>-</b>	5,2 20,2 11 405,2 <b>610</b>	- - - 120 <b>260</b>	3 11 3 53 <b>100</b>		
Автокраны грузоподъемностью 6,5-10 тн.	ТО – 1. ТО – 2. CO T <b>K</b>	50 250 2 раза 1000 <b>5000</b>	- - - - <b>1</b>	7 25 13 600 <b>1100</b>	0,9 2,0 - 5,0 <b>-</b>	6,1 23 13 455 <b>770</b>	- - - 140 <b>330</b>	3 12 4 60 <b>130</b>		
Автокраны грузоподъемностью 10 – 16 тн. на шасси автомобиля МАЗ – 5337	ТО – 1. ТО – 2. CO T <b>K</b>	50 250 2 раза 1000 <b>5000</b>	- - - - <b>1</b>	8 27 14 630 <b>1200</b>	1,0 2,2 - 5,2 <b>-</b>	7 24,8 14 474,8 <b>800</b>	- - - 150 <b>400</b>	4 14 5 65 <b>140</b>		
Автокраны грузоподъемностью 16 тн. на шасси автомобиля КрАЗ – 257К1	ТО – 1. ТО – 2. CO TP <b>K</b>	50 250 2 раза 1000 <b>5000</b>	80 15 2 раза 4 <b>1</b>	8 32 16 820 <b>1540</b>	- - - -	- - - 100 <b>280</b>	- - - 80 <b>200</b>	0,3 1 0,5 9 <b>23</b>		

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пневмоколесные стреловые краны								
Краны стреловые пневмоколесные грузоподъемностью, т до 16	TO-1  TO-2  CO  T  TO-3  <b>K</b>	50  250  2 раза  1000  -  <b>5000</b>	-  -  -  -  <b>1</b>	6  25  26  750  33  <b>1540</b>	0,7  1,6  -  4,3  4,3  <b>1160</b>	5,3  23,4  26  565,7  28,7  <b>380</b>	-  -  -  180  -	3  12  8  75  <b>150</b>
Краны стреловые пневмоколесные грузоподъемностью, т от 16 до 25	TO-2  CO  T  TO-3  <b>K</b>	250  2 раза  1000  -  <b>6000</b>	-  -  -  -  <b>1650</b>	27  28  820  36  <b>1</b>	1,8  -  4,5  4,5  <b>1240</b>	25,2  28  620,5  31,5  <b>410</b>	-  -  -  195  <b>160</b>	13  9  80  -
Краны стреловые пневмоколесные грузоподъемностью, т от 25 до 40	TO-1  TO-2  CO  T  <b>K</b>	50  250  2 раза  1000  <b>6000</b>	-  -  -  -  <b>1800</b>	8  30  31  900  <b>1</b>	0,9  2,0  -  4,7  <b>1800</b>	7,1  28  31  685,3  <b>1340</b>	-  -  -  210  <b>460</b>	4  14  10  90  <b>180</b>
Краны стреловые пневмоколесные грузоподъемностью, т от 40 до 65	TO-1  TO-2  CO  T  <b>K</b>	100  250  2 раза  1000  <b>6000</b>	-  -  -  -  <b>2100</b>	9  32  33  970  <b>1</b>	1,0  2,2  -  4,9  <b>1</b>	8  29,8  33  735,1  <b>1570</b>	-  -  -  230  <b>530</b>	4  15  11  100  <b>200</b>
Краны стреловые пневмоколесные грузоподъемностью, т более 65	TO-1  TO-2  CO  T  <b>K</b>	100  250  2 раза  1000  <b>7000</b>	-  -  -  -  <b>2300</b>	10  35  34  1070  <b>1</b>	1,1  2,4  -  5,1  <b>1</b>	8,9  32,6  34  819,9  <b>1740</b>	-  -  -  245  <b>560</b>	5  16  12  110  <b>220</b>
Гусеничные стреловые краны								
Краны стреловые гусеничные грузоподъемностью, т: до 16	TO-1  TO-2  CO  T  <b>K</b>	50  250  2 раза  1000  <b>5000</b>	-  -  -  -  <b>1800</b>	7  27  28  780  <b>1</b>	0,5  1,4  -  4,3  <b>1</b>	6,5  25,6  28  580,7  <b>1360</b>	-  -  -  195  <b>440</b>	3  13  9  80  <b>180</b>
Краны стреловые гусеничные грузоподъемностью, т: от 16 до 25	TO-1  TO-2  CO  T  <b>K</b>	50  250  2 раза  1000  <b>6000</b>	-  -  -  -  <b>2020</b>	8  29  30  880  <b>1</b>	0,6  1,5  -  4,5  <b>1</b>	7,4  27,5  30  665,5  <b>1520</b>	-  -  -  210  <b>500</b>	4  14  10  90  <b>200</b>
Краны стреловые гусеничные грузоподъемностью, т: от 25 до 40	TO-1  TO-2  CO  T  <b>K</b>	50  250  2 раза  1000  <b>6000</b>	-  -  -  -  <b>2350</b>	9  31  32  950  <b>1</b>	0,7  1,7  -  4,7  <b>1</b>	8,3  29,3  32  715,3  <b>1750</b>	-  -  -  230  <b>600</b>	4  15  11  95  <b>220</b>
Краны стреловые гусеничные грузоподъемностью, т: от 40 до 65	TO-1  TO-2  CO  T  <b>K</b>	100  250  2 раза  1000  <b>7000</b>	-  -  -  -  <b>2650</b>	10  33  33  1070  <b>1</b>	0,8  1,8  -  4,9  <b>1</b>	9,2  31,2  33  780,1  <b>2000</b>	-  -  -  285  <b>650</b>	5  16  11  100  <b>250</b>
Краны стреловые гусеничные грузоподъемностью, т: от 40 до 65	TO-1  TO-2  CO  T  <b>K</b>	100  250  2 раза  1000  <b>7000</b>	-  -  -  -  <b>3000</b>	11  35  35  1170  <b>1</b>	0,9  2,0  -  5,1  <b>1</b>	10,1  33  35  849,9  <b>2300</b>	-  -  -  315  <b>700</b>	5  17  12  105  <b>280</b>

Продолжение таблицы 1

Машины и оборудование	Техническое обслуживание и ремонт			Трудоемкость выполнения одного ТО и Р, чел-ч.				Продолжит. Выполнения, ч.	
	Вид	Периодичность, ч.	Число в одном ремонтом пакете	Всего	В том числе по видам работ				
					Диагностика	Слесарные	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Бульдозеры пневмоколесные									
Бульдозеры на базе: пневмоколесного трактора тягового класса 3	TO-1	50	-	3	0,5	2,5	-	1,5	
	TO-2	250	-	8	1,0	5	2	3	
	CO	2 раза	-	20	-	20	-	8	
	T	1000	-	220	4	161	55	35	
	K	<b>6000</b>	-	<b>400</b>	-	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	
Бульдозеры на базе: гусеничного трактора тягового класса 3	TO-1	50	-	4	0,6	3,4	-	2,0	
	TO-2	250	-	9,5	2,0	7,5	-	4	
	CO	2 раза	-	24	-	24	-	9	
	T	1000	-	350	5,0	265	80	40	
	K	<b>6000</b>	-	<b>630</b>	-	<b>470</b>	<b>160</b>	<b>60</b>	
Бульдозеры на базе: гусеничного трактора тягового класса 10	TO-1	50	-	5	0,6	4,4	-	3,0	
	TO-2	250	-	15	2,2	12,8	-	5	
	CO	2 раза	-	36	-	36	-	11	
	T	1000	-	420	5,2	314,8	100	50	
	K	<b>6000</b>	-	<b>730</b>	-	<b>550</b>	<b>175</b>	<b>70</b>	
Бульдозеры на базе: гусеничного трактора тягового класса 15	TO-1	100	-	6	0,6	5,4	-	3,0	
	TO-2	500	-	17	2,3	14,7	-	6	
	CO	2 раза	-	41	-	41	-	12	
	T	1000	-	610	5,3	449,7	155	60	
	K	6000	-	1370	-	1050	320	120	
Бульдозеры на базе: гусеничного трактора тягового класса 25	TO-1	100	-	8	0,7	7,3	-	4,0	
	TO-2	500	-	24	2,4	21,6	-	8	
	CO	2 раза	-	50	-	50	-	14	
	T	1000	-	920	5,4	674,5	240	75	
	K	6000	-	2760	-	2100	660	180	
Бульдозеры на базе: гусеничного трактора тягового класса 50	TO-1	100	-	10	0,8	9,2	-	5,0	
	TO-2	500	-	28	2,5	25,5	-	10	
	CO	2 раза	-	70	-	70	-	18	
	T	1000	-	1300	5,5	969,5	325	100	
	K	8000	-	4000	-	3000	1000	240	
Скреперы									
Скреперы с ковшом вместимостью, м <sup>3</sup> до 8	TO-1	100	-	6	0,6	5,4	-	3	
	TO-2	500	-	16	2,1	13,9	-	5	
	CO	2 раза	-	8	-	8	-	3	
	T	1000	-	290	5,1	190	94,9	30	
	K	<b>6000</b>	-	<b>640</b>	-	<b>450</b>	<b>190</b>	<b>60</b>	
Скреперы с ковшом вместимостью, м <sup>3</sup> от 8 до 15	TO-1	100	-	7	0,6	6,4	-	4	
	TO-2	500	-	25	2,3	22,7	-	8	
	CO	2 раза	-	10	-	10	-	3	
	T	1000	-	360	5,3	240	114,7	40	
	K	<b>6000</b>	-	<b>1050</b>	-	<b>730</b>	<b>320</b>	<b>100</b>	
Скреперы с ковшом вместимостью, м <sup>3</sup> более 15	TO-1	100	-	8	0,6	7,4	-	5	
	TO-2	500	-	34	2,5	31,5	-	10	
	CO	2 раза	-	10	-	10	-	3	
	T	1000	-	550	5,5	394,5	150	50	
	K	<b>6000</b>	-	<b>1500</b>	-	<b>1000</b>	<b>500</b>	<b>150</b>	

Продолжение таблицы 1

Машины и оборудование	Техническое обслуживание и ремонт			Трудоемкость выполнения одного ТО и Р, чел-ч.				Продолжительность	
	Вид	Периодичность, ч.	Число в одном ремонтном цикле	В том числе по видам работ					
				Всего	Диагностика	Слесарные	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Автогрейдеры									
Автогрейдеры класса: 100	TO-1	100	-	6	0,6	5,4	-	3	
	TO-2	250	-	17	2,2	14,8	-	6	
	CO	2 раза	-	43	-	43	-	12	
	T	1000	-	270	5,2	200	64,8	35	
	K	7000	-	480	-	350	130	40	
Автогрейдеры класса: 160	TO-1	100	-	8	0,6	7,4	-	4	
	TO-2	250	-	21	2,3	18,7	-	7	
	CO	2 раза	-	46	-	46	-	13	
	T	1000	-	325	5,3	235	84,7	40	
	K	7000	-	660	-	485	175	60	
Автогрейдеры класса: 160	TO-1	100	-	10	0,7	9,3	-	5	
	TO-2	500	-	25	2,4	22,6	-	8	
	CO	2 раза	-	50	-	50	-	15	
	T	1000	-	390	5,4	270	114,6	47	
	K	8000	-	900	-	670	230	80	
Погрузчики колесные									
Погрузчики одноковшовые колесные навесные грузоподъемностью, т: до 2	TO-1	50	-	3	0,5	2,5	-	2	
	TO-2	250	-	11	2,0	9	-	4	
	CO	2 раза	-	30	-	30	-	10	
	T	1000	-	330	5,0	240	85	35	
	K	6000	-	500	-	365	135	50	
Погрузчики одноковшовые колесные навесные грузоподъемностью, т: от 2 до 4	TO-1	50	-	5	0,6	4,4	-	3	
	TO-2	250	-	15	2,1	12,9	-	5	
	CO	2 раза	-	35	-	35	-	12	
	T	1000	-	400	5,1	299,9	95	40	
	K	6000	-	600	-	425	175	60	
Погрузчики одноковшовые колесные навесные грузоподъемностью, т: от 4 до 8	TO-1	50	-	8	0,7	7,3	-	4	
	TO-2	250	-	20	2,2	17,8	-	6	
	CO	2 раза	-	40	-	40	-	13	
	T	1000	-	480	5,2	369,8	105	48	
	K	6000	-	700	-	450	250	70	
Погрузчики одноковшовые колесные навесные грузоподъемностью, т: более 8	TO-1	50	-	10	0,8	9,2	-	5	
	TO-2	250	-	25	2,4	22,6	-	8	
	CO	2 раза	-	45	-	45	-	15	
	T	1000	-	600	5,4	474,6	120	55	
	K	7000	-	900	-	550	350	70	

Продолжение таблицы 1

Машины и оборудование	Техническое обслуживание и ремонт			Трудоемкость выполнения одного ТО и Р, чел-ч.				Продолжит. выполнения, ч.	
	Вид	Периодичность, ч.	Число в одном ремонтом цикле	Всего	В том числе по видам работ				
					Диагностика	Слесарные	Прочие		
Погрузчики одноковшовые гусеничные									
Погрузчики одноковшовые гусеничные грузоподъемностью, т: до 2	TO-1	50	-	5	0,6	4,4	-	3	
	TO-2	250	-	14	2,0	12	-	5	
	CO	2 раза	-	32	-	32	-	10	
	T	1000	-	350	5,0	260	85	85	
	K	6000	-	570	-	425	145	60	
Погрузчики одноковшовые гусеничные грузоподъемностью, т: от 2 до 4	TO-1	50	-	6	0,6	5,4	-	3	
	TO-2	250	-	18	2,2	15,8	-	6	
	CO	2 раза	-	41	-	41	-	13	
	T	1000	-	390	5,2	289,8	95	40	
	K	6000	-	700	-	492	208	70	
Погрузчики одноковшовые гусеничные грузоподъемностью, т: более 4	TO-1	50	-	8	0,7	7,3	-	4	
	TO-2	250	-	27	2,4	24,6	-	8	
	CO	2 раза	-	60	-	60	-	18	
	T	1000	-	500	5,4	389,6	105	50	
	K	6000	-	1100	-	700	400	90	
Катки самоходные с гладкими вальцами									
Катки самоходные с гладкими вальцами, статические, с массой (без балласта) т: до 6	TO-1	50	-	1,8	0,5	1,3	-	1	
	TO-2	250	-	5,7	1	4,7	-	3	
	CO	2 раза	-	19	-	19	-	5	
	T	1000	-	167	2	124	41	20	
Катки самоходные с гладкими вальцами, статические, с массой (б/з бал.) т: более 15	TO-1	50	-	3,0	0,6	2,4	-	1,5	
	TO-2	250	-	7,6	1,2	6,4	-	3,8	
	CO	2 раза	-	24	-	24	-	6	
	T	1000	-	205	2,2	147,8	55	25	
Катки самоходные вибрационные, с массой до 2 т	TO-1	50	-	1,8	0,5	1,3	-	1	
	TO-2	250	-	3,8	1,0	2,8	-	2	
	CO	2 раза	-	14	-	14	-	3	
	T	1000	-	74	2	45	27	9	
Катки самоходные вибрационные, с массой от 2 до 6 т	TO-1	50	-	2,0	0,6	1,4	-	1	
	TO-2	250	-	5,7	1,1	4,6	-	3	
	CO	2 раза	-	17	-	17	-	4	
	T	1000	-	112	2,1	72,9	37	14	
Катки самоходные вибрационные, с массой от 6 до 16 т	TO-1	50	-	3	0,7	2,3	-	1,5	
	TO-2	250	-	10	1,2	8,8	-	5	
	CO	2 раза	-	24	-	24	-	7	
	T	1000	-	200	2,2	120,8	57	26	
Катки прицепные вибрационные									
Катки прицепные вибрационные с тракторами класса 3 т	TO-1	50	-	3,8	0,3	3,5	-	2	
	TO-2	250	-	11	0,5	10,5	-	4	
	CO	2 раза	-	32	-	32	-	8	
	T	1000	-	355	1,0	262	92	40	
	K	6000	-	570	-	430	140	60	
Катки прицепные вибрационные с тракторами класса 10 т	TO-1	50	-	5,6	0,4	5,2	-	2,5	
	TO-2	250	-	18,6	0,6	18	-	5	
	CO	2 раза	-	51	-	51	-	12	
	T	1000	-	432	1,1	322,9	108	50	
	K	6000	-	730	-	518	212	70	

Продолжение таблицы 1

Машины и оборудование	Техническое обслуживание и ремонт			Трудоемкость выполнения одного ТО и Р, чел-ч.				Продолжит. выполнения, ч.	
	Вид	Периодичность, ч.	Число в одном ремонтном плаще	Всего	В том числе по видам работ				
					Диагностика	Слесарные	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Прочие дорожные машины									
Трамбующая машина на базе трактора класса 10 т	TO-1	50	-	5,6	0,3	5,3	-	2,5	
	TO-2	250	-	22	0,4	21,6	-	6	
	CO	2 раза	-	53	-	53	-	12	
	T	1000	-	460	0,5	342,5	117	50	
	K	6000	-	765	-	527	238	70	
Самоходные распределители дорожно-строительных материалов и смесей производит. 75 м <sup>3</sup> /ч	TO-1	50	-	2,8	0,3	2,5	-	1,5	
	TO-2	250	-	8,4	0,4	8,0	-	3	
	CO	2 раза	-	14	-	14	-	4	
	T	1000	-	288	0,5	215,5	72	30	
Самоходные асфальтоукладчики производительностью 50 т/ч	TO-1	50	-	3,7	0,6	3,1	-	2	
	TO-2	250	-	7,8	0,8	7,0	-	3	
	CO	2 раза	-	11	-	11	-	4	
	T	1000	-	251	1,0	190	60	30	
Самоходные асфальтоукладчики производительностью 100 т/ч	TO-1	50	-	2,5	0,5	2,0	-	1,5	
	TO-2	250	-	11	0,9	10,1	-	4	
	CO	2 раза	-	15	-	15	-	5	
	T	1000	-	342	1,1	250,9	90	40	
Самоходные асфальтоукладчики производительностью 150 т/ч	TO-1	50	-	4,4	0,7	3,7	-	2,5	
	TO-2	250	-	14	1,0	13	-	5	
	CO	2 раза	-	19	-	19	-	6	
	T	1000	-	417	1,2	310,8	105	50	
Самоходные профилировщики основания									
Самоходные профилировщики основания производительностью 48 м/ч	TO-1	50	-	2,8	0,3	2,5	-	1,5	
	TO-2	250	-	9,4	0,4	9,0	-	3	
	CO	2 раза	-	14	-	14	-	4	
	T	1000	-	290	0,5	217,5	72	30	
Бетоноукладочные машины									
Бетоноукладочные машины производительностью 20 м <sup>3</sup> /ч	TO-1	50	-	2,5	0,5	2,0	-	1,5	
	TO-2	250	-	8,0	0,8	7,2	-	3	
	CO	2 раза	-	11	-	11	-	4	
	T	1000	-	256	1,0	200	55	30	
Бетоноукладочные машины производительностью 60 м <sup>3</sup> /ч	TO-1	50	-	2,5	0,5	2,0	-	1,5	
	TO-2	250	-	8,0	0,8	7,2	-	3	
	CO	2 раза	-	11	-	11	-	4	
	T	1000	-	256	1,0	200	55	30	
Бетоноукладочные машины производительностью 25 м <sup>2</sup> /ч	TO-1	50	-	2,8	0,3	2,5	-	1,5	
	TO-2	250	-	7,4	0,4	7,0	-	3	
	CO	2 раза	-	12	-	12	-	4	
	T	1000	-	117	0,5	80,5	36	15	
Нарезчики швов									
Нарезчики швов производительностью 500 м/смену	TO-1	50	-	1,5	0,3	1,2	-	1	
	TO-2	250	-	5,0	0,5	4,5	-	2	
	CO	2 раза	-	8	-	8	-	2,5	
	T	1000	-	100	1,0	74	25	10	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нарезчики швов								
Нарезчики швов производительностью 1000 м/смену	ТО-1 ТО-2 СО Т	50 250 2 раза 1000	- - - -	1,9 5,6 9 112	0,4 0,6 - 1,1	1,5 5,0 9 78,9	- - - 32	1 2,5 3 12
Подъемники строи-тельные мачтовые грузоподъемностью, кг: до 300	ТО Т	100 2000	- -	0,9 13	0,4 0,6	0,5 10,4	- 2	0,9 6
Подъемники строи-тельные мачтовые грузоподъемностью, кг: от 300 до 500	ТО Т	100 2000	- -	0,9 16	0,4 0,8	0,5 12,2	- 3	0,9 8
Подъемники строи-тельные мачтовые грузоподъемностью, кг: более 500	ТО Т	100 2000	- -	1,0 20	0,5 1,0	0,5 15	- 4	1 10
Подъемники фасадные								
Подъемники фасадные грузопод., кг: до 500	ТО Т	100 2000	- -	0,6 10	0,2 0,5	0,4 8	- 2,5	0,6 5
Подъемники фасадные грузопод., кг: более 500	ТО Т	100 2000	- -	0,6 14	0,2 0,5	0,6 11	- 2,5	0,8 7
Автогидроподъемники								
Подъемники фасадные грузопод., кг: более 250	ТО Т	100 2000	- -	0,6 12	0,2 0,4	0,4 9,6	- 2,0	0,6 6
Передвижные электростанции								
Передвижные электростанции мощностью, кВт: до 10	ТО-1 ТО-2 Т К	50 250 1000 4000	- - - -	1,8 5 35 130	0,5 0,7 1,0 -	1,3 4,3 29,5 95	- - 4,5 35	1 3 9 13
Передвижные электростанции мощностью, кВт: от 11 до 21	ТО-1 ТО-2 Т К	50 250 1000 4000	- - - -	1,8 6 50 200	0,5 0,8 1,2 -	1,3 5,2 38,8 155	- - 10 45	1 3 12 20
Передвижные электростанции мощностью, кВт: от 22 до 36	ТО-1 ТО-2 Т К	50 250 1000 6000	- - - -	2,7 7 70 250	0,6 0,9 1,4 -	2,1 6,1 50,6 190	- - 18 60	1,5 4 17 25
Передвижные электростанции мощностью, кВт: от 37 до 60	ТО-1 ТО-2 Т К	50 250 1000 6000	- - - -	3,7 8 90 300	0,7 1,0 1,6 -	3 7,0 65,4 225	- - 23 75	2 4 20 30
Передвижные электростанции мощностью, кВт: от 61 до 100	ТО-1 ТО-2 Т К	50 250 1000 6000	- - - -	4,5 9 100 340	0,8 1,2 1,8 -	3,7 7,8 73,2 253	- - 25 87	2,5 5 25 35
Передвижные электростанции мощностью, кВт: более 100	ТО-1 ТО-2 Т К	50 250 1000 6000	- - - -	5 10 120 400	1 1,4 2 -	4 8,6 88 300	- - 30 100	3 5 30 40

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Компрессоры передвижные								
Компрессоры: передвижные с электроприводом, производительностью 0,25 – 0,5 м <sup>3</sup> /мин	TO-1 TO-2 T K	100 250 1000 3000	- - - -	0,9 1,8 17 80	0,4 0,5 1,0 -	0,5 1,3 13 55	- - 3 25	0,9 1 4 8
Компрессоры: передвижные с электроприводом, производительностью 1 – 2 м <sup>3</sup> /мин	TO-1 TO-2 T K	100 250 1000 4000	- - - -	1,8 2,6 35 130	0,5 0,6 1,2 -	1,3 2 26,8 85	- - 7 45	0,9 1,3 9 13
Компрессоры: передвижные с электроприводом, производительностью 3 – 5 м <sup>3</sup> /мин	TO-1 TO-2 T K	100 250 1000 5000	- - - -	1,8 3,7 85 200	0,5 0,7 1,4 -	1,3 3 63,6 130	- - 20 70	1,8 2 20 20
Компрессоры: передвижные с приводом от ДВС производительностью 5 – 6 м <sup>3</sup> /мин	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 6000	- - - - -	1,8 7,6 1,8 120 320	0,5 0,6 - 3 -	1,3 7 1,8 72 210	- - - 45 110	1,8 4 1 30 32
Компрессоры: передвижные с приводом от ДВС производительностью 7 – 9 м <sup>3</sup> /мин	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 6000	- - - - -	2,6 9 2,6 160 440	0,6 0,7 - 3,5 -	2 8,3 2,6 96,5 285	- - - 60 155	2,6 5 1,3 40 44
Буровые машины								
Буровые машины: установки горизонт. бурения	TO T K	250 1000 2000	- - -	32 220 460	2 4 -	30 150 290	- 66 170	16 50 60
Бирильно-крановые машины на базе трактора класса 3 т.	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 5000	- - - - -	5,5 13 27 325 530	0,5 1,0 - 5 -	5 12 27 235 370	- - - 85 160	3 6 12 30 50
Бирильно-крановые машины на базе трактора класса 10 т.	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 5000	- - - - -	6,3 18 40 410 670	0,6 2 - 5,2 -	5,7 16 40 304,8 500	- - - 100 170	3 9 20 50 70
Бирильно-крановые машины на базе трактора класса 15 т.	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 5000	- - - - -	7 20 47 460 750	0,7 2,8 - 5,4 -	6,3 17,2 47 344,6 570	- - - 110 180	4 12 25 65 85
Бирильно-крановые машины на базе трактора класса 25 т.	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 5000	- - - - -	8 27 53 500 900	0,9 4 - 5,6 -	7,1 23 53 364,6 710	- - - 130 190	5 15 35 90 110

Продолжение таблицы 1

Машины и оборудование	Техническое обслуживание и ремонт			Трудоемкость выполнения одного ТО и Р, чел-ч.				Продолжит. Выполнения, ч.	
	Вид	Периодичность, ч.	Число в одном ремонтном цикле	Всего	В том числе по видам работ				
					Диагностика	Слесарные	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Бурильно-крановые машины на базе автомобилей									
Бурильно-крановые машины на базе автомобилей грузоподъемностью до 5 т	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 5000	- - - - -	4,7 18 9 195 560	0,7 1,6 - 3,5 -	4 16,4 9 136,5 400	- - - 55 160	2,5 9 5 25 50	
Бурильно-крановые машины на базе автомобилей грузоподъемностью от 5 до 10 т	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 5000	- - - - -	5,4 21,8 11 240 625	0,8 1,8 - 4 -	4,6 20 11 176 450	- - - 60 175	3 11 6 30 60	
Бурильно-крановые машины на базе автомобилей грузоподъемностью более 10 т	TO-1 TO-2 CO T K	50 250 2 раза 1000 5000	- - - - -	7,2 29 14 300 720	0,9 2,0 - 4,5 -	6,3 27 14 200,5 530	- - - 95 190	3,5 14 7 40 70	
Сваебойное оборудование									
Сваебойное оборудование: дизель-молоты свайные с массой ударной части до 1250 кг	TO T K	50 500 1000	- - -	6 12 130	0,4 0,9 -	5,6 9,6 75	- 1,5 55	3 1,5 13	
то же до 1800 кг	TO T K	50 500 1000	- - -	7,2 18 145	0,5 1,0 -	6,7 14,3 80	- 2,7 65	3,5 2 15	
то же до 2500 кг	TO T K	50 500 1000	- - -	9 26 170	0,6 1,2 -	8,4 20,6 90	- 4,2 80	4,5 3 17	
то же до 3500 кг	TO T K	50 500 1000	- - -	10 36 200	0,8 1,5 -	9,2 28 100	- 6,5 100	5 4 20	
дизель-молоты свайные с массой ударной части 5000 кг	TO T K	50 500 1000	- - -	12 52 250	1 1,9 -	11 40,1 120	- 10 130	6 6 25	
гидромолоты с массой ударной части 200 кг	TO T	100 500 1	- - -	4 18	0,5 1,0	3,5 14	- 3	2 3	
то же, 600 кг	TO T	100 500	- -	10 40	1,5 3	8,5 30	- 7	5 6	
Копровые установки (без молота свайного)	TO T K	250 2000 6000	- - -	18 53 240	0,6 4 -	17,4 4 140	- 9 100	9 6 24	

**Список использованных источников:**

1. Под ред. Зорина В.А. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник – М.: Мастерство, 2016. – 464 с.
2. МДС 12-8.2007 Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин. ЦНИИОМТП. М.; 2007 г. (действующая)
3. ПОЛОЖЕНИЕ «Требования к оформлению текстовой и графической документации. «Нормоконтроль» (ФГБОУ ВПО ИрГУПС) 2017.

**Интернет-ресурсы:**

ЭБС ZNANIUM.COM договор № 649 эбс. 09.01.2023 г.

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» договор №160 12.12.2022 г.

ЭБС «ЛАНЬ» договор № 162 13.12.2022 г.

«ЭБ УМЦ ЖДТ» договор № 8Э-2 10.05.2022 г. с пролонгацией.