Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Техника транспорта, обслуживание и ремонт»

Составители Н. А. Фоменко, В. Н. Фоменко

Издание 2-е, дополненное

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2015

Волгоград ВолгГАСУ 2015

УДК 629.3.082.5(076.5)
ББК 30.83-я73
П791

П791 **Проектирование** ремонтного предприятия [Электронный ресурс] : методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Техника транспорта, обслуживание и ремонт» / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. Н. А. Фоменко, В. Н. Фоменко. — 2-е изд., доп. — Электронные текстовые данные (256 Кбайт). — Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/ — Загл. с титул. экрана.

Рассматривается конструкция и устройство автомобиля.

Для студентов, обучающихся по направлению 190700.62 «Технология транспортных процессов».

Первое издание вышло в бумажном виде в 2005 г.

УДК 629.3.082.5(076.5)
ББК 30.83-я73

Курсовое проектирование по курсу «Техника транспорта, обслуживание и ремонт» ставит своей целью закрепить знания, полученные при изучении теоретических разделов курса.

В курсовой работе разрабатывается проект ремонтного предприятия с размещением в производственном корпусе всех основных цехов и вспомогательных служб, проект одного из цехов (отделений) с подробной технологической разработкой и расстановкой оборудования.

Курсовой проект состоит из четырех листов графической части и пояснительной записки объемом 25—30 страниц рукописного текста или набранного на компьютере.

Все принятые решения и расчеты студенты должны выполнять в соответствии с нормативной литературой и давать ссылки на нее.

Общие положения

В технологической части определяются исходные данные и основные параметры подразделений основного и вспомогательного производства. К рассчитываемым параметрам относятся: численность работающих (основные и вспомогательные рабочие, ИТР, СКП, МОП); количество и состав оборудования; размеры занимаемых площадей. Для каждого подразделения разрабатывается технологический процесс на изготовление или восстановление детали.

Исходные данные

Номенклатурные и количественные показатели годовой производственной программы, нормативная трудоёмкость, техническая характеристика ремонтируемых машин, программа выпуска нестандартного оборудования, запасных деталей назначается преподавателем индивидуально для каждого варианта.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОГО ОБЪЁМА РАБОТ

Годовой объём в человеко-часах (трудоёмкость) определяется по количеству ремонтируемых машин в год и нормативной трудоёмкости на один капитальный ремонт по данным «Рекомендаций по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин», утверждённым Госстроем СССР. Принятую по инструкции трудоёмкость необходимо скорректировать с учётом коэффициента выборки $К_в$ = 1,30, а также коэффициента объема производства $К_м$. Коэффициент $К_м$ учитывает снижение трудоемкости при повышении объема производства (повышается уровень организации и механизации) ([2], с. 18). Коэффициент объема производства $К_м$ определяется исходя из объема производства П, р.

$$П = (С_1 \cdot N_1 + С_2 \cdot N_2 + ... + С_n \cdot N_n) \cdot K \cdot 100, \quad (1)$$

где $С_1$,…, $С_n$ — стоимость ремонта машин, р.;

N_1, …, N_n — количество машин каждого типа;

К — суммарная доля работ по изготовлению деталей и нестандартного оборудования, восстановлению деталей и изготовлению запасных частей от общей стоимости ремонта.

Фактическая трудоемкость, чел.-ч, подсчитывается по формуле

$$T = \frac{T_н \cdot K_м}{K_в}, \qquad (2)$$

$T_н$ — нормативная трудоемкость, чел.-ч

При ремонте различных объектов (различных СДМ) расчеты необходимо вести по приведенной ремонтной единице, принятой за основную условную единицу ремонта. В качестве условной единицы ремонта принимают ремонт машины, годовой объем ремонта которой является наибольшим. Количество приведенных ремонтных единиц $N_{пр.усл}$, шт., подсчитывается по формуле

$$N_{ПР.УСЛ} = N + N_1 \cdot \alpha_1 + N_2 \cdot \alpha_2 + ... + N_n \cdot \alpha_n, \qquad (3)$$

где N — количество ремонтируемых машин, принятых за условную ремонтную единицу;

$N_1 \ldots N_n$ — количество ремонтируемых машин других типов;

$\alpha_1 \ldots \alpha_n$ — переводные коэффициенты трудоемкости машин по отношению к принятой за условную [2], с. 20

Годовая программа работ по трудоемкости, чел.-ч определяется по формуле

$$T_Г = T_М \cdot N_{ПР.УСЛ}, \qquad (4)$$

где $T_М$ — трудоемкость ремонта одной машины, принятой за условную ремонтную единицу, чел.-ч;

$N_{пр.усл}$ — количество приведенных ремонтных единиц, шт.

Трудоемкость по видам работ или цехам, отделениям определяется в процентном отношении от общей трудоемкости. Процент трудовых затрат, приходящихся на соответствующий вид работ, от общей трудоемкости дается в справочнике [2, с. 20].

Трудоемкость слесарно-механического цеха увеличивается в расчете на изготовление деталей для собственных нужд, а именно: при наличии на заводе ОГМ и инструментального цеха — на 5…8 %, при отсутствии — на 12…15 %.

От общего количества основных рабочих в слесарно-механическом цехе 92…93 % составляют станочники и 7…8 % — слесари.

Трудоемкость кузнечного и сварочного отделений увеличивается на 10% с учетом изготовления деталей на нужды завода.

2. УСТАНОВЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И ФОНДОВ ВРЕМЕНИ

Режим работы ремонтного предприятия характеризуется количеством рабочих дней в году, количеством смен работы, длительностью смен в часах. Работу разборочно-сборочных цехов обычно организуют в одну смену. На крупных специализированных предприятиях в целях использования минимального количества конвейерных линий (одной линии), моечных машин (одной моечной машины) и другого оборудования принимается двухсменный режим работы. Все остальные цехи (отделения) с механическим оборудованием работают в две смены.

Годовые фонды рабочего времени подразделяются на номинальные и действительные. Номинальный фонд — это фонд времени с учетом всего календарного времени в году. По номинальному фонду подсчитывается явочное количество рабочих. Номинальный фонд рабочего времени, $T_{Ф.Н}$, ч, определяется по формуле

$$T_{Ф.Н} = [365 - (104 + 8)] \cdot t_{СМ}, \qquad (5)$$

где 365 — количество календарных дней в году;

104 — количество выходных дней в году;

8 — количество праздничных дней в году;

$t_{СМ}$ — длительность рабочей смены: 8,2 ч — для обычных условий работы; 7,2 ч — для вредных условий работы.

Действительный фонд рабочего времени учитывает только фактическое время, отрабатываемое рабочим в часах в течение года с учетом отпуска и потерь времени по уважительным причинам. По действительному фонду определяется списочное количество рабочих [2].

Действительный годовой фонд времени, ч, определяется по формуле

$$T_{Ф.Н} = [365 - (104 + 8 + t_0 - П_0)] \cdot t_{СМ} \cdot \beta, \qquad (6)$$

где t_0 — длительность отпуска, дн.;

$П_0$ — количество субботних дней за время отпуска;

β — коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам (болезни и т.п.).

Продолжительность отпуска определяется в зависимости от профессии рабочих. Значение величин t_0 и β принимаются согласно табл. 1.

Действительный годовой фонд времени, ч, оборудования определяется по формуле

$$T_{Ф.Д} = [365 - (104 + 8)] \cdot t_{СМ} \cdot \eta \cdot y, \qquad (7)$$

где y — число смен;

η_0 — коэффициент использования оборудования по времени: 0,98 для всех станков, работающих в одну смену; 0,97 для всех станков, работающих в две смены.

Таблица 1

	Наименование профессии	t_0	β
1	Маляры-пульверизаторы на работе в камере; рабочие на цианистых ваннах	24	0,96
2	Сварщики, кузнецы, медники, мотористы-испытатели, рабочие по ремонту топливной аппаратуры, литейщики, аккумуляторщики	24	0,97
3	Термисты, гальванизаторы, мойщики, электромонтеры	18	0,97
4	Прочие	15	0,97

Годовой фонд времени, ч, рабочего поста определяется по формуле

$$T_{\text{Ф.П}} = [365 - (104 + 8)] \cdot t_{\text{СМ}} \cdot m \cdot y, \quad (8)$$

где m — количество одновременно работающих человек.

3. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ

При расчете сначала определяется количество производственных (основных) рабочих в каждом из цехов (отделений), а затем — общее количество производственных рабочих путем суммирования.

Количество производственных рабочих цеха (отделения) m, чел., определяется по формуле

$$m = \frac{t \cdot N}{T_{\text{Ф.Д.Р}}}, \quad (9)$$

где t — трудоемкость цеха (отделения) на единицу продукции;

N — количество машин согласно годовой программе цеха, шт.;

$T_{\text{Ф.Д.Р}}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч.

Количество рабочих в инструментальном цехе (отделении) ориентировочно рекомендуется принимать равным 25 %, а в отделении главного механика — 17 % от количества производственных рабочих в слесарно-механическом цехе (отделении) основного производства.

Количество вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), счетно-конторского персонала (СКП) и младшего обслуживающего персонала (МОП) определяется в процентном отношении от количества основных производственных рабочих согласно табл. 2.

Количество работающих в пожарно-сторожевой охране зависит от количества постов охраны. При двух постах охраны количество рабочих этой службы — 12…14 человек.

Таблица 2

Категория работающих	Процентное отношение от числа производственных рабочих	Примечание
ИТР	13—15	Примерно 50 % ИТР работает непосредственно на производстве, а остальные – в управлении предприятия.
СКП	12—14	Примерно 33 % работают непосредственно на производстве, а остальные – в управлении предприятия.
МОП	2—3	Уборщики цехов, служебных помещений и двора, курьеры, телефонистки, гардеробщики.
Вспомогательные рабочие	12—15	Контролеры, транспортные рабочие, кладовщики и разнорабочие.

После расчета количества работающих составляется общая ведомость работающих согласно табл. 3.

Таблица 3

	Категория работающих	Количество работающих	
		Всего	Из них в 1-й смене
1.	Основные производственные рабочие		
2.	Вспомогательные рабочие		
3.	ОГМ		
4.	Инструментальный цех (отделение)		
	ИТОГО рабочих		
5.	ИТР		
6.	СКП		
7.	МОП		
8.	Пожарно-сторожевая охрана		
	ВСЕГО работающих		

Распределение списочного состава основных рабочих по разрядам характеризуется средним разрядом:

$$\mathrm{P}_{\mathrm{CP}} = \frac{\mathrm{P}_1 \cdot N_1 + \mathrm{P}_2 \cdot N_2 + \ldots + \mathrm{P}_6 \cdot N_6}{N_1 + N_2 + \ldots + N_6}, \qquad (10)$$

где $\mathrm{P}_1, \ldots, \mathrm{P}_6$ — первый, второй и т.д. разряды, принятые в цехе;
$N_1, \ldots, N_6$ — количество рабочих соответствующего разряда.

Для ориентировочного определения среднего разряда для различных цехов (отделений) можно пользоваться табл. 4.

Таблица 4

Наименование цеха (отделения)	Средний разряд	Наименование цеха (отделения)	Средний разряд
Разборочно-моечный	1,5	Ремонт агрегатов	2,6
Сборка машин	2,4	Слесарно-механический	2,4
Медницко-радиаторный	2,3	Кузнечный	2,7
Ремонт кабин	2,7	Термический	2,9
Малярный	2,6	Сварочный	3,0
Ремонт двигателей	2,9	Гальванический	2,8

Расчет численности рабочих сводится в табл. 5.

Таблица 5

Цеха, профессии	Количество рабочих									
	По сменам			По разрядам						Всего
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	
А. Производственные рабочие										
Итого										
В. Вспомогательные рабочие										
Итого										

4. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОСТОВ

Универсальные посты применяются на разборочных и сборочных операциях (участки разборки агрегатов, двигателей, сборки агрегатов, узлов, ремонт электрооборудования, систем, кабин, рам и т.п.), если суммарная трудоемкость этих процессов делает экономически нецелесообразным выполнять их поточным методом.

Количество необходимого оборудования X_0, шт., также рассчитывается по цехам (отделениям) по формуле

$$x_0 = \frac{t \cdot N}{T_{\text{Ф.О}}}, \qquad (11)$$

где t — трудоемкость цеха (отделения) на единицу продукции, чел.-ч;

N — количество машин согласно годовой программе, шт.;

$T_{\text{Ф.О}}$ — действительный годовой фонд времени оборудования, ч.

В зависимости от специфики работы отделения (цеха) и вида оборудования при расчете количества потребного оборудования необходимо также учитывать число смен *y*; коэффициент использования оборудования - η_0; количество одновременно работающих на одном месте *m*; коэффициент загрузки оборудования $\eta_З$ = 1, 33…94.

Для выполнения операций на посту его оснащают необходимым оборудованием и инструментом в соответствии с требованиями технологического процесса.

5. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА

Разборку и сборку целесообразно проводить поточным методом, поэтому компоновка отделений будет зависеть от размеров разборочного и сборочного отделений (от длины поточных линий).

Длина поточной линии (конвейера) $L_р$, м, определяется по формуле

$$L_Р = (A + l) \cdot x - l + l_Н + l_п, \tag{12}$$

где A — габаритная длина машины (агрегатов), м;
x — количество постов;
l — 1…1,2 м – расстояние между машинами на конвейере;
$l_н$ — длина натяжной станции, м;
$l_п$ — длина приводной станции, м.

Количество постов *X*, шт., определяется по формуле

$$X = \frac{t}{\tau_0 \cdot m}, \tag{13}$$

где t — трудоемкость сборки (разборки) машин, чел.-ч;
m — количество рабочих на посту;
τ_0 — такт поточной линии, шт/ч.

В свою очередь такт поточной линии τ_0 , шт./ч, определяется по формуле

$$\tau_0 = \frac{T_{Ф.Л} \cdot y}{N}, \tag{14}$$

где $Т_{Ф.Л}$ — фактический годовой фонд времени работы поточной линии, ч;
y — количество рабочих смен;
N — количество ремонтируемых машин в год.

Целесообразно продлить конвейер в моечную камеру, исключить необходимость постройки специального конвейера для мойки со своими приводной и натяжной станциями.

Длина камеры $L_К$ зависит от типа ремонтируемых машин. Кроме того, независимо от выбранного конвейера, перед моечной камерой предусматривают зону подготовки машин к мойке, длиной 12…13 м.

Таким образом, минимальная длина, м, разборочно-моечного отделения будет равна

$$L_{\min} = L_Р + L_К + (12...13), \tag{15}$$

где $L_к$ — длина камеры, м;

$L_р$ — рабочая длина конвейера, м.

Аналогично рассчитывается длина поточной линии сборки и сборочного отделения. При этом следует иметь в виду, что такт сборки должен быть равен такту разборки.

Трудоемкость сборки значительно выше, чем разборки ([2], с. 21). Необходимо предусмотреть на линии сборки 25 % резервных постов в расчете на возможную неритмичность загрузки линии.

6. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

6.1. Оборудование для разборочно-сборочных цехов

а) Количество установок для наружной мойки машин, шт., определяется по формуле

$$x_М = \frac{t_М \cdot N}{T_{Д.О} \cdot \eta_0}, \tag{16}$$

где $t_М$ — норма времени на мойку одной машины, ч;

N — количество машин согласно годовой производственной программе;

$Т_{Д.О}$ — действительный фонд времени оборудования, ч;

η_0 — коэффициент использования оборудования по времени.

Для установок шланговой мойки — η_0 = 0,92…0,95.

Для механизированных установок — η_0 = 0,80…0,85.

В связи с тем, что моечная установка представляет собой систему, состоящую из оборудования для процесса мойки, сантехнических коммуникаций, средств очистки воды и ее повторного использования, бензомаслоуловителей и других устройств, необходимо проектировать установку такой производительности, которая одна обеспечила бы выполнение всего объема работ ($X_М$ = 1).

б) Количество моечных машин, шт., для мойки деталей

$$X_Д = \frac{Q_m}{q_m \cdot T_{Д.О} \cdot \varphi \cdot \eta_0}, \tag{17}$$

где Q_m — масса деталей, подвергающихся мойке в течение года (принимается 25 % от веса машины), кг;

q_m — производительность машины, кг/ч;

φ — коэффициент загрузки машины (0,7…0,8);

η_0 — коэффициент использования машины по времени (0,8…0,85).

Из соображений, изложенных в подразделе “а”, необходимо подбирать машину с такой производительностью, которая одна обеспечивает выполнение всего объема работ ($X_д$ = 1).

в) Количество ванн, шт., для выварки крупных деталей (рам, блоков, кабин, оперения и т.п.):

$$X_В = \frac{t_В \cdot N}{T_{Д.О} \cdot z \cdot \eta_0}, \qquad (18)$$

где $t_В$ — продолжительность выварки крупных деталей (принимается $t_В$ = 0,3 часа);

z — количество крупных деталей, одновременно загруженных в ванну;

η_0 — коэффициент использования ванны по времени (η_0 = 0,95…0,97).

По соображениям, изложенным в подразделе “а”, необходимо подбирать параметры ванны такими, чтобы обеспечить $X_В$ = 1.

г) Количество стендов, шт., для испытания двигателей:

$$X_{И.Д} = \frac{(t_1 + t_2) \cdot N \cdot \alpha_0}{T_{Д.О}}, \qquad (19)$$

где t_1 — продолжительность обкатки двигателя в соответствии с техническими условиями;

t_2 — время на установку двигателя на стенд и снятие его: для карбюраторных двигателей t_2 = 0,25…0,5, для дизельных двигателей t_2 = 0,5…0,76;

α_0 – коэффициент повторяемости испытания (α_0 = 1,05…1,10).

Оборудование для оснащения остальных участков разборочно-сборочных цехов, технологическое оборудование, оснастка и инструмент подбираются в соответствии с требованиями технологического процесса по рекомендациям [2, 3].

6.2. Оборудование для цехов по изготовлению и восстановлению деталей

а) Оборудование для слесарно-механического отделения

Слесарно-механическое отделение предназначается для механической и слесарной обработки ремонтируемых (восстанавливаемых) и изготовляемых для ремонта деталей машин и двигателей, в том числе для подготовки двига-

телей к различным покрытиям и обработки их после покрытия. Годовая производственная программа отделения определяется как часть общей трудоемкости на капитальный ремонт машин и агрегатов.

Расстановка оборудования производится по видам станков (токарные, фрезерные и т.п.), что вызвано большой разновидностью восстанавливаемых и изготовляемых деталей. Восстанавливаемые детали поступают в отделение со склада деталей, ожидающих ремонта. После предварительной слесарно-механической обработки детали передаются на участки восстановления согласно принятому технологическому процессу, откуда вновь возвращаются для окончательной обработки. Ремонтные детали изготовляются из материала, поступающего со склада металла и заготовок. Восстановленные и изготовленные детали хранят и учитывают в промежуточной кладовой, из которой передаются в отделение комплектования или на общую сборку.

Трудоемкость слесарных работ обычно составляет 7…8 % от общей трудоемкости отделения. При определении трудоемкости отделения необходимо учитывать коэффициент самообслуживания.

Потребное количество станков подсчитывают по формуле

$$X = \frac{t \cdot N \cdot (1+\rho)}{T_{\text{Ф.О}} \cdot y \cdot \eta_0 \cdot \eta_3}, \qquad (20)$$

где t — трудоемкость капитального ремонта (потребное количество станко-часов);

N — количество капитальных ремонтов;

ρ — коэффициент самообслуживания;

$T_{\text{Ф.О}}$ – действительный фонд времени оборудования;

y — число смен;

η_0 — коэффициент использования оборудования по времени для металлорежущих станков $\eta_0 = 0{,}97$;

η_3 — коэффициент загрузки станков,[2].

Полученное общее количество станков распределяется по типам в соответствии с табл. 6.

Таблица 6

Тип станка	Процент к общему числу станков	Тип станка	Процент к общему числу станков
Токарный	45…48	Шлифовальный	10…13
Револьверный	6…8	Сверлильный	8…10
Фрезерный	8…10	Прессо-штамповый	2…3
Зуборезный	4…5	Прочие	2
Строгальный и долбежный	6…8		

При выборе оборудования необходимо учитывать соответствие его технической характеристики типоразмерам обрабатываемых деталей и производственной программе отделения.

Группы станков делятся на подгруппы [2]:

токарные:

легкие с высотой центров до 200 мм ……..… 40 %
средние с высотой центров до 360 мм ...…….. 55 %
тяжелые с высотой центров до 500 мм ……. 5 %

револьверные:

легкие с диаметром отверстия шпинделя до 25 мм ……. . 40 %
средние с диаметром отверстия шпинделя до 40 мм ……. 50 %
тяжелые с диаметром отверстия шпинделя до 65 мм …… 10 %

сверлильные:

легкие с диаметром сверления до 12 мм ……. 20 %
средние с диаметром сверления до 30 мм ……... 70 %
тяжелые с диаметром сверления до 50 мм …….. 10 %

фрезерные:

легкие с площадью стола до 750×250 мм …… 25 %
горизонтально-фрезерные до 1250×300 мм ……. 65 %
вертикально-фрезерные до 750×250 мм …….. 10 %

шлифовальные:

круглошлифовальные с высотой центров до 200 мм …….. 20 %
круглошлифовальные с высотой центров до 300 мм …….. 30 %
плоскошлифовальные с площадью стола 700×200 ……. 5 %
внутришлифовальные …… 5 %
специальные для шлифования к/валов, шлиц и т.п. …… 40 %

Кроме металлорежущих станков в отделении целесообразно установить 1…2 гидропресса с усилием 10…40 кН, инструментальные шкафы для станочников и слесарей, секционные стеллажи, верстаки слесарные, плиты поверочную и проверочную.

Количество верстаков для слесарных работ принимается по числу слесарей в наибольшей смене. К общему количеству станков необходимо добавить 1…2 % шлифовально-обдирочных станков. Остальное технологическое оборудование и оснастка выбираются в соответствии с требованиями технологического процесса [2, 3].

Для транспортировки тяжелых деталей целесообразно предусмотреть кран-балку. Перечень технологического оборудования и инвентаря сводится в табл. 7.

Таблица 7

№	Наименование оборудования	Тип, модель	Краткая характеристика	Количество	Занимаемая площадь, м^2		Мощность, кВт		Габариты, м
					станка	общая	станка	общая	
1									
…									

Количество рабочих определяется по формуле

$$m = \frac{T_{ст} + T_{сл}}{T_{ф.о}}, \qquad (21)$$

где $T_{ст}$ – трудоемкость станочных работ;

$T_{сл}$ – трудоемкость слесарных работ;

$T_{ф.о}$ — фонд времени оборудования.

При расчете количества станочников необходимо принимать количество выбранных станков с учетом возможного многостаночного обслуживания (например, для зубообкатывающих, строгальных работ). Количество вспомогательных рабочих принимается 9…14 % от основных рабочих.

б) Кузнечное оборудование

Количество оборудования кузнечного отделения определяется по массе обрабатываемых за год поковок. Для этого составляются ведомости изготовляемых и ремонтируемых в отделении деталей с указанием массы. На стадии проектирования в курсовой работе годовая масса поковок Q, кг, определяется по формуле

$$Q = \frac{T_К \cdot P}{T_{Д.О} \cdot \eta_0}, \qquad (22)$$

где $T_К$ — годовая трудоемкость кузнечных работ;

P — годовая масса деталей, обрабатываемых кузнецом и молотобойцем, P = ($200 \cdot 10^3 ... 400 \cdot 10^3$) кг;

По видам работ полученный объем можно распределить:

$Q_Р$ — ручная ковка — 18 %;

$Q_М$ — машинная ковка на молотах — 62 %;

$Q_Ш$ — штамповка на прессах — 20 %.

Количество горнов $X_г$, шт.

$$X_{\text{Г}} = \frac{Q_P}{T_{\text{Д.О}} \cdot q_Г}, \qquad (23)$$

где $q_{\text{г}}$ – часовая производительность горна ($q_{\text{г}}$ = 6…10 кг/ч).

Тип выбираемого молота зависит от массы его падающих частей, которая в свою очередь зависит от массы обрабатываемых поковок. В практике ремонтных предприятий сложилось соотношение массы поковок, приводимое в табл. 8.

Таблица 8

Масса поковок, кг	В процентах к общей массе поковок	Масса падающих частей молота, кг
До 100	55	100
100…150	15	150
150…250	10	200
250…500	14	300
свыше 500	6	500

Количество нагревательных печей $X_{\text{п}}$,шт.

$$X_{\text{П}} = \frac{Q_{\text{П}}}{T_{\text{Д.О}} \cdot q_{\text{П}} \cdot \eta_{\text{П}}}, \qquad (24)$$

где $q_{\text{п}}$ — часовая производительность печи, кг/ч.;

$\eta_{\text{п}}$ — коэффициент, учитывающий загрузку печи по массе ($\eta_{\text{п}}$ = 0,75…0,85);

$Q_{\text{П}}$ – годовая трудоемкость кузнечных работ, требующих использования нагревательных печей, кг ($Q_{\text{П}}$ = 75…80 % от Q).

Средняя производительность камерных нагревательных печей составляет 2500 кг/ч с квадратного метра площади пода печи. Ориентировочные значения размеров нагревательных кузнечных печей можно принимать по данным табл. 9.

Остальное оборудование и технологическая оснастка отделения принимаются из условий необходимого технического оснащения.

Таблица 9

Масса падающих частей молота, кг	Средняя площадь пода печи, $м^2$	Примерные размеры (длина, ширина) пода, мм
100	0,27	420×520
150	0,34	580×580
300	0,47	580×810
400	0,47	580×810
500	0,74	700×1050

в) Оборудование термического отделения

Программа термического отделения определяется массой деталей на годовую программу, подлежащих термической обработке, умноженной на коэффициент кратности нагрева $К_Н$, равный 1,5…2,3. Ориентировочная масса термически обработанных деталей на один трактор (Т-80, Т-100) составляет 140 кг. Для остальных моделей СДМ масса термически обработанных деталей определяется с помощью коэффициента приведения ([2], с. 17) массы термически обработанных деталей базовой машины к ремонтируемой. Полученное значение увеличивают на 10 % с учетом нужд ОГМ и инструментального цеха.

Потребное количество печей для выполнения термической обработки (кроме цементации) определяется по формуле, шт.

$$X_{\text{ПР}} = \frac{0{,}92 \cdot Q_{\text{ТР}}}{T_{\text{Д.О}} \cdot q_{\text{ПТ}} \cdot \eta_{\text{Н}}}, \tag{25}$$

где $Q_{\text{тр}}$ — годовой объем термической обработки, кг;

$q_{\text{пт}}$ — производительность печи;

$\eta_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий использование подачи по массе ($\eta_{\text{н}}$ = 0,5…0,8);

0,92 — доля термической обработки всех видов, кроме цементации.

Количество печей для цементации, шт.

$$X_{\text{Ц}} = \frac{0{,}08 \cdot Q_{\text{ТР}} \cdot t_{\text{ц}}}{T_{\text{Д.О}} \cdot q_{\text{Ц}} \cdot \eta_0}, \tag{26}$$

где $t_{\text{ц}}$ — средняя продолжительность цементации деталей одной садки;

$q_{\text{ц}}$ — масса цементируемых деталей одной садки, кг.

Часовая производительность печей и другие параметры определяются по данным каталогов или справочной литературы ([2], с. 119). Вспомогательное оборудование и производственный инвентарь подбираются по технологическим требованиям [2, 3].

г) Оборудование гальванического отделения

Для определения годового объема работ по гальваническим покрытиям определяют площадь отдельных видов покрытий ([2], с. 129).

Годовой объем работ в часах $Т_г$ для гальванического отделения определяется по формуле

$$T_{\text{Г}} = \frac{t_{\text{П}} \cdot F_{\text{П}}}{60 \cdot z}, \tag{27}$$

где $t_{\text{П}}$ — продолжительность операции данного вида покрытия, мин;

$F_П$ — суммарная поверхность (годовая программа) данного вида покрытий, дм^2;

z — суммарная поверхность одновременной нагрузки деталей в ванну, дм^2.

Продолжительность гальванической операции определяется по формуле

$$t = (t_0 + t_{всп}) \cdot K_{доп}, \tag{28}$$

где t_0 — основное время электролиза, мин;

$t_{всп}$ — вспомогательное время (на загрузку или выгрузку деталей)

$t_{всп}$ = 1…12 мин;

$К_{доп}$ — коэффициент, учитывающий время, затрачиваемое на обслуживание оборудования, физические потребности, подготовку и уборку оборудования в начале и в конце рабочего дня. $К_{доп}$ = 1,06...1,10 при работе в одну смену; $К_{доп}$ = 1,03…1,08 при работе в две смены.

Основное время, мин, определяется по формуле

$$t = \frac{h \cdot \gamma \cdot 1000 \cdot 60}{C \cdot I_К \cdot \eta_{ТК}}, \tag{29}$$

где h — толщина слоя покрытия, мм;

γ — плотность металла покрытия, кг/м^3

C — электрохимический эквивалент;

$I_К$ — катодная плотность тока, А/дм^2;

$\eta_{тк}$ — выход металла по току, %.

Значение величин h, γ, C, $\eta_{тк}$ для различных видов покрытий см. [2], с. 136.

Количество ванн по видам покрытия определяется по формуле, шт.

$$X_В = \frac{T_Г}{T_{Д.О}}, \tag{30}$$

Данные по выбору размеров ванн, силе применяемого для электролиза тока, средней загрузке деталей на 2 погонных метра катодной штанги, а также перечень необходимого вспомогательного оборудования и инвентаря можно найти по каталогам или справочной литературе ([2], стр. 133…136).

Количество шлифовально-полировальных станков определяется по формуле, шт.

$$X_{ШП} = \frac{П}{q \cdot Ш}, \tag{31}$$

где П — площадь покрытия (полирования) поверхностей за смену, дм^2;

q — производительность шлифовально-полировального станка за смену на один шпиндель, дм^2;

Ш — количество шпинделей станка.

Ориентировочное значение q можно найти по [2], с. 132.

д) *Оборудование сварочного отделения* подбирается по техническим требованиям в зависимости от принятых методов сварки и наплавки по количеству рассчитанных постов [2], с. 132.

е) *Оборудование медницко-радиаторного отделения* подбирается по техническим требованиям для оснащения принятых на основе расчетов постов [2].

Результаты расчета и подсчета оборудования сводятся в ведомость (табл. 10).

Таблица 10

Наименование оборудования	Модель, тип	Краткая характеристика	Количество	Установленная мощность, кВТ		Габаритные размеры	Занимаемая площадь, м^2		Стоимость, р.	
							ед.	общ.	ед.	общ.

7. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ

Площади цехов (отделений) $F_ц$, м^2, могут быть подсчитаны как по количеству производственных рабочих, так и по количеству находящегося в цехе (отделении) оборудования [2].

$$F_Ц = M_Р \cdot f_Р = N_{ОБ} \cdot f_{ОБ} \cdot \Delta, \qquad (32)$$

где $M_Р$ — количество производственных рабочих в цехе (отделении) в большей смене;

$f_Р$ — удельная площадь на одного производственного рабочего, м^2;

$N_{ОБ}$ — количество оборудования в цехе;

$f_{ОБ}$ — удельная площадь на единицу оборудования, подсчитанная по его габаритам, м^2;

Δ — коэффициент, учитывающий проходы и рабочие зоны (равный для различных цехов). Значения $f_Р$, $f_{ОБ}$, Δ можно найти в [2, 3].

В практике курсового и дипломного проектирования чаще расчет ведется по удельной площади $f_Р$ на одного производственного рабочего.

Общая производственная площадь определяется суммированием площадей цехов (отделений), м^2

$$F_{ПР} = \sum F_{Ц}. \qquad (33)$$

Фактические площади, полученные при компоновке производственного корпуса, могут отличаться от расчетных на 15…20 %.

Площадь административных помещений ориентировочно принимается в размере 5 % от $F_{ПР}$ и уточняется из расчета 5 м^2 на одного СКП или ИТР. Площади кабинетов директора, главного инженера, зам. директора, начальника цеха (отделения) определяются из расчета 10…12 м^2 на одного человека. Площадь заводской лаборатории — 100…200 м^2.

Площадь бытовых помещений принимается равной 12 % от $F_{ПР}$ и уточняется из расчета:

гардеробные — 0,75…0,8 м^2 на каждого работающего в большую смену;

умывальные — 1 умывальник на 10 человек, работающих в большей смене;

душевая — 1 душевая кабинка на 5 человек, работающих в большей смене;

туалетные комнаты и комнаты сангигиены для женщин — 1 унитаз на 15 человек.

Площадь хозяйственных помещений общего назначения, м^2:

столовой (буфета) — 200;

медпункта — 40;

гаража со службами — 400;

котельной — 36

трансформаторной — 24;

красного уголка — 100.

Площади складских помещений принимаются в размере 25 % от $F_{ПР}$. Принятая площадь складских помещений распределяется в процентах по складам согласно табл. 11.

Общая площадь производственного корпуса $F_{общ.к}$, м^2, определяется по формуле

$$F_{ОБЩ.К} = \sum F_{Ц} + \sum F_{ПОМ.К} + \alpha \cdot \left(\sum F_{Ц} + \sum F_{ПОМ}\right), \qquad (33)$$

где $\Sigma F_{ц}$ — суммарная площадь цехов (отделений);

$\Sigma F_{пом.к}$ — суммарная площадь административных, общественно-бытовых и складских помещений, расположенных в производственном корпусе;

α — коэффициент, учитывающий проходы, коридоры, лестничные клетки и т.д. (ориентировочно α = 12…15 % от общей площади).

Примечание. Административно-бытовые помещения предпочтительно располагать в двухэтажном здании в составе основного производственного корпуса. В составе основ-

ного производственного здания располагают лишь те складские помещения, вынос которых за пределы корпуса затрудняет производственный процесс.

Таблица 11

Наименование склада	Процент от площади складских помещений
Склад запасных частей	20
Склад деталей, ожидающих ремонта	7
Комплектовочный склад	10
Склад металлов	8
Склад утиля	2
Склад горюче-смазочных материалов	3
Склад леса	8
Склад материалов	17
Центральный инструментальный склад (ЦИС)	4
Склад агрегатов, ожидающих ремонта	15
Склад отремонтированных агрегатов	6

Для расчета площади главного производственного корпуса составляется табл. 12.

Таблица 12

Помещения	Площадь, $м^2$
Цехи (отделения)	
Склад ЦИС	
Склад ДОР	
Склад материалов	
Склад запасных частей	
Комплектовочный склад	
Лаборатория	
Столовая	
Медпункт	
Помещения ИТР и СКП	
Красный уголок	
Раздевалки	
Душевые	
Умывальники	
Туалеты	
ИТОГО	

8. КОМПОНОВКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА И РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ПРЕДПРИЯТИЯ

8.1. Основные нормативы строительного проектирования

Производственные здания проектируют, как правило, прямоугольной формы в плане. Они должны быть рассчитаны на применение унифицированных элементов сборных железобетонных конструкций. Ремонтные предприятия проектируют в одноэтажных зданиях с железобетонным каркасом, с пролетами одинаковой ширины и высоты. Размеры пролетов для зданий без мостовых кранов (с подвесными кран- балками грузоподъемностью до 5 т) принимают равными 12, 18 и 24 м, а зданий с мостовыми кранами — 18, 24 и 30 м и более. Шаг колонны обычно принимают: при пролетах 12 м — 6 м, а для зданий с большими пролетами — 6 или 12 м. Стены для наших климатических условий можно принимать толщиной 38 см. Внутренние перегородки 23 см. Размеры оконных проемов должны быть кратны по высоте 600 мм и по ширине — 1000 мм. Соответственно этому размеры окон принимают:

по высоте —1,2; 2,4; 3,6 м;

по ширине — 2,0; 3,0; 4,0 м.

Двери в производственных и складских помещениях принимают:

по ширине — 1,0; 1,5; 2,0 м;

по высоте — 2,4 м.

Ворота могут быть распашные и раздвижные. Первые открываются только наружу. Размеры проемов ворот: 3×3, 4×3, 4×3,6, 4×4,2 м (первая цифра — ширина, вторая — высота).

Проходы внутри производственного корпуса принимают 1…1,25 м в зависимости от пропускной способности ([2], с.38).

Транспортные проездные — 2,8…4 м.

Противопожарные и санитарно-технические требования выполняются согласно рекомендациям [1], с. 224—229.

8.2. Расчет габаритов главного корпуса и выбор схемы технологического процесса

При выборе корпуса и компоновки отделений следует рассчитать размеры основных технологических отделений (длину пути движения базовой детали — рамы, блок-картера): моечно-разборочного, сборки машин и двигателей рамного отделения.

Габариты и вес строительно-дорожных машин приведены в [2], с. 230-238.

При выборе схемы технологической линии грузопотока предпочтение должно отдаваться прямоточной планировке, однако производственный корпус не должен быть излишне вытянут (в этом случае выбирается Г- или П-образная планировка).

Ширина корпуса B, м, определяется по формуле

$$B = \frac{F_{\text{общ}}}{L_{\text{общ}}}, \tag{34}$$

где $F_{\text{общ}}$ — общая площадь производственного корпуса (с учетом, что административно-бытовые помещения могут располагаться на двух этажах);

$L_{\text{общ}}$ — общая длина корпуса с учетом ширины поперечных проездов (ширина проезда принимается 4 м).

При определении габаритных размеров производственного корпуса необходимо учитывать коэффициент целесообразности. $К_{Ц}$:

$$K_{\text{Ц}} = \frac{\sqrt{F_{\text{общ}}}}{P \cdot 0{,}282} \geq 0{,}8, \tag{35}$$

где P — годовая масса деталей.

Проектирование главного корпуса завершается нанесением схемы грузопотоков с указанием количества перемещаемого груза в процентах от веса машин. При проектировании проездов обычно принимаются 2 проезда по 4 м шириной и один поперечный сквозной проезд. После достижения рациональной планировки отделений с учетом подвода технической воды, пара, сжатого воздуха размещают необходимые грузоподъемные устройства.

9. СХЕМА ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ЗАВОДА

При составлении схемы генерального плана ремонтного предприятия, прежде всего, необходимо выявить полный перечень зданий и сооружений, предназначенных для размещения на его территории. Обычно на территории завода располагаются, кроме производственного корпуса, складских помещений и площадок для хранения машин, административный корпус (если он не входит в состав производственного корпуса), котельная, трансформаторная подстанция. Кроме того, здесь могут размещаться насосная станция, очистные сооружения, столовая, пожарное депо по требованию пожарного надзора. Отдельные сооружения могут отсутствовать при централизованном снабжении завода, например, паром, водой. В этом случае отпадает необходимость в котельной и насосной станции. На территории завода необходимо предусмотреть спортивные площадки и зоны озеленения.

При составлении генерального плана необходимо стремиться к тому, чтобы грузопотоки на территории завода не пересекались. Для лучшего и удобного контроля и надлежащей охраны предприятия вход и въезд, а также выход и выезд с завода желательно иметь в одном месте.

При расположении зданий и сооружений необходимо учитывать розу ветров. Здания с повышенной пожарной опасностью необходимо располагать

с подветренной стороны по отношению к остальным сооружениям и предзаводской площадке.

Здания бытовых помещений следует располагать по возможности ближе к основному потоку рабочих от проходного пункта. Территория завода должна примыкать к проезду или дороге общего пользования.

Эффективность использования заводской площадки определяется коэффициентами застройки $К_З$ и использования $К_И$, которые могут быть определены по формуле

$$К_З = \frac{F_З}{F_Ц}, \quad (36)$$

$$К_И = \frac{F_И}{F_Ц}, \quad (37)$$

где $F_З$ — площадь застройки;

$F_Ц$ — площадь участка завода;

$F_И$ — используемая площадь (с учетом всех открытых складов, площадей с дорогами и специальными площадками с твердым покрытием). Площадь зон озеленения в расчет не принимается.

$К_З$ = 0,25…0,35 — для застроек вне черты города.

$К_З$ = 0,5 — для городских застроек.

$К_И$ = 0,55…0,8.

При разработке генерального плана необходимо соблюдать требуемые противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями, которые определяются степенью их огнестойкости по наиболее опасной категории производства, размещенного в одном из зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин М.: Стройиздат., 1978. – 96 с.
2. *Зеленков Г.И.*, Проектирование предприятий по ремонту дорожно-строительных машин. / *Г.И.Зеленков, Б.С. Колясинский.* М.: Высшая школа, 1971.
3. *Зеленков Г.И.* Технология ремонта дорожно-строительных машин и основы проектирования ремонтных предприятий / *Г.И. Зеленков, Л.В. Дехтеринский, А.П. Крившин*. М.: Высшая школа, 1971. 496 с.
4. Технология ремонта машин и оборудования / Под ред. И.С. Левитского. М.: Колос, 1975. 560 с.
5. Основы технологии автомобилестроения и ремонта автомобилей / Под ред. *В.А. Шадричева*. М.: Машиностроение, 1976. 560 с.
6. Технология ремонта автомобилей / Под редакцией *Л.В. Дехтеринского.* М.: Транспорт, 1979. 342 с.
7. *Егоров М.Е.* Основы технологии машиностроения / *М.Е. Егоров, В.И. Дементьев, В.Л. Дмитриев.* М.: Высшая школа, 1976.
8. Детали машин: Атлас конструкций / Под ред. Д.И. Решетова. М.: Машиностроение 1979.
9. *Решетов Д.Н.* Детали машин. М.: Машиностроение, 1989. 496 с.

10. *Васильев Б.*С. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: учеб. для образоват. учреждений сред. проф. образования по спец. 1706 «Эксплуатация и ремонт подъёмно-трансп., строит., дор. машин и оборудования»/ *Б.С. Васильев, Б.П.Долгополов, Г.Н.Доценко и др.*; Под ред. *В.А.Зорина.* – М. : Мастерство, 2001. – 508 с.
11. Техническое обслуживание и ремонт машин: учеб. пособие/ *Л.Ф.Баранов.* – Минск: Урожай; Ростов н/Д: Феникс, 2001. – 412 с.
12. *Епифанов Л.И.*Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учеб. для образоват. учреждений сред. проф. образования по спец. «Техн. обслуживание и ремонт автомоб. транспорта»/ *Л.И.Епифанов, Е.А. Епифанова.* - -М. : ФОРУМ : Инфра – М, 2001. – 279 с.
13. *Епифанов Л.И.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учеб. для образоват. учреждений сред. проф. образования по спец. «Техн. обслуживание и ремонт автомоб. транспорта»/ *Л.И.Епифанов, Е.А. Епифанова.* - -М. : ФОРУМ : Инфра – М, 2003. – 278 с.
14. *Карагодин В.И.* Ремонт автомобилей и двигателей: учеб. для сред. проф. образования по спец. «Техн. обслуживание и ремонт автомоб. транспорта»/ *В.И.Карагодин, Н.Н.Митрохин.* 2-е изд., стер. – М.: Academia, 2003. – 495 с.
15. Экологическая безопасность при эксплуатации и ремонте автомобилей: учеб. по собие для образоват. учреждений сред. проф. образования / *В.В.Бернарский.* - Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 379 с.
16. *Власов В.М.* Техническое обслуживание и ремонт автомобиля: учеб. для сред. проф. образования по спец. «Техн. обслуживание и ремонт автомоб. транспорта». / *В.М.Власов и др. ;* под ред. *В.М.Власова.* 2-е изд., стер. – М.: Academia, 2004. – 475 с.

Публикуется в авторской редакции

Подписано в свет 19.01.2015.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,0. Объем данных 256 Кбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
http://www.vgasu.ru, info@vgasu.ru