

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Часть I**

**Методические указания**

к практическим работам для студентов направления подготовки  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»



Севастополь  
СевГУ  
2019

УДК 621.797  
П79

**Р е ц е н з е н т:**

**А.О. Харченко** - канд. техн. наук, профессор  
кафедры «Технология машиностроения»

*Составитель:* В.Б. Богуцкий

**П79      Проектирование машиностроительного производства:** метод. указания к практическим работам для студентов направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машино-строительных производств» по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства». Часть I / Сост. В.Б. Богуцкий, – Севастополь: СевГУ, 2019. – 43 с.

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении практических работ по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства».

УДК 621.797

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Технология машиностроения», протокол № 15 от 28 мая 2019 г.

Допущено учебно-методическим отделом Политехнического института СевГУ в качестве методических указаний.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Практическая работа 1. Формирование производственной программы механического цеха. ....                                               | 4  |
| 2. Практическая работа 2. Расчет количества и определение номенклатуры основного оборудования цеха машиностроительного предприятия ..... | 7  |
| 3. Практическая работа 3. Определение численности и состава работающих в механическом цехе.....                                          | 12 |
| 4. Практическая работа 4. Расчет производственных и вспомогательных площадей механического цеха.....                                     | 18 |
| 5. Практическая работа 5. Расчет площадей административно-бытовых помещений цеха.....                                                    | 29 |
| Рекомендуемая литература.....                                                                                                            | 32 |
| Приложения.....                                                                                                                          | 33 |

## Практическая работа 1

# ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки расчета производственной программы механического цеха

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Трудоемкостью изделия  $T_{\text{чел.ч.}}$  называют время, затраченное на его изготовление и выраженное в человеко-часах. Расчетная трудоемкость включает в себя все нормируемое по технологическому процессу время обработки на станках и ручных операциях, причем при многостаночном обслуживании суммарное время обработки на станках, обслуживаемых одним рабочим, делят на число обслуживаемых станков.

Для расчета количества оборудования необходимы данные о станкостоемкости изделия.

Станкостоемкость  $T_{\text{ст.ч.}}$  определяется временем, затраченным на изготовление изделия, и выражается в станко-часах работы оборудования.

Связь между трудоемкостью и станкостоемкостью можно выразить через среднее значение коэффициента многостаночности  $K_m$ , равное среднему числу станков, обслуживаемых одним рабочим:

$$T_{\text{ст.ч.}} = T_{\text{чел.ч.}} \cdot K_m$$

Методы определения трудоемкости изготовления изделия зависят от этапа проектирования, типа производства и других факторов. Так, при укрупненном проектировании, применяемом на этапе технико-экономического обоснования проекта, трудоемкость изготовления деталей изделия может быть определена по показателям трудоемкости механической обработки комплекта деталей одного изделия  $T'_{\text{уд}}$  или 1 т изделий  $T''_{\text{уд}}$ .

При использовании первого показателя суммарная трудоемкость обработки годовой программы равна

$$T_{\Sigma} = T'_{\text{уд}} \cdot N$$

где  $N$  – годовая программа выпуска.

При использовании второго показателя суммарная трудоемкость обработки годовой программы равна

$$T_{\Sigma} = T''_{\text{уд}} \cdot M_u \cdot N,$$

где  $M_u$  – масса изделия.

Трудоемкость сборки изделия может быть определена либо по показателям трудоемкости сборочных работ на 1 т массы изделия, либо по данным ранее выполненных проектов в зависимости от трудоемкости изготовления данного изделия.

При проектировании по точной программе трудоемкость изготовления изделия (трудоемкость обработки комплекта деталей) для массового производства определяется по формуле

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{um.i,j},$$

для серийного производства –

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{um.k.i,j},$$

где  $n$  – число деталей в изделии;  $m$  – число операций изготовления  $i$ -й детали;  $t_{um.i,j}$  и  $t_{um.k.i,j}$  – штучное и штучно-калькуляционное время выполнения  $j$ -й операции обработки  $i$ -й детали.

При проектировании по приведенной программе по вышеуказанным формулам определяется только трудоемкость обработки изделия-представителя  $T_{np}$ . Трудоемкость обработки остальных деталей определяется с помощью коэффициента приведения  $K_{np}$ :

$$T_i = T_{np} \cdot K_{np}$$

При разработке проектов технического перевооружения или реконструкции трудоемкость (станкоемкость) изготовления изделия или трудоемкость его сборки может быть определена по заводским данным с учетом пересмотра норм и внедрения новой технологии и средств автоматизации в проектируемом производстве.

Для определения трудоемкости изготовления деталей в новых условиях используют данные о станкоемкости изготовления деталей по существующей технологии, скорректировав данные по станкоемкости изготовления тех деталей, которые переводятся для обработки на более производительное оборудование. Для этого суммарную трудоемкость изготовления по существующей технологии разделяют по видам работ, выполняемых на универсальных станках, автоматах, полуавтоматах, станках с ЧПУ.

Для коррекции станкоемкости по видам работ  $T_i$  вводят коэффициент роста станкоемкости на проектную программу  $K_{pi}$  с учетом ежегодного планового снижения, равный

$$K_{pi} = \frac{N_{np}}{N_B} \left( 1 - \frac{\alpha \cdot n_B}{100} \right),$$

где  $N_{np}$  – программа выпуска в проектном варианте;  $N_B$  – программа в базовом варианте (действующем производстве);  $\alpha$  – планируемый ежегодный процент снижения станкоемкости;  $n_B$  – планируемый срок внедрения новой технологии в годах.

Станкоемкость рассматриваемого вида работ по базовому варианту, но на новую программу и в плановом году внедрения будет равна

$$T_{B_i} = T_i \cdot K_{pi},$$

Из полученной станкоемкости выделяют объем работ, переводимый на более прогрессивные виды оборудования, и корректируют его с помощью коэффициента прогрессивности  $K_{ПГ}$ , учитывающего более высокую производительность этого оборудования:

$$T_{np_i} = \frac{T_{Bi}}{K_{ПГ}}.$$

Абсолютные значения коэффициентов прогрессивности зависят от сложности изготовленных изделий, технического уровня действующего производства, партии запуска. Чем сложнее изготавливаемые детали, ниже технический уровень действующего производства и меньше размер партии запуска, тем больше  $K_{ПГ}$ , и наоборот. Так, при переводе изготовления деталей типа «тела вращения» на станки с ЧПУ и гибкие производственные модули рекомендуется принимать  $K_{ПГ}=1,5\dots3$ , при переводе изготовления корпусных деталей –  $K_{ПГ}=2\dots6$ .

### **3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

- 3.1. Изучить методические указания к практической работе.
- 3.2. Получить у преподавателя вариант задания.
- 3.3. По таблице А.1, Приложение А, выбрать исходные данные для расчета производственной программы механического цеха.
- 3.4. По исходным данным рассчитать суммарные трудоемкость и станкоемкость деталей, обрабатываемых в цехе.
- 3.5. Сформулировать выводы по работе

### **4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

- 4.1. Цель работы.
- 4.2. Исходные данные для расчета.
- 4.3. Расчеты трудоемкости и станкоемкости деталей, обрабатываемых в цехе.
- 4.4. Выводы по работе.

### **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 5.1. Что называют трудоемкостью изделия?
- 5.2. Какие элементы включает в себя расчетная трудоемкость?
- 5.3. Раскройте понятие – «станкоемкость изделия».
- 5.4. Методы определения трудоемкости изготовления изделия.
- 5.5. Как производится коррекция станкоемкости по видам работ?
- 5.6. Методы определения трудоемкости сборки изделия.
- 5.7. Как определяется станкоемкость при разработке проектов технического перевооружения или реконструкции?
- 5.8. От чего зависит значение коэффициента прогрессивности?
- 5.9. Как определяется трудоемкость изготовления изделия при проектировании по точной программе?
- 5.10. Поясните физический смысл коэффициента многостаночности.

## Практическая работа 2

# РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки расчета количества и определения номенклатуры основного оборудования производственного цеха машиностроительного предприятия.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

К основному оборудованию производственного цеха машиностроительного предприятия относится оборудование, выполняющее технологические операции по обработке деталей, сборке сборочных единиц и изделий.

В зависимости от стадии проектирования, а также от требований степени конечной точности результата при определении количества основного технологического оборудования применяют либо детальный, либо укрупненный способ.

Детальный способ расчета количества оборудования на основе подробного технологического процесса применяют в условиях крупносерийного и массового производства. При этом имеются некоторые особенности расчета для непрерывно-поточной линии, переменнo-поточной и групповой линий и для непоточного производства.

Расчетное количество оборудования для непрерывно-поточной линии определяют для каждой операции по формуле

$$C_p = t_{um} / \tau,$$

где  $\tau$  – такт выпуска деталей или изделий;  $t_{um}$  – штучное время.

Штучное время можно определить как

$$t_{um} = t_{on} \left( 1 + \frac{\alpha}{100} \right),$$

где  $\alpha$  – процент потерь времени от оперативного времени (в зависимости от сложности наладки составляет от 6 % до 18 % для автоматической линии).

Полученное расчетное количество оборудования  $C_p$  округляют в большую сторону до ближайшего целого числа, получая количество станков для данной операции  $C_{np}$  и определяют коэффициент загрузки станка  $K_3 = C_p / C_{np}$ .

На работу автоматической линии оказывают большое влияние так называемые наложенные потери времени, связанные с остановкой сложного оборудования либо отсутствием заготовок. Для их учета вводят коэффициент использования оборудования  $K_u$ , представляющий собой отношение

расчетного числа единиц технологического оборудования, необходимого для обеспечения программы выпуска изделий, к фактическому.

Тогда принятое количество оборудования на данную операцию определяется как

$$C_{np} = C_p / K_u$$

Рекомендуемые значения коэффициентов использования и загрузки оборудования приведены в таблице Б.1, Приложение Б. Коэффициент загрузки всегда меньше единицы. Если же  $K_z$  превышает максимально допустимое значение, следует принять большее количество станков.

Для переменного-поточных и групповых поточных линий расчетное количество оборудования на каждую операцию определяется по штучно-калькуляционному времени и программе выпуска каждой закрепленной за линией детали:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um.k.i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.cm} \cdot 60},$$

где  $t_{um.k.i}$  – штучно-калькуляционное время изготовления  $i$ -й детали на станке, мин;  $N_i$  – программа выпуска  $i$ -й детали;  $\Phi_{\partial.cm}$  – эффективный годовой фонд времени работы станка;  $n$  – количество типов деталей, изготавливаемых на линии.

Если подготовительно-заключительное время неизвестно, то расчеты можно вести по штучному времени с использованием коэффициента переналадки  $K_{\Pi}$ :

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um_i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.cm} \cdot 60 \cdot K_{\Pi}},$$

Обычно  $K_{\Pi}=0,95$ ; для групповых поточных линий, не требующих переналадки,  $K_{\Pi}=1$ .

Принятое количество станков  $C_{np}$  получают округлением  $C_p$  до ближайшего большего целого числа.

В непоточном производстве расчетное количество оборудования определяют по каждому типоразмеру оборудования для каждого участка на основе данных о станкостоемкости деталей, закрепленных для обработки за данным участком:

$$C_p = T_{c\Sigma} / \Phi_{\partial.cm},$$

где  $T_{c\Sigma}$  – суммарная станкостоемкость обработки годового количества деталей, обрабатываемых на участке на станках данного типоразмера, станко-час.

$$T_{c\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{um.k.i,j} \cdot N_i}{60},$$

где  $t_{um.k.}$  – штучно-калькуляционное время выполнения  $j$ -ой операции обработки  $i$ -й детали, станкомин;  $n$  – число деталей, обрабатываемых на станках данного типоразмера;  $m$  – число операций обработки  $i$ -й детали на станках данного типоразмера;  $N_i$  – годовая программа выпуска  $i$ -х деталей.

Если проектирование ведется по приведенной программе, то в формулу определения станкоемкости подставляется штучно-калькуляционное время операций изготовления детали-представителя и ее приведенная программа.

Полученное расчетное количество станков  $C_p$  округляют до ближайшего большего целого числа и определяют коэффициент загрузки.

Укрупненный способ расчета количества оборудования по технико-экономическим показателям применяется при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства с большой, точно не выявленной номенклатурой, а также при технико-экономическом обосновании проекта. В этом случае для расчетов используются укрупненные данные о трудоемкости изготовления изделия. В качестве технико-экономических показателей при расчете механических цехов используют либо объем выпуска с одного станка основного производства при работе в одну смену и при сто-процентной загрузке, либо станкоемкость.

Общее количество станков в этом случае определяется по суммарной станкоемкости изготовления годовой программы выпускаемых изделий:

$$C_p = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{д.ст} \cdot K_3}$$

Затем определяют количество станков каждого вида:

$$C_{pA_i} = C_p \frac{A_i}{100},$$

где  $A_i$  – процент станков данного вида от общего количества станков в цехе.

Распределение трудоемкости по группам технологического оборудования в % от общей трудоемкости приведен в таблице Б.2, Приложение Б.. Процентный состав оборудования для некоторых отраслей машиностроения приведен в таблице Б.3, Приложение Б.

### **Определения номенклатуры оборудования механического цеха.**

Выбор технологического оборудования является ответственным вопросом при проектировании механического цеха. При определении номенклатуры оборудования в первую очередь следует ориентироваться на тип производства и технологические процессы обработки и сборки. Тип производства определяют для каждого участка цеха, при этом может ока-

заться, что на различных участках получают различные типы производства. В этом случае тип производства цеха принимают по участку с наибольшим количеством рабочих мест (оборудования).

Выбор оборудования должен отвечать следующим требованиям:

1. Соответствие основных размеров станка габаритным размерам обрабатываемой детали;
2. Высокая производительность оборудования;
3. Использование станка по мощности, скорости резания и подаче;
4. Минимальные затраты на обработку изделия;

Для массового типа производства, при механической обработке применяют специальное оборудование: автоматические линии, автоматы и полуавтоматы, роторные станки и линии. В сборочном производстве, применяют автоматические сборочные установки, станки, линии и конвейеры. Иногда при большой сложности машин применяют стендовую сборку.

При крупносерийном типе производства применяют автоматизированное, автоматическое, специализированное и специальное оборудование, оборудование агрегатно-модульного типа, РТК, промышленные роботы.

Для серийного типа производства характерно применение станков с ЧПУ, агрегатных станков и иногда универсальных. В сборочном производстве в качестве оборудования применяют сборочные стенды, верстаки, столы, оснащенные необходимыми механизированными приспособлениями и инструментами.

Для единичного типа производства характерно применение универсальных и широко универсальных металлорежущих станков. В сборочном производстве применяют универсальное сборочное оборудование.

Гибкие производственные системы (ГПС) применяют при мелкосерийном, среднесерийном и крупносерийном типах производства. В сборочном производстве применяют ГПС сборки.

Необходимо так же учитывать совместимость технологического оборудования между собой и транспортно-складской системой участка и цеха.

Для определения номенклатуры оборудования механического цеха полученное общее число станков распределяют по группам и типам в соответствии со структурой оборудования в ранее выполненных проектах аналогичных цехов. При этом производится корректировка структуры в зависимости от намеченных в проекте технологических решений.

Полученное расчетное количество станков  $C_{p.Ai}$  округляют до ближайшего большего целого числа  $C_{np.Ai}$  и окончательно определяют общее количество станков в цехе.

$$C_{np} = \sum C_{p.Ai}$$

### **3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

#### **3.1. Изучить методические указания к практической работе.**

3.2. Суммарную трудоемкость механической обработки в цехе принять по практической работе 1 (по своему варианту).

3.3. Рассчитать общую численность основного оборудования в механо-обрабатывающем цехе.

3.4. Используя данные таблицы Б.2 Приложение Б, определить станкоемкость механической обработки по группам оборудования.

3.5. Рассчитать количество единиц основного оборудования по группам и величину коэффициента загрузки. Результаты расчетов занести в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты расчета количества оборудования по группам.

| №<br>пп | Группа<br>оборудования | Станкоемкость<br>$T_{с\sigma}$ , ст/час | $C_p$ | $C_{np}$ | $K_z$ |
|---------|------------------------|-----------------------------------------|-------|----------|-------|
| 1       |                        |                                         |       |          |       |
| 2       |                        |                                         |       |          |       |
| ...     |                        |                                         |       |          |       |
| $n$     |                        |                                         |       |          |       |

3.6. Определить номенклатуру основного оборудования цеха

3.7. Заполнить заявочную ведомость основного оборудования цеха (таблица Б.4, Приложение Б).

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

4.1. Цель работы.

4.2. Исходные данные для расчета.

4.3. Расчет количества основного оборудования в цехе.

4.4. Расчет количество единиц основного оборудования по группам и величин коэффициента загрузки (таблица 1).

4.5. Расчет общего количества основного оборудования в цехе.

4.6. Заявочная ведомость основного оборудования цеха

4.7. Выводы по работе.

#### **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

5.1. Способы, применяемые при определении количества основного технологического оборудования.

5.2. Как определяется расчетное количество оборудования для непрерывно-поточной линии?

5.3. Расчет количества основного технологического оборудования по приведенной программе

5.4. Детальный способ расчета количества основного технологического оборудования.

5.5. Порядок определения номенклатуры основного оборудования цеха.

5.6. Укрупненный способ расчета количества оборудования по технико-экономическим показателям.

### Практическая работа 3

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ И СОСТАВА РАБОТАЮЩИХ В МЕХАНИЧЕСКОМ ЦЕХЕ

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки расчета численности работающих в механическом цехе.

### 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Состав и количество работающих механосборочного производства определяется следующими факторами:

- характером производственного процесса;
- степенью автоматизации;
- уровнем кооперации и специализации вспомогательных служб в пределах корпуса или завода в целом.

В штатное расписание механосборочного цеха входят:

➤ *производственные рабочие*, занятые непосредственно изготовлением изделий, выпускаемых данным предприятием. К ним относятся: станочники, наладчики станков с ЧПУ и автоматических линий, слесари механосборочных работ;

➤ *вспомогательные рабочие*, выполняющие техническое обслуживание производственных участков. К ним относятся: рабочие ремонтных, инструментальных отделений и службы энергетика, транспортные рабочие, наладчики неавтоматизированного оборудования, кладовщики, контролеры ОТК, рабочие складов и кладовых, уборщики стружки;

➤ младший обслуживающий персонал (уборщики бытовых и служебных помещений, курьеры, уборщики стружки);

➤ *инженерно-технические работники* (ИТР). К ним относятся: руководители цехов и подразделений (начальник цеха, его заместители, начальники служб и участков, мастера), инженеры-технологи и программисты, техники, механики, энергетики, экономисты, нормировщики.

➤ *служащие* (счетно-конторский персонал). К ним относятся: бухгалтера, кассиры, секретари, заведующие складами и кладовыми.

В зависимости от этапа проектирования и степени детализации проектных решений, для расчета числа работающих используются либо укрупненные, либо детальные методы.

Укрупненные методы расчета применяют при технико-экономическом обосновании проекта. Полученные результаты корректируют по мере уточнения структуры цеха и планировки оборудования.

#### **Расчет количества производственных рабочих-станочников.**

При укрупненных расчетах число производственных рабочих-станочников может быть определено двумя способами:

❖ по общему нормировочному времени (по станкоемкости годового объема работ);

❖ по заданному количеству станков.

По общему нормировочному времени количество производственных рабочих-станочников определяется по формуле

$$R_{ст} = \frac{\sum(t_{ум.к} \cdot N)}{\Phi_{д.р} \cdot 60 \cdot K_m},$$

где  $\Phi_{д.р.}$  – действительный годовой фонд времени работы рабочего;  $K_m$  – количество станков, на которых одновременно может работать один рабочий (коэффициент многостаночности);  $t_{ум.к}$  – штучно-калькуляционное время на обработку одной детали (мин);  $N$  – количество одноименных деталей, обрабатываемых в год на станках данного типоразмера.

Коэффициент многостаночности зависит от вида оборудования: для универсальных станков  $K_m=1$ ; для прутковых токарно-револьверных автоматов  $K_m=3...8$ ; для агрегатных станков  $K_m=1...3$ . для станков с ЧПУ  $K_m=2...3$ . Меньшие значения  $K_m$  принимаются для мелкосерийного производства.

Обычно при расчетах используют усредненные значения  $K_m$ , принятые на основе данных действующего производства: для мелкосерийного и единичного производства  $K_m=1,1...1,35$ , для среднесерийного  $K_m=1,3...1,5$ , для крупносерийного и массового  $K_m=1,9...2,2$ .

По заданному количеству станков количество производственных рабочих определяется по формуле:

$$R_{ст} = \frac{C_{пр} \cdot \Phi_{д.ст} \cdot K_z \cdot K_u}{\Phi_{д.р} \cdot K_m},$$

где  $C_{пр.}$  – принятое количество станков на участке или в цехе;  $\Phi_{д.ст.}$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования;  $\Phi_{д.р.}$  – действительный годовой фонд времени работы рабочего.

При укрупненных расчетах для единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства принимают  $K_z \cdot K_u = 0,85$ , для крупносерийного и массового –  $K_z \cdot K_u = 0,8$ .

Для обслуживания станков и гибких производственных модулей (ГПМ) в условиях крупносерийного и массового производства в состав производственных рабочих включают наладчиков. Их количество определяют по нормам обслуживания, установленным для каждого типа оборудования в зависимости от точности и сложности обработки. Например, один наладчик за смену обслуживает: токарных станков – 11...18, агрегатно-сверлильных – 5...12, шлифовальных – 8...13, токарных с ЧПУ – 4...10, фрезерных и сверлильных с ЧПУ – 8...16, многоцелевых станков – 3...6 (из расчета на одну смену).

Число наладчиков автоматических линий определяют в зависимости от числа позиций линии. На линиях механообработки один наладчик обслуживает 3...10 позиций, в зависимости от количества инструментов в наладке и заданной степени точности.

Число операторов-наладчиков ГПС определяют в зависимости от числа ГПМ в их составе. Например, один оператор-наладчик может обслуживать: токарных ГПМ – 3...4, сверлильно-фрезерно-расточных – 2...3.

При детальном расчете число производственных рабочих-станочников уточняют с учетом размещения оборудования и анализа условий многостаночного обслуживания, проводимого на основе разработанных планировок.

Основное условие для использования многостаночного обслуживания:

$$t_{\text{м}} = \sum_{i=1}^{m-1} t_{pi},$$

где  $t_{\text{м}}$  – время работы станка без участия рабочего;  $\sum_{i=1}^{m-1} t_{pi}$  – суммарное время обслуживания других станков с учетом времени на переход от одного станка к другому.

После расчета количества рабочих устанавливают разряд рабочего при выполнении каждой операции на основании данных по характеру выполняемых операций, и вычисляют средний разряд производственных рабочих участка или цеха.

По окончании расчета составляют сводную ведомость производственных рабочих (Приложение В, таблица В.1), в которой указывается количество рабочих каждого разряда по всем специальностям и выполняется разбивка по сменам в соответствии с нормами. При двухсменном режиме работы численность рабочих в первой смене составляет: для единичного и мелкосерийного производства – 60 % от общего количества производственных рабочих, для среднесерийного – 55 %, для крупносерийного и массового – 50 %.

### **Расчет численности вспомогательных рабочих**

При укрупненном проектировании количество вспомогательных рабочих определяют общим числом в процентном соотношении от числа производственных рабочих. Для механических и сборочных цехов этот процент составляет 20...25 %, для автоматических линий – 30...40 %.

При детальном проектировании количество вспомогательных рабочих определяют по нормам обслуживания (Число настройщиков инструментального отделения можно принять по нормам обслуживания в зависимости от числа станков основного производства: один настройщик на 15..25 станков с ЧПУ или на 5..6 обрабатывающих центров с инструментальными магазинами большой емкости).

Число рабочих-станочников ремонтного отделения при укрупненном проектировании определяется по числу основных станков:

$$R_{ст.рем} = \frac{C_{осн} \cdot \Phi_{д.ст} \cdot K_z \cdot K_u}{\Phi_{д.р} \cdot K_m},$$

где  $K_z, K_u = 0,5 \dots 0,7$  – коэффициенты загрузки и использования оборудования;  $K_m = 1,05 \dots 1,1$  – коэффициент многостаночного обслуживания;  $C_{осн}$  – количество основного оборудования.

Число слесарей определяется в процентах от числа станочников с учетом формы организации ремонтных работ: при централизованной форме принимается 60...80%, при децентрализованной 100...120%, при смешанной 80...100%. Число вспомогательных (подсобных) рабочих принимают равным 18...20% от общего числа станочников и слесарей. Число ИТР определяют по нормативам для механических и сборочных цехов в зависимости от числа станочников и слесарей (примерно 9...12% от общего числа рабочих). Количество рабочих в отделении приготовления и раздачи СОЖ обычно составляет 2...4 человека. Число кладовщиков цехового склада материалов и заготовок определяют по нормативам в зависимости от числа производственных станков. Один кладовщик обслуживает: в единичном и мелкосерийном производстве 125 станков, в среднесерийном – 135 станков, в крупносерийном – 180 станков. Число кладовщиков промежуточных и межоперационных складов при укрупненном проектировании определяют по нормативам в зависимости от числа производственных станков. Один кладовщик обслуживает: в единичном и мелкосерийном производстве 65 станков, в среднесерийном – 80 станков, в крупносерийном – 105 станков. Численность кладовщиков инструментально-раздаточной кладовой определяется из расчета, что один кладовщик обслуживает в единичном и мелкосерийном производстве 35...40 станков, в серийном – 55...65, в крупносерийном – 75...85, в массовом – 95...105) или в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ.

Число контролеров принимают укрупненно в процентном отношении от числа основных станков: в серийном (непоточном) производстве – 5...7 %; в массовом (поточном) производстве – 7...10 %.

По окончании расчета составляют сводную ведомость вспомогательных рабочих (Приложение В, таблица В.2), в которой указывается количество рабочих каждого разряда по всем специальностям и выполняется разбивка по сменам в соответствии с нормами. При этом количество рабочих в первой смене принимается: для единичного и мелкосерийного производства – 65 % от общего количества вспомогательных рабочих, для среднесерийного – 60 %, для крупносерийного и массового – 55 %.

### **Расчет численности инженерно-технических работников**

При укрупненном проектировании численность инженерно-технических работников определяют в зависимости от количества основ-

ного технологического оборудования цеха. Для единичного и мелкосерийного производства норма составляет 18...24 %, среднесерийного – 16...22 %, крупносерийного – 15...21 %, массового – 15...20 %. При этом большие значения норм соответствуют количеству основного технологического оборудования менее 50 единиц.

При детальном расчете численность ИТР уточняется в соответствии с разработанной структурой цеха. При распределении по сменам считается, что в первую смену выводятся 70% общей численности ИТР. Окончательное количество ИТР уточняется после окончательного формирования структуры управления цехом. По окончании расчета составляют сводную ведомость инженерно-технических работников (Приложение В, таблица В.3), в которой указываются должности занимаемые ИТР и их количество.

### **Расчет численности служащих и младшего обслуживающего персонала**

Количество служащих определяют по нормам в зависимости от количества производственных рабочих. Для единичного и мелкосерийного производства оно составляет 1,2...2,2 % от общего количества производственных рабочих, для среднесерийного – 0,9...1,9%, для крупносерийного – 0,6...1,6%, для массового – 0,1...1,4 %. При этом большие значения норм принимаются для тех цехов, в которых количество производственных рабочих составляет менее 75 человек. При распределении по сменам считается, что в первую смену выводятся 70% общей численности служащих.

Численность младшего обслуживающего персонала определяют по нормам уборки площади служебно-бытовых помещений из расчета один человек на 500...600 м<sup>2</sup>. По окончании расчета составляют сводную ведомость служащих и МОП (Приложение В, таблица В.4), в которой указывается количество рабочих каждого разряда по всем специальностям и выполняется разбивка по сменам в соответствии с нормами.

## **3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

- 3.1. Изучить методические указания к практической работе.
- 3.2. Суммарную трудоемкость механической обработки принять по практической работе 1.
- 3.3. Рассчитать численность производственных рабочих-станочников, вспомогательных рабочих, вспомогательных рабочих, контролеров, ИТР, служащих и МОП.
- 3.4. Исходя из типов применяемого в цеху оборудования, назначить специальности и разряды производственных рабочих-станочников, заполнить сводную ведомость штата производственных рабочих.
- 3.5. По составу подразделений цеха (см. таблицу В.6, Приложение В), назначить специальности и разряды вспомогательных рабочих, заполнить сводную ведомость штата вспомогательных рабочих.

3.6. Согласно структуры цеха назначить должности инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала цеха.

3.7. Заполнить сводную ведомость штата проектируемого цеха (таблица В.5, приложение В).

3.8. Сформулировать выводы по работе

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

4.1. Цель работы.

4.2. Исходные данные для расчета штата механического цеха.

4.3. Расчеты количества производственных рабочих-станочников, вспомогательных рабочих, контролеров, ИТР, служащих и МОП.

4.4. Сводная ведомость штата производственных рабочих.

4.5. Сводная ведомость штата вспомогательных рабочих.

4.6. Выводы по работе.

#### **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

5.1. Перечислите факторы, определяющие состав и количество работающих механосборочного производства.

5.2. Приведите состав штатного расписания механосборочного цеха.

5.3. Назовите способы определения числа станочников при укрупненных расчетах.

5.4. Основное условие для использования многостаночного обслуживания.

5.5. Как определяется количество наладчиков для обслуживания станков и гибких производственных модулей в условиях крупносерийного и массового производства?

5.6. Как определяется количество младшего обслуживающего персонала при проектировании цеха?

5.7. Как определяется количество и штаты вспомогательных рабочих при детальном проектировании цеха?

5.8. Как определяется количество служащих при проектировании цеха?

5.9. Как определяется количество и штаты инженерно-технических работников при детальном проектировании механического цеха?

5.10. Как определяется количество и штаты инженерно-технических работников при укрупненном проектировании механического цеха?

5.11. Как определяется количество контролеров, служащих и МОП?

5.12. Как определяется количество контролеров, служащих и МОП?

Как определяется количество и штаты вспомогательных рабочих при укрупненном проектировании цеха?

5.13. Как формируется состав подразделений цеха.

## Практическая работа 4

# РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.

Получить практические навыки расчета площадей занятых производственным оборудованием и площадей вспомогательных отделений механического цеха.

### 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Производственная площадь включает площади, занятые производственным оборудованием и рабочими местами около этого оборудования, верстаками, стендами, а также рабочими местами для выполнения слесарных, сборочных и вспомогательных производственных операций рабочими местами мастеров и контролеров, средствами механизации и автоматизации, межоперационным транспортом, складами заделов, проходами и проездами между рядами станков (за исключением магистральных).

Основным показателем для определения общей площади цеха и каждого из его производственных участков является удельная площадь, то есть площадь, приходящаяся на единицу оборудования или одно рабочее место:

$$S_{yd} = \frac{\text{общая площадь цеха}}{\text{общее число станков (рабочих мест)}}$$

По этому показателю судят об использовании производственной площади цеха. Очень плотное размещение станков создает нерациональные условия для работы (затрудняет движения рабочего, уменьшает безопасность, ухудшает освещенность); в результате снижается производительность труда. Редкое размещение также нежелательно, поскольку приводит к увеличению затрат на один станок.

Удельные показатели площади зависят от вида производства и габаритных размеров принятого технологического оборудования. Значения удельных площадей механических цехов в зависимости от вида обрабатываемых деталей приведены в таблице Б.4, Приложение Б.

В зависимости от габаритов используемого оборудования и транспортных средств, определяющих ширину проездов, удельные площади участков механической обработки могут приниматься:

- для малых станков с габаритами до 1800×800  $S_{yd}=10...12 \text{ м}^2$ ;
- для средних станков с габаритами до 4000×2000  $S_{yd}=15...25 \text{ м}^2$ ;
- для крупных станков с габаритами до 8000×4000  $S_{yd}=30...50 \text{ м}^2$ ;
- для особо крупных станков с габаритами до 16000×6000  $S_{yd}=70...150 \text{ м}^2$ .

Расчеты, проведенные по табличным данным удельных площадей, требуют уточнения. Поэтому при детальном проектировании производственная площадь определяется на основании планировки.

Проектирование вспомогательных отделений производится на основании уже разработанной основной технологической системы. К вспомогательным отделениям относятся:

- заготовительное отделение;
- инструментальное отделение (секция монтажа и настройки; секция по восстановлению инструмента);
- контрольное отделение;
- ремонтное отделение для основного оборудования;
- мастерская для ремонта приспособлений;
- отделение по ремонту электрооборудования;
- отделение приготовления и раздачи СОТС;
- отделение сбора и переработки стружки;
- цеховой склад материалов, полуфабрикатов и заготовок;
- промежуточный и межоперационный склады;
- инструментально-раздаточная кладовая (ИРК);
- склады технологической оснастки, абразивов, горюче-смазочных и вспомогательных материалов.

### **Заготовительное отделение**

Заготовительное отделение служит для резки, отрезки, центровки, правки и обдирки прутковых материалов.

Может быть совмещено со складом материалов и заготовок и является частью его хозяйства или же для крупных предприятий может быть самостоятельным.

В качестве оборудования в заготовительных отделениях используют: отрезные станки, дисковые пилы, приводные ножовки, центровальные и фрезерно-центровальные станки, правильные и обдирочные станки, прессы для правки, гильотинные ножницы и др.

Определение потребного количества оборудования производится либо на основании среднестатистических норм для аналогичных предприятий, либо на основании разработанного технологического процесса на заготовительные операции:

$$C_p = \frac{\sum T_{\text{шт.к-заг}}}{\Phi_{\text{д.ст}}},$$

Площадь заготовительного отделения может также рассчитываться либо укрупненно, по значениям удельной площади (обычно из расчета 25...30 м<sup>2</sup> на станок), либо в процентах от производственной площади цеха: в единичном производстве около 5...6 %; в мелкосерийном – 10...12 %; в среднесерийном – 15...25 %; в массовом до 100 %.

### Заточное отделение.

Отделение предназначено для повторной заточки, доводки и текущего ремонта металлорежущих инструментов, используемых в цехе. Оборудование отделения – универсально-заточные станки;

Количество станков для отделения может быть определено детальным способом или укрупненно. В первом случае количество заточных станков при выполнении определенной операции находится из соотношения

$$C_z = \frac{t_o \cdot N \cdot t_{пер}}{3600 \cdot T_c \cdot m \cdot \Phi_o \cdot K_{з.з}}$$

где  $t_o$  – основное (машинное) время на обработку одной детали на станке, мин.;  $N$  – годовая программа обработки деталей на данном станке, шт.;  $t_{пер}$  – длительность переточки инструмента;  $T_c$  – экономическая стойкость инструмента, мин.;  $\Phi_o$  – действительный годовой фонд времени работы заточного оборудования, час;  $m$  – число смен работы оборудования;  $K_{з.з}$  – коэффициент загрузки заточных станков ( $K_{з.з} = 0,6 \dots 0,7$ ).

При укрупненном расчете потребное количество заточных станков принимают в процентном отношении (%) от числа обслуживаемых станков основного производства (в поточном производстве 3...5 %, в непоточном производстве 3...4 %) или определяют из соотношения

$$C_z = (0,03 \dots 0,04) N_n,$$

где  $N_n$  – количество обслуживаемых одношпиндельных (приведенных) станков цеха (станки, работающие абразивным инструментом, червячными фрезами, долбяками, протяжками, шеверами и т.п. в число обслуживаемых не входят).

При числе станков в механическом цехе 150...300 может быть организовано одно отделение по заточке режущих инструментов, свыше этого числа может быть 2...3 отделения.

Средняя удельная площадь участка заточки, учитывающая всю необходимую производственную и вспомогательную площади, при крупных изделиях составляет 12...14 м<sup>2</sup> на 1 станок, при средних – 10...12 м<sup>2</sup>, при малых – 8..10 м<sup>2</sup>.

### Инструментальное отделение

Служит для обслуживания всего технологического оборудования цеха заранее подготовленными инструментами и выполняет следующие функции: монтаж и демонтаж инструментов, настройку инструмента вне станка; восстановление инструмента (в том числе заточку и замену твердосплавных пластин).

К оборудованию секции относятся приборы для настройки инструмента, стеллажи для его хранения, контрольные плиты, верстаки, тележки. Число приборов для настройки определяется по формуле:

$$C_{II} = \frac{N_{об} \cdot N_{и.см} \cdot t_H \cdot K_a}{\Phi_{см} \cdot K_z},$$

где  $N_{об}$  – число обслуживаемых станков;  $N_{и.см}$  – число инструментов, которые требуется настроить за смену, из расчета на один станок;  $t_H$  – время настройки одного режущего инструмента ( $\approx 5$  минут);  $\Phi_{см}$  – время одной смены, мин;  $K_z$  – коэффициент загрузки станка;  $K_a$  – коэффициент, учитывающий возможность автоматической настройки инструмента непосредственно на станке ( $K_a \approx 0,5$ ).

Площадь секции настройки инструмента определяется по удельной площади из расчета  $10 \text{ м}^2$  на один настроенный прибор.

В участке восстановления режущего инструмента выполняют централизованную повторную заточку и текущий ремонт используемого инструмента. При числе станков менее 150 восстановление режущего инструмента выполняют в инструментальном цехе.

Оборудование участка: специальные станки для заточки червячных фрез, протяжек, долбяков; электроимпульсные станки для обработки закаленных элементов инструментальной оснастки; установки для напыления износостойких покрытий; настольное точило; обдирочно-шлифовальный станок; верстаки; плиты поверочные.

Количество специальных заточных станков определяют в среднем из расчета один станок на 4...20 станков основного производства, использующих данный инструмент. При малой загрузке специального станка заточку выполняют в инструментальном цехе. Станки, работающие с абразивным инструментом, в число обслуживаемых не входят.

Примерное процентное соотношение специальных заточных станков и станков основного производства приведено в таблице Г.1, Приложение Г. Полученное количество станков распределяют по типам в соответствии с отраслевыми нормами (таблица Г.2, Приложение Г).

Средняя удельная площадь участка специальных заточных станков, учитывающая всю необходимую производственную и вспомогательную площади, при крупных изделиях составляет  $12...14 \text{ м}^2$  на 1 станок, при средних –  $10...12 \text{ м}^2$ , при малых –  $8...10 \text{ м}^2$ . Во вспомогательную площадь этого отделения входят: площадь для хранения чертежей перетачиваемого инструмента; площадь для хранения абразивных кругов и приспособлений к станкам заточного отделения.

Инструментальное отделение следует располагать как можно ближе к инструментально-раздаточному складу и должно находиться в крайнем пролете с боковыми окнами. В секции заточки обязательно должно быть предусмотрено ограждение и вытяжная вентиляция.

### **Контрольное отделение**

Контрольное отделение является частью общезаводской системы контроля качества (ОТК) и выполняет следующие функции: контроль качества

материала изделия – производится путем наружного осмотра на предмет выявления внешних дефектов: трещин, раковин, вмятин, царапин. Для обнаружения дефектов пользуются лупой или микроскопом; контроль правильности размеров, полученных при обработке; контроль качества поверхности (с помощью эталонов чистоты).

Площадь контрольных пунктов и контрольного отделения можно определить по планировкам всех рабочих мест работников контроля, оборудования и инвентаря, учитывая, что площадь стандартного контрольного пункта составляет 6 м<sup>2</sup>.

Укрупненно площадь контрольного отделения определяют по формуле

$$S_{к.о.} = R_k \cdot S_{уд} \cdot K_p ,$$

где  $R_k$  – количество контролеров;  $S_{уд} = 5...6$  м<sup>2</sup> на одного работника контрольного отделения;  $K_p = 1,5...1,75$  – коэффициент, учитывающий расположение оборудования инвентаря и проходов.

В общем случае площадь контрольного отделения принимают равной 3...5 % от площади станочного отделения.

Контрольное отделение располагается в механическом цехе по пути в сборочный цех, перед промежуточным складом, и отделяется перегородками.

### **Ремонтное отделение**

Предназначается для поведения межремонтного обслуживания производственного оборудования, а также для проведения ремонтных работ (мелкий и средний ремонт).

Количество станков в ремонтном отделении укрупненно может быть определено в зависимости от количества оборудования механического цеха, обслуживаемого ремонтным отделением и принимается по таблице Г.3, Приложение Г.

Если количество станков ремонтного отделения определяется в процентах от количества обслуживаемого оборудования, то используют следующие процентные нормы: для крупносерийного и массового производства 2,6...4,3%, для серийного 1,9...3,3%, для единичного и мелкосерийного 2...2,8%.

При детальном проектировании количество станков определяют по трудоемкости ремонта единицы оборудования (в этом случае должна быть известна вся номенклатура обслуживаемого оборудования):

$$C_{рем} = \frac{T_{\Sigma c}}{\Phi_{д.об} \cdot K_3 \cdot m} ,$$

где  $\Phi_{д.об}$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования;  $K_3 = 0,75...0,8$  – коэффициент загрузки;  $m$  – число смен;  $T_{\Sigma c}$  – суммарная

станкоемкость станочных работ, потребных для ремонта всего количества оборудования, равная

$$T_{\Sigma c} = \sum (h_{ст.ч} \cdot E_p \cdot K_{ц} \cdot N),$$

где  $h_{ст.ч}$  – станкоемкость станочных работ единицы ремонтной сложности, ч;  $N$  – количество обслуживаемого оборудования каждого вида;  $E_p$  – число единиц ремонтной сложности для каждого вида оборудования;  $K_{ц}$  – коэффициент цикличности, равный отношению количества ремонтов данного вида  $n_{ц}$ , выполняемых за один ремонтный цикл, к продолжительности ремонтного цикла  $T_{ц}$ .

Помимо основного оборудования (станков), в ремонтном отделении предусматривается дополнительное оборудование: настольные сверлильные станки, гидравлические и ручные прессы, наждаки, сварочные трансформаторы, моечная ванна. Количество этого оборудования составляет 20...45% от основного.

Общая площадь ремонтного отделения определяется по показателю общей удельной площади на единицу основного оборудования этого отделения из расчета 25...30 м<sup>2</sup> на единицу оборудования (таблица Г.4, Приложение Г) и 20...35 м<sup>2</sup> на одно рабочее место сборщика.

Площадь слесарного отделения принимается в размере 65...70% от станочной площади.

Отделение по ремонту электрооборудования предназначено для периодического осмотра и ремонта электродвигателей, вентиляционных систем, устройств электроавтоматики и электроники. Его площадь составляет 35...40% площади цехового ремонтного отделения.

### **Отделение приготовления и раздачи СОТС**

Установка для приготовления и подачи СОТС к станкам располагается в здании механического цеха, в котором отводится для этого специальное помещение. В этом помещении для приготовления эмульсии и содового раствора ставятся смесители, к которым подводятся вода, пар и сжатый воздух. Паром производится подогрев воды, сжатым воздухом – перемешивание раствора в смесителях.

Укрупненно площадь отделения приготовления и раздачи СОТС определяется в зависимости от количества металлорежущих станков (за исключением шлифовальных). Нормы площади приведены в таблице Г.5, Приложение Г. Количество рабочих в отделении обычно составляет 2...4 человека.

Здесь же находится склад масел, площадь которого определяется из расчета 0,1...0,12 м<sup>2</sup> на один обслуживаемый станок. Площадь помещения для работы смазчиков составляет 10...20 м<sup>2</sup>. В этом помещении располагаются верстаки и шкафы для хранения масленок.

Эмульсионная станция и склад масел являются пожароопасными, поэтому они должны располагаться в помещениях у наружной стены **с отдельным выходом наружу**.

### **Отделение удаления и переработки стружки**

Организация сбора и транспортировки стружки зависит от годового количества стружки, образуемого на  $1 \text{ м}^2$  площади цеха:

➤ при количестве стружки до 0,3 т в год на  $1 \text{ м}^2$  стружку собирают в специальные емкости, установленные на механических участках вблизи проездов, и доставляют к месту сбора и переработки посредством напольного транспорта. Этот способ применяют также в том случае, когда на участке обрабатывают заготовки из разнородных материалов.

➤ при количестве стружки 0,3...0,65 т в год на  $1 \text{ м}^2$  используют линейные конвейеры, расположенные вдоль станочных линий. В конце конвейера устанавливается специальная тара, которая после заполнения доставляется к месту сбора и переработки.

➤ при количестве стружки более 0,65...1,2 т в год на  $1 \text{ м}^2$  при общем количестве не менее 3000 т в год используют систему конвейеров, которые транспортируют стружку непосредственно на накопительную площадку, расположенную вне цеха.

При количестве стружки более 1,2 т в год на  $1 \text{ м}^2$  при общем количестве более 5000 т в год создают комплексную систему конвейеров, осуществляющую подачу стружки непосредственно в отделение переработки.

Транспортирование стружки от станков к сборным коробам или бункерам производится при помощи электротележек и погрузчиков, электротельферов на монорельсе, мостовых кранов, кран-балок, транспортеров. Сборные короба транспортируются в отделение для переработки стружки теми же транспортными средствами.

Наиболее эффективным способом переработки стружки является ее брикетирование на специальных прессах. Брикетирование стружки в цеховом отделении производится при интенсивности образования: стальной стружки 2,7 т/час; чугуновой – 1,5 т/час; алюминиевой – 0,5 т/час. При меньшей интенсивности организовывать цеховое отделение переработки стружки нецелесообразно, и переработка стружки осуществляется в централизованном отделении, обслуживающем несколько цехов завода. Алюминиевая стружка подвергается магнитной сепарации для удаления стружки черных металлов. Сливную стружку предварительно измельчают. Номенклатура оборудования на участке подбирается индивидуально исходя из требуемой производительности, марок обрабатываемых материалов, вида и формы стружки.

Площадь отделения для сбора и переработки стружки определяется в зависимости от количества обслуживаемых станков цеха, исключая шли-

фовальные и номенклатуры оборудования на участке . Нормы площади приведены в таблице Г.6, Приложение Г.

### **Цеховой склад материалов и заготовок**

Предназначается для хранения запасов пруткового и другого материала и штучных заготовок и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением. Такие склады организуются только при механических цехах единичного, мелкосерийного и серийного производства. В цехах поточно-массового производства склады материалов и заготовок входят в состав заготовительного цеха, а в механических цехах предусматриваются складские площадки шириной 2...3 м в начале каждой поточной линии и площадки для временного хранения готовых деталей – в конце линии.

Запас материалов и заготовок должен содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков. Нормы запаса приведены в таблице Г.7, Приложение Г.

Для достижения прямого и кратчайшего пути движения материалов и заготовок склад располагают в начале цеха.

Для размещения металлопроката используют стеллажи различного типа: клеточные, стоечные, консольные, крючковые, пирамидальные и др. Для размещения штучных заготовок и разрезанного проката используют клеточные стеллажи и унифицированную тару: ящичные, стоечные и плоские поддоны; кассеты. Крупные и тяжелые поковки и отливки, а также сварные конструкции хранят в штабелях; мелкие и средние заготовки в ящичной таре штабелями в несколько ярусов.

Стеллажи стремятся расположить таким образом, чтобы обеспечить наибольшую естественную освещенность. Между стеллажами предусматривают проходы и проезды, ширина которых зависит от вида используемого транспорта: 0,7...1 м при обслуживании ручными тележками; 1,5...2 м при обслуживании электрокарами; 4 м при использовании автотранспорта.

При определении общей площади склада расчет выполняется по средним значениям:

$$S_{ск.} = \frac{m_{\Sigma} \cdot t_{cp}}{\Phi_p \cdot q_{cp} \cdot K_u},$$

где  $m_{\Sigma}$  – общий черновой вес материалов, заготовок и полуфабрикатов, подлежащих механической обработке в течение года, т;  $t_{cp}$  – средний нормативный запас хранения, календарные сутки;  $\Phi_p$  – число рабочих дней в году;  $q_{cp}$  – средняя грузонапряженность площади склада, т/м<sup>2</sup>;  $K_u$  – коэффициент использования площади склада, представляющий собой отношение полезной площади склада к его общей площади, включая проходы, проезды, площадки приема и выдачи грузов; в среднем  $K_u=0,4...0,5$ ; при обслуживании стеллажными и мостовыми кранами-штабелерами

$K_u=0,35\ldots 0,4$ ; при обслуживании напольным конвейером  $K_u=0,25\ldots 0,3$ . Нормы грузонапряженности приведены в таблице Г.8, Приложение Г.

При детальном проектировании на основе анализа номенклатуры заготовок, полуфабрикатов и деталей определяют основные параметры склада: число ячеек, стеллажей, кранов-штабелеров, площадок приема, комплектации и выдачи грузов, – после чего путем планировки оборудования уточняют потребную площадь и определяют число работающих.

### **Промежуточный и межоперационный склады**

Для создания заделов заготовок между операциями технологического процесса в поточном производстве используются специально отведенные площадки между станками. В непоточном производстве вместо таких площадок организуются межоперационные склады для хранения полуфабрикатов.

Срок нахождения деталей на складе зависит от типа производства: в единичном и мелкосерийном производстве – 6 дней; в среднесерийном производстве – 4 дня; в крупносерийном и массовом производстве – 2 дня.

Площадь межоперационного склада определяется по формуле:

$$S_{\text{мо.}} = \frac{m_{\Sigma\text{ч}} \cdot K_o \cdot t_{\text{ср}} \cdot i}{\Phi_p \cdot q_{\text{ср}} \cdot K_u},$$

где  $m_{\Sigma\text{ч}}$  – чистый вес готовых деталей, т;  $K_o$  – коэффициент, учитывающий вес отходов за прошедшие операции обработки (так как средний вес полуфабрикатов примерно на 7...8% больше чистого веса, то  $K_o=1,07\ldots 1,08$ );  $t_{\text{ср}}$  – количество дней хранения грузов на складе за один заход;  $i$  – среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад (в серийном производстве  $i=5\ldots 6$  операций)  $\Phi_p$  – количество рабочих дней в году;  $q_{\text{ср}}$  – средняя грузонапряженность площади пола, т/м<sup>2</sup>;  $K_u$  – коэффициент использования площади склада ( $K_u \approx 0,4$ ).

После проверки в контрольном отделении цеха детали поступают на промежуточный склад, предназначенный для хранения готовых деталей и узлов и снабжения ими сборочного цеха.

Запас готовых сборочных узлов при поточной сборке составляет 1...2 дня, при стендовой сборке – 0,5...1 день. Нормы запаса готовых деталей приведены в таблице Г.9, Приложение Г.

Нормы запаса комплектующих изделий: для серийного производства 4 дня; для крупносерийного – 2...2,5 дня; для массового – 1...1,5 дня.

Промежуточный склад располагается в конце пролетов механического цеха за контрольным отделением, по пути движения деталей из механического цеха в сборочный. Площадь промежуточных складов определяется по тем же формулам, что и для цехового склада материалов и заготовок. Нормы грузонапряженности площади пола промежуточных складов приведены в таблице Г.10, Приложение Г.

### **Склад технологической и инструментальной оснастки**

Склад служит для обеспечения рабочих мест станочников и слесарей технологической и инструментальной оснасткой. Он находится в ведении инструментальной службы предприятия.

Площадь склада определяется по числу обслуживаемых рабочих мест. Нормы удельных площадей из расчета на один производственный металлорежущий станок обслуживаемого цеха приведены в таблице Г.11, Приложение Г.

Склад обычно располагается в центральной части цеха; в условиях поточного производства его размещают в стороне от поточных линий (в конце цеха). Наиболее удобной формой склада технологической и инструментальной оснастки является вытянутый прямоугольник, поперек которого располагаются стеллажи с технологической оснасткой и стойки (шкафы) с инструментальной оснасткой.

### **Инструментально-раздаточная кладовая**

Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) служит для обеспечения рабочих мест станочников и слесарей инструментом. Она находится в ведении инструментальной службы предприятия.

Организация ИРК зависит от количества обслуживаемых станков. В цехах крупносерийного и массового производства с количеством станков менее 200 (а в цехах единичного, мелко- и среднесерийного производства – менее 50) устраивается общий инструментально-раздаточный склад для всех видов инструмента и приспособлений. Для крупных цехов устраивают отдельные специализированные склады режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, приспособлений и абразивов.

Площадь ИРК определяется по числу обслуживаемых рабочих мест. Нормы удельных площадей из расчета на одно рабочее место обслуживаемого цеха приведены в таблице Г.12, Приложение Г.

ИРК обычно располагается рядом с заточным отделением в центральной части цеха; в условиях поточного производства его размещают в стороне от поточных линий (в конце цеха). Наиболее удобной формой ИРК является вытянутый прямоугольник, поперек которого располагаются стеллажи с инструментом, а по длинной стороне – окна раздачи.

## **3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

3.1. Изучить методические указания к практической работе.

3.2. На основании отчетов по практическим работам 1, 2 и 3 определить состав вспомогательных отделений механического цеха и подготовить исходные данные для расчета их площади.

3.3. Подготовить исходные данные для расчета площади вспомогательных отделений механического цеха.

3.4. Используя данные таблиц Г.1...Г.12, Приложение Г, рассчитать площади вспомогательных отделений механического цеха.

3.5. Определить номенклатуру оборудования вспомогательных отделений, заполнить заявочную ведомость дополнительного оборудования цеха (пример заполнения см. таблица Г.13, Приложение Г).

3.6. Сформулировать выводы по работе.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

4.1. Цель работы.

4.2. Выбранный состав вспомогательных отделений механического цеха.

4.3. Исходные данные для расчета площади вспомогательных отделений.

4.4. Расчеты площадей вспомогательных отделений механического цеха.

4.5. Заявочная ведомость дополнительного оборудования цеха.

4.6. Выводы по работе.

#### **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

5.1. Какие отделения механического цеха относятся к вспомогательным?

5.2. Какое оборудование используется в инструментальном отделении? Как определяется его площадь?

5.3. Как определяется площадь заготовительного отделения.

5.4. Где располагается контрольное отделение в механическом цехе? Как определяется его площадь?

5.5. Как определяется количество станков ремонтного отделения?

5.6. Назначение цехового склада материалов и заготовок. Как определяется его площадь? Способы хранения заготовок на складе.

5.7. Как определяется площадь инструментально-раздаточной кладовой? От чего зависит организация работы ИРК?

5.8. В чьем ведении находится склад приспособлений? Как определяется его площадь?

5.9. Назначение промежуточного и межоперационного складов. Как рассчитываются их площади?

5.10. Какие факторы определяют методы удаления и переработки стружки в механическом цехе.

5.11. Как рассчитывается площадь отделения приготовления и раздачи СОТС?

5.12. Что входит в состав дополнительного оборудования ремонтного отделения?

5.13. Что используют в качестве оборудования в заготовительных отделениях механических цехов?

5.14. Способы хранения заготовок на складе материалов и заготовок.

5.15. Как определяется площадь отделения переработки стружки в механическом цехе.

5.16. Способы хранения заготовок в межоперационном складе.

## Практическая работа 5

# РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕХА

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки расчета площадей занятых помещениями для административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений механического (механосборочного) цеха.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Состав и численность инженерно-технических работников и служащих определяются по нормам и типовым структурам аппарата управления механического (механосборочного) цеха. Аппарат управления как правило, работает в одну смену. Проектом планировки их местоположение должно определяться с учетом благоприятных условий для работы персонала и удобной связи структур управления с производственными цехами.

### Административные (служебные) помещения цеха

В состав административных (служебных) помещений цеха входят помещения для административно-конторского персонала и инженерно-технических служб.

К административно-конторским помещениям относятся кабинеты начальника и заместителей начальника цеха с помещениями для их секретарей, помещения для планово-диспетчерского бюро (ПДБ), бюро труда и зарплаты, бухгалтерии, табельной и других структурных подразделений цеха. В состав инженерно-технических служб входят помещения технологического бюро или отдела цеха, конструкторского бюро, цеховых лабораторий, машиносчетных станций, кабинетов по технике безопасности, технической документации (архива) и другие помещения.

Площадь административно-конторских помещений определяют по СНиП 2.09.04-87. По установленным нормам площади служебных помещений следует принимать из расчета:

- рабочих комнат административно-конторского персонала –  $4 \text{ м}^2$ , на одного работающего в этом помещении в наибольшую смену (нормы не распространяются на кабинеты начальников цеха и их заместителей);
- рабочих комнат конструкторских и технологических бюро –  $6 \text{ м}^2$  на одно рабочее место;
- рабочих комнат мастеров участков –  $4 \text{ м}^2$ , на одного мастера участка;
- кабинет для учебных занятий –  $1,75 \text{ м}^2$  на одно ученическое место (включается в состав административно-конторских помещений при необходимости);
- кабинет по технике безопасности – от  $25 \text{ м}^2$  (при 100 работающих по списочному составу) до  $200 \text{ м}^2$  (при количестве работающих 2000 человек и более);
- архив технической документации –  $0,2 \text{ м}^2$  на один станок, сборочную машину и т.п.

Площади отдельных рабочих помещений и кабинетов должны быть не менее 9 м<sup>2</sup>.

Площадь кабинетов руководителей должна составлять не более 15 % общей площади рабочих помещений. При кабинетах начальника цеха и его заместителей следует предусматривать приемные. Допускается устраивать общую приемную на два кабинета. Площадь приемных должна быть не менее 9 м<sup>2</sup>.

### **Санитарно-бытовые помещения цеха**

Состав санитарно-бытовых помещений механосборочных и вспомогательных цехов промышленных предприятий определяется, исходя из типа и мощности предприятия, списочного состава работающих, процентного соотношения мужчин и женщин и регламентируется строительными нормами и правилами СНиП 2.09.04-87 в зависимости от санитарной характеристики технологических процессов. По санитарной характеристике технологические процессы разделяют на следующие группы и подгруппы (1а, 1б, 1в, 2а, 2б, 2в):

– 1 группа включает технологические процессы, сопровождаемые загрязнением тела (рук) и спецодежды работающих веществами 3 и 4 классов опасности (малоопасные): 1а – сопровождаемые загрязнением только рук (точное приборостроение); 1б – сопровождаемое загрязнением тела и спецодежды, которые удаляются без применения специальных моющих средств (сборка, холодная обработка металлов (кроме чугунных заготовок) без применения СОТС); 1в – сопровождаемые загрязнением тела и спецодежды особозагрязняющими веществами, которые могут быть удалены только с применением специальных моющих средств (холодная обработка металлов с применением СОТС и чугуна без применения СОТС).

– 2 группа включает технологические процессы, протекающие при избытке явного тепла или при неблагоприятных метеорологических условиях; 2а – при избытке явного конвекционного тепла (термические отделения); 2б – при избытке явного лучистого тепла (термические отделения); 2в – связанные с воздействием влаги, вызывающие намокание спецодежды и обуви (мочные отделения).

#### **В состав санитарно-бытовых помещений входят:**

➤ гардеробные и умывальные – для всех групп (для групп 1б, 1в и 2 гардеробные домашней и спецодежды должны предусматривать двойные шкафы на каждого работающего);

➤ душевые для всех групп за исключением 1а; помещения для сушки рабочей одежды – 2в;

➤ комната личной гигиены женщин (при численности среди работающих свыше 50 женщин); санузлы,

➤ курительные, устройства питьевого водоснабжения (располагаются на расстоянии от рабочих мест не более 75 м);

- медицинские пункты (при численности работающих от 50...300 человек, свыше 300 – фельдшерский здравпункт);
- помещения ручных ванн (при производственных процессах, связанных с вибрацией, передающейся на руки);
- помещения ножных ванн (установки гидромассажа ног, предусматриваются при производственных процессах, связанных с работой стоя, или связанных с вибрацией, передающейся на ноги),
- помещения общественного питания: при числе работающих в смену более 200 человек – столовую, при числе работающих в смену менее 30 человек – комнату приема пищи (не менее 12 м<sup>2</sup>)).

Нормы расчета площадей санитарно-бытовых помещений приведены в таблице 1.

### **3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

- 3.1. Изучить методические указания к практической работе.
- 3.2. Используя результаты расчетов по практической работе 3, подготовить исходные данные для расчета площадей административно-бытовых помещений.
- 3.3. Составить перечень административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха.
- 3.4. Выполнить расчет площадей административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха и сформировать ограничения на их размещение.

### **4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

- 4.1. Цель работы.
- 4.2. Исходные данные для расчета площадей административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха.
- 4.3. Перечень административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха.
- 4.4. Расчеты площадей административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха и требования по их размещению.
- 4.5. Выводы по работе.

### **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 5.1. Состав санитарно-бытовых помещений цеха.
- 5.2. Состав административно-конторских помещений цеха.
- 5.3. Документы, являющиеся основанием для определения санитарного режима, состава и оборудования бытовых помещений.
- 5.4. Разделение технологических процессов по санитарной характеристике.
- 5.5. Правила размещения санитарно-бытовых помещений цеха относительно производственных.
- 5.6. Общие правила проектирования бытовых помещений.
- 5.7. Порядок расчета площадей санитарно-бытовых помещений цеха.

### Рекомендуемая литература

1. Смирнов, А.М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов учебное пособие / А.М. Смирнов, Е.Н. Сосенушкин.- Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 228 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93717>.
2. Проектирование автоматизированных участков и цехов/ В.П.Вороненко, В.А.Егоров, М.Г.Косое и др. Под ред Ю.М.Соломенцева. М.: Высшая школа, 2000 - 272с. Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/67632/>
3. Горохов, В.А. Проектирование механосборочных участков и цехов: учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе. Минск : Новое знание, 2014. — 540 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/49454>.
4. Киселев Е.С. Выполнение технологических планировок механосборочных и вспомогательных цехов на ПЭВМ/Е.С.Киселев , В.В Богданов Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2001.- 96 с Режим доступа: <https://lib-bkm.ru/load/11-1-0-270>
5. Киселев Е.С. Проектирование механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий: Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 1999. 118 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/159/26159/files/609.pdf>
6. Хватов, Б.Н. Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование : учеб. пособие / Б.Н. Хватов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 112 с. Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2008/hvatov-a.pdf>
7. Хватов, Б.Н. Проектирование машиностроительного производства. Технологические решения : учебное пособие / Б.Н. Хватов, А.А. Родина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 144 с.Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2013/hvatov-a.pdf>
8. Горшков, Э.В. Проектирование цехов (участков) машиностроительных производств. Учебное пособие по выполнению курсовой работы и специальной части ВКРБ / Э.В. Горшков, Д. И. Симисинов Екатеринбург: Изд-во. УГГУ, 2016. 24 с. Режим доступа: [http://www.ursmu.ru/upload/doc/2016/02/15/Metod\\_PUMP\\_15.03.01\\_MASH\\_20.03.2015.pdf](http://www.ursmu.ru/upload/doc/2016/02/15/Metod_PUMP_15.03.01_MASH_20.03.2015.pdf)
9. Выжигин А.Ю. Гибкие производственные системы/ А.Ю. Выжигин М.: Машиностроение, 2009. - 288 с. Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1619905/>
10. ОНТП 14-93 Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки (доработка онтп-14-93) механообрабатывающие сборочные цехи Режим доступа: [http://www.infosait.ru/norma\\_doc/46/46493/](http://www.infosait.ru/norma_doc/46/46493/)
11. СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания (с Изменениями N 1, 2, 3) <http://docs.cntd.ru/document/5200093>

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1. Варианты индивидуальных заданий для выполнения практической работы

| Вариант | Программа выпуска, тыс. |              |              |              |              |              |              |              |                   |                 | Изделие – представитель          |                 |                   |                 |                   |                 |                   |                 |      |  | Изде-<br>лие 2 | Изде-<br>лие 3 | Изде-<br>лие 4 | Изде-<br>лие 5 | Изде-<br>лие 6 |
|---------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|         |                         |              |              |              |              |              |              |              |                   |                 | Т <sub>шт</sub> на операцию, мин |                 |                   |                 |                   |                 |                   |                 |      |  |                |                |                |                |                |
|         | Операция 005            | Операция 010 | Операция 015 | Операция 020 | Операция 025 | Операция 030 | Операция 035 | Операция 040 | Программа выпуска | К <sub>пр</sub> | Программа выпуска                | К <sub>пр</sub> | Программа выпуска | К <sub>пр</sub> | Программа выпуска | К <sub>пр</sub> | Программа выпуска | К <sub>пр</sub> |      |  |                |                |                |                |                |
| 1       | 2                       | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10                | 11              | 12                               | 13              | 14                | 15              | 16                | 17              | 18                | 19              | 20   |  |                |                |                |                |                |
| 1       | 87000                   | 3,16         | 0,98         | 1,45         | 2,12         | 1,78         | 3,45         | 2,49         | 4,15              | 94000           | 1,97                             | 47000           | 3,14              | 58000           | 2,56              | 62000           | 3,45              | 47000           | 4,87 |  |                |                |                |                |                |
| 2       | 52000                   | 4,56         | 2,47         | 2,98         | 3,01         | 2,45         | 7,23         | 8,79         | 6,74              | 82000           | 2,13                             | 61000           | 2,97              | 61000           | 2,84              | 57000           | 3,12              | 51000           | 3,85 |  |                |                |                |                |                |
| 3       | 47000                   | 3,28         | 2,47         | 2,98         | 3,01         | 2,45         | 6,41         | 7,56         | 5,71              | 78000           | 2,13                             | 61000           | 3,12              | 45000           | 2,78              | 45000           | 4,02              | 43000           | 2,1  |  |                |                |                |                |                |
| 4       | 47000                   | 2,89         | 2,47         | 2,98         | 3,01         | 2,45         | 5,23         | 4,51         | 4,56              | 42000           | 1,8                              | 61000           | 1,2               | 41000           | 2,56              | 48000           | 2,41              | 38000           | 2,75 |  |                |                |                |                |                |
| 5       | 39000                   | 3,09         | 2,24         | 3,41         | 2,94         | 2,86         | 4,58         | 5,1          | 4,56              | 44000           | 2,13                             | 58000           | 1,9               | 35000           | 3,41              | 48000           | 2,41              | 28000           | 3,41 |  |                |                |                |                |                |
| 6       | 45500                   | 2,56         | 2,89         | 2,97         | 3,56         | 2,99         | 3,41         | 5,23         | 5,12              | 39000           | 3,4                              | 23000           | 2,9               | 31500           | 3,41              | 42300           | 2,68              | 34650           | 3,54 |  |                |                |                |                |                |
| 7       | 64200                   | 3,56         | 3,98         | 4,05         | 2,98         | 3,67         | 3,95         | 4,87         | 3,65              | 47300           | 1,9                              | 48560           | 3,2               | 35600           | 2,41              | 38900           | 2,5               | 36500           | 3,26 |  |                |                |                |                |                |
| 8       | 71200                   | 1,56         | 2,65         | 4,15         | 2,15         | 2,65         | 3,09         | 3,78         | 2,64              | 51200           | 2,5                              | 35050           | 2,8               | 36000           | 2,3               | 24800           | 3,8               | 32100           | 3,14 |  |                |                |                |                |                |
| 9       | 57200                   | 4,65         | 5,87         | 5,23         | 4,61         | 6,23         | 5,46         | 8,56         | 7,54              | 55100           | 1,8                              | 32200           | 2,05              | 38450           | 1,97              | 28700           | 1,75              | 32100           | 1,86 |  |                |                |                |                |                |
| 10      | 74560                   | 4,68         | 5,56         | 5,47         | 4,56         | 6,12         | 6,08         | 7,84         | 6,97              | 62300           | 1,25                             | 47600           | 0,97              | 38450           | 1,97              | 39200           | 1,53              | 42800           | 1,41 |  |                |                |                |                |                |
| 11      | 58200                   | 6,35         | 5,78         | 8,44         | 7,23         | 7,61         | 5,97         | 6,84         | 6,97              | 65200           | 0,85                             | 52350           | 0,91              | 44650           | 1,21              | 36700           | 1,32              | 39000           | 0,87 |  |                |                |                |                |                |
| 12      | 47800                   | 4,36         | 4,58         | 4,61         | 4,87         | 4,25         | 4,68         | 4,05         | 4,13              | 56400           | 1,58                             | 47550           | 2,3               | 58600           | 0,88              | 27780           | 1,1               | 34150           | 0,87 |  |                |                |                |                |                |
| 13      | 18000                   | 8,98         | 5,16         | 2,39         | 8,77         | 11,23        | 9,54         | 4,81         | 3,96              | 23300           | 1,58                             | 18800           | 2,3               | 17900           | 3,14              | 17750           | 1,56              | 14600           | 1,47 |  |                |                |                |                |                |

| 30    | 29    | 28    | 27    | 26    | 25    | 24    | 23    | 22    | 21    | 20    | 19    | 18    | 17    | 16    | 15    | 14    | 1  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 50000 | 74200 | 47800 | 74560 | 45500 | 75000 | 50000 | 27500 | 25000 | 18600 | 47500 | 74200 | 87500 | 50000 | 36000 | 21500 | 21500 | 2  |
| 2,89  | 4,36  | 2,56  | 4,68  | 3,56  | 3,89  | 4,23  | 4,87  | 3,45  | 7,41  | 3,56  | 3,56  | 3,56  | 2,89  | 3,56  | 4,57  | 5,47  | 3  |
| 2,89  | 5,56  | 4,58  | 3,25  | 2,98  | 3,25  | 4,51  | 4,56  | 4,56  | 8,12  | 4,52  | 3,25  | 3,25  | 2,98  | 3,24  | 2,15  | 3,29  | 4  |
| 2,97  | 5,47  | 4,61  | 3,98  | 2,87  | 3,74  | 4,56  | 5,41  | 5,41  | 6,14  | 5,45  | 3,98  | 3,98  | 2,87  | 3,65  | 2,39  | 6,41  | 5  |
| 3,56  | 4,56  | 4,87  | 3,45  | 2,96  | 3,69  | 4,57  | 4,23  | 4,23  | 5,64  | 4,31  | 3,45  | 3,45  | 2,96  | 3,68  | 3,45  | 6,45  | 6  |
| 2,99  | 6,12  | 4,25  | 3,78  | 2,65  | 3,68  | 4,51  | 4,69  | 3,87  | 6,17  | 6,17  | 3,78  | 3,78  | 2,65  | 3,34  | 3,69  | 2,58  | 7  |
| 3,41  | 6,08  | 4,68  | 3,21  | 2,67  | 3,9   | 4,75  | 5,45  | 3,21  | 3,21  | 3,21  | 3,21  | 3,21  | 2,67  | 3,61  | 2,88  | 3,51  | 8  |
| 5,23  | 7,84  | 4,05  | 3,45  | 2,81  | 4,05  | 4,78  | 5,45  | 5,45  | 5,45  | 4,14  | 3,45  | 3,45  | 2,81  | 3,87  | 2,87  | 3,69  | 9  |
| 5,12  | 6,97  | 4,13  | 3,58  | 2,84  | 4,06  | 4,24  | 5,12  | 4,78  | 4,78  | 4,78  | 3,58  | 3,58  | 2,84  | 3,14  | 3,14  | 3,96  | 10 |
| 56000 | 62300 | 88500 | 39000 | 56400 | 80000 | 55600 | 28600 | 18600 | 18600 | 38900 | 88500 | 90000 | 56000 | 54200 | 41200 | 23300 | 11 |
| 3,4   | 1,25  | 1,58  | 1,31  | 1,8   | 0,89  | 1,45  | 2     | 1,95  | 1,47  | 2,14  | 1,31  | 1,6   | 1,8   | 2,2   | 2,45  | 2,38  | 12 |
| 71300 | 49500 | 47550 | 23000 | 47600 | 78450 | 58300 | 30000 | 36800 | 19000 | 71300 | 71300 | 78500 | 49500 | 47800 | 42300 | 19800 | 13 |
| 2,9   | 0,97  | 2,3   | 0,9   | 1,9   | 1,98  | 1,98  | 1,98  | 1,98  | 2,8   | 0,8   | 0,9   | 1,54  | 1,9   | 2,6   | 2,87  | 2,88  | 14 |
| 42300 | 39200 | 27780 | 86500 | 58200 | 98600 | 54000 | 41200 | 39000 | 21300 | 42300 | 95210 | 77800 | 52000 | 45000 | 45000 | 32450 | 15 |
| 3,41  | 1,97  | 0,88  | 1,12  | 2,2   | 1,56  | 2,14  | 2,05  | 2,5   | 2,45  | 1,89  | 1,12  | 1,42  | 2,2   | 2,76  | 2,76  | 2,9   | 16 |
| 31500 | 38450 | 58600 | 95210 | 52000 | 94500 | 58800 | 33500 | 32000 | 14800 | 34600 | 86500 | 69000 | 58200 | 42310 | 38800 | 27700 | 17 |
| 2,68  | 1,53  | 1,1   | 1,41  | 2,3   | 1,48  | 2,54  | 2,7   | 2,9   | 3,12  | 2,54  | 1,41  | 1,65  | 2,3   | 3,1   | 3,23  | 2,98  | 18 |
| 68500 | 34650 | 42800 | 34150 | 81500 | 87600 | 56450 | 34700 | 28900 | 18000 | 57200 | 81500 | 74500 | 68500 | 41800 | 38750 | 31600 | 19 |
| 3,54  | 1,41  | 0,87  | 1,53  | 2,2   | 1,86  | 3,1   | 2,8   | 2,84  | 3,14  | 3,14  | 1,53  | 1,63  | 2,2   | 2,2   | 2,31  | 1,78  | 20 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1. Значения коэффициентов загрузки оборудования

| Группа оборудования     |                  | $K_u$ | $K_z$      |      |
|-------------------------|------------------|-------|------------|------|
| Универсальные станки    |                  | 0,90  | 0,95...1,0 | 0,80 |
| Станки с ЧПУ            |                  | 0,85  | 0,95       | 0,90 |
| Автоматы и полуавтоматы | одношпиндельные  | 0,85  | 0,95...1,0 | 0,85 |
|                         | многошпиндельные | 0,80  | 0,90       | 0,90 |
| Агрегатные станки       |                  | 0,80  | 0,90       | 0,90 |
| Автоматические линии    |                  | 0,75  | 0,95...1,0 | 0,90 |

Таблица Б.2. Распределение трудоемкости по группам технологического оборудования в % от общей трудоемкости

| № варианта | Тип оборудования  |                |                  |             |                 |           |                 |           |              |           |                    |             |            |
|------------|-------------------|----------------|------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|--------------|-----------|--------------------|-------------|------------|
|            | Токарные универс. | Токарные с ЧПУ | Токарно-револьв. | Сверлильные | Сверлильные ЧПУ | Фрезерные | Фрезерные с ЧПУ | Расточные | Шлифовальные | Протяжные | Зубообрабатывающие | Специальные | Агрегатные |
| 1          | 14                | 6              | 10               | 12          | 7               | 14        |                 |           | 10           |           | 19                 | 8           |            |
| 2          | 11                |                | 14               | 8           | 9               | 11        | 5               | 2         | 14           |           | 17                 | 9           | 9          |
| 3          | 21                | 8              | 10               | 10          | 5               | 9         | 8               | 5         | 11           | 4         |                    |             |            |
| 4          | 9                 | 9              | 17               | 7           | 6               | 12        | 7               |           | 8            | 8         | 10                 |             | 7          |
| 5          | 18                |                | 8                | 9           | 11              | 7         | 7               | 12        | 5            |           | 12                 | 11          |            |
| 6          | 10                |                | 19               |             | 14              | 6         | 10              | 12        |              |           | 12                 | 7           | 1          |
| 7          | 14                |                | 11               | 14          | 11              |           | 14              | 8         |              |           | 8                  | 9           | 11         |
| 8          | 11                | 4              |                  | 10          | 17              | 8         | 10              | 10        |              | 6         | 10                 | 5           | 9          |
| 9          | 8                 | 8              | 10               |             | 9               | 9         | 15              | 7         | 9            |           | 7                  | 6           | 12         |
| 10         | 5                 | 11             | 12               |             | 18              |           | 8               | 9         | 12           |           | 9                  | 9           | 7          |
| 11         | 11                | 7              | 7                | 10          | 9               | 14        |                 |           |              | 14        | 6                  | 10          | 12         |
| 12         | 14                | 6              | 10               | 6           | 12              | 12        | 2               | 14        |              | 8         |                    | 8           | 8          |
| 13         | 11                |                | 14               | 11          | 4               |           | 5               | 11        | 4            | 21        | 8                  | 0           | 11         |
| 14         | 15                | 8              | 10               | 8           | 8               | 2         |                 | 5         | 8            | 9         | 9                  | 11          | 7          |
| 15         | 9                 | 9              | 17               | 5           |                 | 12        | 12              | 5         |              | 18        |                    | 4           | 9          |
| 16         | 18                |                | 8                | 10          |                 | 19        | 7               | 14        |              | 10        | 7                  | 7           |            |
| 17         | 10                | 12             |                  | 14          |                 | 17        | 9               | 11        |              | 14        | 6                  | 7           |            |
| 18         | 14                | 8              | 16               | 11          | 9               |           | 8               | 9         |              | 11        |                    | 14          |            |
| 19         | 10                | 10             |                  | 9           | 8               | 10        |                 | 14        |              | 21        | 8                  | 10          |            |
| 20         | 17                | 7              | 14               | 9           |                 | 12        | 6               |           |              | 9         | 9                  | 17          |            |
| 21         | 14                |                | 11               | 7           | 7               | 8         | 12              | 7         | 14           | 12        |                    | 8           |            |
| 22         | 11                | 7              | 10               | 6           | 9               | 7         | 6               | 9         | 6            | 7         | 14                 | 0           | 8          |
| 23         | 7                 | 14             | 11               |             | 10              | 8         | 8               | 5         | 9            | 9         | 11                 | 0           | 8          |
| 24         | 9                 | 11             | 13               | 8           | 10              | 5         | 7               | 6         | 7            | 5         | 9                  | 10          |            |
| 25         | 5                 | 9              | 9                | 9           | 17              |           | 9               | 11        | 7            |           |                    | 17          | 7          |

Таблица Б.3. Процентный состав основного оборудования

| Типы станков            | % состав оборудования механических цехов |                 |                     |                         |
|-------------------------|------------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
|                         | Приборо-строение                         | Станко-строение | Автомоби-лестроение | Тяжелое маши-ностроение |
| Токарные, токарно-рев.  | 28                                       | 23              | 25                  | 23                      |
| Расточные               | 10                                       | 3               | 2                   | 35                      |
| Сверлильные             | 15                                       | 10              | 21                  | 17                      |
| Агрегатные              | 5                                        | 3               | 10                  | —                       |
| Строгальные, долбежные  | 1                                        | 4               | —                   | 5                       |
| Фрезерные               | 15                                       | 15              | 7                   | 7                       |
| Протяжные               | —                                        | 1               | 3                   | 2                       |
| Зубообрабатывающие      | 8                                        | 6               | 9                   | 1                       |
| Шлифовальные            | 10                                       | 12              | 11                  | 1                       |
| Резьбонарезные          | 2                                        | 3               | 1                   | 1                       |
| Отрезные                | 1                                        | 1               | —                   | 1                       |
| Автоматы и полуавтоматы | 5                                        | 10              | 11                  | 7                       |

Таблица Б.4. Пример заполнения заявочной ведомости основного оборудования цеха

| Заявочная ведомость основного оборудования |               |        |          |       | Ф.2.1     |
|--------------------------------------------|---------------|--------|----------|-------|-----------|
| Наименование                               | Модель        | Кол-во | Мощность |       | Габариты  |
|                                            |               |        | Единицы  | Всего |           |
| Токарно-винторезные                        | 1A616         | 7      | 4,5      | 31,5  | 2135x1225 |
|                                            | 16K20         | 4      | 11       | 44    | 2812x1166 |
| Токарно-винторезные с ЧПУ                  | KDCK-40F CNC  | 6      | 15       | 90    | 3375x2250 |
| Вертикально-сверлильные                    | 2H125         | 2      | 2,2      | 4,4   | 2350x785  |
|                                            | 2H135         | 3      | 4        | 12    | 2385x825  |
|                                            | 2H150         | 1      | 7,5      | 7,5   | 2930x890  |
| Сверлильные с ЧПУ                          | BHX-050 Weeke | 7      | 2,3      | 16,1  | 2920x1658 |
| Фрезерные станки с ЧПУ                     | VCenter-H630  | 3      | 7        | 21    | 3978x5396 |
|                                            | VCenter-H1000 | 2      | 9        | 18    | 4580x8400 |
| Круглошлифовальные                         | 3M152B        | 3      | 10       | 30    | 4365x2165 |
| Внутришлифовальные                         | 3K228A        | 1      | 14,5     | 14,5  | 3535x1460 |
| Фрезерно-центровальные                     | 2Г942         | 3      | 36       | 108   | 5470x1750 |
| Горизонтально-фрезерные                    | HBF206        | 3      | 13,1     | 39,3  | 5250x1850 |
| Универсальные фрезерные                    | FPKS          | 2      | 4,5      | 9     | 1980x1350 |
| Координатно-расточные                      | 2A430         | 6      | 2        | 12    | 1340x1500 |
| Зубообрабатывающие                         | SF500 CNC     | 7      | 26       | 182   | 2260x1650 |
| Верстаки слесарные                         | BCO-02        | 9      | -        | -     | 1500x750  |
|                                            | BM-02         | 5      | -        | -     | 1100x700  |
| Сварочные полуавтоматы                     | ПКЭ-25        | 4      | 3,5      | 14    | 620x520   |
| И т.д.                                     |               |        |          |       |           |
| <b>Итого:</b>                              |               | 78     |          | 653,3 |           |

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1. Пример заполнения сводной ведомости штата производственных рабочих

| Сводная ведомость производственных рабочих |              |                |                                |   |   |   |   |   |            | Ф.5.1   |          |
|--------------------------------------------|--------------|----------------|--------------------------------|---|---|---|---|---|------------|---------|----------|
| Профессия                                  | Оборудование | Кол-во оборуд. | Численность рабочих по разряду |   |   |   |   |   | Всего раб. | I смена | II смена |
|                                            |              |                | 1                              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |            |         |          |
| Токарь                                     |              | 11             | 1                              | 3 | 5 | 8 | 3 | 2 | 22         | 11      | 11       |
| Фрезеровщик                                |              | 5              |                                | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 10         | 5       | 5        |
| Сверловщик                                 |              | 6              |                                | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 12         | 6       | 6        |
| Оператор станка с ЧПУ                      |              | 18             |                                | 2 | 7 | 9 | 8 | 4 | 30         | 15      | 15       |
| Зуборезчик                                 |              | 7              |                                |   | 3 | 5 | 3 | 3 | 14         | 7       | 7        |
| Расточник                                  |              | 6              |                                | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 12         | 6       | 6        |
| Шлифовщик                                  |              | 4              |                                | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8          | 4       | 4        |
| Слесарь                                    |              | 14             | 1                              | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 14         | 14      | -        |
| Сварщик                                    |              | 4              |                                | 1 | 2 | 2 | 2 |   | 7          | 4       | 3        |
| Слесарь-сборщик                            |              | 6              |                                |   | 4 | 4 |   |   | 8          | 4       | 4        |
| Слесарь - инструментальщик                 |              | 4              |                                |   |   | 2 | 1 | 1 | 4          | 4       | -        |
| Термист                                    |              | 8              |                                |   | 3 | 2 | 1 | 1 | 7          | 4       | 3        |
| И т.д.                                     |              |                |                                |   |   |   |   |   |            |         |          |
|                                            |              |                |                                |   |   |   |   |   |            |         |          |
| Итого:                                     |              |                |                                |   |   |   |   |   |            |         |          |

Таблица В.2. Пример заполнения сводной ведомости штата вспомогательных рабочих цеха

| Сводная ведомость вспомогательных рабочих |              |                |                                |   |    |   |   |   |            | Ф.5.2   |          |
|-------------------------------------------|--------------|----------------|--------------------------------|---|----|---|---|---|------------|---------|----------|
| Профессия                                 | Оборудование | Кол-во оборуд. | Численность рабочих по разряду |   |    |   |   |   | Всего раб. | I смена | II смена |
|                                           |              |                | 1                              | 2 | 3  | 4 | 5 | 6 |            |         |          |
| Комплектовщик                             |              |                |                                |   | 2  |   |   |   | 2          | 2       |          |
| Контролер                                 |              |                |                                |   | 2  |   | 2 |   | 4          | 3       | 1        |
| Смазчик                                   |              |                |                                |   | 1  |   |   |   | 1          |         | 1        |
| Кладовщик                                 |              |                |                                |   | 4  |   |   |   | 4          | 4       |          |
| Контролер                                 |              |                |                                |   |    |   |   |   |            |         |          |
| Дежурн. слесарь                           |              |                |                                |   | 2  |   |   |   |            | 1       | 1        |
| Дежурн. электрик                          |              |                |                                |   | 2  |   |   |   |            | 1       | 1        |
| Транспортные рабочие                      |              |                |                                |   | 7  |   |   |   | 7          | 5       | 2        |
| Ремонтник                                 |              |                |                                |   | 10 | 2 | 1 |   | 13         | 6       | 7        |
| Сварщик                                   |              |                |                                |   | 4  |   | 1 |   | 5          | 3       | 2        |
| И т.д.                                    |              |                |                                |   |    |   |   |   |            |         |          |
|                                           |              |                |                                |   |    |   |   |   |            |         |          |
| Итого:                                    |              |                |                                |   |    |   |   |   |            |         |          |

Таблица В.3. Пример заполнения сводной ведомости инженерно-технических работников цеха

| Сводная ведомость ИТР |                                       |                    | Ф.5.3           |
|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------|
| № п/п                 | Категории персонала                   | Количество человек | Удельный вес, % |
| 1                     | Начальник цеха и заместители          | 2                  | 6,6             |
| 2                     | Начальник отдела                      | 2                  | 6,6             |
| 3                     | Старшие и сменные мастера             | 9                  | 30              |
| 4                     | Технологи                             | 8                  | 27              |
| 5                     | Конструктора                          | 6                  | 20              |
| 6                     | Механики                              | 2                  | 6,6             |
| 7                     | Специалисты по вычислительной технике | 1                  | 3,3             |
| 8                     | И. т.д                                |                    |                 |
|                       |                                       |                    |                 |
|                       | Итого:                                | 30                 | 100%            |

Таблица В.4. Пример заполнения сводной ведомости служащих цеха

| Сводная ведомость служащих |                              |                    | Ф.5.4           |
|----------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| № п/п                      | Категории персонала          | Количество человек | Удельный вес, % |
| 1                          | Работник цеховой бухгалтерии | 2                  | 29              |
| 2                          | Учётчик                      | 1                  | 14              |
| 3                          | Табельщик                    | 1                  | 14              |
| 4                          | Нормировщик                  | 2                  | 29              |
| 5                          | Секретарь                    | 1                  | 14              |
| 6                          | И т.д                        |                    |                 |
| 7                          |                              |                    |                 |
| 8                          |                              |                    |                 |
|                            | Итого:                       | 7                  | 100%            |

Таблица В.5. Сводная ведомость штатного состава цеха.

| Сводная ведомость штата цеха |                         |                    | Ф.5.5           |
|------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| № п/п                        | Категории персонала     | Количество человек | Удельный вес, % |
| 1                            | Основные рабочие        |                    |                 |
| 2                            | Вспомогательные рабочие |                    |                 |
| 3                            | ИТР                     |                    |                 |
| 4                            | Служащие                |                    |                 |
| 5                            | МОП                     |                    |                 |
|                              | Итого:                  |                    | 100%            |

Таблица В.6 Состав подразделений рассчитываемого цеха

| № варианта | Склад заготовок | Инструментальная кладовая | Заготовочное отделение | Контрольное отделение | Склад приспособлений | Ремонтное отделение | Склад готовых деталей | Промежуточный склад | Отделение приготвления СОТС | Заготовительное отделение | Мастерская энергетика цеха | Мастерская механика цехе | Кладовая абразивов |
|------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| 1          | +               |                           | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   |                             | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 2          | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     |                     | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 3          | +               | +                         | +                      | +                     | +                    |                     | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 4          | +               | +                         | +                      | +                     |                      | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 5          | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         |                            | +                        | +                  |
| 6          | +               | +                         |                        | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 7          | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 8          |                 | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 9          | +               |                           | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 10         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           |                           | +                          | +                        | +                  |
| 11         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     |                     | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 12         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 13         |                 | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        |                    |
| 14         |                 | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 15         | +               | +                         | +                      | +                     |                      | +                   | +                     | +                   |                             | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 16         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    |                     | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 17         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           |                           | +                          | +                        | +                  |
| 18         | +               | +                         | +                      |                       | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 19         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 20         |                 | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 21         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     |                     | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 22         | +               | +                         |                        | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 23         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           |                           | +                          | +                        | +                  |
| 24         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 25         | +               |                           | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        |                    |
| 26         | +               | +                         | +                      | +                     |                      | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 27         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 28         | +               | +                         | +                      | +                     |                      | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |
| 29         |                 | +                         | +                      | +                     | +                    | +                   | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        |                    |
| 30         | +               | +                         | +                      | +                     | +                    |                     | +                     | +                   | +                           | +                         | +                          | +                        | +                  |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1. Нормы использования специальных заточных станков

| Наименование спец. заточного станка | % от числа обслуживаемых станков |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Станок для заточки червячных фрез   | 10                               |
| Станок для заточки резцовых головок | 5                                |
| Станок для заточки долбяков         | 5                                |
| Станок для заточки протяжек         | 5                                |
| Станок для заточки циркулярной пилы | 1                                |

Таблица Г.2. Нормы распределения станков по типам.

| Наименование заточного станка                     | % от общего числа заточных станков |
|---------------------------------------------------|------------------------------------|
| Универсальные заточные станки                     | 40...50                            |
| Заточные станки для резцов из быстрорежущей стали | 12...20                            |
| Спец. станки для заточки твердосплавных резцов    | 12...20                            |
| Заточные станки для сверл                         | 10...20                            |
| Универсальные круглошлифовальные                  | 6...10                             |
| Универсальные плоскошлифовальные                  | 6...10                             |
| Наждак                                            | 0,5...1                            |

Таблица Г.3. Количество оборудования ремонтного отделения в зависимости от количества основного оборудования цеха.

| Количество оборудования (станков) |                       | Количество оборудования (станков) |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| в цехе                            | в ремонтном отделении | в цехе                            | в ремонтном отделении |
| до 150                            | 3...4                 | 500                               | 6...8                 |
| 200                               | 3...5                 | 600                               | 7...9                 |
| 300                               | 4...6                 | 700                               | 9...12                |
| 400                               | 5...7                 | 800                               | 10...13               |
|                                   |                       | 1000                              | 12...15               |

Таблица Г.4. Показатели удельной площади для ремонтного отделения.

| Количество основного оборудования | Общая площадь на единицу основного оборудования, м <sup>2</sup> | В том числе площадь склада запчастей. |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 3...6                             | 31...32                                                         | 4                                     |
| 7...10                            | 29...30                                                         | 3,5                                   |
| 11...15                           | 27...28                                                         | 3                                     |
| св. 16                            | 27                                                              | 2,5                                   |

Таблица Г.5. Нормы определения площади отделения для приготовления и раздачи СОТС в зависимости от количества станков.

| Количество станков          | 30...60 | 60...100 | 100...200 | 200...300 | 300...400 |
|-----------------------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|
| $S_{СОТС}$ , м <sup>2</sup> | 35...40 | 40...50  | 50...75   | 75...100  | 100...120 |

Таблица Г.6. Нормы площади цеховых отделений сбора и переработки стружки в зависимости от числа станков.

| Количество станков          | до 60   | 60...100 | 100...200 | 200...300 | 300...400 |
|-----------------------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|
| $S_{стр.}$ , м <sup>2</sup> | 65...75 | 75...85  | 85...105  | 110...125 | 130...180 |

Таблица Г.7. Нормы запаса материалов и заготовок на складе в зависимости от типа производства

| Вид материала и заготовок                             | Нормы запаса, сутки |               |                |                |                       |
|-------------------------------------------------------|---------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------|
|                                                       | единичное           | мелкосерийное | среднесерийное | крупносерийное | массовое              |
| Сортовой материал; мелкие и средние отливки и поковки | 10                  | 8             | 6              | 4              | 2<br>(на площадках)   |
| Крупные отливки и поковки (свыше 100 кг)              | 10                  | 8             | 6              | 1,5            | 0,5<br>(на площадках) |

Таблица Г.8. Нормы грузонапряженности площади склада в зависимости от вида и размеров заготовок

| Удельный вес материала, т/м <sup>3</sup> | Виды и размеры заготовок |                              |         |
|------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------|
|                                          | Сортовой материал        | Отливки, поковки и штамповки |         |
|                                          |                          | Мелкие и средние             | Крупные |
| Менее 4                                  | 1,2                      | 0,7                          | 1,2     |
| 4 и более                                | 2,5...3                  | 2...3                        | 1,5...2 |

Таблица Г.9. Нормы запаса готовых изделий на промежуточном складе в зависимости от типа производства.

| Размер деталей    | Нормы запаса, сутки |               |                |                |          |
|-------------------|---------------------|---------------|----------------|----------------|----------|
|                   | единичное           | мелкосерийное | среднесерийное | крупносерийное | массовое |
| Мелкие и средние  | 15                  | 10            | 7              | 4              | 2        |
| Крупные (>100 кг) | 6                   | 4             | 2              | 1              | 0,5      |

Таблица Г.10. Нормы грузонапряженности площади промежуточных и межоперационных складов в зависимости от размеров деталей

| Удельный вес материала, т/м <sup>3</sup> | Нормы грузонапряженности площади складов |                 |                          |                 |
|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
|                                          | промежуточных                            |                 | межоперационных          |                 |
|                                          | мелких и средних деталей                 | крупных деталей | мелких и средних деталей | крупных деталей |
| Менее 4                                  | 0,4                                      | 0,6             | 0,3                      | 0,6             |
| 4 и более                                | 1                                        | 1,5             | 0,9                      | 1,7             |

Таблица Г.11. Нормы для расчета площади склада технологической оснастки при двухсменной работе в зависимости от типа производства

|                           |                                                           |            |            |            |           |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| Технологическая оснастка  | Технологическая оснастка для установки деталей на станках | 0,15...0,2 | 0,25...0,6 | 0,35...0,5 | 0,6...1,2 |
| Инструментальной оснастки | Инструментальная оснастка и все виды инструмента          | 0,35...0,5 | 0,55...1,4 | 0,75...1,9 | 1,3...2,6 |

Таблица Г.12. Нормы для расчета площади цеховых кладовых при двухсменной работе в зависимости от типа производства

| Кладовые                    | Объекты хранения                                    | Тип производства |                 |                |               |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------------|
|                             |                                                     | массовое         | крупно-серийное | среднесерийное | мелкосерийное |
| Инструментально-раздаточные | Режущий и вспомогательный инструмент                | 0,1...0,2        | 0,2...0,6       | 0,25...0,7     | 0,4...0,9     |
|                             | Измерительный инструмент                            | 0,1...0,2        | 0,1...0,2       | 0,15...0,3     | 0,3...0,5     |
|                             | Режущий, вспомогательный и измерительный инструмент | 0,2...0,3        | 0,3...0,8       | 0,4...1,0      | 0,7...1,4     |
| Абразивов                   | Шлифовальные и полировальные круги                  | 0,4...0,5        | 0,4...0,6       | 0,45...0,7     | 0,5...0,8     |
| Вспомогательных материалов  | Обтирочные и хозяйственные материалы                | 0,1              | 0,1             | 0,1            | 0,1           |

Таблица Г.13. Пример заполнения заявочной ведомости дополнительного оборудования вспомогательных отделений цеха

| Заявочная ведомость дополнительного оборудования             |               |        |          |       | Ф.3.1        |
|--------------------------------------------------------------|---------------|--------|----------|-------|--------------|
| Наименование                                                 | Модель        | Кол-во | Мощность |       | Габариты, мм |
|                                                              |               |        | Ед.      | Всего |              |
| Универсальные заточные                                       | PP-6025W      | 3      | 0,55     | 1,65  | 730x710      |
| <b>Оборудование ремонтного отделения</b>                     |               |        |          |       |              |
| Токарный станок                                              | 16K20         | 1      | 11       | 11    | 2110x1020    |
| Фрезерный станок                                             | 6K81Ш         | 1      | 9,3      | 9,3   | 2135x1725    |
| Шлифовальный станок                                          | 3Л722А        | 1      | 11       | 11    | 4810x2630    |
| Пресс гидравлический                                         | П6332Б        | 1      | 15       | 15    | 1250x2090    |
| <b>И.т.д.</b>                                                |               |        |          |       |              |
| <b>Оборудование заготовительного отделения</b>               |               |        |          |       |              |
| Отрезные                                                     | GD-3006       | 3      | 0,75     | 2,25  | 630x520      |
| Абразивно-отрезные                                           | GD-6006       | 2      | 1,1      | 2,2   | 530x520      |
| Лентопильные                                                 | МАСС 350 А    | 3      | 6,2      | 12,4  | 2300x1600    |
|                                                              | МСК 1000 NH   | 3      | 7,5      | 22,5  | 5300x1960    |
| Гибочные                                                     | WC67Y-100     | 2      | 7,5      | 15    | 2600x1750    |
| Сортовые ножницы                                             | НГ1430А       | 2      | 5,5      | 11    | 1530x1490    |
| <b>И.т.д.</b>                                                |               |        |          |       |              |
| <b>Оборудование отделения удаления и переработки стружки</b> |               |        |          |       |              |
| Пресс для брикетирования стружки                             | AMD-16        | 4      | 3        | 12    | 2500x1150    |
|                                                              |               |        |          |       |              |
| <b>Оборудование отделения приготовления и раздачи СОТС</b>   |               |        |          |       |              |
| Смеситель для эмульсии                                       | Nimatic A-900 | 2      | 1,0      | 2     | 680x700      |
| <b>И.т.д.</b>                                                |               |        |          |       |              |
|                                                              |               |        |          |       |              |
| <b>Итого:</b>                                                |               | 26     |          | 125,3 |              |

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д.

Таблица Д.1. Нормы для расчета санитарно-бытовых помещений цеха (СНиП 2.09.04-87)

| Помещение                          | Расчетная единица                                                                                                                                                                                                     | Нормы для определения потребного количества расчетных единиц                                                                                                                                                                                         | Норма, м <sup>2</sup> |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Гардеробная                        | Двойной закрытый шкаф                                                                                                                                                                                                 | Один шкаф на каждого рабочего цеха                                                                                                                                                                                                                   | 0,43                  |
| Санузел                            | Кабина и тамбур                                                                                                                                                                                                       | 1 кабина на 12 женщин или на 18 мужчин в многочисленной смене                                                                                                                                                                                        | 2,6                   |
| Душевые                            | Кабина                                                                                                                                                                                                                | 1 кабина на 3 чел. гр. 2б;<br>на 5 чел. гр. 1в, 2в;<br>7 чел. гр. 2а; 15 чел. гр. 1б;<br>20 чел. гр. 1а<br>(по многочисленной смене при сочетании признаков различных групп производственных процессов – по группе с наиболее высокими требованиями) | 1,62                  |
|                                    | Место для переодевания                                                                                                                                                                                                | 3 места на 1 кабину                                                                                                                                                                                                                                  | 1,7                   |
| Умывальная                         | Кран                                                                                                                                                                                                                  | 1 кран на 7 чел. гр. 1а;<br>10 чел. гр. 1б;<br>20 чел для работающих остальных групп (по многочисленной смене и группе с наиболее высокими требованиями)                                                                                             | 1,05...1,7<br>5       |
| Ножные ванны                       | Ванна                                                                                                                                                                                                                 | 1 ванна на 40 человек в многочисленной смене                                                                                                                                                                                                         | 1,0                   |
| Ручные ванны                       | Ванна                                                                                                                                                                                                                 | 1 ванна на 3 человека, пользующихся ручными ваннами в смену                                                                                                                                                                                          | 1,5                   |
| Личной гигиены женщин              | Кабина                                                                                                                                                                                                                | 1 кабина на 50 женщин в многочисленной смене (размещается совместно с санузлами)                                                                                                                                                                     | 4,6                   |
| Устройство питьевого водоснабжения | Место                                                                                                                                                                                                                 | 1 место на 100 чел. раб. гр. 2а, 2б;<br>200 чел. – остальных групп производственных процессов в многочисленной смене                                                                                                                                 | 0,35                  |
| Для отдыха                         |                                                                                                                                                                                                                       | Один работающий на многочисленную смену                                                                                                                                                                                                              | 0,2                   |
| Общественного питания              | Посадочное место                                                                                                                                                                                                      | 1 посадочное место на 4 чел. работающих в многочисленной смене                                                                                                                                                                                       | 1,0                   |
|                                    | Гардеробная (1 крючок на вешалке)                                                                                                                                                                                     | 120 % мест на вешалке от количества посадочных мест для проходящих в уличной одежде                                                                                                                                                                  | 0,25                  |
| Медицинского пункта                | Организуется при численности работающих от 50 до 300 чел. 12 м <sup>2</sup> – при списочном составе от 50 до 150 чел., 18 м <sup>2</sup> – при списочном составе работающих в многочисленной смене от 151 до 300 чел. |                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

## **Часть I**

*Методические указания  
к практическим работам*

*Составитель: **Богущий** Владимир Борисович*

Издается в авторской редакции

Изд. № 214/19. Объем 2,75 п.л.  
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»