

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»**

**Кафедра автоматизированного оборудования  
машиностроительного производства**

**РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к выполнению контрольных работ по дисциплине  
«Проектирование машиностроительного производства»  
для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»  
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств»)  
всех форм обучения**

**Воронеж 2021**

УДК 658.5:621(07)  
ББК 34.42:34.6я7

**Составитель:** канд. техн. наук А. В. Демидов

**Расчет механического участка:** методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств») всех форм обучения» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. В. Демидов. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 40 с.

Основная цель контрольных работ по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства» заключается в закреплении теоретических знаний, полученных при изучении курса, и приобретении практических навыков в технологических расчётах при проектировании механического участка с представлением его компоновочно-планировочного решения.

Предназначены для выполнения контрольных работ по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства» для студентов 3 курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_КР\_РМУ\_2021.pdf

Ил. 8. Табл. 13. Библиогр.: 5 назв.

**УДК 658.5:621(07)**  
**ББК 34.42:34.6я7**

**Рецензент** – М. И. Попова, канд. техн. наук, доц. кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета*

## ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей контрольных работ является: спроектировать механически участок, обеспечивающий выпуск изделий заданной номенклатуры, требуемого качества в установленном объеме с соблюдением норм техники безопасности и промышленной санитарии.

Вариант задания выдаётся преподавателем, руководствуясь в основном порядковым номером студента в списке учебной группы. Каждый вариант задания содержит сведения о закрепляемой за цехом номенклатуре деталей, полный перечень которых приведён в учебном пособии [1] или принят из ранее выполненных студентом заданий по курсовому проектированию (для участков, проектируемых по точной программе) в табл. П2 (для участков, проектируемых по укрупнённой методике).

Пример расшифровки задания на проектирование по варианту 1 (табл. П1). Шифр задания представляет собой сочетание следующих букв и цифр: П1-1.1 и означает разработку детали П1 из табл. 1 учебного пособия [1] по точной программе и четырёх остальных участков для деталей 1.1, из табл. П2 по укрупнённой методике.

### ПУНКТ № 1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕТАЛИ

**Цель:** описать конструкцию детали и провести технологические расчеты механического участка.

#### **Теоретические сведения и ход работы:**

Исходными данными при проектировании станочного парка машиностроительных предприятий являются:

- 1) чертеж детали;
- 2) масса детали;
- 3) производственная программа выпуска;
- 4) число рабочих смен в день;
- 5) технологический маршрут обработки детали в виде табл. 1.

1. Описание назначения детали

Необходимо ознакомиться с конструкцией детали, ее назначением и условиями работы в узле или механизме. Изучить чертеж детали и дать описание ее назначения, основных ее поверхностей и влияния их взаимного расположения, точности и шероховатости поверхности на качество работы механизма, для которого изготавливается деталь. Рассматривая поверхности, необходимо присваивать каждой из них буквенное значения, например плоскость А или торец Б. Далее следует определить отклонения на размеры и поверхности, отсутствующие на чертеже (на свободные размеры, неуказанные отклонения формы и расположения).

Из описания назначения детали должно быть ясно какие поверхности и размеры имеют, решающее для служебного назначения детали и какие — второстепенное.

#### 2. Химический анализ материала детали

В том пункте следует привести данные о материале детали: химический состав, механические свойства до и после термической обработки.

#### 3. Технологический маршрут механической обработки детали

В этом пункте необходимо описать технологические операции необходимые для изготовления детали, для каждой обрабатываемой поверхности.

#### 4. Технические условия на изготовление детали

Проведенный анализ детали в предыдущих пунктах сводится в таблицу. Пример оформления показан в табл. 1.

#### 5. Технологические расчеты механического участка

Необходимо определить штучно-калькуляционное время для каждой обрабатываемой поверхности на основании технологического маршрута обработки, а также выбрать оборудование. Пример оформления показан в табл. 2.

Для определения основного технологического времени  $T_0$  можно воспользоваться приближенными формулами, приведенными в табл. 2.

Норма штучно-калькуляционного времени по приближенным данным:  $T_{шт.-к} = \varphi_k T_0$ ,

где  $\varphi_k$  – коэффициент, зависящий от сложности обслуживания оборудования (табл. 3) в зависимости от типа производства.

Тип производства ориентировочно можно определить по табл. 4.

Технические требования	Параметры	Технические требования	Параметры
1. Вид заготовки	Штамповка	10. Неуказанные штамповочные уклоны, град	7
2. Способ получения	Штамповка на ГКМ	11. Неуказанные радиусы, мм	2
3. Класс точности по ГОСТ 7505-89	T4...T5	12. Внешние дефекты допускаются не более, мм	0,6
4. Степень сложности (ГОСТ 7505-89)	C3	13. Смещение по размерам штампов допускается не более, мм	0,6
5. Группа стали (сталь 45)	M1	14. Разностенность допускается не более, мм	2
6. Термообработка (улучшение): закалка ( $t$ , °C в масле) отпуск ( $t$ , °C на воздухе)	830...850 550...600	15. Масса заготовки, кг	2,4
7. Твёрдость, НВ	240...280		
8. Способ очистки поверхности от окалины	Дробеструить		
9. Предельные отклонения	По ГОСТ 7505-89		

Рис. 1. Технические условия на изготовление детали фланец

Таблица 1

### Технологические расчёты участка

№ операции	Наименование операции	Норма штучного времени, мин	Модель станка
005	Токарная автоматная	2,1	1Б24ОП-4К
010	Вертикально-протяжная	0,47	7Б66
015	Токарно-копировальная	0,56	1Н113
025	Вертикально-протяжная	0,32	7Б66
035	Токарная автоматная	0,63	1Б284-6
040	Токарная многорезцовая	0,78	1Н713
045	Агрегатная	0,71	АБ2873
050	Вертикально-сверлильная	0,74	2Н135
055	Торцшлифовальная	0,76	3Т160
060	Круглошлифовальная	1,23	3Т160
065	Полировальная	0,72	3М153
Всего		9,02	
Среднее значение		0,82	

Таблица 2

Приближённые формулы для определения норм времени  
по размерам обрабатываемой поверхности  
Основное технологическое время.  $T_0 \cdot 10^{-3}$  мин

Вид обработки	Эмпирическая формула
1	2
Черновая обточка за один проход	$0,17dl$
Чистовая обточка по 4-му классу точности	$0,1dl$
Чистовая обточка по 3-му классу точности	$0,17$
Черновая подрезка торца	$0,037(D^2 - d^2)$
Черновая подрезка торца	$0,052(D^2 - d^2)$
Отрезание	$0,19D^2$
Черновое и чистовое обтачивание фасонным резцом	$0,63(D^2 - d^2)$
Шлифование грубое по 4-му классу точности	$0,07dl$
Шлифование чистовое по 3-му классу точности	$0,1dl$
Шлифование чистовое по 2-му классу точности	$0,15dl$
Растачивание отверстий на токарном станке	$0,18dl$
Сверление отверстий	$0,52dl$
Рассверливание $d = 20 \dots 60$	$0,31dl$
Зенкерование	$0,21dl$
Развёртывание черновое	$0,43dl$
Развёртывание чистовое	$0,86dl$
Внутреннее шлифование отверстий 3-го класса точности	$1,5dl$
Внутреннее шлифование отверстий 2-го класса точности	$1,8dl$
Черновое растачивание отверстий за один проход	$0,2dl$
Черновое растачивание под развёртку	$0,3dl$
Развёртывание плавающей развёрткой по 3-му классу точности	$0,27dl$

1	2
Развёртывание плавающей развёрткой по 2-му классу точности Здесь $d$ – диаметр; $l$ – длина обрабатываемой поверхности; $D$ – диаметр обрабатываемого торца; $D - d$ – разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца	$0,52dl$
Протягивание отверстий и шпоночных канавок ( $l$ – длина протяжки, мм)	$T_o = 0,4dl$
Строгание черновое на продольно-строгальных станках	$T_o = 0,065Bl$
Строгание чистовое под шлифование или шабрение	$T_o = 0,034Bl$
Фрезование черновое торцевой фрезой: за проход чистовое	$T_o = 6l$ $T_o = 4l$
Фрезерование черновое цилиндрической фрезой	$T_o = 7l$
Шлифование плоскостей торцом круга Здесь $B$ – ширина обрабатываемой поверхности, мм; $l$ – длина обрабатываемой поверхности, мм	$T_o = 2,5l$
Фрезерование зубцов червячной фрезой ( $D = 80...300$ )	$T_o = 2,2Db$
Обработка зубцов червячных колёс ( $D = 100...400$ ) Здесь $D$ – диаметр зубчатого колеса, мм; $b$ – длина зуба, мм	$T_o = 60,3D$
Фрезерование шлицевых валов методом обкатки	$T_o = 9lz$
Шлицешлифование Здесь $l$ – длина шлицевого валика, мм; $z$ – число шлицев	$T_o = 4,6lz$
Нарезание резьбы на валу ( $d = 32...120$ )	$T_o = 19dl$
Нарезание метчиком отверстий ( $d = 10...24$ ) Здесь $d$ – диаметр резьбы, мм; $l$ – длина резьбы, мм	$T_o = 0,4dl$
Штучно-калькуляционное время	$T_{шт,к} = \varphi_k T_o$

Таблица 3

Величина коэффициента $\varphi_k$		
Виды станков	Производство	
	средне- и мелкосерийное	крупносерийное
Токарные	2,14	1,36
Токарно-револьверные	1,98	1,35
Токарно-многорезцовые	–	1,50
Вертикально-сверлильные	1,72	1,30
Радиально-сверлильные	1,75	1,41
Расточные	3,25	–
Круглошлифовальные	2,10	1,55
Строгальные	1,73	–
Фрезерные	1,84	1,51
Зуборезные	1,66	1,27

Таблица 4

Ориентировочные данные для предварительного определения типа производства [1]

Производство	Число обрабатываемых деталей одного типоразмера в год		
	тяжёлых (массой более 100 кг)	средних (массой от 10 до 100 кг)	лёгких (массой до 10 кг)
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5...100	10...200	100...500
Среднесерийное	100...300	200...500	500...5000
Крупносерийное	300...1000	500...5000	5000...50 000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50 000

6. Сформировать отчет.



## ПУНКТ № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

**Цель:** определить тип производства форму его организации по коэффициенту закрепления операций.

В машиностроении различают три основные классификационные категории производства (ГОСТ 14.004–83).

1. Вид производства, характеризующийся применяемым методом изготовления изделия, например, литейное, сварочное, механообрабатывающее, сборочное и т.д.

2. Тип производства, определяемый по признакам широты номенклатуры, стабильности и объёма выпуска изделий – единичное (Е), серийное (С) и массовое (М).

3. Форма организации производства: групповая и точная.

### **Теоретические сведения и ход работы:**

1. Определение типа производства

Тип производства можно определить по коэффициенту закрепления операций  $K_{з.о}$ .

Тип производства с помощью  $K_{з.о}$  определяется по стандарту ЕСТПП ГОСТ 3.1108–74. При:

$1 = K_{з.о} \leq 10$  – массовое и крупносерийное производства;

$10 < K_{з.о} \leq 20$  – среднесерийное производство;

$20 < K_{з.о} < 40$  – мелкосерийное производство.

Определение типа производства необходимо для выбора организационных форм производственного процесса.

Для однопредметных участков коэффициент закрепления можно определить как

$$K_{з.о} = T_{шт.сп} / \tau$$

$$T_{шт.сп} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{штi}$$

где  $T_{шт.сп}$  – среднештучное время выполнения одной операции, мин;

$n$  – число операций обработки детали;

$\tau = 60F_d / N$  – такт выпуска деталей на участке, мин.

В зависимости от полученного значения  $K_{3,0}$  принимается решение о типе производства: единичное, серийное, массовое (см. п. 3.1 пособия [1]).

## 2. Определение формы организации производства

Форма организации технологических процессов изготовления изделий: групповая, поточная (ГОСТ14.312–74), непоточная зависит от установленного порядка выполнения операций, расположения технологического оборудования, числа изделий и направления их движения.

В мелкосерийном и единичном производстве ( $K_{3,0} = 21 \dots 40$  и более) формирование участков производится по технологическому принципу с расстановкой оборудования на них по сходству служебного назначения: участки токарных, фрезерных, шлифовальных и других станков.

С увеличением серийности производства ( $K_{3,0} = 10 \dots 20$ ) целесообразным становится использование общности технологического маршрута обработки различных групп деталей, формируя участки по предметному принципу: участки корпусных деталей, валов, зубчатых колёс и т.д., с расстановкой оборудования по типоразмерам в последовательности выполнения технологического маршрута обработки основного грузопотока заготовок.

Для крупносерийного ( $K_{3,0} = 1 \dots 10$ ) и массового ( $K_{3,0} \leq 1$ ) производства характерным является поточная форма организации производства: непрерывным (в  $t_{шт} = \tau_b$ ) или прерывным (в  $t_{шт} \neq \tau_b$ ) потоком. В зависимости от количества наименований деталей, закреплённых за линией, поточные линии могут быть однопредметными (поточно-массовые непрерывные или прямоточные) и многопредметными (переменно-поточные, групповые). Различие между переменнопоточными и групповыми поточными линиями состоит в том, что первые при переходе на изготовление другой детали перенастраивают, и такт выпуска для разных деталей различный, на групповых линиях одновременно или последовательно из-

готовляют закреплённую группу деталей без переналадки оборудования.

Поточные линии могут быть механизированными, автоматизированными и автоматическими. В автоматизированных линиях наряду с автоматическим действующим оборудованием в состав линии включаются как автоматические позиции, так и рабочие места, обслуживаемые рабочими.

Тип линии можно выбрать, используя показатель коэффициента средней относительной трудоёмкости операции (коэффициент массовости)  $K_M$ , показывающий число станков, необходимых для выполнения данной операции (см. п. 3.4 пособия [1])

$$K_M = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт. i}}{n\tau} = \frac{T_{шт. ср.}}{\tau}$$

Обобщение практических материалов показывает, что при  $K_M \geq 0,75$  целесообразна организация производства в виде однопредметной непрерывно-поточной линии; при

$K_M = 0,7 \dots 0,8$  – однопредметной непрерывно-поточной (прямоточной) линии; при  $K_M = 0,2 \dots 0,7$  – многономенклатурной переменнo-поточной (непрерывной или прямоточной) линии серийного производства;  $K_M = 0,2$  – групповой поточной линии.

3. Сформировать отчет

Пример выполнения работы.

При годовой программе выпуска изделий  $N_{г.а}=40000$  и семи комплектных фланцев для каждого, годовой объём выпуска фланцев составит

$$N_r = 40\,000 \cdot 7 = 280000 \text{ шт.}$$

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операции по ранее приведённой формуле [1]

$$K_{з.о} = \tau_B / T_{шт. ср.}$$

Такт выпуска при поточном производстве составляет

$$\tau_{ш} = \frac{60\delta_{г}}{N_r}$$

Действительный (расчётный) годовой фонд времени работы автоматических линий по данным табл. 2.1 [1, с. 34] составляет  $F_g = 3725$  г.

Тогда такт выпуска составит

$$\tau_b = \frac{60 \cdot 3725}{280000} = 0,798 = 0,8 \text{ мин.}$$

Среднестатистическое время одной операции изготовления фланца по данным табл. 5.2 составляет [1]

$$T_{шт.сп} = 0,82 \text{ мин.}$$

Таким образом, значение коэффициента операции составляет

$$K_{з.о} = 0,8/0,82 = 0,98.$$

По классификации [1] при  $K_{з.о}$  меньше единицы производство относится к массовому виду. Определяем форму организации производства как непрерывное штучное массовое с изготовлением деталей на автоматической поточной линии с механизированным транспортированием заготовок между рабочими позициями с тактом выпуска  $\tau_b = 0,8$  мин.

В качестве технологического оборудования выбираем станки полуавтоматы с обслуживанием их рабочими-операторами на каждом рабочем месте.

### **ПУНКТ № 3 РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**Цель:** определить тип и количество необходимого технологического оборудования для изготовления партии деталей.

#### **Теоретические сведения и ход работы:**

Определение количества оборудования может проводиться для поточного и непоточного производства.

Расчёт числа станков при детальном проектировании участков и цехов в непоточном производстве.

1. В непоточном серийном производстве осуществляется по каждому типоразмеру оборудования, исходя из

станкоёмкости годового объёма обработки закреплённых за ним деталей:

$$C_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.-к. i} N_i}{60 F_d},$$

где  $F_d$  – действительный годовой фонд работы оборудования, составляющий в своём большинстве при 2-сменном режиме работы  $F_d = 4060$  ч для универсальных станков,  $F_d = 3975$  ч для оборудования поточных линий (табл. 3.5 [1]).

2. Полученное расчётное значение числа станков по каждому виду  $C_{pi}$  округляется до целого большего и получают таким образом принятое число станков  $C_{при}$ .

3. Определяют коэффициент загрузки принятого числа оборудования  $K_3 = C_{pi} / C_{при}$  и сравнивают его с допустимыми значениями, которые должны быть не больше и не меньше значений, приведённых в табл. 3.8 пособия [1].

Расчётное значение станков округляется в сторону большего целого числа станков –  $C_{пр}$ . Коэффициент загрузки станков каждой из рабочей позиции поточной линии  $K_3 = C_p / C_{пр}$  должен быть в среднем не менее  $K_3 = 0,9$  [1].

Средний коэффициент загрузки рабочих мест поточной линии должен быть не менее  $K_{3,о.ср} = 0,75$  [1].

4. После определения количества станков по каждому из типоразмеров (операций) осуществляют расчёт установленного числа оборудования на участке, как,

$$C_{пр\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_{при}$$

и определяют средний коэффициент их загрузки

$$K_{3,ср} = \sum C_{pi} / \sum C_{при}$$

Среднее значение коэффициента загрузки станков на участке и в цехах единичного и мелкосерийного производства рекомендуется принимать по табл. 5.

Таблица 5

## Коэффициент загрузки оборудования

Вид цеха	$K_{з,ср}$		
Механический	Единичное и мелкосерийное производство	Среднесерийное производство	Крупносерийное и массовое производство
	0,80...0,9	0,75...0,85	0,65...0,85

## 5. Формирование отчета

Расчёт числа станков при поточном серийном и массовом производствах

1. Число станков для определяют для каждой позиции поточной линии, как

$$C_{pi} = \frac{T_{шт. i}}{\tau_n}$$

где  $T_{шт. i}$  – штучное время выполняемой операции, мин;

$\tau_n$  – такт выпуска деталей с линии, мин.

2. Такт выпуска для многопредметной поточной линии учитывает потери времени на их переналадку и осуществляется по расчётным формулам (3.19), (3.20). [1].

Такт выпуска для однопредметной линии  $\tau_n = \frac{60F_d}{N}$

Для многопредметной с одинаковой станкоёмкостью

$$\tau_n = \frac{60F_d}{(N_1 + N_2 + \dots + N_n)} \eta$$

Для многопредметной с разной станкоёмкостью

$$\tau_n = \frac{60F_d}{(N_1 + \kappa_1 N_2 + \kappa_2 N_3 + \dots)} \eta$$

где  $\eta$  – коэффициент, учитывающий затраты времени на переналадку оборудования, обычно  $\eta = 0,85 \dots 0,95$ ; коэффициенты

$$\kappa_1 = \frac{t_{шт2}}{t_{шт1}}, \quad \kappa_2 = \frac{t_{шт3}}{t_{шт1}}$$

учитывают разность в станкоёмкости обрабатываемых деталей по отношению к первой;

$N_1, N_2, \dots, N_n$  – годовые программы выпуска деталей.

3. Для однопредметных автоматических линий расчётное число станков на каждой из позиций определяется по норме оперативного времени, т.е.

$$C_{pi} = \frac{t_{oni}}{t_a}$$

где  $t_{oni} = t_o + t_a + t_{тр}$  – оперативное время работы позиции автоматической линии;  $t_{тр}$  – время транспортной операции, обычно составляет 0,1...0,3 мин.

4. Для каждой операции рассчитывают коэффициенты загрузки, значения которых не должны превышать приведённых в табл. 5 значений.

5. Разрабатывают структурную схему поточной линии механической обработки детали.

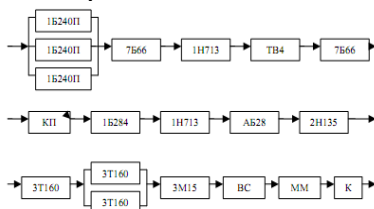


Рис. 2. Структурная схема поточной линии изготовления детали «Фланец»

На рис. 2 представлена структурная схема поточной автоматической линии по изготовлению детали «Фланец», включающая все рабочие позиции технологического маршрута его изготовления.

По итогам расчёта количества оборудования составляют таблицу, в которой указывают модель, мощность, балансовая стоимость, габаритные размеры, масса и требуемое количество по каждому типоразмеру оборудования.

В качестве примера в табл. 6 приведены расчёты основного оборудования и коэффициенты их загрузки по технологическим операциям.

Таблица 6

Расчёт количества основного технологического оборудования для поточной линии механической обработки детали

№ операции	Наименование операции	Норма штучного времени, мин	Количество станков		Коэффициент загрузки	Модель станка
			расчётное	принятое		
005	Токарная автоматная	2,1	2,62	3	0,87	1Б24ОП-4К
010	Вертикально-протяжная	0,47	0,59	1	0,59	7Б66
015	Токарно-копиральная	0,56	0,70	1	0,70	1Н113
025	Вертикально-протяжная	0,32	0,40	1	0,40	7Б66
035	Токарная автоматная	0,63	0,79	1	0,79	1Б284-6
040	Токарная многорезцовая	0,78	0,97	1	0,97	1Н713
045	Агрегатная	0,71	0,89	1	0,89	АБ2873
050	Вертикально-сверлильная	0,74	0,92	1	0,92	2Н135
055	Торцешлифовальная	0,76	0,95	1	0,95	3Т160
060	Круглошлифовальная	1,23	1,54	2	0,77	3Т160
065	Полировальная	0,72	0,9	1	0,90	3М153
Всего		9,02	11,27	14	8,75	
Среднее значение		0,82	–	–	0,8	

Как видно из приведённых в табл. 2 данных, коэффициент загрузки единиц оборудования в поточной линии составляет в основном  $K_{з,о}=0,77...0,97$ . Невысокий коэффициент загрузки протяжных станков  $K_{з,о}=0,4...0,59$  позволяет объединить эти операции. Однако наличие только одного станка в линии снижает надёжность работы всей линии. По величине среднего коэффициента загрузки оборудования линии  $K_{з,о,ср}=0,8$  проектное решение линии можно считать удовлетворительным.



## ПУНКТ № 4 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Цель:** определить количество потребного вспомогательного оборудования

Помимо основных станков в состав технологического оборудования механического цеха входит дополнительное оборудование, например, прессы для напрессовки обрабатываемых деталей на оправки, установки для удаления заусенцев, оборудование для закалки с нагревом ТВЧ, контрольные стенды и др. Их количество составляет 5...30% от количества основного технологического оборудования.

### **Теоретические сведения и ход работы:**

1. Определяют общее число станков в цехе
2.  $C = (1,05...1,3) C_{\text{пр}}$
3. По итогам расчёта количества оборудования составляют таблицу, в которой указываются модели, габаритные размеры, мощность, балансовая стоимость, масса и количество по каждому станку.

Эти данные используют для разработки энергетической, строительной и других частей проекта.

## ПУНКТ № 5 РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ

**Цель:** определить численность работников основной производственной системы

### **Теоретические сведения:**

К производственным рабочим механического цеха относят станочников, операторов и наладчиков автоматических линий, операторов-наладчиков, обслуживающих модули в ГПС, а также разметчиков, мойщиков деталей, слесарей и других рабочих, занятых выполнением операций технологи-

ческого процесса изготовления деталей основного производства.

В условиях автоматизированного производства в число производственных рабочих входят операторы, в задачу которых входят операции загрузки-разгрузки, т.е. два человека на линию в каждую смену, и наладчики, число которых определяется по нормам сложности обслуживаемого оборудования и составляет в среднем 4 – 8 единицы на одного наладчика.

Кроме станочников в состав основных производственных рабочих входят рабочие, занимающиеся слесарной обработкой деталей, разметчики, мойщики и другие, количество которых составляет 1...3% от основных профессий в крупносерийном и массовом производстве, до 5% – в серийном и мелкосерийном производстве и до 10% – в единичном производстве.

Численность основных рабочих при двухсменном режиме работы составляет в первую смену 50% в крупносерийном и массовом производстве, 55% – в среднесерийном и до 60% – в мелкосерийном и единичном производстве от общего числа рабочих.

При выполнении расчётов числа работающих в цехе предусмотрены две методики их расчёта: по трудоёмкости производственной программы (для участков, проектируемых по точной программе) и по числу принятого оборудования (для участков, проектируемых по укрупнённой методике).

### **Ход работы:**

1. Определение числа рабочих по трудоёмкости производственной программы

Число основных (производственных) рабочих по профессиям определяется по формуле

$$R_{ст} = \frac{\tau_{\Sigma}}{60\Phi_{д.р}K_{м}}$$

где  $\tau_{\Sigma}$  – суммарная годовая станкоёмкость обработки деталей на данном типоразмере станка, соответствующая рассматриваемой профессии рабочего (токаря, фрезеровщика и т.д.), станко-мин;

$\Phi_{д,р}$  – действительный годовой фонд времени рабочего ( $\Phi_{д,р}=1800$  ч);

$K_M$  – коэффициент многостаночного обслуживания.

Нормы многостаночного обслуживания  $K_M$  по типам оборудования составляют:  $K_M=1$  – для универсального оборудования с ручным управлением и  $K_M=2...4$  – для высокоавтоматизированных станков.

2. Определение числа рабочих по числу принятого оборудования

Число основных рабочих определяется по числу принятых станков  $C_{пр}$  так же с учётом их одновременного обслуживания (см. п. 3.8.1 [1])

$$R_{ст} = \frac{C_{пр} F_d K_{з.ср}}{\Phi_{д,р} K_{м.ср}}$$

где  $K_{з.ср}$  – средний коэффициент загрузки оборудования, принимаемый  $K_{з.ср} = 0,8...0,9$  – для единичного и мелкосерийного производства,  $K_{з.ср} = 0,75...0,85$  – для среднесерийного и  $K_{з.ср} = 0,65...0,85$  – для крупносерийного и массового производства (см. табл. 3.9 пособия [1]);

$K_{м.ср}$  – средний коэффициент многостаночного обслуживания, принимаемый  $K_{м.ср}=1,1...1,35$  для многосерийного и единичного производства  $K_{м.ср}=1,3...1,5$  – для среднесерийного и  $K_{м.ср}=1,9...2,2$  – для крупносерийного и массового производства.

3. Расчёт производственных рабочих по профессиям и тарификацию их по разрядам представлять в виде табл. 7.

Таблица 7

Ведомость расчёта производственных рабочих механического цеха

Профессия	Число единиц оборудования	Годовая трудоемкость в станко-часах	Коэффициент многостаночного обслуживания	Число рабочих		В том числе по сменам		
				расчётное	принятое	I	II	III
Токари								
Револьверщики								
Автоматчики								
Карусельщики								
Расточники								
Фрезеровщики								
Строгальщики								
Долбежники								
Сверловщики								
Зуборезчики								
Протяжчики								
Шлифовщики								
Хонингисты								
Пилорезчики								
Центровщики								
Итого производственных рабочих								

Примечание. Указанный перечень профессий является примерным и устанавливается в каждом отдельном случае применительно к разработанному проекту.

## ПУНКТ № 6

### РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ

**Цель:** определить численности работников вспомогательной производственной системы

#### Теоретические сведения и ход работы:

К вспомогательным относятся рабочие, выполняющие техническое обслуживание производственных участков и линий: рабочие ремонтных и инструментальных служб, транспортные и подсобные рабочие, уборщики производственных помещений, рабочие складов и кладовых и др.

К категории инженерно-технических работников (ИТР) относятся лица, осуществляющие руководство цехом и его структурными подразделениями (начальник цеха, его заместители, начальники отделений, участков, лабораторий, мастера), а также инженеры-технологи, техники, экономисты, нормировщики, механики, энергетики и т.д.

Численность вспомогательных рабочих при укрупнённом проектировании определяют общим числом в зависимости от числа производственных рабочих.

1. Определение численности вспомогательных рабочих цехового подчинения.

В табл. 8 приведены данные о (%) соотношении числа вспомогательных рабочих цехового подчинения в зависимости от числа производственных рабочих цеха. Указанные соотношения не учитывают ремонтных рабочих по текущему ремонту и межремонтному обслуживанию технологического, и электрооборудования, слесарей, заточников, наладчиков приборов, рабочих по приготовлению смазочно-охлаждающих жидкостей, контролёров ОТК.

Если рабочие-ремонтники, заточники и слесари-инструментальщики входят в состав цеха, то указанные нормы необходимо увеличить на 4...5%.

При распределении общей численности вспомогательных рабочих по сменам можно принимать, что в первую смену работают в цехах единичного производства и мелкосерийного производства 65%, среднесерийного 60%, крупносерийного и массового 55% вспомогательных рабочих.

При проектировании участков, состоящих из станков с ЧПУ для предварительного расчёта числа работающих, можно пользоваться следующими нормами численности работающих на один станок:

Операторы 0,08  
Слесари-ремонтники 0,07  
Электрики 0,045  
Электронщики 0,1  
Программисты 0,25  
Служащие 0,01  
Итого 1,275

Таблица 8

Численность вспомогательных рабочих механических и сборочных цехов (в % от числа производственных рабочих)

Цехи и линии	Производство			
	единичное и мелкосерийное	средне-серийное	крупно-серийное	массовое
Механические цехи	20...25 40...45*	20...25	20...25	20...25
Автоматические цехи	–	–	30...35	30...35
Автоматические линии	–	–	–	30...40
Сборочные цехи	20...25 40...45*	20...25	20...25	20...25

\* Нормы приведены для цехов тяжёлого машиностроения с массой собираемых изделий более 50 т.

## 2 Определение численности ИТР, служащих и младшего обслуживающего персонала

В табл. 9 приведены нормы для расчёта численности ИТР механических цехов с учётом разработки технологических процессов и разработки управляющих программ на ЭВМ, а также проектировании специальных приспособлений работниками отдела главного технолога и отдела труда. Большие значения норм соответствуют числу основных производственных станков механического цеха до 50 или числу производственных рабочих сборочного цеха до 75, меньшие значения – числу станков более 400 и числу производственных рабочих более 700.

Таблица 9

Нормы для определения численности ИТР механических и сборочных цехов

Цехи	Число ИТР (% числа основных станков механического цеха или числа производственных рабочих сборочного цеха) при производстве			
	единичном и мелкосерийном	средне-серийном	крупно-серийном	массовом
Механические	24...18	22...16	21...15	20...15
Сборочные	12...9	11...8	10...8	10...7

Промежуточные значения для конкретных условий могут быть получены интерполяцией.

3 После подсчёта всех категорий, работающих сводные данные, заносят в таблицу по форме табл. 10.

Таблица 10

Сводная ведомость состава работающих

Группа работающих	Число		Обоснование расчёта
	всего	в том числе в максимальную смену	
Производственные рабочие:			
а) станочники			
б) слесари, разметчики и прочее			
Итого производственных рабочих			
Вспомогательные рабочие			По нормативам ____ что составляет ____ от производственных рабочих
Итого рабочих			
Инженерно-технические работники			
Служащие			
Младший обслуживающий персонал			_____ % от рабочих
			_____ % от рабочих
			_____ % от рабочих
			_____ % от рабочих
Всего работающих			

## ПУНКТ № 7

# РАЗРАБОТКА ПЛАНА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

**Цель:** разработать компоновочный план размещения технологического оборудования на механическом участке

### **Теоретические сведения:**

Расположение станков на участках зависит от организационной формы обработки, числа станков, средств межоперационного транспорта и способа удаления стружки от мест образования.

При разработке плана размещения оборудования требуется определить площадь цеха. Производственную площадь  $S_{пр}$  определяют по показателю удельной  $S_{уд.пр}$  площади, приходящейся на один станок:  $S_{пр} = S_{уд.пр} C_{пр}$ ,

где  $C_{пр}$  – принятое число станков основной системы. Удельная площадь  $S_{уд. пр}$  зависит от габаритов станков и средств межоперационного транспортирования (конвейеров).

С учётом вспомогательных отделений и магистральных проездов общую площадь увеличивают на 35...40%.

При планировке оборудования показывают условными обозначениями рабочего у станка, места для заготовок, инструментальные тумбочки и т.п. В ходе планировки всё это размещают в соответствии с принятой организационной формой механической обработки на компоновочном плане участка или цеха, закрепляя их тем или иным способом.

Планировку оборудования осуществляют с использованием ЭВМ

Относительно транспортного средства или цехового проезда возможно продольное, поперечное, угловое и кольцевое размещение станков (рис. 3).



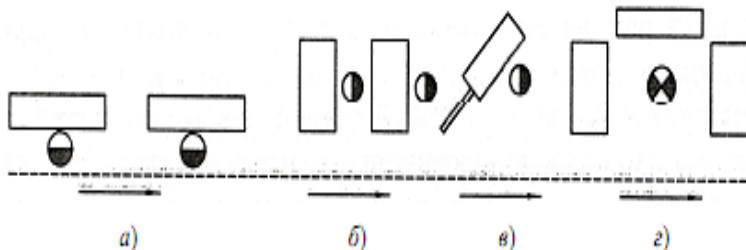


Рис. 3. Варианты размещения станков относительно транспортных средств: а – продольное; б – поперечное; в – угловое; г – кольцевое

Фронтальное (продольное) расположение станков создаёт благоприятные условия для механизации и автоматизации средств межоперационного транспортирования и обслуживания рабочих мест. Поперечное размещение оборудования ухудшает условия для обслуживания оператором за счёт большого удаления зоны загрузки-выгрузки станка от средств транспортирования, но уменьшает удельную площадь размещения оборудования. Расположение станков под углом характерно для станков, имеющих большую длину (продольно-фрезерные и продольно-строгальные, протяжные, прутковые автоматы и полуавтоматы). При таком размещении более рационально используется площадь цеха. Кольцевое расположение создаёт лучшие условия для многостаночного обслуживания. При размещении технологического оборудования должны быть соблюдены нормы технологического проектирования, регламентирующие ширину проходов и проездов между рядами станков, расстояния как между станками, так и от станков до стен и колонн здания. Различные варианты расположения станков приведены на рис. 4.

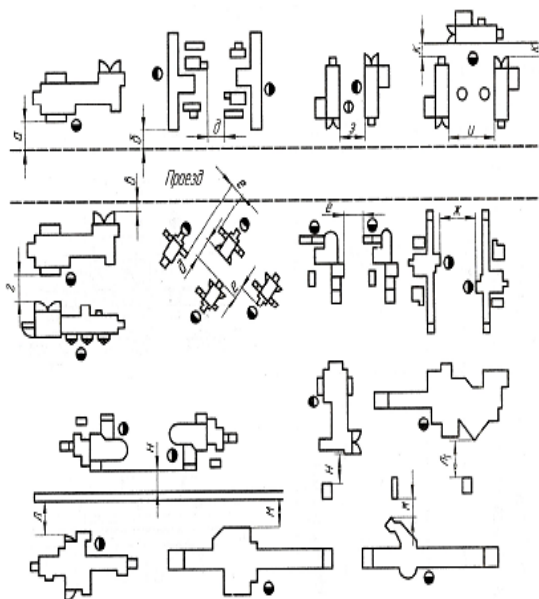


Рис. 4. Схемы размещения станков

На компоновочном плане должно быть изображено все оборудование и устройства, относящиеся к рабочему месту:

- расположение рабочего места у станка во время работы;
- верстаки, рабочие столы, подставки;
- инструментальные столики;
- места у станков для обработанных деталей и заготовок;
- транспортные устройства, относящиеся к раб. месту;
- площадки для контроля и временного хранения деталей;

На рис. 5 показаны наиболее распространённые варианты планировок поточных линий.

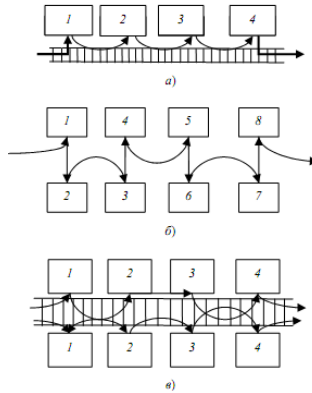


Рис. 5. Расположение станков в поточной линии  
(цифры обозначают порядковый номер станка)

В варианте (а) на рис. 2 станки расположены в порядке последовательности операций, передача заготовок осуществляется с помощью конвейеров. При обработке тяжёлых деталей каждый станок обслуживается поворотным краном или электротельфером на монорельсе. Во втором варианте (б) станки также размещены в порядке операций, но в два ряда. Оба ряда работают самостоятельно. Станки обслуживаются двойным рольгангом, а иногда и тройным. Средний рольганг служит для передачи деталей в обход какой-либо операции. Вместо рольгангов можно использовать пластинчатые или подвесные конвейеры. Такую планировку принимают тогда, когда для каждой операции требуется не один, а два станка. В этом случае будут две параллельные линии для обработки одинаковой детали. Подобную планировку можно использовать и при обработке различных деталей на каждом из потоков. Третий вариант (в) принимают при значительной (более 40...50 м) длине поточной линии. Пример компоновки оборудования в поточной линии показан на рис. 6.

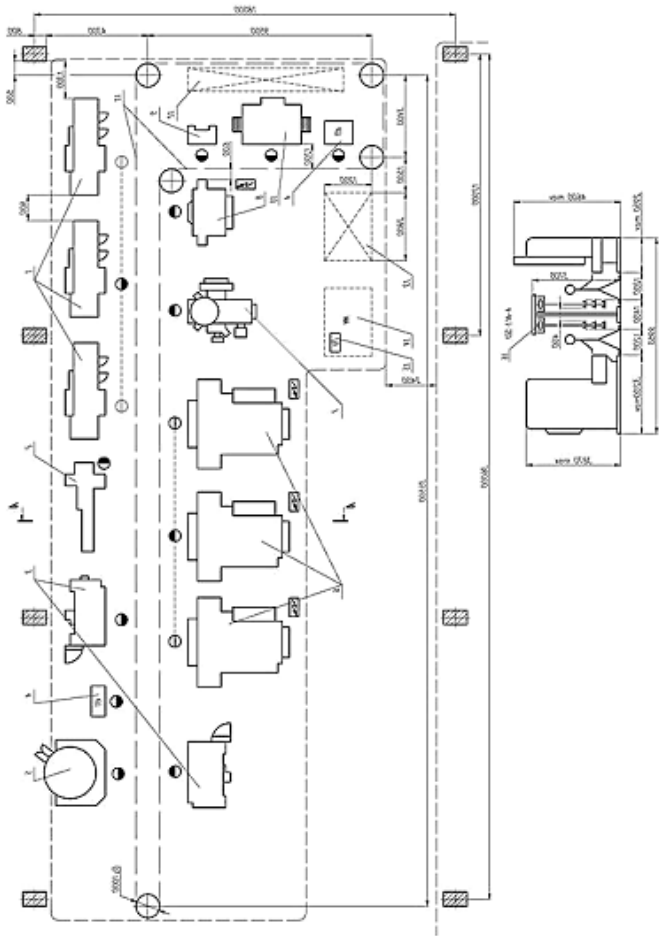


Рис. 6. Планировка оборудования поточной линии

Нормы расстояний станков от проезда, между соседними станками, а также от станков до стен и колони здания приведены в табл. 11.

Таблица 11

Нормы расстояний станков от проезда, между ставками, а также от станков до стен и колони здания

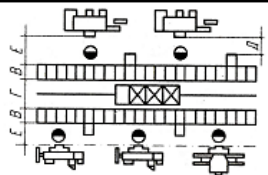
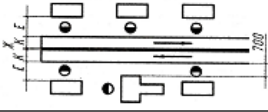
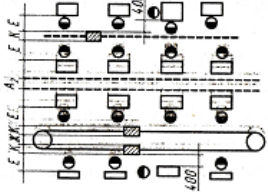
Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане, не более, мм		
	1800	4000	8000
1	2	3	4
От проезда до:			
фронтальной стороны станка ( <i>a</i> )	1600/1000		2000/1000
боковой стороны станка ( <i>b</i> )	500		700/500
тыльной стороны станка ( <i>a</i> )	500		500
Между станками при расположении их:			
«в затылок» ( <i>z</i> )	1700/1400	2600/1600	2600/1800
тыльными сторонами друг к другу ( <i>d</i> )	700	800	1000
боковыми сторонами друг к другу ( <i>e</i> )	900		1300/1200
Фронтальными сторонами друг к другу и при обслуживании одним рабочим:			
одного 1 станка ( <i>ae</i> )	2100/1900	2500/2300	2600
двух станков ( <i>e</i> )	1700/1400	1700/1600	–
по кольцевой схеме ( <i>u</i> )	2500/1400	2500/1600	–
От стен, колонн до:			
фронтальной стороны станка ( <i>д, л</i> )	1600/1300		1600/1500
боковой стороны станка ( <i>н</i> )	1300	1300/1500	1500
тыльной стороны станка ( <i>м</i> )	700	800	900

П р и м е ч а н и е. Расстояние между станками *k* при размещении их по кольцевой схеме принимается не менее 700 мм. Расстояние до боковой стороны станков *л* установлено 1200/900. В знаменателе приведены нормы расстояний для цехов крупносерийного и массового производства, когда они отличаются от соответствующих норм для условий единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства. Для станков, установленных на индивидуальные фундаменты, расстояние между фундаментами должно быть не менее, м: при транспортировании дроблёной стружки – 0,8; витой стружки – 1,0.

В табл. 12 приведены нормы расстояний между оборудованием при использовании автоматизированных транспортных средств, в частности между станком и передвижной консольной секцией приёмопередаточного стола Д от станка до оснастки или транспортного средства Е, между приёмно-передаточными столами Г и между транспортными средствами Ж.

Таблица 12

## Нормы расстояний при применении автоматизированного транспорта

Транспорт	Д	Е	Г	Ж	Эскиз
Автоматизированная напольная транспортная система	0,4	1,07	0,9	—	
Роликовый или пластинчатый конвейер	—	0,9	—	Не менее 0,1	
Подвесной конвейер	—	0,9	—	Не менее 0,3	

Ширину К межоперационному транспорту и ширину В приёмнопередаточных столов стеллажного оборудования принимают в соответствии с габаритными размерами обрабатываемых заготовок. Ширина А пешеходного прохода между тыльными сторонами станков, встроенных в автоматизированные участки, должна быть 1,6 м.

### Ход работы:

Основные этапы разработки планировочного решения участка, следующие:

1. Вычертить упрощённые модели размещаемого оборудования на участке в предполагаемом масштабе (1:100; 1:50).
3. Предварительно определить производственную площадь участка, взяв за основу норматив удельной производственной площади, приходящейся на один станок.
4. Компьютерным способом разместить модели оборудования технологического и других видов оборудования на

выделенной площади с соблюдением всех норм расстояний между станками, станками и колоннами (стенами), стенками и проездами, станками и средствами автоматического транспортирования, предусмотренные нормами технологического проектирования планировок.

5. Определить длину станочного участка и число рядов станочного оборудования.

6. Определить место и размеры проездов и проходов на участке с учётом выбранных транспортных средств и нанести их на план участка.

7. Определить размеры пролёта, сетку колонн и место участка в пролёте механического цеха.

8. Обозначить размеры размещённого оборудования и уточнить первоначально определённую величину производственной площади.

9. Вычертить схему планировки оборудования в выбранном масштабе (1:100; 1:50) на листе А1 с указанием всех размеров, привязок к колоннам производственного здания, с выносом позиций установленного оборудования.

10. Предусмотреть место и размеры площадок временного межоперационного хранения заготовок, контрольно-разметочных пунктов, площадок складирования заготовок, место мастера участка и других позиций, входящих в состав производственной площади участка.

11. Обеспечить привязку оборудования размерами от колонн производственного здания, от проездов, между собой и др., обеспечивающую построение монтажной схемы размещения оборудования на производственной площади участка.

12. Вычертить планировку оборудования в выбранном масштабе на листе А1 с указанием всех размеров, привязок к колоннам производственного здания, с выносом позиций установленного оборудования.

## **ПУНКТ № 8**

### **РАЗРАБОТКА ПЛАНА МЕХАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА**

**Цель:** спроектировать схему механического цеха, обеспечивающего установку потребного технологического оборудования.

#### **Теоретические сведения:**

План механического участка выполняется в масштабе 1:50; 1:100 или 1:200.

Все отделения цеха располагаются по направлению общего производственного потока в следующем порядке (типую схему на рис. 1):

а) при единичном и серийном производстве цеховой склад материалов и заготовок вместе или смежно с заготовительным отделением размещаются в начале цеха (поперек пролётов цеха или в отдельном пролёте.); при поточном производстве складские площадки для заготовок располагаются в начале каждой поточной линии;

б) вдоль склада или складских площадок поперёк пролётов цеха устраивается проезд шириной не менее 4 м и более в зависимости от применяемых средств транспорта;

в) далее располагается станочное отделение; при значительной длине технологической линии устраиваются поперечные проходы шириной не менее 4 м;

г) в конце станочного отделения поперёк всех пролётов также устраивается поперечный проезд шириной не менее 4 м в зависимости от применяемых средств транспорта.

д) далее располагается контрольное отделение или контрольные пункты (при поточном производстве);

е) параллельно контрольному отделению, поперёк пролётов, размещается промежуточный склад и смежно с ним – межоперационный, если таковой предусмотрен;

ж) заточное отделение и инструментально-раздаточный склад, как отмечалось выше, при поточном производстве располагаются в стороне от потока, где размещаются и все остальные вспомогательные отделения цеха, чтобы не стеснять движение деталей; при единичном и серийном производстве



они могут занимать в цехе центральное положение по отношению к станочному участку.

В крупносерийном и массовом производстве необходима специализация отделений (участков) по агрегатам или узлам изготавливаемой машины с законченным технологическим циклом обработки и сборки данного агрегата или узла.

В серийном и мелкосерийном производствах специализировать отделения по технологическому признаку – отделение механической обработки; узловой сборки, общей сборки; применять специализацию отделений механической обработки по группам деталей например отделение корпусных деталей, отделений валов, отделений зубчатых колёс и т.д.;

Складские помещения в цехе (склад материалов и заготовок, промежуточный склад) отделяются от станочного отделения металлической сеткой высотой не более 2,0...2,5 м (для свободного прохода кранов), а контрольное и заточное отделения – стеклянной перегородкой.

В соответствии с указанной последовательностью расположения вспомогательных отделений цеха и планировкой оборудования устанавливается общая компоновка цеха, в результате чего определяются число пролётов, ширина цеха, его длина (в соответствии с принятым шагом колонн) и общая площадь цеха (определение ширины, длины и высоты здания цеха рассматривается).

Длина станочного комплекса участков должна находиться в пределах не более 35...50 м. Место рабочего у станка обозначается кружком (Ø 500 мм в соответствующем масштабе), половина которого затеняется, при этом светлая часть кружка должна быть обращена к станку. Ширина рабочей зоны перед станком (вместе с рабочим) должна составлять 800 мм, расстояние от фронтальной стороны станка до проезда должна быть не менее 1000 мм (табл. 3.12, 3.13 [1]).

На плане должны быть изображены штрихпунктирными линиями все проезды и проходы, штриховыми линиями туннели или ямы, предназначенные для производственных или транспортных целей.

В части строительной на плане должны быть изображены:

- 1) колонны с осями и обозначением номера каждой колонны;
- 2) очертания оснований колонн и фундаментов, изображаемые штриховыми линиями;
- 3) наружные и внутренние стены – капитальные и лёгкие, а также перегородки, включая стеклянные и сетчатые;
- 4) окна, ворота и двери наружные и внутренние;
- 5) подвалы, подземные комнаты, антресоли.

На плане должны быть даны и все необходимые размеры: ширина пролётов; шаг колонн; общая ширина цеха; общая длина пролётов и всего цеха; ширина продольных и поперечных проходов или проездов; ширина, длина и площадь каждого вспомогательного отделения; расстояния от станков до колонн и между станками и рабочими местами, габаритные размеры крупных станков. Все нанесённые на план изображения и размеры должны быть вычерчены в масштабе.

На плане должны быть сделаны надписи с номерами или названиями производственных отделений цеха, производственных участков, вспомогательных отделений, а также с названиями или номерами этажей (при многоэтажных зданиях).

В случае расположения цеха в многоэтажном здании на одном листе изображаются все этажи, один над другим так, чтобы совпадали все оси, колонны и габариты по всем этажам.

Кроме плана должен быть выполнен поперечный разрез здания в масштабе 1:50 и 1:100 с указанием высоты здания.

Изображение строительных элементов здания и технологического оборудования выполняется в масштабе чертежа в виде контурных очертаний условными графическими обозначениями в соответствии с ОСТ 23.4.261–86 (табл. 13).

### **Ход работы:**

Основные этапы разработки планировочного решения участка, следующие:

1. Вычертить производственный участок для размещения технологического оборудования в выбранном масштабе
2. Вычертить магистральные и технологические проезды и проходы.

3. Определить количество пролетов в механическом участке.
4. Разместить на плане вспомогательные отделения.
5. Разместить на плане бытовые отделения.
6. Разместить на плане складские помещения
7. Вычертить планировку участка в выбранном масштабе (1:100; 1:50) на листе А1 с указанием всех размеров, привязок к колоннам производственного здания, с выносом позиций установленного оборудования.

Задавшись шириной пролёта, шагом колонн, числом пролётов, находят габаритные размеры цеха. Ширину пролёта выбирают из унифицированного ряда, чаще всего 18 или 24 м, с учётом возможности размещения кратного числа рядов оборудования.

На рис. 7 приведена схема общей компоновки механического цеха с инструментальным, ремонтным, термическим, окрасочным, испытательным и контрольным отделениями, а также складами и бытовыми помещениями машиностроительного завода серийного производства, без технологического оборудования.

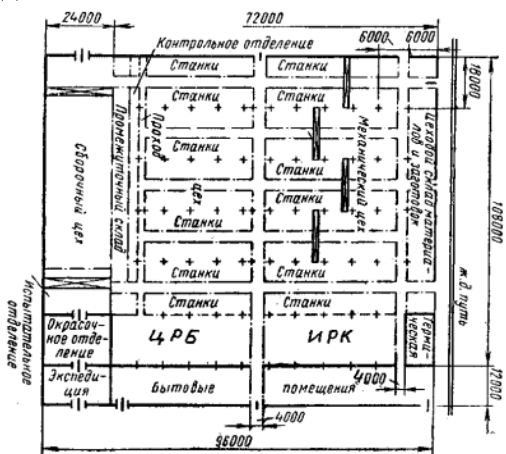


Рис. 7. Схема общей компоновки в одном здании механического цеха машиностроительного завода серийного производства со вспомогательными отделениями, складами и бытовыми помещениями

Таблица 13

Условные обозначения, применяемые на планировке

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Капитальная стена		Место складирования заготовок и изделий	
Окно		Пульт управления	
Сплошная перегородка		Кран мостовой	
Перегородка из стеклоблоков		Стеллаж много-ярусный однорядный	
Барьер		Кран-штабелёр автоматизированный	
Ворота распашные		Кран консольный поворотный с электроталью	
Ворота откатные		Каретка-оператор с автоматическим адресованием грузов	
Колонны железобетонные и металлические		Тележка рельсовая	
Канал для транспортирования стружки		Конвейер подвесной цепной	
Автоматическая линия и технологическое оборудование		Промышленный робот	
Место рабочего		Конвейер роликовый однорядный	
Многостаночное обслуживание одним рабочим		Подвод сжатого воздуха (цифры указывают давление в сети)	
Контрольный пункт		Точка подвода электрокабеля к оборудованию	

## ПУНКТ № 9

### ОБЩАЯ ПЛАНИРОВКА МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

**Цель:** спроектировать общую схему механического цеха, обеспечивающего выпуск изделий заданной номенклатуры

#### **Теоретические сведения:**

Все станки, автоматические станочные линии и другое оборудование, а также устройства на рабочих местах, складские и контрольные площадки, грузоподъемные и транспортные устройства, изображенные на плане, обозначаются порядковыми номерами и вносятся в спецификацию, которая помещается на плане.

В спецификации должны быть указаны:

- 1) номер, обозначенный на плане;
- 2) наименование оборудования или устройства;
- 3) характеристика оборудования – основные размеры, грузоподъемность, площадь и т.д.;
- 4) мощность электродвигателей оборудования.

Планировка участка в выбранном масштабе вычерчивается на отдельном листе (как правило формата А1), с указанием всех размеров, привязок к колоннам производственного здания, с выносом позиций установленного оборудования, прикладывается ведомость спецификаций установленного оборудования на участке.

#### **Ход работы:**

Основные этапы разработки планировочного решения участка, следующие:

1. Разместить модели технологического оборудования на участке
2. Компьютерным способом разместить модели оборудования технологического и других видов оборудования в выбранном масштабе (1:100; 1:50) на выделенной площади с соблюдением всех норм расстояний между станками, станками и колоннами (стенами), стенками и проездами, станками и средствами автоматического транспортирования, предусмотренные нормами технологического проектирования планировок.

3. Определить место и размеры проездов и проходов на участке с учётом выбранных транспортных средств и нанести их на план участка.

4. Предусмотреть место и размеры площадок временного межоперационного хранения заготовок, контрольно-разметочных пунктов, площадок складирования заготовок, место мастера участка и других позиций, входящих в состав производственной площади участка.

5. Обеспечить привязку оборудования размерами от колонн производственного здания, от проездов, между собой и др., обеспечивающую построение монтажной схемы размещения оборудования на производственной площади участка.

6. Вычертить планировку участка в выбранном масштабе на листе А1 с указанием всех размеров, привязок к колоннам производственного здания, с выносом позиций установленного оборудования.

Пример компоновки механосборочных цехов с поперечным разрезом по пролёту представлен на рис. 8.

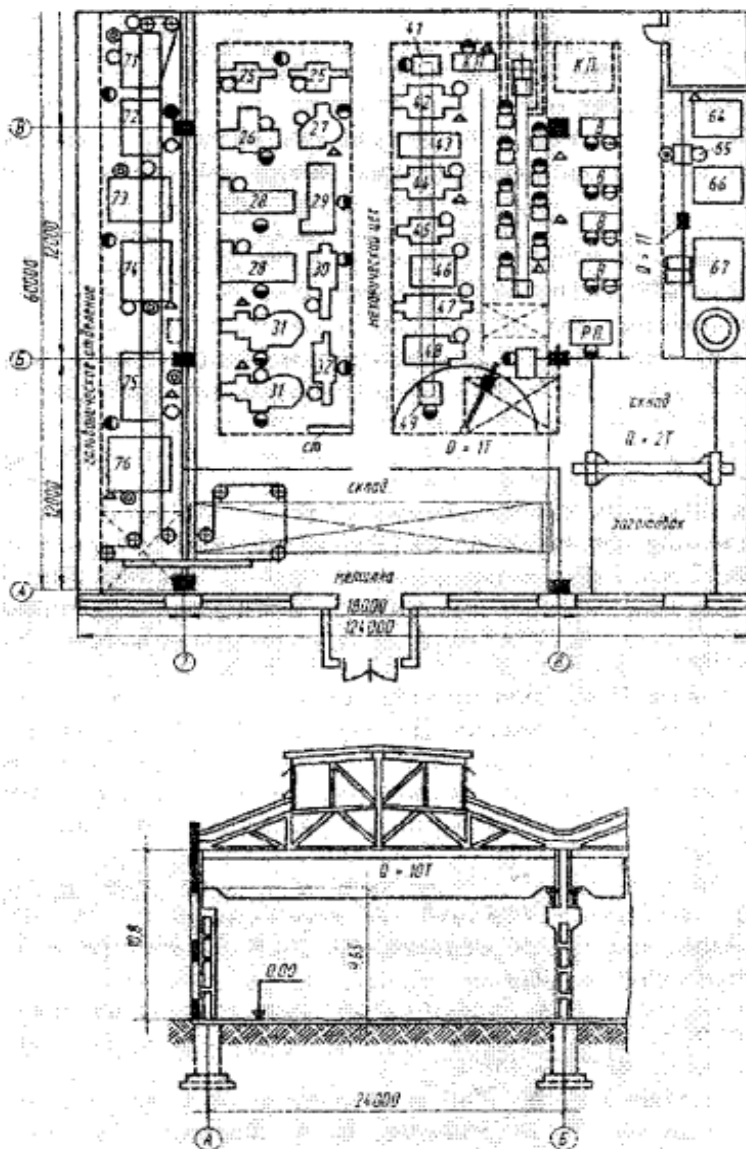


Рис. 8. Компонувочно-планировочный план цеха с поперечным разрезом пролёта

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пачевский В.М., Демидов А.В. Проектирование машиностроительного производства: учеб. пособие / А.В. Демидов. – Воронеж: ВГТУ, 2015.
2. Демидов А. В. Основы проектирования производства: учеб. пособие / А.В. Демидов. – Воронеж: ВГТУ, 2015. – 188 с.
3. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие для вузов / А.А. Иванов. – М.: Форум, 2012. – 223 с.
4. Берлинер, Э.М. САПР в машиностроении / Э.М. Берлинер. – М.: Форум, 2014. – 448 с.
5. Демидов, А. В. Организация технической подготовки производства: учеб. пособие / А.В. Демидов. – Воронеж: ВГТУ, 2015.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Пункт № 1.....	3
Пункт № 2.....	9
Пункт № 3.....	12
Пункт № 4.....	17
Пункт № 5.....	17
Пункт № 6.....	20
Пункт № 7.....	24
Пункт № 8.....	32
Пункт № 9.....	37
Библиографический список.....	40



# **РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению контрольных работ  
по дисциплине «Проектирование машиностроительного  
производства» для студентов направления  
15.03.01 «Машиностроение»  
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств») всех форм обучения

### **Составитель**

**Демидов** Алексей Владимирович

Компьютерный набор А. В. Демидова

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 06.12.2021.

Уч.-изд. л. 2,5.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический  
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14