

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Андрей Борисович  
Должность: Директор  
Дата подписания: 24.10.2023 12:24:22  
Уникальный программный ключ:  
с83cc511feb01f5417b9362d2700339df14aa123



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
В Г. ТАГАНРОГЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге**

ЦМК «Технология машиностроения и сварочного производства»

## **Методические указания**

Для выполнения курсового проекта

Разработка и реализация технологических процессов механосборочном  
производстве «Разработка технологического процесса механической обработки  
детали (по вариантам)

Таганрог

2023

Составители: Золотухина И.А.

Методические указания Для выполнения курсового проекта Разработка и реализация технологических процессов механосборочном производстве «Разработка технологического процесса механической обработки детали (по вариантам)». ПИ (филиал) ДГТУ в г.Таганроге, 2023 г.

Предназначено для обучающихся по направлению подготовки:

15.02.16 Технология машиностроения

Ответственный за выпуск:

Председатель ЦМК: Новоселова Т.В.

## 1. ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цель проектирования состоит в создании механосборочного цеха, отвечающего всем требованиям технического прогресса.

Основная задача проектирования звучит следующим образом: спроектировать цех или участок, обеспечивающий выпуск изделий определенной номенклатуры, требуемого качества, заданную программу выпуска при достижении минимально возможных приведенных затрат на изготовление с учетом всех требований по охране труда.

При проектировании механосборочных цехов одновременно решаются технологические, экономические и организационные задачи.

Исходными данными для проектирования являются:

- производственная программа выпуска изделий (деталей), шт/год ;
- технологические процессы производства изделий (деталей);
- трудоемкость и станкоёмкость операций и переходов;
- тип и вид применяемого оборудования;
- годовой фонд времени работы оборудования;
- годовой фонд времени рабочего.

Исходные данные на практические и расчётно-графические работы и курсовое проектирование выдаются преподавателем, на дипломное проектирование – руководителем проекта.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Тип производства на начальном этапе проектирования, когда неизвестно число оборудования и рабочих мест, укрупнённо определяют в зависимости от программы выпуска и массы деталей по таблице 1:

*Таблица № 1*

Тип производства	Годовая программа выпуска, $N$ , шт		
	$M > 100$ кг	$10 < M < 100$ кг	$M < 10$ кг
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5...100	10...200	100...500
Среднесерийное	100...300	200...500	500...5000

<b>Крупносерийное</b>	<b>300...1000</b>	<b>500...5000</b>	<b>5000...50000</b>
<b>Массовое</b>	<b>Более 1000</b>	<b>Более 5000</b>	<b>Более 50000</b>

### 3. РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА

#### 3.1. Поточное производство (массовое, крупносерийное)

Вначале рассчитывается количество оборудования для участка изготовления детали (-ей), которая дана в задании.

##### 1. Число станков непрерывно-поточной линии:

Если задание выдано в виде годовой трудоемкости изготовления, то определяется программа запуска деталей или изделий по формуле:

$$N_{\text{зап}} = \frac{T_{\text{год.прогр}} * K_{\text{пл.пер}}}{\sum t_{\text{шт}} * K_{\text{уж}}}, \quad (1)$$

где **T год.прогр** - трудоемкость изготовления детали ( из задания ); **K пл.пер** - коэффициент плановой переработки норм ( 1,1...1,2); **∑ t шт** - штучное время изготовления детали ( из задания ); **K уж** - коэффициент ужесточения ( 0,85 ... 0,9 ).

Затем определяется такт выпуска деталей или изделий по формуле:

$$t = \frac{60 * \Phi_{\text{д}}}{N_{\text{зап}}}, \quad (2)$$

где **Φ д** - действительный годовой фонд времени работы оборудования (табл.1); **Nзап** - годовая программа запуска по формуле (1).

2. Число станков непрерывно-поточной линии на каждой операции определяется в зависимости от такта выпуска по следующей формуле:

$$C'i = \frac{t_{\text{шт } i}}{t}, \quad (3)$$

где **t шт i** - штучное время на данной операции (исходные данные); **t** - такт выпуска из формулы (2).

Для переменного-поточных и групповых поточных линий число станков на каждую операцию определяют так:

$$C_i = \frac{\sum (t_{ш-к i} * N_i)}{\Phi_0 * 60}, \quad (4)$$

где  $t_{ш-к i}$  - штучно-калькуляционное время операции изготовления  $i$ -ой детали на станке, мин (см. задание);  $N_i$  - программа изготовления  $i$ -ой детали (см. задание) ;  $\Phi_0$  - эффективный годовой фонд времени работы станка, ч (табл. 2).

Таблица № 2

Оборудование	Режим работы		
	односменный	двухсменный	трехсменный
<b>Металлорежущие станки массой, т:</b>			
до 10	2040	4060	6060
10 ... 100	2000	3985	5945
<b>Металлорежущие станки с ЧПУ массой, т:</b>			
до 10	-	3890	5775
10 ... 100	-	3810	5650
<b>Агрегатные станки</b>	-	4015	5990
<b>Автоматические линии</b>	-	3725	5465
<b>Гибкие производственные модули, роботизированные технологические комплексы массой, т:</b>			
До 10	-	-	5970 (7970)
10 ... 100			5710 (7620)
<b>Рабочее место сборщика</b>	2070	4140	6210
<b>Рабочее место сборщика с механизированными приспособлениями</b>	2050	4080	6085

Сборочное автоматическое и полуавтоматическое оборудование	2000	3975	5930
Автоматические сборочные линии	-	3725	5465
Испытательные стенды	2020	4015	5990
Испытательные стенды с автоматической регистрацией результатов испытаний	2010	3975	5960

Если расчетное число станков для данной операции получается дробным, оно округляется в сторону увеличения до большего целого числа, называемого принятым числом станков  $C_{пр i}$ . После этого определяется коэффициент загрузки для каждой операции:

$$K_{заг} = \frac{C'_{i}}{C_{пр i}}, \quad (5)$$

где  $C'_{i}$  – расчётное число станков (формула 3 или 4).

Необходимо, чтобы величина коэффициента загрузки не превышала средних по группе (табл. 3). Если коэффициент загрузки превышает средний по группе, то производится пересчет количества оборудования с помощью коэффициента использования оборудования по следующей формуле:

$$C^*_{i} = \frac{C_{пр i}}{K_{исп i}}, \quad (6)$$

где  $K_{исп i}$  - коэффициент использования (см. табл. 3).

Таблица № 3

Коэффициенты загрузки и использования оборудования			
ГРУППА ОБОРУДОВАНИЯ	Коэффициент загрузки, $K_z$		Коэффициент использования, $K_{и}$
	Максималь- ный по группе	Средний по группе	

Универсальные станки	0,95...1	0,8	0,9
Автоматы и полуавтоматы :	0,95...1	0,85	0,85
одношпиндельные			
многошпиндельные	0,9	0,9	0,8
Специальные и агрегатные станки	0,9	0,9	0,8
Автоматические линии с жесткими связями	0,95...1	0,9	0,75
Станки с ЧПУ	0,95	0,9	0,85

Затем снова округляют до ближайшего большего целого числа  $C^*_{пр i}$  и производят повторный пересчет коэффициента загрузки:

$$K^*_{заг} = \frac{C' i}{C^*_{пр i}}, \quad (7)$$

где  $C' i$  - расчетное число станков (формула 3 или 4).

Пересчет продолжают до тех пор, пока коэффициент загрузки не будет в пределах максимального или среднего по группе.

После этого определяют общее количество станков в поточной линии обработки данной детали как сумму принятых для отдельных операций станков (после окончательного пересчета):

$$C_o = \sum C_{пр i}, \quad (8)$$

Затем вычисляют средний коэффициент загрузки станков для всей поточной линии:

$$K_{заг} = \frac{\sum C' i}{C_o}, \quad (9)$$

где  $\sum C' i$  -- суммарное расчетное число станков на всех операциях (формула 3 или 4).

3. Количество рабочих мест сборки в поточном производстве определяется по формуле:

$$M_i = \frac{t_{шт i}}{t * \Pi}, \quad (10)$$

где  $t_{шт i}$  - штучное время  $i$ -ой операции сборки, мин (по заданию);  $t$  - такт выпуска, мин (формула 2);  $\Pi$  - число рабочих на данном рабочем месте (1...2 чел.).

Полученное дробное число рабочих мест округляют до ближайшего большего целого числа  $M_i$ . Если конвейер шаговый, то число рабочих мест определяется так:

$$M_i = \frac{t_{шт i}}{(t - t_n) * \Pi}, \quad (11)$$

где  $t_n$  - время перемещения собираемых изделий между позициями, мин.

Общее число рабочих мест сборки на конвейере:

$$M_k = \Sigma (M_i) + M_p, \quad (12)$$

где  $M_p$  - количество резервных постов (5...10% от  $\Sigma (M_i)$ ).

После определения количества оборудования на участке приступают к его расчету в цехе в целом. В условиях поточного производства количество станков в цехе принимают равным сумме чисел станков на всех участках. В учебном процессе условно можно принять число станков в цехе:

$$C_c = n * C_o, \quad (13)$$

где  $C_o$  - количество станков в поточной линии, посчитанное по формуле (8);  $n$  - примерное число участков в цехе (табл. 4).

Таблица № 4

Число станков на участке, $C_o$	Число участков в цехе, $n$
< 20	8
20 ... 30	7
30 ... 40	6



40 ... 50	5
50 ... 60	4
> 60	3

### 3.2. Непоточное производство (единичное, мелкосерийное, серийное)

1. Количество металлорежущих станков и прессов в непоточном производстве определяется по каждому типоразмеру оборудования для каждого участка на основе данных о станкоёмкости деталей. Число станков каждого типа определяется в зависимости от трудоемкости (распределение трудоемкости по видам оборудования см. [стр. 144 ... 149 8]) и фонда времени работы оборудования (табл. 2) по следующей формуле:

$$C_j = \frac{T_{сj}}{\Phi_d}, \quad (14)$$

где  $\Phi_d$  - действительный годовой фонд времени работы оборудования (табл.2);  $T_{сj}$  - суммарная трудоемкость обработки годового количества деталей, обрабатываемых на станка данного типоразмера, станко-ч (см. задание).

Число станков округляют до большего целого  $C_{прj}$  и определяют их количество в цехе в непоточном производстве – сумма станков всех типов:

$$C_{ц} = \sum C_{прj}, \quad (15)$$

Расчет суммарной трудоемкости и количества основного технологического оборудования с использованием методов приведения программы выпуска может быть осуществлен по одному из следующих способов:

а) Первый способ заключается в том, что из группы изделий выбирают три-пять изделий-представителей, для которых рассчитывают трудоемкость (станкоёмкость) изготовления изделий  $T_i$  по типам используемого оборудования в технологическом процессе изготовления деталей. Можно взять в качестве детали-представителя одну деталь, для которой имеются данные по трудо-

емкости . После этого делят полученную станкоемкость на массу соответствующих деталей-представителей и определяют станкоемкость изготовления одного килограмма изделия на каждом типе оборудования, которую принимают за среднюю для рассматриваемой группы:

$$S = \frac{\sum(T_i / M_i)}{n}, \quad (16)$$

где  $S$  - станкоемкость изготовления одного килограмма изделий, станко-мин/кг;  $T_i$  - трудоемкость (станкоемкость) изготовления  $i$ -ой детали, станко-мин;  $M_i$  - масса  $i$ -ой детали, кг;  $n$  - число деталей-представителей.

Умножив массу деталей всей группы, обрабатываемых за год, на среднюю трудоемкость (станкоемкость) одного килограмма группы по типам оборудования, определяют общую станкоемкость (трудоемкость), необходимую для выполнения заданной программы выпуска по формуле:

$$T_c = S * \sum(M_i), \quad (17)$$

где  $\sum(M_i)$  - масса деталей всей группы, обрабатываемых на данном оборудовании за год, кг.  $S$  - станкоемкость изготовления одного килограмма изделий, станко-мин/кг;

б) Второй способ используют при реконструкции и техническом перевооружении цехов. Он основывается на наличии заводских данных о трудоемкости (станкоемкости) изготовления изделий и планируемого снижения трудоемкости за счет внедрения прогрессивной технологии. Проектную станкоемкость определяют по формуле

$$T_c = \sum(T_{bi}) * K_{кор}, \quad (18)$$

где  $T_{bi}$  - базовая трудоемкость изготовления изделий за год на данной операции, мин;  $K_{кор}$  - коэффициент коррекции трудоемкости (станкоемкости), который определяют следующим образом:

$$\sum(T_{пр} * N_{пр})$$

$$K_{кор} = \frac{\dots}{\Sigma (T_б * N_б)} , \quad (19)$$

где **T<sub>пр</sub>** - проектная станкоемкость обработки деталей-представителей группы (данной в задании детали), мин; **T<sub>б</sub>** - базовая станкоемкость обработки деталей-представителей, мин; **N<sub>пр</sub>** - проектная программа выпуска деталей-представителей; **N<sub>б</sub>** - базовая программа выпуска деталей-представителей.

Полученный коэффициент коррекции станкоемкости относят ко всем деталям в группе и, пользуясь им, определяют проектную новую станкоемкость изготовления всех изделий в группе, не разрабатывая при этом технологического процесса их изготовления. Если необходимо, аналогичные расчеты проводят для каждой группы изделий и, суммируя эти значения для каждой операции, определяют суммарную трудоемкость работ на участке или в цехе, а затем и количество технологического оборудования по формуле 14.

в) Третий способ используют на стадии предпроектного проектирования. Укрупненный способ основан на использовании технико-экономических показателей. В основу расчетов берут следующие обобщающие технико-экономические показатели:

- станкоемкость механической обработки 1 тонны массы изделий по данным отрасли или (формула 16);

- годовой выпуск продукции, осуществляемый единицей технологического оборудования;

- для принятого режима работы в натуральном выражении, шт.

Суммарная станкоёмкость изготовления всех изделий определяется следующим образом:

$$T_c = S_n * M_i * N_{пр} * K_c , \quad (20)$$

где **S<sub>n</sub>** - нормативная станкоемкость изготовления 1 т изделий данного класса по отрасли, станко-ч; **M<sub>i</sub>** - масса изделия, т; **N<sub>пр</sub>** - годовой объем выпуска данного изделия, шт; **K<sub>c</sub>** - коэффициент серийности, определяемый по следующим нормативным данным (табл.5):

Таблица № 5

<b>N<sub>б</sub>/N<sub>пр</sub></b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.65</b>	<b>0.9</b>
<b>K<sub>c</sub></b>	<b>0.73</b>	<b>0.78</b>	<b>0.83</b>	<b>0.87</b>	<b>0.9</b>	<b>0.94</b>	<b>0.99</b>

Определив, таким образом, суммарную станкоемкость для данного типа оборудования, по формуле 13 рассчитывают количе-

ство основного технологического оборудования для проектируемого цеха.

г) Четвертый способ основан на назначении трудоемкости станочных работ на участке и в цехе в целом. Так трудоемкость (станкоемкость) одного гибкого производственного участка можно принять в пределах 25000...50000 станко-часов, а трудоемкость цеха в пределах 250000...700000 станко-часов. На основании этих допущений рассчитывают число основного оборудования на участках и в цехах по формуле 14.

д) Пятый способ применяют, если известны программы выпуска и трудоёмкости изготовления всех деталей:

$$T_c = \frac{\sum (t_{ш-к} i * N_i)}{60}, \quad (21)$$

где  $t_{ш-к} j$  - штучно-калькуляционное время для обработки одной детали на станках данного типа (мин), берется из задания;  $N_j$  - годовая программа  $j$ -ой детали

Если расчетное число станков для данной операции получается дробным, оно округляется в сторону увеличения до большего целого числа, называемого принятым числом станков  $C_{пр} j$ . После этого определяется коэффициент загрузки для каждой операции по формуле 5. Необходимо, чтобы величина коэффициента загрузки не превышала средних по группе (табл. 3). Если коэффициент загрузки превышает максимальный по группе, то производится пересчет количества оборудования с помощью коэффициента использования оборудования по формуле 6, а затем уточняют коэффициент загрузки по формуле 7.

2. Расчет числа рабочих мест (стендов) при непоточной сборке при детальном проектировании определяют по трудоемкости сборочных работ:

$$M' i = \frac{\sum (T_i * N_i)}{\Phi * \Pi}, \quad (22)$$

где  $T_i$  - трудоемкость сборки  $i$ -го изделия, ч (см. задание);  $N_i$  - годовая программа выпуска  $i$ -го изделия (см. задание);  $\Phi$  - эффективный годовой фонд времени рабочего места, ч, (таблица 2);  $\Pi$  - среднее число рабочих на одном рабочем месте (1...2 чел.).

Полученное дробное число рабочих мест округляют до ближайшего большего целого числа  $M_{пр i}$ . После этого определяется коэффициент загрузки для каждой операции по формуле:

$$Kz_i = M^i / M_{пр i}, \quad (23)$$

Необходимо, чтобы величина коэффициента загрузки не превышала 0,95. Если коэффициент загрузки превышает это значение, то производится пересчет количества оборудования с помощью коэффициента использования ( $K_{и}=0,95$ ) оборудования аналогично формуле 6, а затем определяют новый  $Kz i$  аналогично формуле 7.

#### 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ ВО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ЦЕХА

Станочное оборудование применяется в следующих вспомогательных подразделениях механосборочного цеха: в цеховой ремонтной базе (ЦРБ), в ремонтной мастерской приспособлений и инструмента (РМП), в заточном отделении (ЗО). При наличии в цехе зубообрабатывающего и протяжного оборудования в состав заточного отделения включают специализированные заточные станки. Количество оборудования в этих подразделениях определяется по формулам:

$$C'_{црб} = m_{црб} * C_{ц}, \quad (24)$$

$$C'_{рмп} = m_{рмп} * C_{ц}, \quad (25)$$

$$C'_{зо} = m_{зо} * C_{ц} + C_{зуб}/k1 + C_{стр}/k2 + C_{шев}/k3 + C_{прот}/k4 + C_{дол}/k5, \quad (26)$$

где  $C_{ц}$  - количество основного оборудования в цехе (формулы 13 или 15);  $m_{црб}$  - нормы числа станков в ЦРБ, принимаемые по табл. 6, %;  $m_{рмп}$  - нормы числа станков в РМП, принимаемые по табл. 6, %;  $m_{зо}$  - нормы числа станков в ЗО, принимаемые по табл. 6, %;  $C_{зуб}$ ,  $C_{стр}$ ,  $C_{шев}$ ,  $C_{прот}$ ,  $C_{дол}$  - число зубофрезерных, зубострогальных, шевинговальных, протяжных, зубодолбежных станков в цехе;  $k1$ ,  $k2$ ,  $k3$ ,  $k4$ ,  $k5$  - норма обслуживания зубообрабатывающего и протяжного оборудования одним специализированным станком (табл. 7)

Таблица № 6

Название подразделения	Норма количества станков, $m$ , %
Цеховая ремонтная база (ЦРБ) *	2 ... 2,6
Ремонтная мастерская приспособлений и инструмента (РМП)**	3 ... 5
Заточное отделение (ЗО) ***	2 ... 4
<p>* - ЦРБ проектируется при числе станков более 60 единиц ; меньшее значение <math>m</math> принимается при <math>C_{ц} &lt; 300</math> , большее - при <math>C_{ц} &gt; 5000</math> .</p> <p>** - данное отделение проектируется при <math>C_{ц} &gt; 100</math>; больший процент берут при <math>C_{ц} &lt; 200</math> , меньший - при <math>C_{ц} &gt; 500</math> .</p> <p>***- заточное отделение проектируется только при <math>C_{ц} &gt; 60</math> ; для крупносерийного и массового производств при <math>C_{ц} &lt; 200</math> норма <math>m = 4\%</math> , при <math>C_{ц} &gt; 200</math> - <math>m = 3\%</math> ; для серийного , мелкосерийного и единичного типов производств и всех вспомогательных цехов , соответственно , <math>m = 3\%</math> и <math>2\%</math></p>	

Таблица № 7

Затачиваемый инструмент	Станки, обслуживаемые одним специализированным станком	
	Наименование	Количество
Червячные фрезы	Зубофрезерные одношпиндельные	10
	Зубофрезерные двухшпиндельные	6
Резцовые головки	Зубострогальные для конических шестерен	4
Шеверы	Шевинговальные	10
Протяжки	Одноплунжерные протяжные	15
	Двухплунжерные протяжные	8
Долбяки	Зубодолбежные	20

Полученное число станков округляют до ближайшего большего целого числа  $S_{црб}$ ,  $S_{рмп}$ ,  $S_{зо}$ . После этого определяют общее число станков в цехе:

$$S_{ц\text{ общ}} = S_{ц} + S_{црб} + S_{рмп} + S_{зо}, \quad (27)$$

где  $C_{ц}$  - количество основного оборудования в цехе (формулы 13 или 15);  $C_{црб}$ ,  $C_{рмп}$ ,  $C_{зо}$  – принятое число станков в ЦРБ, РМП, ЗО.

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТАЮЩИХ В МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ЦЕХАХ

Состав и число работающих механосборочных цехов определяются характером производственного процесса, степенью его автоматизации, уровнем кооперации и специализации вспомогательных служб, структурой и степенью автоматизации системы управления производством.

Состав работающих в общем случае выглядит следующим образом: производственные рабочие, вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие, младший обслуживающий персонал (МОП).

К производственным рабочим механосборочных цехов относят станочников и наладчиков оборудования, слесарей ручной и механизированной обработки, пригонки и сборки, мойщиков деталей и других рабочих, непосредственно занятых выполнением операций технологического процесса обработки и сборки.

Численность слесарей на операциях мойки, разметки, шабрения, удаления заусенцев, пригонки, а также количество сборщиков определяют по формуле:

$$P_{сл(м)} = T / \Phi_p, \quad (28)$$

где  $T$  - годовая трудоемкость соответствующего вида работ в чел-час;  
 $\Phi_p$  - эффективный годовой фонд времени рабочего, ч (табл.8).

Таблица № 8

### Эффективный годовой фонд времени рабочих

Продолжительность рабочей недели, ч	Продолжительность отпуска, дней	$\Phi_p$ , ч
41	24	1860
41	24	1840
41	36	1820
36	36	1610
36	54	1520

Число станочников при укрупненных расчетах определяют для каждого вида оборудования по формуле:

$$T_c$$

$$P_{ст} = \frac{T_{с}}{\Phi_{р} * K_{м}}, \quad (29)$$

где  $T_{с}$  - суммарная станкоемкость изготовления деталей на станках данного типа на участке или в цехе, станко-ч;  $\Phi_{р}$  - эффективный годовой фонд времени рабочего, ч (табл.8).  $K_{м}$  - коэффициент многостаночного обслуживания - среднее количество станков, обслуживаемых одним рабочим. Зависит от вида оборудования и типа производства (табл. 9).

Число станочников можно также определять по числу станков цеха или участка:

$$P_{ст} = \frac{C_{п} * \Phi_{о} * K_{з} * K_{и}}{\Phi_{р} * K_{м}}, \quad (30)$$

где  $C_{п}$  - принятое число станков участка или цеха (формула 8 или 13 или 15);  $\Phi_{о}$  - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч, (табл. 2);  $K_{з}$  - коэффициент загрузки оборудования (средний по цеху или по участку – формула 9 или табл. 3);  $K_{и}$  - коэффициент использования оборудования (табл. 3);  $\Phi_{р}$  - эффективный годовой фонд времени рабочего, ч, (табл.8);  $K_{м}$  - коэффициент многостаночного обслуживания (табл. 9).

Число сборщиков по числу рабочих мест определяют по формуле:

$$P_{сб} = \frac{M_{сб} * \Phi_{р.м} * K_{и} * \Pi}{\Phi_{р}}, \quad (31)$$

где  $M_{сб}$  - число рабочих мест сборки (формула 12 или 22);  $\Phi_{р.м}$  - эффективный годовой фонд времени рабочего места, ч (табл. 2);  $K_{и}$  - коэффициент использования (0,8);  $\Pi$  - плотность работы;  $\Phi_{р}$  - эффективный годовой фонд времени рабочего, ч (табл. 8).

Для стационарной сборки узлов и изделий число сборщиков определяется по формуле:

$$P_{сбi} = (T_{сбi} * N_i) / \Phi_{р}, \quad (32)$$

где  $T_{сбi}$  - трудоемкость сборки одного узла или изделия, чел.-ч (см. задание);  $N_i$  - годовая программа выпуска узлов или изделий (см. задание);  $\Phi_{р}$  - эффективный годовой фонд времени рабочего, ч (табл. 8).

Таблица № 9

Группа оборудования и тип производства	$K_{м}$
--	---------



прутковые токарные и токарно-револьверные автоматы	3 ... 8
многошпиндельные полуавтоматы	1 ... 4
зубообрабатывающие полуавтоматы	2 ... 4
зубофрезерные, зубодолбежные	4 ... 5
зубострогальные	3 ... 4
агрегатно-сверлильные и агрегатно-расточные станки	1 ... 3
станки с программным управлением	2 ... 3
тяжелые токарные, токарно-карусельные станки	0,33 ... 0,5
неавтоматизированные универсальные станки (токарные, сверлильные, фрезерные мелкие и средние, протяжные, долбежные, шлифовальные, поперечно-строгальные)	1
крупные фрезерные и продольно-строгальные	1 ... 2
круглошлифовальные бесцентровые, плоскошлифовальные двухшпиндельные	0,5
<b>Тип производства</b>	
мелкосерийное и единичное	1,1 ... 1,35
среднесерийное	1,3 ... 1,5
крупносерийное и массовое	1,9 ... 2,2

При поточной сборке предусматривают до 5 % "скользящих" рабочих (для замены временно отсутствующих) по отношению к общему числу производственных рабочих. Общее число сборщиков при непоточной сборке определяют по формуле:

$$P_{сб} = \sum P_{сбi} * (1 + 0,05), \quad (33)$$

В условиях единичного, мелкосерийного и серийного производств использовать наладчиков на универсальном оборудовании не рекомендуется. В условиях крупносерийного и массового типов производств в составе производственных рабочих предусматривают наладчиков по установленным нормам:

$$P_{налi} = C_{цi} / c_i, \quad (34)$$

где  $C_{цi}$  - число станков данной группы;  $c_i$  - норма обслуживания станков одним наладчиком (табл. 10).

При детальном расчете число производственных рабочих-станочников уточняют с учетом размещения оборудования и ана-

лиза условий многостаночного обслуживания. Общее число производственных рабочих определяют по формуле:

$$P_0 = P_{сл} + P_{ст} + P_{сб} + P_{нал} + P_m, \quad (35)$$

где  $P_{сл}$ ,  $P_{ст}$ ,  $P_{сб}$ ,  $P_{нал}$ ,  $P_m$  – число слесарей, станочников, сборщиков, наладчиков и мойщиков (формулы 28 ... 34).

Затем производят распределение производственных рабочих по сменам. Число работающих в первую смену определяют так:

$$P_{10} = P_0 * n, \quad (36)$$

где  $n$  - норма для первой смены (при двухсменном режиме работы численность производственных рабочих в первой смене принимают: в единичном и мелкосерийном производстве 60 % от общего числа основных работающих; в среднесерийном – 55 %; в крупносерийном и массовом 50 %. При трехсменном режиме работы в первую смену работает 50% производственных работающих, во вторую - 30 %, в третью - 20 %.);  $P_0$  - общее число производственных рабочих (формула 35).

Полученное число округляют до ближайшего целого числа. Затем определяют число работающих во вторую смену для двухсменного режима работы:

$$P_{20} = P_0 - P_{10}, \quad (37)$$

Для трехсменного режима работы сначала определяют по нормам число производственных рабочих для первых двух смен (формулы 36, 37), округляя полученные значения до ближайших больших целых значений, а затем - для третьей смены:

$$P_{30} = P_0 - P_{10} - P_{20}, \quad (38)$$

К вспомогательным рабочим относятся рабочие, выполняющие техническое обслуживание производственных участков и линий (рабочие ремонтных и инструментальных служб, крановщики, стропальщики, транспортные и подсобные рабочие, уборщики производственных помещений, рабочие кладовых и складов).

Таблица № 10

Группа оборудования	Один наладчик обслуживает станков, сi
<b>Поточное производство *</b>	
токарных станков	11 ... 18
агрегатно-сверлильных	5 ... 12
универсально-шлифовальных	8 ... 18
токарных с ЧПУ	4 ... 10
сверлильных и фрезерных с ЧПУ	8 ... 16
многоцелевых станков и РТК	3 ... 6
сборочных автоматов и полуавтоматов	5 ... 8
сборочных ГПМ	4 ... 6
позиций автоматических линий	3 ... 10
позиций автоматических сборочных линий	6 ... 12
<b>ГПС **</b>	
токарных ГПМ в составе ГПС	3 ... 4
карусельных ГПМ в составе ГПС	2
сверлильно-фрезерно-расточных ГПМ в составе ГПС	2 ... 3
шлифовальных ГПМ в составе ГПС	2 ... 3
зубообрабатывающих ГПМ в составе ГПС	3 ... 4
электро-физико-химических ГПМ в составе ГПС	3 ... 4
сборочных ГПМ в составе ГПС	2 ... 3

\* - меньшие значения норм принимают при точности обработки по 6...7 качеству и применении специального инструмента. Большие значения принимают для линий, состоящих из универсальных агрегатных станков с применением простой оснастки и центрового инструмента. \*\* - меньшие значения - при пяти ГПМ в составе ГПС, большие – при числе ГПМ больше пяти.

К категории инженерно-технических работников 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.. Число вспомогательных рабочих (**Рв**), инженерно-технических работников (**Ритр**) и служащих (**Рс**) определяют по нормам в зависимости от числа производственных работающих и типа производства:

$$R_v = P_o * k' \quad , \quad (39)$$

$$R_{итр} = P_o * k'' \quad , \quad (40)$$

$$R_c = P_o * k''' \quad , \quad (41)$$

где  $k', k'', k'''$  - нормы, взятые из таблицы 11, 12, 13;  $P_0$  - общее число производственных рабочих (формула 35).

Таблица № 11

**Нормы для определения численности вспомогательных рабочих механических и сборочных цехов (в % от числа производственных рабочих)**

ЦЕХИ И ЛИНИИ	ТИП ПРОИЗВОДСТВА			
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
Механические цехи	20...25 40...45*	20...25	20...25	20...25
Агрегатные 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 тяжелого машиностроения с массой собираемых изделий более 50 т

Таблица № 12

**Нормы для определения численности ИТР механических и сборочных цехов (в % от числа производственных рабочих)**

ЦЕХИ	ТИП ПРОИЗВОДСТВА			
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
Механические*	18...24	16...22	15...21	15...20
Сборочные**	9...12	8...11	8...10	7...10

• - Большие значения для числа станков до 50, меньшие - более 400;  
 \*\* - меньшие значения для числа производственных рабочих более 700 человек, больше - менее 75 человек

Вспомогательные рабочие распределяются по сменам следующим образом::

$$P1в = Pв * к , \quad (42)$$

$$P2в = Pв - P1в , \quad (43)$$

где  $к$  - норма для первой смены (при двухсменном режиме работы - в первую смену для единичного и мелкосерийного производства 65 %, для среднесерийного - 60%, для крупносерийного и массового - 55%);  $Pв$  – число вспомогательных рабочих (формула 36).

Таблица № 13

**Нормы для определения численности служащих  
(в % от числа производственных рабочих)**

ЦЕХИ	ТИП ПРОИЗВОДСТВА			
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
Механические и сборочные цехи	1,2...2,2	0,9...1,9	0,6...1,6	0,1...1,4

Инженерно-технические работники и служащие распределяются по сменам следующим образом: в первую смену - 70 %, остальные - во вторую:

$$P1итр = 0,7 * Pитр, \quad (44)$$

$$P2итр = Pитр - P1итр, \quad (45)$$

$$P1сл = 0,7 * Pсл, \quad (46)$$

$$P2сл = Pсл - P1сл, \quad (47)$$

Вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники и служащие, как правило, в третью смену не работают. Но при трёхсменном режиме работы возможно распределение вспомогательных рабочих и ИТР аналогично производственным рабочим: в первую смену работает 50% работающих, во вторую - 30 %, в третью - 20 %.

Число работников младшего обслуживающего персонала ( $Pмоп$ ) принимают в зависимости от площади служебно-бытовых помещений по норме один человек на 500...600 кв. метров. Младший обслуживающий персонал работает только в первую смену.

На последнем этапе определяют общее количество работающих в цехе и число работающих по сменам:

$$P = P_0 + P_v + P_{итр} + P_c + P_{моп} , \quad (48)$$

$$P_1 = P_{10} + P_{1в} + P_{1итр} + P_{1с} + P_{1моп} , \quad (49)$$

$$P_2 = P_{20} + P_{2в} + P_{2итр} + P_{2с} , \quad (50)$$

$$P_3 = P_{30} + P_{3в} + P_{3итр} , \quad (51)$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 14.

Таблица № 14

СОСТАВ РАБОТАЮЩИХ	ЧИСЛО РАБОТАЮЩИХ			
	Всего	1 смена	2 смена	3 смена
<b>Производственные рабочие:</b>				
<b>Станочники:-токари</b>				
-сверловщики				
-шлифовщики				
-фрезеровщики				
-протяжники				
- ....				
<b>Наладчики</b>				
<b>Мойщики</b>				
<b>Слесари</b>				
<b>Сборщики</b>				
<b>Всего производственных рабочих</b>				
<b>Вспомогательные рабочие</b>				
<b>Инженерно-технические работники</b>				-
<b>Служащие</b>				-
<b>Младший обслуживающий персонал</b>			-	-
<b>Общее количество работающих</b>				

При проектировании ГПУ из станков с ЧПУ для предварительного расчета числа работающих применяют следующие нормы численности работающих на один станок:

$$P_i = v_i * C_0, \quad (52)$$

где  $C_0$  – число станков на участке (формула 8);  $v_i$  - нормы численности работающих на один станок (табл. 15).

Таблица № 15

Работающие	$v_i$
<b>Операторы</b>	<b>0,8</b>
<b>Электрики</b>	<b>0,045</b>
<b>Программисты</b>	<b>0,25</b>

Слесари-ремонтники	0,07
Электронщики	0,1
Служащие	0,01
Итого	1,275

## 6. СОСТАВ И РАСЧЕТ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЦЕХА

Выбор типа внутрицехового транспорта и планировка транспортной системы зависят от типа и характера производства, производственной программы, строительной части производственного корпуса, используемого технологического оборудования и ряда других факторов.

В цехе применяются следующие виды транспорта:

1. Напольный:

- погрузчики - универсальные машины напольного транспорта. Используются для работ с тарно-штучными и сыпучими грузами;
- самоходные электрические тележки - используются для погрузки-разгрузки тары, поддонов, контейнеров и штучных грузов как внутри цеха, так и между цехами;
- тележки электрические рельсовые с платформой предназначены для перемещения различных грузов по прямолинейным участкам из пролета в пролет.

Количество единиц напольного транспорта при односторонней маятниковой системе перевозок определяется так:

$$N = \frac{Q * K_n * (L/v + T_p + T_r)}{60 * q * K_g * \Phi * K_v}, \quad (53)$$

где  $Q$  - грузопоток, т/год;  $K_n$  - коэффициент, учитывающий неравномерность грузопотока и неучтенные потери времени (1,2 ... 1,3);  $L$  - длина пробега транспорта в оба конца, м;  $v$  - скорость движения транспорта, не более 80 м/мин;  $T_p$  - время погрузки одной транспортной партии, мин;  $T_r$  - время разгрузки одной транспортной партии, мин;  $q$  - номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;  $K_g$  - коэффициент использования грузоподъемности (0,6...0,95);  $\Phi$  - номинальный годовой фонд времени работы транспортного оборудования, ч;  $K_v$  - коэффициент использования транспортных средств (0,6...0,9).

При двусторонней маятниковой системе перевозок число транспортных средств определяется по формуле:

$$N = \frac{Q * K_n * (L/v + 2 * (T_n + T_p))}{120 * q * K_r * \Phi * K_v} , \quad (54)$$

При кольцевой системе перевозок:

$$N = \frac{\Sigma(Q) * K_n * (L/v + \Sigma(T_n) + \Sigma(T_p))}{60 * q * K_r * \Phi * K_v * n} , \quad (55)$$

где  $\Sigma(Q)$  - суммарный грузопоток по всему маршруту, т;  $\Sigma T_n$  - суммарное время погрузочных операций по всему маршруту, мин;  $\Sigma T_p$  - суммарное время разгрузочных операций по всему маршруту, мин;  $n$  - число пунктов погрузки-разгрузки

Ширина проездов для машин напольного транспорта принимают равной сумме ширины транспортного средства или наибольшего транспортируемого груза и зазора, равного 0,6 м при одностороннем движении и удвоенного габарита транспорта или груза плюс 0,9 м при двустороннем движении.

## 2. К р а н ы :

- козловые краны применяются для подъемно-транспортных работ на открытых складах , погрузочно-разгрузочных и сборочных площадках;
- консольные поворотные краны используют для погрузочно-разгрузочных работ в складах и цехе. Их можно устанавливать на консоли или крепить к стене для обслуживания 1...2 рабочих мест;
- краны-штабелёры используют в основном в стеллажных складах;
- подвесные двух- и многоопорные, однобалочные (грузоподъемность  $Q < 5$  т) и двухбалочные (грузоподъемность  $Q > 5$  т) используют для различных работ внутри цеха. Применяются для передачи грузов из пролета в пролет .
- мостовые краны используют для транспортировки грузов массой более 5 т.

Применение кранов требует увеличения высоты производственных корпусов и удорожает строительные расходы. Их следует устанавливать для перемещений тяжелых и крупногабаритных из-



делий; в случаях, когда невозможно использовать бескрановые средства или когда это требуется по условиям технологического процесса.

Число кранов общецехового назначения определяется либо по опытным данным (табл. 16) , либо по формуле:

$$N = \frac{N_{\text{оп}} * T_{\text{кр}}}{T_{\text{см}} * K_{\text{з}} * K_{\text{о}}} , \quad (56)$$

где  $N_{\text{оп}}$  - число крановых операций в смену;  $T_{\text{кр}}$  - среднее время на одну крановую операцию, мин;  $T_{\text{см}}$  - продолжительность смены, мин;  $K_{\text{з}}$  - коэффициент загрузки (0,7 ... 0,8);  $K_{\text{о}}$  - коэффициент одновременности, учитывающий сокращение времени цикла при совмещении нескольких операций ( $K_{\text{о}} = 1,1$ ) .

Число крановых операций в смену определяется по формулам:

$$N_{\text{оп}} = \frac{Q * n}{D * m * g} , \quad (57)$$

$$N_{\text{оп}} = \frac{R * n}{D * m * r} , \quad (58)$$

где  $Q$  - масса грузов, транспортируемых на отдельном участке за год, т;  $n$  - среднее число крановых операций на один груз (деталь, узел, изделие);  $D$  - число рабочих дней в году;  $m$  - число смен работы кранов в сутки;  $g$  - средняя масса единицы груза, перемещаемого краном за одну операцию, т;  $R$  - число грузов на годовую программу, транспортируемых на данном участке;  $r$  - среднее число грузов, перемещаемое краном за одну операцию.

Таблица № 16

Название цеха или склада	Длина участка обслуживаемого одним краном , м
Механосборочный и кузнечно-прессовый	40 ... 60
Литейный:	
- склады шихты и формовочных материалов	40 ... 70

- формовочно-заливочное и выбивное отделения	30 ... 40
Склады металла, заготовок и готовой продукции	40 ... 80

Среднее время на одну крановую операцию определяют по формуле

$$T_{кр} = \frac{L}{v} + T_{п} + T_{р}, \quad (59)$$

где  $L$  - средняя длина пробега крана в оба конца за одну операцию, определяется длиной участка или пролета, м;  $v$  - средняя скорость движения крана - не более 50 м/мин;  $T_{п}$  - время погрузки одной транспортной партии, мин;  $T_{р}$  - время разгрузки одной транспортной партии, мин.

3. Подвесной однопорельсовый транспорт применяют для перемещения штучных грузов и сыпучих грузов в таре. В качестве пути используют двутавровые балки, выдерживающие нагрузку 0,25 ... 8 т. Подвижной состав состоит из механизма передвижения груза, механизма подъема, захвата и перемещения транспортируемых изделий. В качестве элементов подвижного состава применяют:

- электротали грузоподъемностью  $q = 0,5 \dots 10$  т и высотой подъема до 18 м и частотой включения до 120 в час;
- тележки с кабиной водителя оснащаются обыкновенным крюком  $q = 1 \dots 5$  т; магнитной шайбой  $q = 3$  т; ковшом для жидкого металла  $q = 1 \dots 1,5$  т; различными емкостями объемом 0,35 ... 1,5 куб. м;
- электротягачи рассчитаны на тяжелый режим работы, развивают тяговое усилие до 500 ... 3200 Н, скорость перемещений 16...125 м/мин.

Число единиц подвижного состава определяется аналогично числу единиц напольного транспорта.

#### 4. Конвейеры.

- подвесные грузонесущие используются в сборочных литейных, механических, малярных цехах. Часто их используют в качестве основных транспортных линий, организующих производ-

ственный процесс, связывая отдельные операции производственного цикла.

- подвесные толкающие;

- роликовые: приводные и неприводные; используются для транспортирования тарных и штучных грузов, имеющих плоскую опорную поверхность ; служат для межоперационного транспортирования, механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ;

- грузоведущие используют для организации сборочных, отделочных линий, внутрицехового транспорта;

- шагающие используют в литейном и сборочном производстве для меж-

операционного транспорта тяжелых изделий (4 ... 200 т ).

Основным параметром конвейера является его производительность:

$$Q = \frac{3600 * z * v}{a}, \quad (60)$$

где  $z$  - число грузов на подвеске, шт;  $v$  - скорость движения конвейера, м/с;  $a$  - шаг подвесок с грузами, м.

## 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ЦЕХА

Площадь цеха подразделяется на производственную, вспомогательную, магистральные и пожарные проезды.

1. Производственная площадь - площадь, занимаемая производственным оборудованием, включая места для рабочих, хранение заготовок, деталей, рабочие места для слесарно-сборочных и слесарных операций, технического контроля, средств наземного межоперационного транспорта, проходы и технологические проезды между оборудованием и рабочими местами внутри производственных участков и отделений.

Площадь участков механической обработки укрупнено определяют по формуле:

$$S_{\text{мех}} = C_{\text{ц}} * F_{\text{уд}}, \quad (61)$$

где  $C_{\text{ц}}$  - принятое число станков в цехе (формулы 13 или 15);  $F_{\text{уд}}$  - средняя удельная площадь, приходящаяся на один станок или верстак, м<sup>2</sup> (табл. 17).

Таблица № 17

Группа оборудования и (или) наименование цехов	Средняя удельная площадь, м <sup>2</sup> , на единицу производственного оборудования, <i>F</i> <sub>уд</sub>
Мелкие станки	10...12
Средние станки	15...25
Крупные станки	30...45
Особо крупные станки	50...150
Цехи по выпуску грузовых автомобилей	19...24
Цехи по выпуску гусеничных тракторов	75...80
Цехи по выпуску подшипников качения	15...20
Цехи по выпуску металлорежущих станков	60...80
Цехи по выпуску валов, шестерен, дисков	17...20
Цехи по выпуску базовых и корпусных деталей	37...40
Цехи по выпуску средних редукторов	30...45
Цехи по выпуску мелких редукторов	20...23
Цехи по выпуску изделий авиации	20...25
Цехи по выпуску изделий часового производства	10...12
Автоматно-токарные цехи	17...20

Площадь участков сборки рассчитывают по двум методикам:

1) либо в долях от площади мехобработки:

$$S_{сб} = (0,2 \dots 0,5) * S_{мех}, \quad (62)$$

где  $S_{мех}$  - площадь участков и отделений механообработки, кв. м, (формула 61).

2) либо по формуле:

$$S_{сб} = P_{сб1} * f_{уд} , \quad (63)$$

где  $P_{сб1}$  - принятое число рабочих-сборщиков в цехе, работающих в первую смену (таблица 14);  $f_{уд}$  - средняя удельная производственная площадь, приходящаяся на одного рабочего, [1] или 22 ... 50м<sup>2</sup>).

Размеры производственной площади цеха определяют следующим образом:

$$S_{ц} = S_{мех} + S_{сб} , \quad (64)$$

где  $S_{\text{мех}}$  - площадь участков и отделений механообработки, кв. м, (формула 61);  $S_{\text{сб}}$  - площадь участков сборки, кв. м, (формула 62 или 63).

2. Вспомогательная площадь - площадь, занятая вспомогательными службами: ремонтным, инструментальным хозяйством, системой контроля качества, складами и кладовыми и др. Размеры площадей вспомогательных подразделений кроме складов и кладовых назначают и определяют по нормам, указанным в таблицах 18, 19.

Таблица № 18

Количество производственного оборудования в цехе, Сц	Участок приготовления СОЖ, $S_{\text{сож}}$	Склад ГСМ, $S_{\text{гсм}}$	Энергетические и санитарно-технические установки, $S_{\text{эсту}}$	Архив, $S_{\text{а}}$	Изоляционные материалы, $S_{\text{изол}}$
61 ... 100	40 ... 50	15	25	15	1
101 ... 200	50 ... 70	20	50	20	2
201 ... 300	75 ... 100	25	75	30	3
301 ... 400	100...120	30	100	30	3

В механосборочном цехе в общем случае должны быть следующие виды складов: склады металла и (или) заготовок, межоперационные склады, склад готовых деталей, узлов, изделий, покупных комплектующих изделий, склад инструментов, абразивов, приспособлений, вспомогательных материалов, кладовая ЦРБ и т.д... Состав складской системы механосборочного цеха определяется его назначением, программой выпуска, видом продукции, количеством основного и вспомогательного оборудования. Так, в массовом и крупно-серийном типах производства отсутствуют межоперационные склады, в механических цехах отсутствуют склады готовых изделий и покупных комплектующих изделий.

Площади, занимаемые складскими помещениями рассчитываются либо аналитически, либо по нормам, либо определяются по планировочным решениям. Расчет всей складской системы можно вести укрупненным способом по нормам площади, пользоваться таблицами 20, 21.

Таблица № 19

Наименование вспомо-	Удельная площадь	Норма площади
----------------------	------------------	---------------

гательного подразделения		м <sup>2</sup>	%
1	2	3	4
Цеховая ремонтная база, Сцрб*	На 1 станок ЦРБ, Сцрб	25 ... 32	
Ремонтная мастерская приспособлений и инструмента, Срмп **	На 1 станок РМП, Срмп	8 ... 24	
Заточное отделение, Сзо	На 1 станок ЗО, Сзо	10 ... 14	
Помещение для хранения стружки, Схс	На 1 станок цеха при С стр = 100 ... 300	0,5 ... 0,25	(1,5 ... 2 от Сц)
	С стр = 300 ... 700	0,25...0,15	
Отделение по переработке стружки, Спс ***	На 1 станок цеха С стр = 100 ... 300	1...0,5	(1,5 ... 2 от Сц)
	С стр = 300 ... 700	0,5...0,3	
Мастерская энергетика, Смэ	От площади ЦРБ, Сцрб		20
Помещение ОТК, Сотк	От станочной площади, S мех		3 ... 5
Помещение КПП, Скпп ****	На 1 станок цеха, Сц общ	0,1...0,2	
Трансформаторная п/станция, Стп	На 5000 м <sup>2</sup> производственной площади, Сц	50	
Компрессорная установка, Ску	От производственной площади, Сц		6 ... 8
Вентиляционная камера, Свк	От производственной площади, Сц		5 ... 7,5
<p>* - с учетом склада запасных частей;  ** - на станки по восстановлению инструмента - 8...14 кв. м , на станки по ремонту приспособлений - 20...24 кв.м;  *** - организуется при С ц &gt; 100 и рассчитывается по одной из методик;  С стр = С ц – С шл - С э-ф – С конт - С слес;  ****- площадь одного КПП должна быть не менее 25 м<sup>2</sup>.</p>			

Таблица № 20

Наименование склада	Удельная площадь	Норма площади	
		м <sup>2</sup>	%
Склад металла и заготовок, $S_{миз}$	От станочной площади, $S_{мех}$		10 ... 15
Межоперационный склад, $S_{мо}$	От станочной площади, $S_{мех}$		7 ... 10
Склад готовых деталей, $S_{гд}$	От станочной площади, $S_{мех}$		10
Склад покупных и комплектующих изделий, $S_{пки}$	От сборочной площади, $S_{сб}$		10
Склад готовых узлов, $S_{гу}$	От производственной площади, $S_{ц}$		5 ... 7
Склад готовых изделий, $S_{ги}$	От производственной площади, $S_{ц}$		10
Кладовая ЦРБ, $S_{кцрб}$	От площади ЦРБ, $S_{црб}$		10 ... 15
Кладовая абразивов, $S_{ка}$	На 1 шлифовальный или доводочный станок	0,4	
Инструментально-раздаточная кладовая, $S_{ирк}$	На 1 станок основного оборудования, $S_{ц}$	0,25 ... 0,7	

Затем определяют суммарную вспомогательную площадь цеха:

$$\begin{aligned}
S_{всп} = & S_{сож} + S_{гсм} + S_{эсту} + S_a + S_{иб} + S_{црб} + S_{рмп} + S_{зо} + \\
& S_{хе} + \\
& S_{пс} + S_{мэ} + S_{отк} + S_{кпп} + S_{тп} + S_{ку} + S_{вк} + S_{миз} + S_{мо} + S_{гд} \\
& + S_{пки} + S_{гу} + S_{ги} + S_{ирк} + S_{ка} + S_{кцрб} + S_{вмс} + S_{усп} + S_{вм} + \\
& S_{кпе} + S_{кп}, \quad (65)
\end{aligned}$$

где все слагаемые – из таблиц 18, 19, 20, 21.

Таблица № 21

Наименование кладовой или уча- стка	Норма площади на один основной станок механического ц Сц, или на одного основного рабочего сборочного цеха, Рсб			
	Единичное и мелкосерий- ное	Среднесерий- ное	Крупносерийное	Ма в
<b>Механический цех (от Сц)</b>				
Кладовая приспособлений и инструментальной оснастки, С <sub>кп</sub>	1 ... 2,2	0,6 ... 1,3	0,45 ... 1,2	0,35...
Участок хранения, сборки и разборки УСП или УСПО, S <sub>усп</sub>	0,35 ... 0,45	0,3 ... 0,45	0,05 ... 0,2	
Кладовая вспомогательных материалов, S <sub>вм</sub>	0,1	0,1	0,1	0
<b>Сборочный цех (от Рсб)</b>				
Кладовая приспособлений, С <sub>кпс</sub>	0,6 ... 1	0,35 ... 0,6	0,3 ... 0,45	0,3 0,
Кладовая вспомогательных материалов, S <sub>вмс</sub>	0,1	0,1	0,1	0

3. Площади магистральных проездов определяют после этого, т.е. проездов, обслуживающих несколько отделений и цехов, расположенных в одном здании, а также пожарных проездов:

$$S_{мп} = (0,4 \dots 0,6) * S_{всп} , \quad (66)$$

где  $S_{всп}$  – вспомогательная площадь цеха (формула 65).

4. Общая площадь цеха определяется по формуле:

$$S_{цобщ} = S_{ц} + S_{всп} + S_{мп} , \quad (67)$$

где  $S_{ц}$  - производственная площадь цеха (формула 64);  $S_{всп}$  - вспомогательная площадь цеха (формула 65);  $S_{мп}$  - площади магистральных проездов (формула 66).



По полученной площади выбирают унифицированные типовые секции (УТС), из которых будет состоять цех. Для машиностроительных цехов применяют основные УТС следующих размеров 72x72 м (площадь 5184 м<sup>2</sup>), 72x144 м (площадь 10368 м<sup>2</sup>). Также применяют дополнительные УТС, не более двух, при одной основной. Их размеры 24x72 м (площадь 1728 м<sup>2</sup>) и 30x72 м (площадь 2160 м<sup>2</sup>). Примеры различных сочетаний основных и дополнительных УТС приведены на рис. 1.

Из основных и дополнительных секций можно компоновать производственные здания разных размеров и формы, удовлетворяющие условию:  $S_{зд} > S_{цобщ}$ . Затем определяют разность площадей:

$$S_{д} = S_{зд} - S_{цобщ}, \quad (68)$$

При этом превышение  $S_{зд}$  над  $S_{цобщ}$  должно быть не более чем на 200 ... 600 м<sup>2</sup>. Допускается в исключительных случаях уменьшать длину УТС на величину кратную шагу колонн в следующих случаях:

- 1) технологическая площадь цеха намного меньше, чем площадь УТС;
- 2) при проектировании цехов массового производства, когда длина пролета, занятая станками, принимается не более 30...60 м.

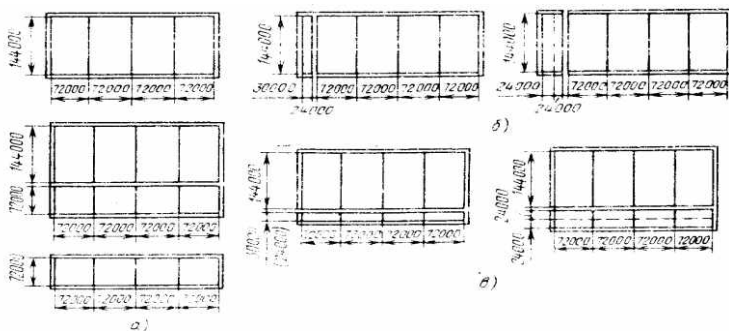


Рис. 1

## 8. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ СЛУЖЕБНО-БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

В механосборочных цехах проектируют следующие помещения:

### 1. Служебные:

а) административно-конторские (кабинет начальника цеха и его заместителей; планово-диспетчерское бюро; бюро труда и зарплаты; помещение бухгалтерии);

б) инженерно-технические службы (техническое бюро цеха; конструкторское бюро цеха;

в) залы совещаний.

Площадь служебных помещений при укрупненных расчетах определяется из следующего расчета:

- комнаты административно-конторского персонала и инженерно-технических служб:

$$S_{a-к} = s_{a-к} * (P_{итр} + P_{сл}) + 18, \quad (69)$$

где  $s_{a-к}$  - удельная площадь на одного работающего,  $4 \text{ м}^2$ ;  $P_{итр}$ ,  $P_{сл}$  - число ИТР и служащих, работающих в первую смену (табл. 14 или формула 44) 18 – площадь кабинетов начальника цеха и его заместителя,  $\text{м}^2$ .

Площадь отдельных кабинетов не должна быть менее  $9 \text{ м}^2$ .

- залы совещаний:

$$S_{зс} = s_{зс} * P_{итр}, \quad (70)$$

где  $s_{зс}$  - удельная площадь на одного участника совещаний вместимостью до 100 человек -  $1,2 \text{ м}^2$  на одно место, вместимостью более 100 человек -  $0,9 \text{ м}^2$  на каждое место;  $P_{итр}$  - число участников совещаний (формула 40).

Приведенные величины не включают площади служебно-бытовых помещений, занимаемых тамбурами и лестничными клетками. Последние имеют размеры в плане  $6000 \times 3000 \text{ мм}$ . Расстояние от входных дверей (лестничных клеток) в служебно-бытовых помещениях до любого помещения не должно быть более  $50 \text{ м}$ .

## 2. Бытовые:

а) Гардеробные блоки (гардеробные; душевые; умывальные).

Данные помещения следует объединять в гардеробные блоки. Они должны располагаться на первом этаже и должны быть отдельными для мужчин и женщин. В одном гардеробном блоке должно располагаться не более 400 ... 500 человек. Душевые кабины и умывальники не должны устанавливаться у наружных стен. При укрупненных расчетах гардеробных блоков площадь определяется из расчета:

$$S_{\Gamma} = s_{\Gamma} * P, \quad (71)$$

где  $s_{\Gamma}$  - удельная площадь на одного работающего, 2,6 ... 2,8 м<sup>2</sup>;  $P$  – общее число работающих в цехе (формула 48).

Площадь душевых составляет примерно 20 ... 30 % от площади гардеробных блоков и включается в их состав. Гардеробные и душевые площади помещений разделяют на мужские (70 ... 80 %) и женские (20 ... 30%).

б) Санитарные узлы (уборные).

Расстояние от санузлов до рабочих мест не должно быть более 75 м. Они не должны размещаться под и над рабочими помещениями административно-конторских и инженерно-технических служб, а также под и над столовыми, буфетами, общественными организациями. Они располагаются на каждом этаже многоэтажных производственных зданий. Площадь санузлов определяется из расчета:

$$S_{cy} = s_{cy} * P_1, \quad (72)$$

где  $s_{cy}$  - удельная площадь на одного работающего в первую смену, 0,2 м<sup>2</sup>  $P_1$  – число работающих в цехе в первую смену (формула 49 или табл. 14).

Данные помещения также разделяют на мужские (70 ... 80 %) и женские (20 ... 30%).

в) Комнаты для личной гигиены женщин.

Данное помещение создается в цехе, если в наиболее многочисленной смене работает более 50 женщин. При укрупненных расчетах ориентировочная площадь этих комнат принимается равной:

$$S_{лг} = 25...30 \text{ м}^2 .$$

г) Курительные комнаты для мужчин и женщин.

Площадь курительных комнат определяется из расчета:

$$\begin{aligned} S_{\text{ККМ}} &= s_{\text{ККМ}} * P_{1\text{м}}, \\ S_{\text{ККЖ}} &= s_{\text{ККЖ}} * P_{1\text{ж}}, \end{aligned} \quad (73)$$

где  $s_{\text{ККМ}}$  – норма площади на одного работающего в наиболее многочисленной смене для мужчин  $0,03 \text{ м}^2$ ;  $s_{\text{ККЖ}}$  - норма площади на одного работающего в наиболее многочисленной смене для женщин  $0,01 \text{ м}^2$ ;  $P_{1\text{м}}$ ,  $P_{1\text{ж}}$  - число работающих мужчин и женщин в 1 смену.

Площадь курительных комнат для мужчин и для женщин не должна быть менее  $9 \text{ м}^2$ .

д) Комнаты отдыха.

Комнаты отдыха предусматриваются только при тяжелых работах. Площадь этих помещений следует принимать из расчета:

$$S_{\text{КО}} = s_{\text{КО}} * P_1, \quad (74)$$

где  $s_{\text{КО}}$  - удельная площадь на одного работающего в первую смену,  $0,2 \text{ м}^2$   $P_1$  –число работающих в цехе в первую смену (формула 49 или табл. 14).

Площадь этих помещений следует принимать не менее  $18 \text{ м}^2$ .

е) Столовые и буфеты.

В зависимости от числа работающих в наиболее многочисленную смену предусматривают:

- при 250 человек и более - столовые;
- менее 250 человек - буфет (с отпуском горячих блюд, поставляемых из столовой).

Площадь определяется из расчета

$$S_{\text{С}} = s_{\text{С}} * P_1, \quad (75)$$

где  $s_{\text{С}}$  - удельная площадь на одного работающего в первую смену,  $0,7 \text{ м}^2$   $P_1$  –число работающих в цехе в первую смену (формула 49 или табл. 14).

ё) Помещения общественных организаций (профбюро ...)

Площадь определяется из расчета:

$$S_{00} = s_{00} * P_{00}, \quad (76)$$

где  $s_{00}$  - удельная площадь общественных помещений, приходящаяся на одного работающего, (2...4 м<sup>2</sup>/чел);  $P_{00}$  - общее число, находящихся в данном помещении, чел.

ж) Медпункт рассчитывают по формуле:

$$S_m = s_m * P_m \quad (77)$$

где  $s_m$  – норма площади на одного посетителя, 0,2 м<sup>2</sup> ;  $P_m=(0,1...0,2)*P_1$  - количество посещающих в смену, где  $P_1$  – таблица 14.

Площадь данного помещения, должна быть не менее 9 м<sup>2</sup>.

Полезная площадь служебно-бытовых помещений определяется по формуле:

$$S_{c-б} = S_{a-к} + S_{зс} + S_{г} + S_{cy} + S_{лг} + S_{ккм} + S_{ккж} + S_{ко} + S_{с} + S_{00} + S_m, \quad (78)$$

где все составляющие – из формул 69 ... 77.

После определения всех площадей служебно-бытового назначения вычисляют их суммарное значение, после чего по табл. 22 выбирается ближайшая большая на 300...500 м<sup>2</sup> УТС служебно-бытовых помещений и уточняется площадь всего пристроя или отдельно стоящего здания. Общая площадь служебно-бытовых помещений определяется по формуле:

$$S_{oc-б} = S_{c-б} + S_{пpox} + S_{л.к} , \quad (79)$$

где  $S_{c-б}$  - суммарная расчётная площадь служебно-бытовых помещений, м<sup>2</sup> ;  $S_{пpox}$  - площадь проходов, м<sup>2</sup>, определяемая по формуле 80;  $S_{л.к}$  - площадь лестничных клеток ,м<sup>2</sup>, определяемая по формуле 81.

$$S_{пpox} = L * 2 * K , \quad (80)$$

$$S_{л.к} = 6 * 2,8 * 2 * K, \quad (81)$$

где  $L$  - длина пристроя или отдельно стоящего здания, м;  $K$  - число этажей.

Таблица № 22

## Площадь служебно-бытовых УТС

Этажность, К	Длина пристроя или здания, L, м		
	36	48	60
<b>Пристрой</b>			
1	432	576	720
2	864	1152	1440
3	1296	1728	2160
4	1728	2304	2880
<b>Отдельно стоящие здания</b>			
1	648	864	1080
2	1296	1728	2160
3	1944	2592	3240
4	2592	3356	4320

Необходимо, чтобы  $S_{\text{УТС с-б}} > S_{\text{Сос-б}}$ . В случае превышения площади, полученной по формуле 78 над площадью служебно-бытовых УТС  $S_{\text{УТС с-б}}$  (табл. 22), принимают следующую по площади УТС и проводят следующий пересчет. Превышение площади служебно-бытовых УТС  $S_{\text{УТС с-б}}$  над площадью  $S_{\text{Сос-б}}$  не должно быть больше 300 м<sup>2</sup>:

$$S_{\Delta\text{с-б}} = (S_{\text{УТС с-б}} - S_{\text{Сос-б}}) < 300, \quad (82)$$

При необходимости можно изменять размеры лестничных клеток (см. раздел 11), несколько увеличивать ширину прохода (не более 2,5 м), а оставшуюся лишнюю площадь распределить между административно-конторскими и бытовыми помещениями.

## 9. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЦЕХОВ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 9.1. Производственные здания

Компоновка цеха - взаимное расположение смежных отделений, участков, складов, пристроек и других структурных элементов цеха.

Компоновочные планы промышленных зданий определяются взаимным расположением пролетов, типом производства и видом технологического процессов.

При проектировании цехов большое значение имеет выбор компоновки, типа производственного здания, размеров и плана. Объемно- планировочные решения производственных зданий могут быть разнообразными.

По форме в плане здания обычно проектируют прямоугольными. В отдельных случаях применяют Г-, П- и Ш - образные. Для цехов механосборочного производства применяют одноэтажные и многоэтажные здания со светоаэрационными фонарями и без них, крановые и без них с использованием напольного и подвесного транспорта.

В качестве исходных данных для разработки компоновочного плана используют состав отделений и служб цехов, данные об их площадях. На первом этапе выбирают компоновочную схему, которая определяет общую последовательность производственного процесса. Возможные компоновочные схемы механосборочных цехов показаны на рис.2. Схемы а, б применяют в крупносерийном и массовом производствах; схемы в, г - в серийном, мелкосерийном и единичном производствах. В машиностроительном производстве существует две основных формы специализации цехов: технологическая и предметная. В первом случае цехи и участки специализируют по признаку выполняемых технологических процессов (литейные, кузнечные, сборочные, механические цехи; токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные и т.д. участки). Данную специализацию применяют в серийном, мелкосерийном и единичном производствах при небольших объемах производства - механические и сборочные цехи. При больших объемах производства целесообразно применять подетальную специализацию цехов и участков.

Предметная специализация заключается в том, что цехи и участки специализируют по признаку изготавливаемых изделий (деталей). При этом в цехе сосредотачивают все оборудование, необходимое для изготовления сборочной единицы (детали). Данную специализацию применяют в крупносерийном и массовом производстве механосборочные цехи.

Основные принципы определяющие выбор компоновки цеха:

- обеспечение прямоотчности производственного процесса, исключение, по возможности, возвратных движений грузопотоков;
- использование минимально необходимой производственной площади (компактность);

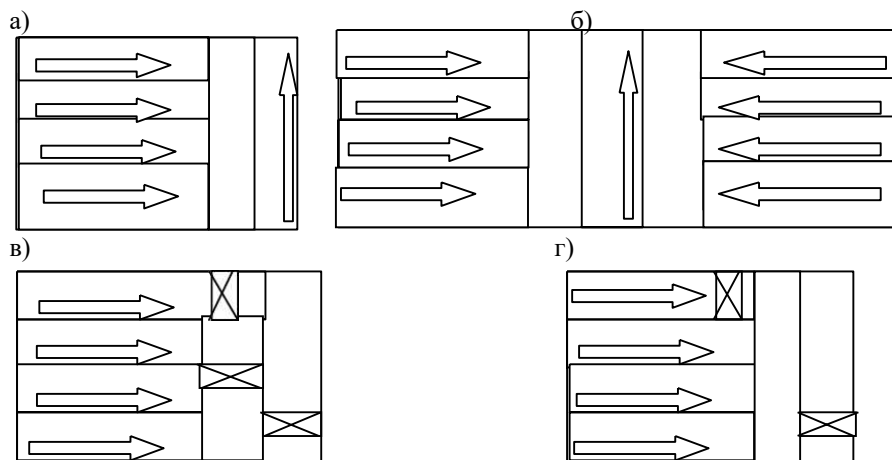


Рис. 2 Компонувочные схемы механосборочных цехов

горизонтальные стрелки – линии и участки мехобработки; вертикальные стрелки - поточные линии общей сборки; вертикальные участки – зоны узловой и общей сборки.

- использование наиболее экономичных и прогрессивных видов транспорта;
- минимизация транспортных операций для перемещения изделий в процессе производства;
- совместимость технологических процессов, выполняемых на смежных участках или цехах, с точки зрения взаимного влияния на качество изделий и с учетом условий труда и противопожарных мероприятий;
- возможность последующего расширения производства и перепланировки оборудования, связанных с изменением или внедрением новых технологических процессов;
- использование рациональных компоновок зданий из унифицированных типовых секций.



К ограничениям на размещение технологического оборудования относят нецелесообразность размещения рядом станков и участков, изготавливающих детали высокой и низкой точности; нецелесообразность размещения рядом шлифовальных и сборочных участков и существующие нормы расположения технологического оборудования, расположение элементов конструкций зданий.

Основной структурный элемент промышленного здания - пролёт. Пролёт - это объемная часть здания, ограниченная двумя смежными рядами вертикальных несущих конструкций (рядами колонн). Основными параметрами производственного помещения цеха являются:

- ширина пролета - расстояние между продольными разбивочными осями составляет 18 , 24 , 30 и 36 м;
- шаг колонн - расстояние между поперечными разбивочными осями, составляет 12 м для производственных зданий механосборочных цехов;
- длина пролёта;
- число пролётов;
- высота пролёта.

На втором этапе выбирают сетку колонн производственного здания из ряда: 12x18, 12x24, 12x30, 12x36 м в зависимости от размеров обрабатываемой детали и размеров и способа расположения технологического оборудования (продольное, поперечное, угловое и кольцевое). Длина участков должна составлять не более 30...50 м, исходя из требований пожарной безопасности . В случае превышения длины участка, технологическую цепочку продолжают или в соседнем пролете или в том же пролёте, если позволяет ширина пролета или шаг колонн.

Цехи размещают в зданиях, состоящих из унифицированных типовых секций (УТС) с выбранной сеткой колонн в масштабе 1:100 или 1:200 Размеры УТС 72x72 (площадь 5184 м<sup>2</sup>) или 72x144 м (площадь 10368 м<sup>2</sup>). Длина типовых секций (размер вдоль пролета) должна быть не более 72 м. Ширина типовых секций (размер поперек пролета) принимается не более 144 м. Допускается уменьшать длину УТС на величину кратную шагу колонн в следующих случаях:

- 1) технологическая площадь цеха меньше, чем площадь УТС более, чем на 600 м<sup>2</sup>;

2) при проектировании цехов массового производства, когда длина пролета, занятая станками, принимается не более 30...50м.

Помимо основных предусматриваются одно- и двухпролетные секции длиной 72 м, оборудованные кранами с высотой пролета 10,8; 12,6; 16,2; и 18 м . Эти пролеты имеют ширину 24 (площадь 1728 м<sup>2</sup>) и 30 (площадь 2130 м<sup>2</sup>) м и предназначаются для размещения участков сборки, обработки крупных изделий, складов металла и заготовок.

В машиностроении, как правило, проектируются одноэтажные здания без перепадов высот, причем крановые здания составляют 20 ... 25 % .

Технологические потоки направляются вдоль пролетов в зданиях с мостовыми кранами и в зданиях без кранов при использовании подвесных кран-балок. В остальных случаях технологические потоки могут направляться как вдоль, так и поперек пролетов.

В пределах установленных границ цеха наносят главные магистральные проезды, поперечные магистральные проезды и проезды между участками и отделениями. Ширина магистральных проездов – 4500 ... 6000мм. Ширина цеховых технологических проездов зависит от вида напольного транспорта и габаритов перевозимых грузов. Ширина одностороннего (В1) и двустороннего (В2) проезда определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \mathbf{B1} &= \mathbf{Б} + \mathbf{1400}, \\ \mathbf{B2} &= \mathbf{2*Б} + \mathbf{1600}, \end{aligned} \quad (83)$$

где Б – наибольшая ширина перевозимых грузов или транспорта, мм.

Вспомогательные службы размещают вдоль наружных стен здания. Оставшаяся площадь предназначена для размещения оборудования.

При компоновке вспомогательные помещения располагают группами по технологической однородности выполняемых работ и сразу определяют площади данных групп помещений (табл. 18, 19, 20, 21):

1. ЦРБ, кладовая ЦРБ, мастерская энергетика:

$$\mathbf{S1} = \mathbf{S_{црб}} + \mathbf{S_{кцрб}} + \mathbf{S_{мэ}}, \quad (84)$$

2. РМП, кладовая приспособлений и инструмента, участок УСПО, ЗО, инструментально-раздаточная кладовая, кладовая абразивов:

$$S2 = S_{\text{успо}} + S_{\text{кпс}} + S_{\text{кп}} + S_{\text{рмп}} + S_{\text{зо}} + S_{\text{ирк}} + S_{\text{ка}}, \quad (85)$$

3. ОТК, контрольно-поверочный пункт:

$$S3 = S_{\text{отк}} + S_{\text{кпп}}, \quad (86)$$

4. Участок СОЖ, ГСМ, энергетические и санитарно-технические установки:

$$S4 = S_{\text{сож}} + S_{\text{гсм}} + S_{\text{эсту}}, \quad (87)$$

5. Участок хранения стружки, участок по переработке стружки, изолятор брака:

$$S5 = S_{\text{хс}} + S_{\text{иб}} + S_{\text{пс}}, \quad (88)$$

6. Компрессорная установка, трансформаторная подстанция, вентиляцияционная камера:

$$S6 = S_{\text{тп}} + S_{\text{ку}} + S_{\text{вк}}, \quad (89)$$

7. Архив, склад вспомогательных материалов:

$$S7 = S_{\text{а}} + S_{\text{вм}} + S_{\text{вмс}}, \quad (90)$$

Затем эти группы разбивают на две макрогруппы, таким образом, чтобы их площади были примерно равны.

Для механосборочных цехов:

$$SI \approx S_{\text{миз}} + S1 + S2 + S4 + S5; \quad (91)$$

$$SII \approx S_{\text{ги}} + S_{\text{пки}} + S3 + S6 + S7,$$

где  $S_{\text{миз}}$ ,  $S_{\text{ги}}$ ,  $S_{\text{пки}}$  – площади складов металла и заготовок, готовых изделий и покупных и комплектующих изделий (табл. 20);  $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$ ,  $S4$ ,  $S5$ ,  $S6$ ,  $S7$  – площади групп подразделений (формулы 84...90).

Для механических цехов:

$$SI \approx S_{\text{миз}} + S1 + S2 + S4 + S5; \quad (92)$$

$$SII \approx S_{\text{Гд}} + S3 + S6 + S7,$$

где  $S_{\text{миз}}$ ,  $S_{\text{Гд}}$  – площади складов металла и заготовок, готовых деталей (табл. 20);  $S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7$  – площади групп подразделений (формулы 84...90).

Макрогруппа  $SI$  должна находиться рядом с участками механической обработки, макрогруппа  $SII$  – рядом с участком общей сборки. Склад готовых деталей – между участками мехобработки и сборки, межоперационные склады – между отдельными участками механической обработки, склад готовых узлов – между участками узловой и общей сборки. Компоновочная схема механо-сборочного цеха в общем случае выглядит так (рис. 3).

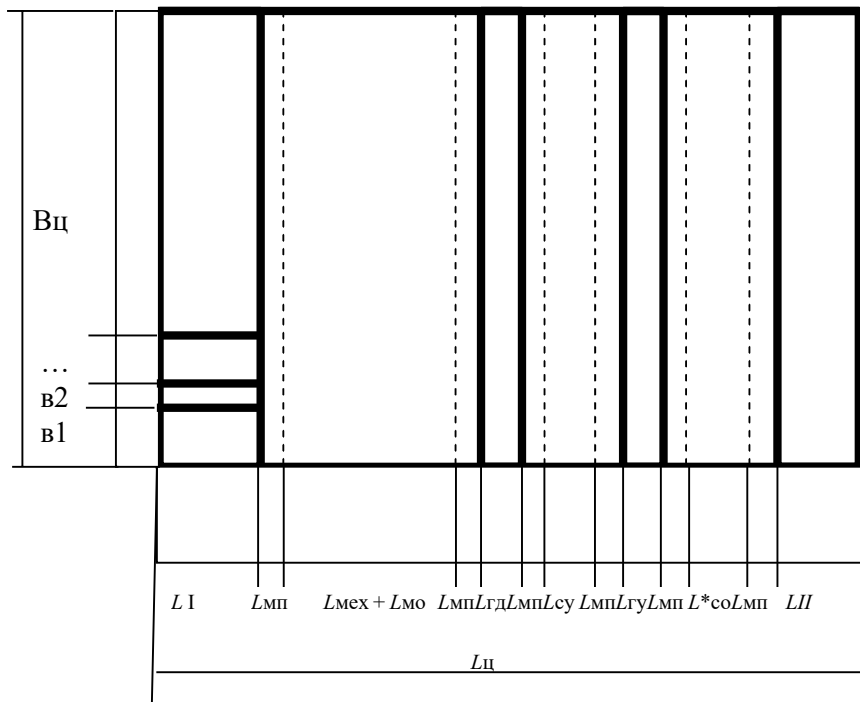


Рис. 3 Примерная компоновка МСЦ.

$L_{\text{ц}}$  – длина цеха,  $L_I$  – длина первой макрогруппы,  $L_{II}$  – длина второй макрогруппы,  $L_{\text{мп}}$  – ширина магистрального проезда,  $L_{\text{мех}}$  – длина участка мехобработки,  $L_{\text{мо}}$  – ширина межоперационных складов,  $L_{\text{Гд}}$  – ширина склада готовых деталей,

$L_{cy}$  – ширина участка узловой сборки,  $L_{cy}$  - ширина склада готовых узлов,  $L^*_{co}$  - ширина участка общей сборки и дополнительной площади  $S_A$ ,  $B_{ц}$  – ширина цеха,  $v_1, v_2, \dots$  - ширины участков, входящих в макрогруппы

Размеры участков, указанные на рис. 3 определяют следующим образом: - для составляющих длину цеха (кроме магистральных проездов):

$$L_i = S_i / B_{ц} , \quad (93)$$

где  $S_i$  – площадь соответствующего подразделения (рис. 3);  $B_{ц}$  – ширина цеха.

Ширина магистрального проезда должна быть в пределах 4,5 ... 6 м и определяется по формуле:

$$L_{mn} = S_{mn} / (B_{ц} * \kappa) , \quad (94)$$

где  $S_{mn}$  – площадь магистральных проездов (формула 66);  $B_{ц}$  – ширина цеха;  $\kappa=2,3,4,5,6, \dots$  - целое число, выбираемое таким образом, чтобы ширина магистрального проезда была от 4,5 до 6 м.

- для составляющих ширину цеха первой и второй макрогруппы соответственно:

$$\begin{aligned} v_{iI} &= S_{iI} / L_I \\ v_{iII} &= S_{iII} / L_{II} \end{aligned} \quad (95)$$

где  $S_{iI}$  – площадь соответствующего подразделения первой макрогруппы (рис. 3, формулы 91 или 92);  $S_{iII}$  – площадь соответствующего подразделения второй макрогруппы (рис. 3, формулы 91 или 92);  $L_I$  – ширина первой макрогруппы (формула 93);  $L_{II}$  – длина второй макрогруппы (формула 93).

После определения размеров участков делают проверку длины цеха:

$$L_{ц} = L_I + L_{мех} + L_{мо} + L_{гд} + L_{cy} + L_{гу} + L_{co} + \kappa * L_{мп} + L_A + L_{II} \quad (96)$$

где  $L_I$  – длина первой макрогруппы,  $L_{II}$  – длина второй макрогруппы,  $L_{мп}$ – ширина магистрального проезда,  $L_{мех}$  – длина участка мехобработки,  $L_{мо}$  – ширина межоперационных складов,  $L_{гд}$  – ширина склада готовых деталей,  $L_{су}$  – ширина участка узловой сборки,  $L_{су}$  - ширина склада готовых узлов,  $L_{со}$  – ширина участка общей сборки;  $L_{\Delta}$  – ширина дополнительной площади  $S_{\Delta}$ ;  $k$  – число магистральных проездов (формула 94).

Затем проверяют ширину цеха:

$$B_{ц} = \sum v_i I = \sum v_i II, \quad (97)$$

где  $v_i I$ ,  $v_i II$  - ширины участков, входящих в первую и вторую макрогруппы (формула 95).

Для определения размеров участков мехобработки необходимо:

- в поточном производстве при известной длине участка механической обработки (формула 93) ширину участков определяют по формуле:

$$B_{уч} = B_{ц} / n, \quad (98)$$

где  $B_{ц}$  – ширина цеха,  $m$ ;  $n$  – принятое число участков в цехе, формула 13.

- в непоточном производстве при известной длине участка механической обработки (формула 93) ширину участков определяют в следующем порядке:

А) Сначала определяют площади, занимаемые каждым участком механической обработки по группам станков по формуле 61 ( $S_{ток}=S_{ток}*F_{уд}$ ,  $S_{св}=$ ,  $S_{спрот}=$ ,  $S_{шл}=$ ,  $S_{спец}=$ ,  $S_{зуб}= S_{фрез}=$ ,  $S_{спрот}=$ ,  $S_{строг}=$ ,  $S_{долб}=...$ ).

Б) Затем полученные площади участков разделяют на две группы примерно равные между собой, например:

$$(S^1 = S_{ток}+S_{св}+S_{шл}) \approx (S^2=S_{спец}+S_{строг}+S_{зуб}+S_{фрез}+S_{спрот}+S_{долб}). \quad (99)$$

В) После этого определяют уточнённую длину участка механической обработки:

$$L_m = L_{мех} + L_{мо} + L_{\Delta} + L_{мп}*(k-m), \quad (100)$$

Где  $L_{\text{мех}}$  – длина участка механической обработки (формула 95);  $L_{\text{мо}}$  – ширина межоперационных складов;  $L\Delta$  – ширина дополнительной площади  $S\Delta$ ;  $L_{\text{мп}}$  - ширина магистрального проезда;  $k$  – число магистральных проездов (формула 94);  $m$  – число магистральных проездов, уже размещённых в цехе.

Г) После этого рассчитывают ширину участков механической обработки:

$$\begin{aligned} \mathbf{B_{мо}} &= \mathbf{S_{мо}} / \mathbf{L_{м}}; \\ \mathbf{B_1} &= \mathbf{S^1} / \mathbf{L_{м}}; \\ \mathbf{B_2} &= \mathbf{S^2} / \mathbf{L_{м}}; \\ \mathbf{B\Delta} &= \mathbf{S\Delta} / \mathbf{L_{м}}; \\ \mathbf{B_{мп}'} &= (72 * \mathbf{L_{мп}} * (\mathbf{k} - \mathbf{m})) / (\mathbf{L_{м}} * \mathbf{x}) \end{aligned} \quad (101)$$

где  $S^1, S^2$  – площадь первой и второй групп станков (формула 99);  $S\Delta$  - дополнительная площадь (формула 68);  $L_{\text{мп}}$  - ширина магистрального проезда;  $k$  – число магистральных проездов (формула 94);  $m$  – число магистральных проездов, уже размещённых в цехе (формула 100);  $x$  – число вновь назначенных магистральных проездов, размещаемых вдоль пролётов (1,2,3,4...), выбираемое таким образом, чтобы ширина магистрального проезда была от 4,5 до 6 м;  $L_{\text{м}}$  - уточнённая длина участка механической обработки (формула 100).

Д) Затем проверяют ширину цеха:

$$\mathbf{B_{ц}} = \mathbf{B_1} + \mathbf{B_2} + \mathbf{B\Delta} + \mathbf{B_{мп}'} * \mathbf{x} + \mathbf{B_{мо}} \quad (102)$$

где  $\mathbf{B_1}, \mathbf{B_2}, \mathbf{B\Delta}, \mathbf{B_{мп}'}, \mathbf{x}, \mathbf{B_{мо}}$  – данные из формулы 101.

Е) После этого рассчитывают длину участков механической обработки:

$$\begin{aligned} \mathbf{L_i^1} &= \mathbf{S_i^1} / \mathbf{B_1}; \\ \mathbf{L_i^2} &= \mathbf{S_i^2} / \mathbf{B_2}, \end{aligned} \quad (103)$$

Где  $S_i^1, S_i^2$  – площади участков, входящих в состав первой и второй групп мехобработки (формула 99);  $\mathbf{B_1}, \mathbf{B_2}$  - ширина участков механической обработки (формула 101).

Ё) В завершение проверяют длину участков механической обработки:

$$\Sigma \mathbf{L_i^2} = \Sigma \mathbf{L_i^1} = \mathbf{L_{м}}, \quad (104)$$

где  $Li^2, Li^1$  – размеры участков механической обработки (формула 103);  
 $Lm$  - уточнённая длина участка механической обработки (формула 100).

Высота здания от пола до нижней выступающей части верхнего перекрытия определяется по формуле:

$$H = H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 , \quad (105)$$

где  $H1$  - расстояние от верхней точки крана до нижней выступающей части верхнего перекрытия : не менее 100 мм;  $H2$  - высота электрического мостового крана (зависит от конструкции крана :  $Q=10$  т -  $H2 = 2100$  мм,  $Q=250$  т -  $H2 = 5200$  мм);  $H3$  - высота наиболее высокого станка, если станки невысокие, то этот размер принимается не менее 2,3 м;  $H4$  - промежуток между транспортируемым изделием, поднятым в верхнее положение, и верхней точкой наиболее высокого оборудования; равен 0,5 ... 1 м;  $H5$  - высота наибольшего по размеру изделия, изготавливаемого в цехе, в положении транспортирования;  $H6$  - расстояние от верхней кромки наибольшего транспортируемого изделия до центра крюка крана в верхнем его положении, необходимое для захвата изделия цепью или канатом; не менее 1 м;  $H7$  - расстояние от предельного верхнего положения крюка до головки рельса (принимается по стандартам мостовых кранов: 0,5 ... 1,6).

Высота пролетов и грузоподъемность применяемых подъемно-транспортных средств выбирается из таблицы 23.

Таблица № 23

Ширина пролета, м	Высота H цеха до нижнего пояса ферм, м	Высота H1 головки кранового рельса, м	Тип кранов	Грузоподъемность крана, т
18	6,0 ; 7,2 ;	-	Подвесные	0,25...5,0
24	8,4			
30	7,2 ; 8,4 7,2 ; 8,4			
18	8,4 ; 9,6	6,15 ; 6,95	Электрические мостовые	10; 20/5
24	10,8	8,16		
18	12,6 ;	9,65 ;	Электрические мостовые	10; 20/5
24				



30

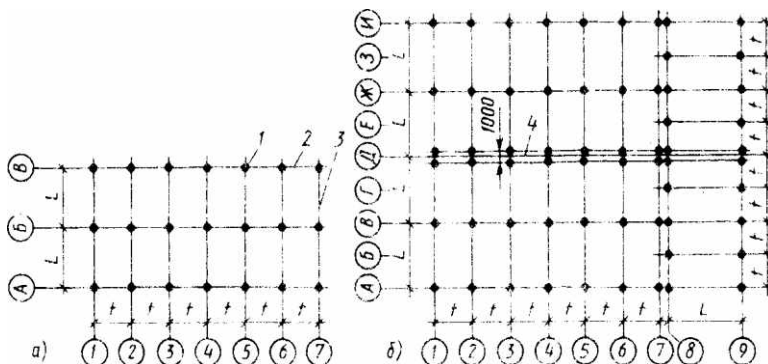


30	16,2 ; 18,0	12,65 ;	Электриче- ские мостовые	30/5; 50/10; 75/25
36		12,0 ; 13,8 14,45 ;		
30	16,2 ; 18,0	12,0 ; 13,8	Электриче- ские мостовые	100/20; 50/30
36	19,8	15,6		
30	19,8	11,2; 13,0 ; 14,8		

## 9.2. Служебно - бытовые помещения

На предприятиях машиностроения данные помещения располагаются в пристраиваемых или отдельно стоящих многоэтажных зданиях, которые komponуются из УТС шириной 12 м - пристрой и 18 м - отдельно стоящие здания, длиной  $L_{\text{прис}} = 36, 48, 60$  м и высотой 3,3 м. При размещении лабораторий и вспомогательных помещений на первом этаже служебно-бытовых помещений высота его принимается 4,2 м. Сетка колонн принимается 6x6 м, а число этажей - 1...4. В зависимости от конкретных условий пристрой может располагаться в торцевой части здания или вдоль крайнего пролета. Пристрой не должен перекрывать магистральные проезды. Поэтому для размещения пристроя вдоль крайнего пролета должно выполняться условие :  $L_{\text{мех}} > L_{\text{прис}}$ .

## 9.3. Оформление компоновочного чертежа цеха



Виды применяемых компоновок показаны на рис. 4. При оформлении компоновочного плана необходимо привязать конструктивные элементы здания (колонны, оси крановых рельсов и подкрановых балок) к разбивочным осям.

Рис. 4. Компоновочные планы. а – здания из двух пролётов; б - здания из четырёх параллельных и одного поперечного пролётов; 1 – колонна; 2 – продольная разбивочная ось; 3 – поперечная разбивочная ось; 4-температурно-деформационный шов

Колонны средних рядов располагают так, чтобы геометрические центры их сечений совпадали с пересечением разбивочных осей. Исключение составляют колонны, расположенные в зоне температурно-деформационных швов (рис. 4 поз. 4) и крайних колонн (рис. 5).

Торцовые колонны здания смещают внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм (рис. 5 а). Стена в данном случае крепится к колоннам фахверка (поз. 1) с шагом 6 м. Крайние колонны продольного ряда (поз. 2) смещают относительно разбивочной оси внутрь пролета так, чтобы торцовая грань колонны совпадала с продольной разбивочной осью (рис. 4, б). Этот вариант применяют для бескрановых секций.

Для крановых зданий применяют привязку "250" (рис. 5 в). Оси подкрановых балок и рельсов располагаются на расстоянии  $l = 750$  мм от продольных разбивочных осей при грузоподъемности кранов до 50 т и на расстоянии  $l = 1000$  мм у кранов большей грузоподъемности (рис. 5 г).

Примеры компоновочных решений механосборочных цехов приведены на рисунках 6 и 7 .

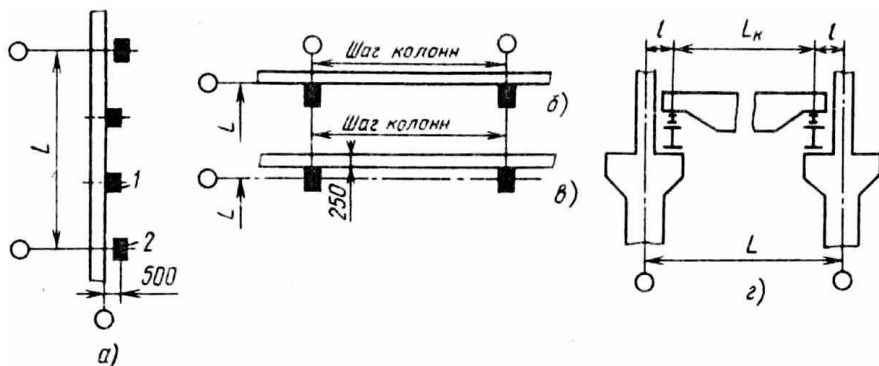


Рис. 5 Привязка крайних колонн и осей крановых рельсов

## 10. ПЛАНИРОВКА УЧАСТКОВ И ЦЕХА

Планировка - план размещения оборудования в пределах участка или цеха. Исходными данными для компоновки и планировки являются параметры производственного здания. На первом этапе планировки оборудования находят размеры станков, участвующих в технологическом процессе, и их вид в плане. Эти данные содержатся в каталогах металлорежущих станков [3,4,5,6,7,8].

При планировке участка поточного производства оборудование располагается по обеим сторонам межоперационного транспорта. Для непоточного производства способ перемещения полуфабрикатов определяется применительно к каждому конкретному случаю. Условные обозначения и размеры между объектами цеха принимают по соответствующим нормативным документам [2].

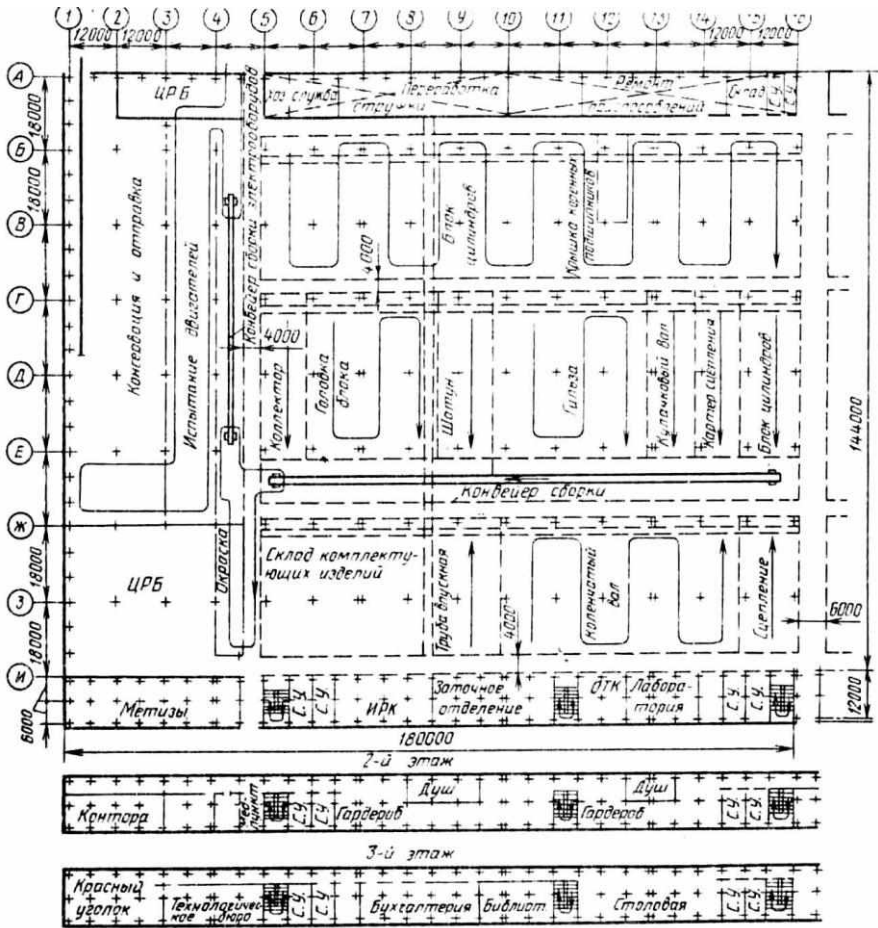


Рис. 6 Компонировочный план корпуса по производству автомобильных двигателей

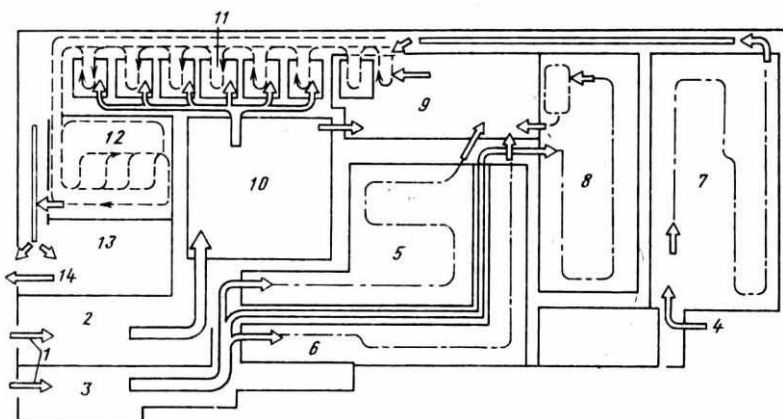


Рис. 7. Схема компоновки корпуса по производству деталей двигателей со стендовой сборкой и указанием схемы транспортных связей

1 – участок поступления заготовок и комплектующих изделий; 2 – зона контроля изделий; 3 – склад заготовок; 4 – участок поступления отливок блока цилиндров; 5 – участок обработки головок блока цилиндров; 6 – участок обработки шатунов; 7 – участок обработки блока цилиндров; 8 – участок обработки коленчатых валов; 9 – отделение узловой сборки; 10 – комплекточный склад; 11 – стендовая сборка; 12 – испытательное отделение; 13 – склад готовой продукции; 14 – отправка готовых двигателей

Нормы расстояний между технологическим оборудованием и элементами конструкций приведены в таблице 24. Расстояния, указанные в данной таблице включают крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений. Нормы расстояний между станками с разными габаритами выбирают по большему из этих станков. В случае обслуживания станочных поточных линий различными транспортными средствами расстояния от стен и колонн до станков выбираются с учетом таблицы 25.

При расположении канала для транспортирования стружки между тыльными сторонами двух рядов станков, установленных на общей фундаментной плите, расстояние между ними принимается для транспортирования дробленой стружки –  $(д)$ , для транспортирования витой стружки –  $(д + 0,4 м)$ . Для станков, установленных на индивидуальные фундаменты, расстояние между фундаментами должно быть не менее  $0,8 м$  – для транспортирования дробленой стружки и не менее  $1,0 м$  – для витой стружки.

Нормы расстояний между сборочными столами и верстаками для единичного, мелко- и среднесерийного типов производства указаны в таблице 26. Расстояния между сборочными столами и верстаками для крупносерийного и массового типов производства указаны на рис. 9. Нормы расстояний между слесарными столами и верстаками, кузнечным и окрасочным оборудованием указаны в таблице 27. Нормы ширины магистральных проездов по видам и грузоподъемности транспортных средств указаны в таблице 28.

При двустороннем обслуживании вертикально-замкнутого конвейера ширину рабочей зоны принимают равной 1,0 м с каждой стороны.

Наиболее удобное и распространенное расположение технологического оборудования - вдоль транспортной трассы. Поперечное расположение применяют в случаях, когда может быть достигнуто оптимальное использование площади или когда при продольном расположении получаются очень длинные линии. Под углом к транспортной трассе располагают оборудование в том случае, если его длин значительно превышает ширину (расточные, продольно-фрезерные, продольно-строгальные станки, прутковые и револьверные автоматы). Угол наклона оборудования к транспортной магистрали составляет 15 ... 20 градусов. Кольцевое расположение технологического оборудования целесообразно для многостаночного обслуживания с помощью промышленных роботов, но создает трудности для использования межоперационного транспорта и инженерных коммуникаций.

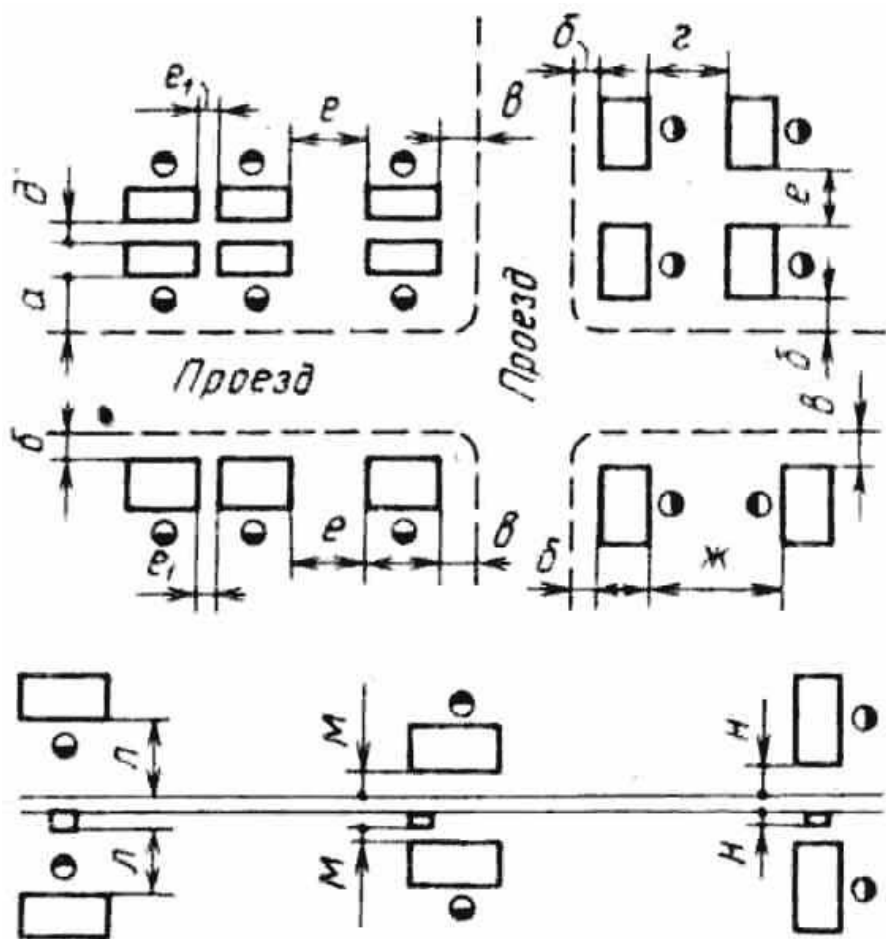


Рис. 8. Схемы размещения рабочих мест сборки



### Нормы расстояний между металлорежущими станками

Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане, мм, не более			
	1800 x 800	4000 x 2000	8000x 4000	> 8000x 4000
От проезда до : - фронтальной стороны станка (а) - боковой стороны станка (б) - тыльной стороны станка (в)	1600/1000	1600/1000	2000/1000	2000/1000
	500	500	500	500
	500	500	700/500	1000/500
Между станками при расположении их:				
- в затылок (г)	1700/1400	1700/1600	2600/1800	2600/1800
- тыльными сторонами друг к другу (д)	700	800	1000	1300/1000
- боковыми сторонами друг к другу (е)	900	900	1300/1200	1800/1200
- фронтальными сторонами друг к другу при обслуживании одним рабочим:				
- одного станка (ж)	2100/1900	2500/2300	2600	2600
- двух станков (з)	1700/1400	1700/1600	1700	1700
- по гнездовой схеме (и)	2500/1400	2500/1600	-	
От стен, колонн до:				
- фронтальной стороны станка (л)	1600/1300	1600/1500	1600/1500	1600/1500
(л1)	1300	1500/1300	1500	1500
- тыльной стороны станка (м)	700	800	900	1000/1900
боковой стороны станка (н)	1200/900	1200/900	1200/900	1200/900
Примечание : в знаменателе приведены нормы расстояний для цехов крупносерийного производства, когда они отличаются от соответствующих норм для условий единичного, мелкосерийного и серийного производства.				

Типовые схемы установочных мест при линейном расположении технологического оборудования (Т.О.) приведены на рис. 10. Оптимальное расположение мощности грузопотока достигается

при двустороннем расположении оборудования вдоль транспортной трассы (рис. 10 а, б). Схемы, приведенные на рис. 10 в, г, используют чаще всего при реконструкции производства.

Таблица № 25

Транспорт	Д	Е	Г	Ж	Эскиз
Автоматизированная напольная транспортно-складская система	0,4	1,07	0,9	—	
Стационарный конвейер	—	0,9	—	Не менее 0,1	
Подвесной конвейер или тали на монорельсе	—	0,9	—	Не менее 0,3	
Подвесной конвейер с применением манипулятора	—	1,2	—	Не менее 0,3	

Примечание. А2=1400 мм; В=670 мм; размеры К транспортного средства – по габаритам заготовок.

Таблица № 26

**Нормы расстояний для размещения сборочных мест  
(единичное, мелко- и среднесерийное производство)**

Расстояние	Рабочая зона с одной стороны	Рабочая зона вокруг объекта	
	Габариты собираемого изделия, мм		
	1250x750	1250x750	2500x1000
<b>От проезда до: фронтальной стороны</b>	<b>1500/100 0</b>	<b>2250/100 0</b>	<b>2250/1500</b>
<b>тыльной стороны</b>	<b>500</b>	<b>1000/750</b>	<b>1000/900</b>
<b>боковой стороны</b>	<b>1250/100 0</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
<b>Между сборочными местами при взаимном расположении: в «затылок»</b>	<b>1750/100 0</b>	<b>2750/170 0</b>	<b>2750/1700</b>
<b>тыльными сторонами</b>	<b>0</b>	<b>1500/100 0</b>	<b>1500/1200</b>
<b>боковыми сторонами</b>	<b>1500/750</b>	<b>1500/750</b>	<b>1500/1200</b>
<b>фронтальными сторонами</b>	<b>2750/200 0</b>	<b>3500/250 0</b>	<b>3500/2500</b>
<b>От стен и колонн до: фронтальной стороны стола</b>	<b>1500/130 0</b>	<b>1750/150 0</b>	<b>1750/1500</b>
<b>тыльной стороны стола</b>	<b>0</b>	<b>1000/750</b>	<b>1000/900</b>
<b>боковой стороны стола</b>	<b>750</b>	<b>750</b>	<b>750</b>
В знаменателе приведены нормы для среднесерийного производства, если они отличаются от аналогичных норм для единичного и мелкосерийного производства.			

При совмещении входа и выхода с участка происходит сокращение холостых пробегов межоперационного транспорта (рис. 9 а, в). Такие схемы применяют при незначительных грузопотоках

(не более 3000 т/год). При больших грузопотоках используют схемы с раздельным входом и выходом (рис. 9 б, г).

**Порядок расстановки оборудования на участках производит- в в следующем порядке:**

- сначала откладывают от стены или колонны расстояние от тыльной стороны станка (по самому большому станку участка) до стены (в, табл. 24, 25);

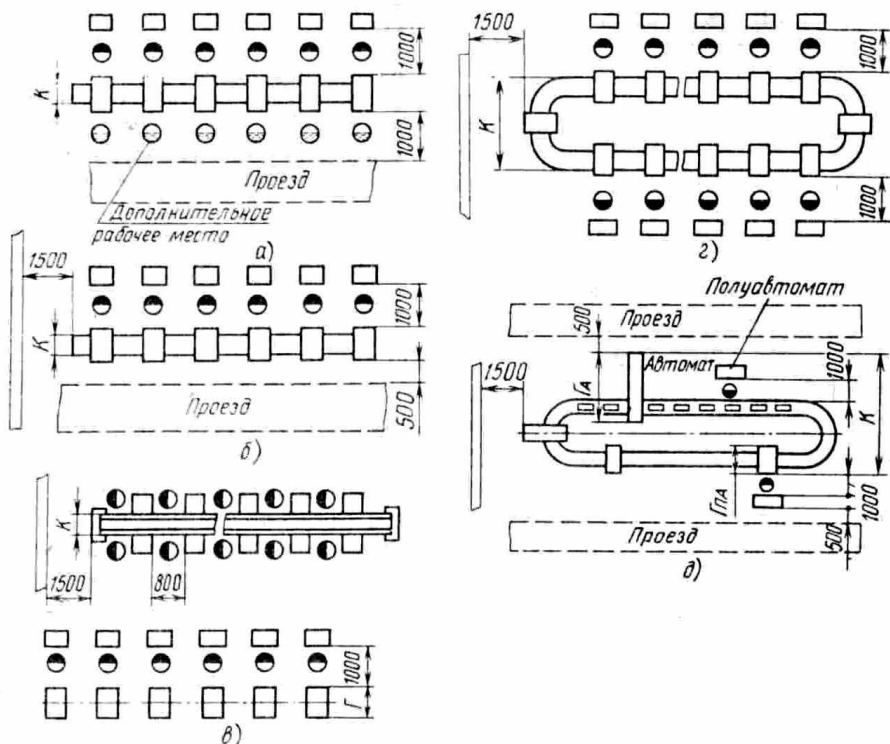


Рис.9. Нормы размещения сборочных рабочих мест при поточной сборке  
 а – шаговый конвейер; б – вертикально-замкнутый конвейер;  
 в – подвесной конвейер; г - горизонтально-замкнутый конвейер;  
 д – автоматизированная линия

Таблица № 27

### Нормы размещений технологического оборудования

Номенклатура расстояний	Нормы расстояний в зависимости от габаритов оборудования не менее, м		
	До 0,8 x 1,0	св. 0,8x1,0 до 1,5x3,0	св. 1,5 x 3,0
1	2	3	4
<b>Слесарное оборудование</b>			
Между боковыми сторонами оборудования	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>
Между тыльными сторонами оборудования	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>
Между оборудованием при расположении одного рабочего места	<b>1,2</b>	<b>1,7</b>	-
двух рабочих мест	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	-
Между оборудованием и колонной	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>
Между оборудованием и стеной	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>
Между тыльными сторонами оборудования и стеной	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>
<b>Кузнечное оборудование</b>			
Между боковыми сторонами			
Молота и нагревательной печи		<b>1,0</b>	
Молота, нагревательной печи и другим оборудованием		<b>2,5</b>	
Между молотом и колонной		<b>0,4</b>	
Между молотом и стеной		<b>3,0</b>	
<b>Деревообрабатывающие станки</b>			
Между боковой стороной станка и местами складирования		<b>0,7</b>	
Между передней стороной станка и местами складирования		<b>0,5</b>	
Между тыльной стороной станка и стеной, колонной		<b>1,0</b>	
Между передней стороной станка и стеной, колонной		<b>1,8</b>	
<b>Окрасочное и сушильное оборудование</b>			
Между торцевыми сторонами окрасочной и сушильной камер		<b>1,5</b>	
Между боковыми сторонами окрасочных камер (между гидрофилтрами)		<b>1,2</b>	
Между боковыми сторонами сушильных камер и окрасочных камер (с противоположной стороны гидрофилтров)		<b>1,0</b>	
Между боковой стороной сушильной камеры, окрасочной камеры (с противоположной стороны гидрофилтра) и стеной		<b>1,0</b>	

Между боковой стороной сушильной камеры, окрасочной камеры (с противоположной стороны гидрофилтра) и колонной	<b>0,8</b>
Между боковой стороной окрасочной камеры (со стороны гидрофилтра и стеной, колонной)	<b>1,2</b>
Между торцевой (глухой) стороной сушильной, окрасочной камерой и стеной, колонной	<b>0,8</b>
Между торцевой (проездной) стороной сушильной, окрасочной камерой и воротами	<b>1,5</b>

Примечания. 1. Размещение технологического оборудования, кроме норм, приведенных в таблице, должно учитывать устройство транспортных проездов для доставки к рабочим местам агрегатов, узлов, деталей и материалов. Ширина проездов должна быть не менее:  
2200 мм - при грузоподъемности транспортного средства до 0,5 т и размера груза, тары до 880 мм,  
2700 мм - то же до 1,0 т и 1200 мм соответственно,  
3600 мм - то же до 3,2 т и 1600 мм соответственно.

2. Размещение складского оборудования должно учитывать способ хранения на площадках, в стеллажах, штабелях, поддонах, таре и т.п., средства механизации подъемно-транспортных работ (краны, штабеллеры, ручные и механизированные тележки, авто- и электропогрузчики и т.п.), габаритные размеры хранимых и транспортируемых агрегатов, узлов, деталей и материалов. Минимальная ширина прохода между стеллажами составляет 1,0 м. Ширина проезда между стеллажным оборудованием должна назначаться в зависимости от технической характеристики применяемых средств механизации, их габаритных размеров, радиуса поворота, а также с учетом габаритов транспортируемых изделий.

Таблица № 28

Грузоподъёмность, т, до	Норма, мм		Эскиз
	Ширина проезда А	Расстояние между станками Б	
<b>Электротележка (электрокары)</b>			
<b>1</b>	<b>3000</b>	<b>3500</b>	
<b>3</b>	<b>3500</b>	<b>4000</b>	
<b>5</b>	<b>4000</b>	<b>4500</b>	
<b>Электропогрузчики с подъёмными вилами</b>			
<b>0,5</b>	<b>3500</b>	<b>4000</b>	
<b>1</b>	<b>4000</b>	<b>4500</b>	
<b>3</b>	<b>5000</b>	<b>5500</b>	
<b>Автомобили грузовые</b>			
<b>1</b>	<b>4500</b>	<b>5000</b>	
<b>5</b>	<b>5500</b>	<b>6000</b>	

Примечания: 1. Магистральные проезды предназначены для межцеховых перевозок с учётом двустороннего движения.  
 2. Перегрузочные платформы (тележки на рельсовом ходу) для транспортировки крупных и тяжёлых деталей и изделий не должны размещаться на магистральных проездах.

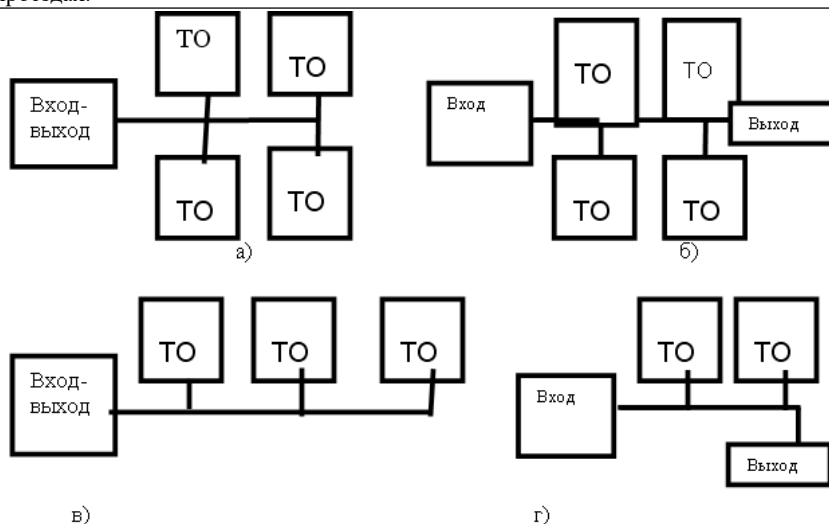


Рис. 10 Типовые схемы установочных мест

- откладывают ширину наибольшего станка участка или линии (по заданию);
- откладывают расстояние от станка до межоперационного транспортного средства (табл. 25) – для поточного производства или расстояние между станками (ж, з, и, табл. 24) – для непоточного производства;
- откладывают ширину транспортного средства (по заданию) – для поточного производства;
- откладывают расстояние от станка до межоперационного транспортного средства (табл. 25) – для поточного производства;
- откладывают ширину наибольшего станка участка или линии (по заданию);
- вдоль транспортного средства или проезда (прохода) станки располагают в соответствии с ходом технологического процесса нормы расстояний (г, д, е, табл. 24), нормы расстояний между станками с разными габаритами выбирают по большему из этих станков;

- если станок на операции один, то последующий станок размещают со смещением не по нормам расстояний, а со смещением на половину корпуса одного станка – для поточного производства.

Примеры планировок цехов приведены на рисунках 11,12.

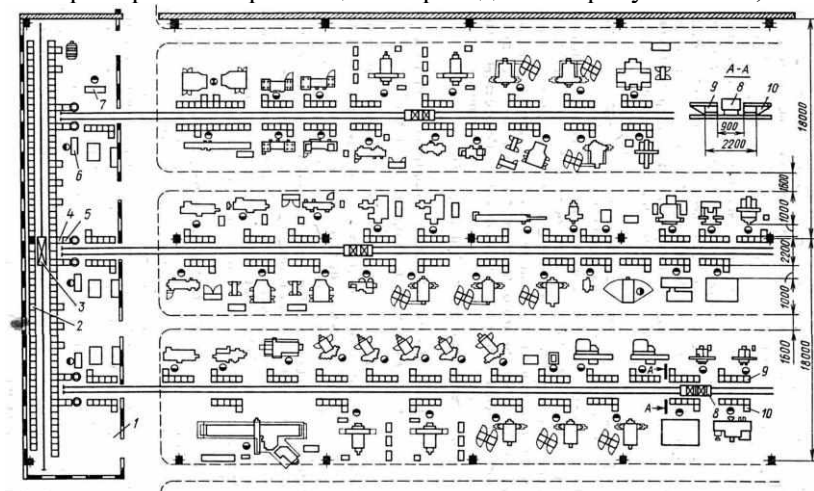


Рис. 11. Планировка участка механической обработки с автоматизированной транспортно-складской системой



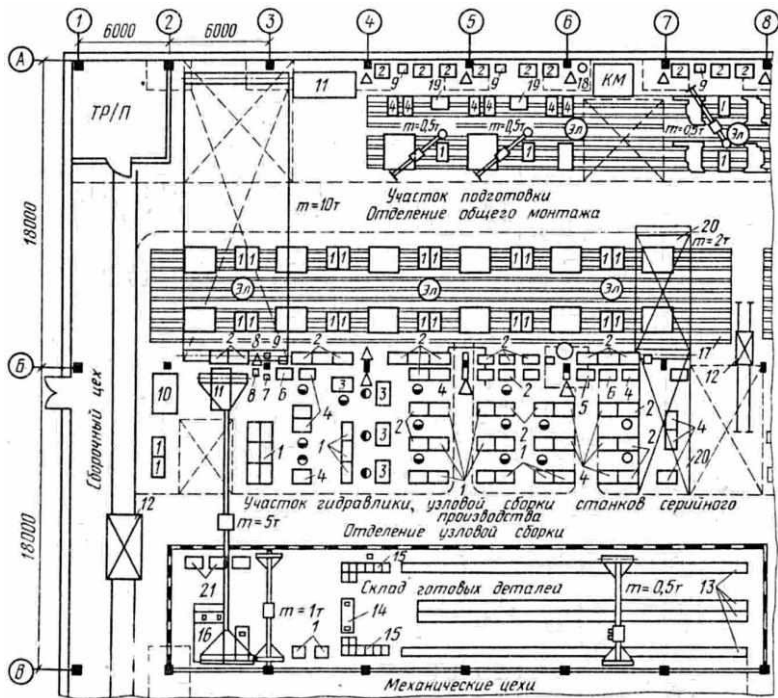


Рис. 12. Планировка оборудования и рабочих мест сборочного цеха шлифовальных станков [1]

## 11. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

Сначала выбирают сетку колонн производственного здания из ряда: 12x18, 12x24, 12x30, 12x36 м в зависимости от размеров обрабатываемой детали и размеров и способа расположения технологического оборудования. В зависимости от назначения здания, его размеров, грузоподъемности кранового оборудования конструкция здания по роду применяемого строительного материала может быть металлическая, железобетонная и смешанная.

Металлические конструкции: колонны, подкрановые пути, стропильные фермы, фонари - применяются для зданий с большими пролетами (30 м и более в отапливаемых зданиях; 18 м и более в неотапливаемых зданиях); кранами значительной грузоподъемности (более 30 т); при двухъярусном расположении мостовых кранов; для зданий, в которых происходит нагрев несущих конструкций ...

Железобетонные конструкции: колонны, подкрановые пути, стропильные фермы, балки, несущие конструкции для покрытий, фонари - применяются для зданий с пролетами 18 м (цельные), 24, 30, 36 м (сборные). Подкрановые балки из железобетона применяются для мостовых кранов грузоподъемностью до 30 т.

Покрытия промышленных зданий производится сборными железобетонными плитами размерами 3x12 м, 1,5x12 м. Схемы применяемых несущих конструкций (перекрытий) показаны на рисунке 13.

#### С т е н ы.

Стены производственных зданий делают панельными и кирпичными. Кирпичная кладка применяется для зданий небольшого объема (до 5000 куб. м). При панельных плитах применяют ленточное остекление с высотой, кратной 0,6 м. Панели применяют высотой 1,2 и 1,6 м. Толщина стен принимается для северной полосы 2,5 кирпича (64 см), для средней полосы - 1,5 ... 2 кирпича (38 ... 51 см), для южной полосы 1,5 кирпича (38 см).

В многопролетных зданиях перепады высот 1,2 м и менее не допускаются. Перепады 1,8 и 2,4 м допускаются, но не желательны.

#### К о л о н н ы.

Размеры колонн определяются расчетом. Для колонн квадратного сечения для бескрановых зданий при металлических и железобетонных перекрытиях:

$$a = H / 25, \quad (106)$$

где  $H$  – высота цеха (формула 105).

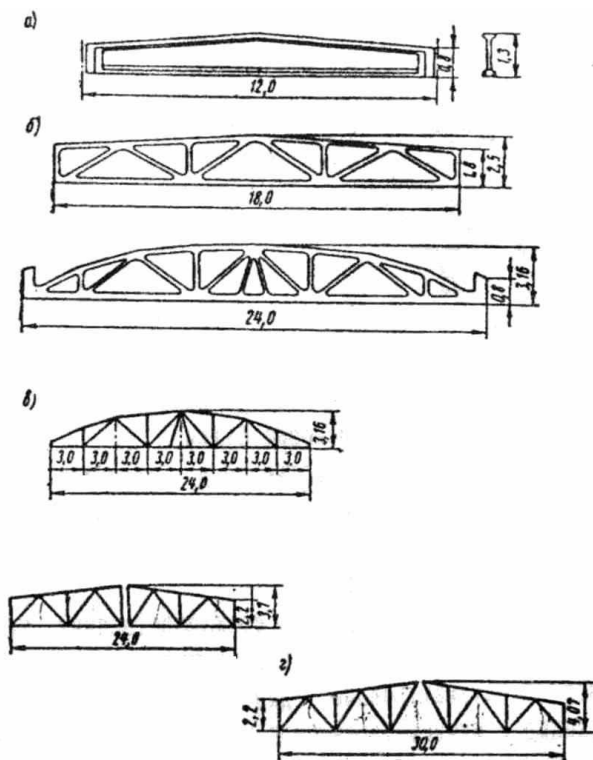


Рис. 13 Схемы несущих конструкций.

а – железобетонная балка двугривого сечения пролётом 12 м; б – железобетонная полигональная цельная ферма пролётом 18 м; в – железобетонная сегментная составная ферма пролётом 24 м; г – полигональные стальные фермы пролётом 24, 30 м

Для колонн прямоугольного сечения, которые держат краны, размеры **а** х **в** определяются при кранах грузоподъемностью до 10т больший размер по формуле:

$$\mathbf{a = H п / 14,}$$

(107)

при кранах грузоподъемностью более 10 т:

$$\mathbf{a = H п / 10,}$$

(108)

Меньший размер не менее

$$v = H_{п} / 25,$$

(109)

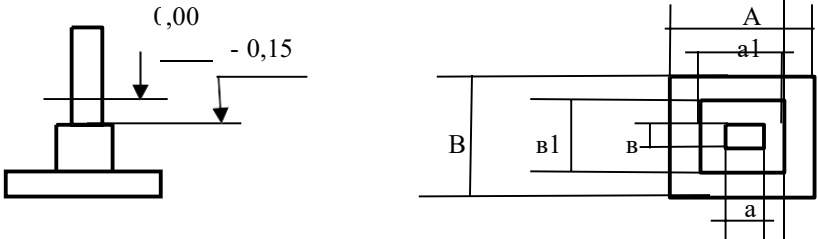
где  $H_{п}$  - расстояние от верха фундамента до верха железобетонных подкрановых балок или до верха консоли, на которую опираются подкрановые балки.

Полученные размеры округляются до ближайших больших, взятых из таблицы 29. При этом площадь расчётного сечения  $a \times b$  должна быть не более площади поперечного сечения колонны. Во всех случаях размер железобетонных колонн должны быть не менее 300 x 300 мм.

Перегородки.

Внутренние перегородки в производственных зданиях бывают разных видов в зависимости от назначения помещения:

Таблица № 29



Тип фундамента	Сечение колонны (в x а), мм	Сечение подколоники (в1 x а1), мм	Размер подошвы (В x А), мм
<b>Колонны серии ИИ 20/70</b>			
1	400 x 400	900 x 900	1800 x 3000
2	400 x 600	1200 x 1200	2100 x 3000
3	400 x 400	900 x 900	
4	400 x 600	1200 x 1200	2400 x 3000
5	400 x 400	900 x 900	
6	400 x 600	1200 x 1200	2400 x 3300
7	400 x 400	900 x 900	
8	400 x 600	1200 x 1200	2400 x 3600
9	400 x 400	900 x 900	
10	400 x 600	1200 x 1200	2700 x 3600
11	400 x 400	900 x 900	
12	400 x 600	1200 x 1200	2700 x 4200
13	400 x 400	900 x 900	
14	400 x 600	1200 x 1200	3000 x 4200
15	400 x 400	900 x 900	

<b>16</b>	<b>400 x 600</b>	<b>1200 x1200</b>	
<b>17</b>	<b>400 x 400</b>	<b>900 x 900</b>	<b>3000 x 4800</b>

*Продолжение табл. № 29*

<b>18</b>	<b>400 x 600</b>	<b>1200 x1200</b>	
<b>19</b>	<b>400 x 400</b>	<b>900 x 900</b>	<b>3300 x 4800</b>
<b>20</b>	<b>400 x 600</b>	<b>1200 x1200</b>	
<b>21</b>	<b>400 x 400</b>	<b>900 x 900</b>	<b>3600 x 4800</b>
<b>22</b>	<b>400 x 600</b>	<b>1200 x1200</b>	
<b>23</b>	<b>400 x 600</b>	<b>1200 x1200</b>	<b>3600 x 5400</b>
<b>24</b>			<b>4200 x 5400</b>
<b>25</b>			<b>4800 x 5400</b>
<b>Колонны серии КЭ-01-52</b>			
<b>1</b>	<b>400 x 1000</b>	<b>1200 x 1800</b>	<b>2100 x 3000</b>
<b>2</b>			<b>2400 x 3600</b>
<b>3</b>			<b>2700 x 4200</b>
<b>4</b>			
<b>5</b>			
<b>6</b>			<b>500 x 1300</b>
<b>7</b>	<b>400 x 1000</b>	<b>1200 x 1800</b>	<b>3000 x 4200</b>
<b>8</b>	<b>500 x 1000</b>		
<b>9</b>	<b>500 x 1300</b>	<b>1200 x 2100</b>	
<b>10</b>	<b>500 x 1400</b>		
<b>11</b>	<b>500 x 1000</b>		
<b>12</b>	<b>500 x 1300</b>		
<b>13</b>	<b>500 x 1400</b>	<b>1200 x 1800</b>	<b>3300 x 4800</b>
<b>14</b>	<b>600 x 1400</b>		
<b>15</b>	<b>500 x 1300</b>		
<b>16</b>	<b>500 x 1400</b>		
<b>17</b>	<b>600 x 1400</b>		
<b>18</b>	<b>600 x 1900</b>		
<b>19</b>	<b>500 x 1300</b>	<b>1200 x 2100</b>	<b>3600 x 5400</b>
<b>20</b>	<b>500 x 1400</b>		
<b>21</b>	<b>600 x 1400</b>		
<b>22</b>	<b>600 x 1900</b>		
<b>23</b>	<b>500 x 1300</b>	<b>1200 x 2100</b>	<b>4800 x 5400</b>
<b>24</b>	<b>500 x 1400</b>		
<b>25</b>	<b>600 x 1400</b>		
<b>26</b>	<b>600 x 1900</b>	<b>1200 x 2700</b>	<b>4800 x 6000</b>
<b>27</b>	<b>500 x 1300</b>	<b>1200 x 2100</b>	
<b>28</b>	<b>500 x 1400</b>		
<b>29</b>	<b>600 x 1400</b>		
<b>30</b>	<b>600 x 1900</b>		
<b>31</b>	<b>500 x 1300</b>	<b>1200 x 2100</b>	

<b>32</b>	<b>500 x 1400</b>		
<b>33</b>	<b>600 x 1400</b>		
<b>34</b>	<b>600 x 1900</b>	<b>1200 x 2700</b>	<b>5400 x 6600</b>
<b>35</b>	<b>500 x 1400</b>		
<b>36</b>	<b>600 x 1400</b>	<b>1200 x 2100</b>	<b>5400 x 7200</b>
<b>37</b>	<b>600 x 1900</b>	<b>1200 x 2700</b>	<b>6000 x 7200</b>
Примечания: 1. Отметка подошвы фундаментов – 1,95 м; 2,55 м; 3,15 м; 4,35 м. 2. Толщина подошвы 1/3 от отметки подошвы.			

- деревянные оштукатуренные - для бытовых и конторских помещений;

- стеклянные с нижней деревянной частью - для отделений заточных, шлифовальных, лекальных и особо точных станков;

- из металлической сетки с нижней деревянной частью - для складов;

- металлические застекленные;

- кирпичные и железобетонные - для отделений покрытий металлами, окрасочных, термических, кузнечных; их толщина должна быть 1 ... 1,5 кирпича или 300 мм плита из железобетона.

**Д в е р и , в о р о т а , т а м б у р ы .**

Расстояния от наиболее удаленных рабочих мест до выхода наружу или на лестничную клетку в производственных зданиях должны приниматься для одноэтажных зданий - от 50 до 100 м, для многоэтажных - от 30 до 75 м.

Суммарная ширина дверей, коридоров или проходов на путях эвакуации на всех этажах должна приниматься из расчета не менее 0,6 м на 100 человек работающих . Предельная ширина проходов должна быть не менее 1 м, коридоров -1,4 м, дверей - 0,8 ... 2,4 м, маршей и площадок лестниц 1,15 ... 2,4 м. Высота дверей должна быть не менее 2 м.

Количество эвакуационных выходов из производственных и общественных помещений должно быть не менее двух. Двери, предназначенные для эвакуации, должны открываться по направлению выхода из здания.

Ширина ворот должна превышать наибольшую ширину транспорта не менее, чем на 600 мм и должна быть не менее 1,8 м для безрельсового транспорта и 4,7 м для железнодорожного. Высота ворот должна быть больше высоты средств транспорта не менее, чем на 200 мм и должна быть не менее 2,4 м для безрельсового транспорта и 5,6 м для железнодорожного.

Тамбуры или воздушно-тепловые завесы применяют при зимних температурах воздуха минус 20 °С и ниже. Тамбуры для про-

хода людей делают с двумя дверями, отстоящими одна от другой на расстоянии не менее 200 мм, при этом глубина тамбура должна быть не менее 1,2 м. Ширина тамбуров должна превышать ширину дверных проемов не менее, чем на 250 мм с каждой стороны.

#### Л е с т н и ц ы .

Суммарная ширина лестничных маршей принимается не менее 0,6 м на 100 человек, но не более 2,4 м. В каждом марше устанавливают не менее 5 и не более 18 ступеней. Ширина лестничных клеток принимается 2,4; 2,8; 3,2 м, длина - 5,6; 6,0; 6,8 м, соответственно.

#### С в е т о ы е ф о н а р и .

Виды применяемых световых фонарей показаны на рисунке 13. Наиболее часто применяются прямоугольные фонари. В крайних пролетах цехов не рекомендуется. При ширине пролетов 18 м ширина прямоугольных фонарей 6 м, при 24, 30 м - 12 м. Высота фонарей должна быть 1,5 ... 2,5 м. Поперечные разрез здания показаны на рис. 14.

Условные обозначения строительных элементов конструкций, а также вспомогательных элементов и транспорта приведены в таблице 30.

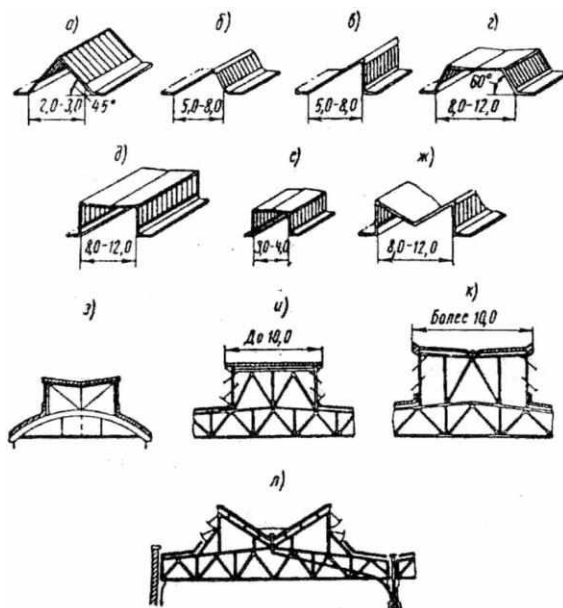


Рис. 14. Виды светоаэрационных фонарей (размеры в м);

- а – треугольные; б, в – зубчатые (пилообразные); г – тангенциальные с наклонным остеклением; д, е, и – прямоугольные с вертикальным остеклением; ж, к, л – М-образные с вертикальным остеклением; з - М-образные с вертикальным остеклением при железобетонной конструкции;

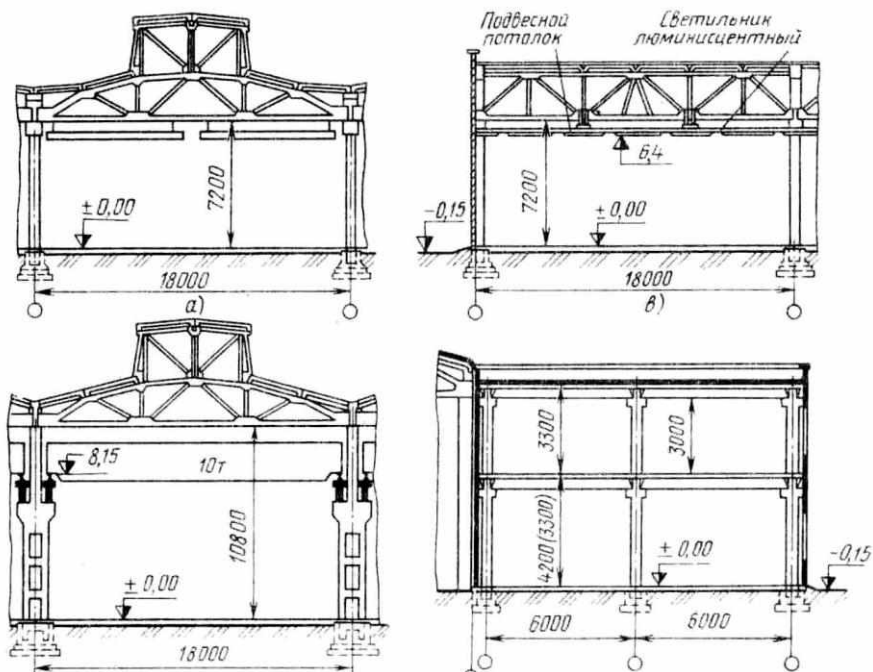


Рис. 15 Поперечные разрезы зданий

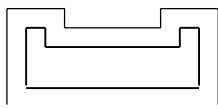
- а – бескрановое здание со светоаэрационным фонарём; б – бескрановое здание с плоской кровлей и подвесным потолком; в – крановое здание; г – пристройка к производственному зданию для административно-бытовых помещений

Таблица 30

**Основные условные обозначения на генеральных планах, компоновках и планировках**

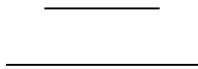
**На генеральных планах**

Здания:



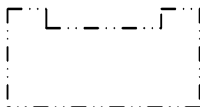
проектируемое





существующее сохраняемое

*Продолжение табл. № 30*



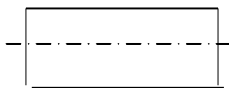
существующее разбираемое



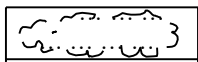
существующее реконструируемое



ограждение участка



шоссейная дорога



газон

Места хранения:



автомобилей

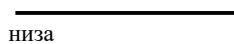


автопоездов



пути движения автомобилей

**На компоновочных планах**



низа

капитальная стена, сплошная перегородка до

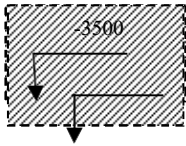
фермы или потолка



лёгкие перегородки всех типов

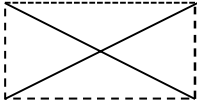


граница цеха, отделения, участка



подвал с отметкой уровня

*Продолжение табл. № 30*



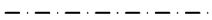
антресоль с отметкой высоты



проезд



тоннель, канал



железнодорожный путь тупиковый (ввод)



колонна



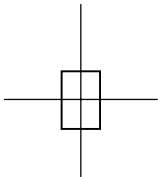
трансформаторная подстанция



санитарный узел

**На планировках производственных помещений**

Колонны:

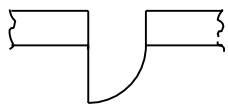


железобетонные



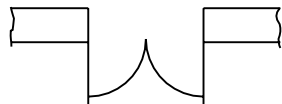
металлические

Двери:



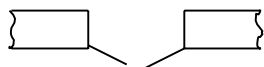
однопольная

*Продолжение табл. № 30*



двупольная

Ворота:



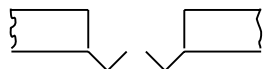
распашные



подъемные

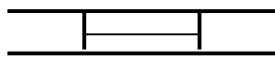


откатные

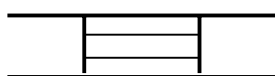


складчатые

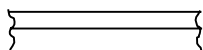
Оконные проемы:



с одинарными переплетами

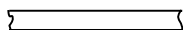


с двойным переплетом



стена капитальная

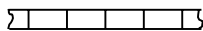
Перегородки:



сплошная

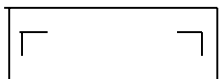


сборная щитовая



из светопрозрачных материалов

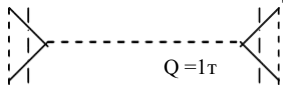
— x x x x x — сетчатая



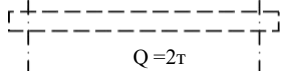
металлическая на каркасе

Продолжение табл. № 30

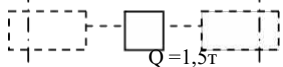
Подъёмно-транспортные средства:



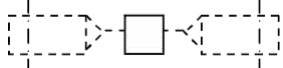
однобалочный опорный кран



однобалочный подвесной кран

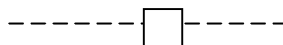


кран - штабелер опорный



кран - штабелер подвесной

Q = 1,5т



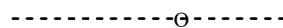
Монорельс с тельфером

Q = 0,5т

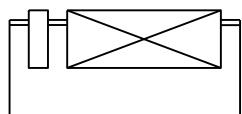


Монорельс с пневматическим подъёмником

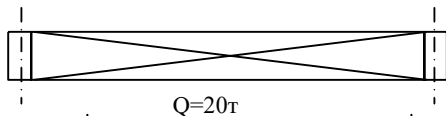
Q = 0,25т



электроинструмент на монорельсе

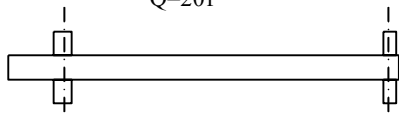


Подъемник (лифт)



Мостовой кран

Q = 20т

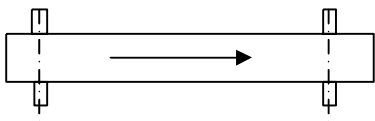


Электрический козловой кран

Q = 30т

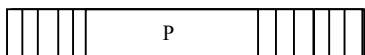
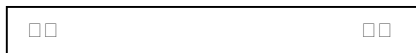


Подвесной цепной конвейер с примыкаю-  
монорельсом

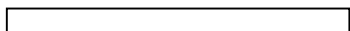


Ленточный транспортёр

*Продолжение табл. № 30*



рольганг



жёлоб, склиз

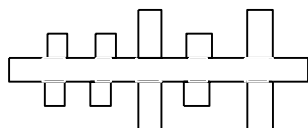


кран поворотный

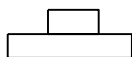


рабочее место (светлая часть круга показывает направление производственной ориентации рабочего)

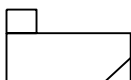
### Технологическое оборудование



автоматическая линия



технологическое оборудование с обозначением



технологическое оборудование с обозначением (непереставляемое)



разметочная плита



контрольная плита



верстак

*Продолжение табл. № 30*



контрольный стол



резервное рабочее место



контрольный пункт

Места подвода:



холодной воды



холодной воды с отводом в канализацию



холодной воды с раковиной на стене (прегородке)



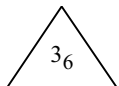
холодной и горячей воды с раковиной на стене (прегородке)



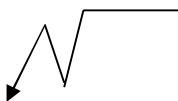
пара



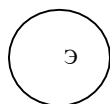
горячей воды



сжатого воздуха ( $p=6 \text{ атм}$ )

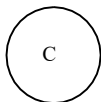


электроэнергии

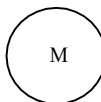


подвод эмульсии

*Продолжение табл. № 30*



подвод содового раствора



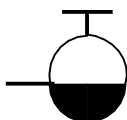
подвод масла (сульфофрезола)



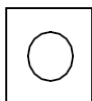
подвод пара



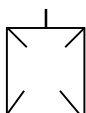
подвод газа



пожарный кран



слив отработанной охлаждающей жидкости в канализацию



местный вентиляционный насос



отсос выхлопных газов



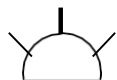
трап



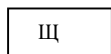
люк



местное освещение



подвод спецтоков



щитовая

Розетки переменного тока:



трехфазного



однофазного



осветительная до 36 В



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов; Учебник для студентов машиностроит. специальностей вузов/Под ред. А.М. Дальского - М.: Машиностроение, 2021.- 352 с.: ил.
2. Нормы технологического проектирования машиностроительных заводов. М.: Гипростанок , 2019 .
3. Каталог металлорежущих станков. Станки токарной группы.
4. Каталог металлорежущих станков. Станки фрезерной группы.
5. Каталог металлорежущих станков. Станки сверлильной группы.
6. Каталог металлорежущих станков. Станки шлифовальной группы .
7. Каталог металлорежущих станков. Станки протяжной группы.
8. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. Изд. 6-е, переработ. и доп. Учебник для машиностроит. вузов. М., "Высш. школа", 2022, 478 с.
9. Проектирование автоматизированных участков и цехов. В.П.Вороненко, В.А.Егоров, М.Г.Косов и др.; Под ред. Ю.М.Соломенцева - М.: Машиностроение, 1992.-272 с.: ил.
10. Проектирование машиностроительных заводов. Справочник в 6 томах. Том 1. Организация и методика проектирования . Под ред. Б.И. Айзенберга. М., "Машиностроение", 1974 , 296 с.
11. Проектирование машиностроительных заводов. Справочник в 6 томах. Том 4 . Проектирование механических, сборочных цехов, цехов защитных покрытий. Под ред. З.И. Соловья. М., "Машиностроение", 1975, 226 с. с ил.
12. Проектирование машиностроительных заводов. Справочник в 6 томах. Том 6 . Проектирование общезаводских служб и генерального плана. Под ред. Е.С. Ямпольского и М.П. Храмого. М., "Машиностроение", 1974, 416 с. с ил.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели, задачи и исходные данные для проектирования.....	3
2. Определение типа производства .....	3
3. Расчет количества основного оборудования цеха .....	4
4.Определение количества оборудования во вспомогательных подразделениях цеха .....	12
5. Определение состава и численности работающих в механосборочных цехах.....	14
6. Состав и расчет транспортной системы цеха .....	22
7. Определение площади цеха .....	26
8. Расчет площадей служебно-бытовых помещений.....	33
9.Компоновочные решения цехов механосборочного производства .....	37
10. Планировка участков и цеха.....	49
11.Строительные конструкции и их элементы .....	62
Библиографический список.....	77

