



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

## **Учебно-методическое пособие**

к выполнению раздела  
выпускной квалификационной работы бакалавра  
по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»,  
профиль «Технология машиностроения»

## **«Проектирование участка механической обработки детали»**

Авторы:

Тамаркин М.А., Тищенко Э.Э.,  
Азарова А.И., Чаава М.М.

Ростов-на-Дону, 2016



## Аннотация

Пособие предназначено для выполнения раздела выпускной квалификационной работы бакалавров по направлению 15.03.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" (профиль «Технология машиностроения») всех форм обучения.

## Авторы:

д.т.н., профессор Тмаркин М.А.,

к.т.н., доцент Тищенко Э.Э.,

к.т.н., доцент Азарова А.И.,

к.т.н., доцент Чаава М.М



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. Исходные данные для проектирования .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Определение формы организации рабочих мест на участке .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Расчет численности оборудования и рабочих мест на участке .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Расчет численности рабочих на участке .....</b>	<b>11</b>
<b>Группа оборудования.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Проектирование вспомогательных систем на участке .15</b>	
5.1. Проектирование межоперационных складов.....	15
5.2. Проектирование межоперационного транспортирования .....	15
5.3. Проектирование системы удаления стружки от рабочих мест.....	18
5.4. Организация снабжения рабочих мест СОТС .....	19
5.5. Инструментальное обеспечение участка .....	20
5.6. Расположение оборудования, требующего особых условий.....	21
5.7. Определение производственной площади участка..	21
<b>6. Планировка рабочих мест на участке механической обработки.....</b>	<b>22</b>
6.1. Выполнение планировки участка .....	24
6.2. Технические требования, предъявляемые к производственным участкам .....	26
<b>Литература.....</b>	<b>27</b>
<b>Приложение.....</b>	<b>28</b>

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Для проектирования участка механической обработки необходимы следующие исходные данные:

- Сведения о типе производства
- Суммарная годовая (квартальная и т.п.) станкоемкость работ на участке. Станкоемкость по видам оборудования (в процентах или станко-часах).

По возможности необходимо иметь следующие данные:

- номенклатура изготавливаемых деталей;
- маршрутные технологические процессы изготовления каждого наименования детали с указанием штучного или штучно-калькуляционного времени и технологического оборудования для каждой операции;
- материал и масса детали и заготовки для каждого наименования.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ НА УЧАСТКЕ

В зависимости от типа производства для участков механической обработки характерны следующие организационные формы механической обработки [1]:

**Непоточная** - с расположением оборудования по типам – характеризуется тем, что станки располагаются по признаку однородности обработки, т.е. создаются участки токарных, фрезерных и тому подобных станков. Характерен для единичного производства.

**Предметная или групповая** – характеризуется тем, что расположение станков производится в порядке выполнения технологических операций для одной или нескольких деталей, требующих одинакового порядка обработки. Обработка деталей и передача их от станка к станку осуществляется партиями. Время выполнения операций на различных станках не согласовано и в ожидании обработки детали хранятся на площадках между станками. Применяется в условиях серийного производства.

**Переменно-поточная** – предусматривает расположение станков в порядке выполнения технологических операций для одной или нескольких деталей, требующих одинакового порядка обработки.. Производство осуществляется партиями, детали каждой партии могут отличаться размерами и конструкцией, допускающими, обработку на одном и том же оборудовании. Время обработки на всех станках согласовано, а детали от станка к станку передаются поштучно в порядке следования операций, создавая непрерывность движения. Применяется в условиях серийного производства.

**Прямоточная** (пульсирующим потоком)- расположение станков производится в порядке выполнения технологических операций, закрепленных за определенными станками. Детали от станка к станку передаются поштучно (рольгангами, наклонными желобами и т.д.), но время выполнения отдельных операций не всегда равно или кратно такту выпуска. Вследствие этого около станков, у которых время на выполнение операции больше такта, создаются заделы необработанных деталей. Применяется в условиях крупносерийного и массового производства.

**Непрерывным потоком** Рабочие места располагаются в порядке технологических операций, причем каждое рабочее место выполняет одну операцию обработки детали в строго определенное время, которое соответствует такту выпуска.

### Кафедра «Технология машиностроения»

Возможна при крупносерийном и массовом производстве.

При выполнении раздела необходимо выбрать форму организации рабочего места и дать её краткую характеристику.

### 3. РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ НА УЧАСТКЕ

Выбор состава технологического оборудования полностью зависит от применяемых технологических процессов изготовления деталей. Модели используемого оборудования выбирают на основе их конструкции и технологических возможностей. Учитывая современный уровень автоматизации механосборочного производства необходимо обеспечивать не только автоматизацию обработки, но и возможность стыковаться с оборудованием и средствами технологического оснащения, объединяющими отдельные виды технологического оборудования в единый автоматизированный производственный процесс [1,2].

Основным критерием учитываемым при выборе состава оборудования являются минимальные приведенные затраты на объем выпуска.

В условиях непоточного производства (организационные формы: непоточная, предметная) количество станков определяется для каждой модели оборудования по суммарной годовой станкоёмкости работ, выполняемых на выбранной модели станка:

$$C'p = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi},$$

где  $T_{\Sigma}$  - суммарная годовая станкоёмкость выполняемых работ;  
 $\Phi$  – эффективный годовой фонд времени работы оборудования (таблица 2).

Необходимо разбить общую суммарную станкоёмкость по типам оборудования, указанным в технологическом процессе механической обработки детали, в соответствии с заданием и заполнить таблицу:

Таблица 1 Количество станков на участке

№ п/п	Наименование оборудования	Модель	Станкоёмкость, $T_{\Sigma i}$	Эффективный годовой фонд времени работы оборудования, $\Phi$	Количество станков $C'p$
1					
2					
3					

В случае, когда имеются маршрутные технологические

Кафедра «Технология машиностроения»

процессы изготовления с указанием штучного или штучно-калькуляционного времени и технологического оборудования для изготовления детали (деталей), число станков в условиях поточного производства (организационные формы: переменнo-поточная, прямоточная, непрерывно-поточная) определяется для каждой операции технологического процесса следующей формулой:

$$C'p = \frac{t_{шт}}{\tau},$$

где  $t_{шт}$  – штучное время выполнения операции;  $\tau$  - такт выпуска.

Способ определения такта выпуска зависит от выбранной формы организации работы на проектируемом участке.

Для непрерывно-поточной и прямоточной организационных форм, где за каждым рабочим местом закреплена только одна технологическая операция, такт выпуска можно рассчитать по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi \cdot 60}{N},$$

где  $\Phi$  - эффективный годовой фонд времени работы оборудования в часах;  $N$  - годовой объем выпуска деталей в шт.

В случае, когда на одном участке или линии в год изготавливается несколько деталей (переменно-поточная организационная форма) возможно, определить только условный такт выпуска:

- для деталей с одинаковой трудоемкостью механической обработки  $\tau = \frac{\Phi \cdot 60 \cdot \eta}{N_1 + N_2 + \dots + N_i}$ ;

- для деталей с различной трудоемкостью механической обработки  $\tau = \frac{\Phi \cdot 60 \cdot \eta}{N_1 + N_2 \cdot k_1 + \dots + N_i \cdot k_{i-1}}$ ,

где  $N_1, N_2, N_i$  - годовые программы выпуска деталей (шт);  $k_1, k_{i-1}$  - коэффициенты учитывающие отношения трудоемкости 2-й детали к первой и i-ой детали к первой;  $\eta=0,8 \div 0,85$  - коэффициент учитывающий потери, связанные с переналадкой оборудования при переходе с выпуска одной детали на другую.

Таблица 2. Эффективный годовой фонд времени работы оборудования.

Оборудование	Режим работы
--------------	--------------



## Кафедра «Технология машиностроения»

	1 сме- на	2 сме- ны	3 сме- ны
<b>Металлорежущее оборудование</b>			
Металлорежущие станки массой: До 10 т. 10-100 т.	2040 2000	4060 3985	6060 5945
Металлорежущие станки с ПУ массой: до 10 т. 10-100 т.	- -	3890 3810	5775 5650
Агрегатные станки	-	4015	5990
Автоматические линии	-	3725	5465
ГПМ. Роботизированные комплексы массой: До 10 т. 10-100 т.	- -	- -	5970 5710

При расчете количество оборудования, определенное по каждому типу, округляют до ближайшего большего значения и обозначают  $C_p$ . Определяют общее количество оборудования на участке, суммируя количество оборудования по видам  $C_{p\Sigma}$ .

В случае, если на участке ведутся сборочные или слесарные работы, также необходимо определить число рабочих мест слесарей или сборщиков по зависимости:

Для поточной сборки

$$M'_{сб} = \frac{t_{шт}}{\tau \cdot \Pi}$$

где  $\Pi$  – число рабочих на одном рабочем месте.

В случае выполнения технологического процесса сборки на периодически движущемся конвейере:

$$M'_{сб} = \frac{t_{шт}}{(\tau - t_{п}) \cdot \Pi},$$

где  $t_{п}$  - время на перемещение собираемых на конвейере изделий между соседними рабочими местами.

$$t_{п} = V \cdot l,$$

где  $V$  - скорость движения конвейера,  $l$  - расстояние между центрами собираемых изделий на двух соседних рабочих местах.

## Кафедра «Технология машиностроения»

Для непоточной сборки:

$$M'_{сб} = \frac{T_{сб\Sigma}}{Фрм \cdot П}$$

где  $Фрм$  – эффективный годовой фонд времени работы рабочего места (таблица 3),  $П$  – плотность работы, под которой понимают число рабочих на одном рабочем месте.

Как и в случае определения числа станков, расчетное значение  $M'_{сб}$  округляют до расчетного числа  $M_{сб}$  и определяют общее число сборочных мест  $M_{сб\Sigma}$ .

Таблица 3. Эффективный годовой фонд времени работы оборудования для сборки

Оборудование	Режим работы		
	1 смена	2 смены	3 смены
Рабочее место сборщика	2070	4140	6210
Рабочие места с механизированными приспособлениями	2050	4080	6085
Сборочное автоматическое и полуавтоматическое оборудование	2000	3975	5930
Испытательные стенды	2020	4015	5990
Автоматические сборочные линии	-	3725	5465

## 4. РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОЧИХ НА УЧАСТКЕ

Для участка механической обработки деталей определяется число основных производственных рабочих (станочников), вспомогательных рабочих, в том числе наладчиков оборудования, контролеров, а также инженерно-технических работников, административных работников. В случае, если на участке ведутся слесарные или сборочные работы, также необходимо определить количество слесарей и рабочих-сборщиков. Эти рабочие входят в число основных производственных рабочих.

Метод расчета числа станочников зависит от формы организации работы на участке.

Расчет числа станочников по станкоемкости работ выполняется для непоточной и предметной организационных форм по следующей зависимости:

$$P_{ст} = \frac{T_{\Sigma}}{Фр \cdot Км},$$

где  $T_{\Sigma}$  – суммарная годовая станкоемкость изготовления деталей на станках данного типа;  $Фр$  – эффективный фонд времени работы станочника (таблица 4);  $Км$  – коэффициент многостаночного обслуживания (таблица 5).

Таблица 4. Эффективный годовой фонд времени работы рабочих.

Продолжительность		Эффективный годовой фонд времени рабочего, ч.
Рабочей недели, ч	Основного отпуска, дни	
40 (норм.)	28	1820
36 (сокр.)	28	1570

Таблица 5. Средние значения коэффициентов многостаночного обслуживания для некоторых видов оборудования.

Тип оборудования	Км
Универсальные станки с ручным управлением	1
Станки с ЧПУ	2-3
Прутковые и токарно-револьверные автоматы	3-8
Многошпиндельные полуавтоматы	1-4
Зубообрабатывающие полуавтоматы	2-4
Агрегатно-сверлильные, агрегатно-расточные станки	1-3
Тяжелые токарные, токарно-карусельные станки	3-4

## Кафедра «Технология машиностроения»

Расчет численности станочников по числу станков для переменного-поточной, прямоточной и непрерывно-поточной форм организации работы на участке осуществляется по формуле:

$$P_{ст} = \frac{C_{п} \cdot \Phi \cdot K_{з} \cdot K_{и}}{\Phi_{р} \cdot K_{м}},$$

где  $\Phi$  – эффективный годовой фонд времени работы оборудования;  $K_{з}$  и  $K_{и}$  – коэффициенты загрузки и использования оборудования (таблица 6);  $\Phi_{р}$  – эффективный фонд времени работы станочника;  $K_{м}$  – коэффициент многостаночного обслуживания.

Таблица 6. Рекомендуемые значения коэффициентов загрузки и использования для отдельных видов станков.

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования, $K_{з}$	Коэффициент использования оборудования, $K_{и}$
Универсальные станки	0,8	0,9
Автоматы и полуавтоматы: Одношпиндельные	0,85	0,85
Многошпиндельные	0,9	0,8
Специальные и агрегатные станки	0,9	0,8
Автоматические линии с жесткими связями	0,9	0,75
Станки с ЧПУ	0,9	0,85

Необходимо учитывать, что коэффициент многостаночного обслуживания показывает количество станков, обслуживаемых одним рабочим. При работе на двух или нескольких станках расположение их должно быть таким, чтобы затраты времени на переходы от одного станка к другому были минимальными, а органы управления станками находились на кратчайшем расстоянии в наиболее удобном месте.

Количество сборщиков и слесарей определяется по формуле:

$$P_{с} = \frac{T}{\Phi_{рм}},$$

где  $T$  – трудоемкость соответствующего вида работ в чел-ч,  $\Phi_{рм}$  – эффективный годовой фонд времени работы рабочего места сборщика (таблица 3).

## Кафедра «Технология машиностроения»

При поточной сборке необходимо предусматривать до 5% «скользящих» рабочих для замены временно отсутствующих по отношению к общему числу рабочих-сборщиков.

Далее необходимо определить общее число основных производственных рабочих  $P_{пр\Sigma}$ .

В условиях серийного и массового производства для обслуживания станков в составе рабочих предусматривают наладчиков  $P_{нал}$ , число которых определяют по нормативам обслуживания, установленным для каждого типа оборудования. Так, например, один наладчик по нормативам обслуживает [3]:

- 11-18 токарных станков,
- 5-12 агрегатных станков,
- 8-18 универсально-шлифовальных станков,
- 4-10 токарных станков с ЧПУ,
- 8-16 сверлильных и фрезерных с ЧПУ,
- 3-6 многоцелевых станков и роботизированных технологических комплексов,
- 5-8 сборочных автоматов и полуавтоматов,
- 4-6 сборочных ГПМ.

В условиях единичного и мелкосерийного производства использовать наладчиков на универсальном оборудовании не рекомендуется. В этих условиях наладку оборудования осуществляют высококвалифицированные рабочие.

При определении количества наладчиков  $P_{нал}$  необходимо принятое их число умножить на количество смен.

К вспомогательным также относятся рабочие, выполняющие техническое обслуживание производственных участков и линий: рабочие ремонтных и инструментальных служб, транспортные и подсобные рабочие, уборщики производственных помещений, рабочие складов и кладовых и т.д. Укрупнено число таких вспомогательных рабочих  $P_{всп}$  определим из расчета 20-25% от числа основных производственных рабочих  $P_{пр\Sigma}$ .

При детальном проектировании вспомогательных служб (для условий многостаночного обслуживания, при применении безлюдной технологии и т.д.) число вспомогательных рабочих определяют по нормам обслуживания, либо в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ.

К инженерно-техническим работникам (ИТР) участка относятся инженеры-технологи и техники. За участком также

Кафедра «Технология машиностроения»

могут быть закреплены экономисты, нормировщики, механики, энергетики и др. Для укрупненных расчетов количество ИТР допускается определять в зависимости от числа основных производственных рабочих по таблице 7.

Таблица 7. Численность ИТР для механических и сборочных производств.

Производство	Число ИТР в % от числа основных производственных рабочих			
	Единичное и мелкосер.	Средне-серийное	Крупно-серийное	Массовое
Механическое	18-24	16-22	15-21	15-20
Сборочное	9-12	8-11	8-10	7-10

Численность ИТР округляют до ближайшего большего значения. Количество ИТР должно быть не менее 1 на каждую рабочую смену.

За участком также могут быть закреплены контролеры.

Число контролеров можно определить по формуле:

$$P_k = \frac{P_{\text{пр}\Sigma}}{H_0},$$

где  $P_{\text{пр}\Sigma}$  – численность основных производственных рабочих;  $H_0$  – норма обслуживания контролером производственных рабочих.

Для механических участков в условиях единичного, мелко-серийного и серийного производства составляет 10 человек, для механосборочных участков – 12-13 человек.

Определяют общее число работающих на участке  $P_{\Sigma}$ , суммируя количество работающих по каждой категории.

## 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА УЧАСТКЕ

### 5.1. Проектирование межоперационных складов

На территории производственного участка могут размещаться площадки для заготовок (в начале участка), межоперационные склады и площадка для готовых деталей (в конце участка).

Площадь складов на участке определяется следующим соотношением [4]:

$$S_{ск} = \frac{1.1 \cdot m_{\Sigma} \cdot t \cdot i}{D \cdot q \cdot K_{и}}$$

где  $m_{\Sigma}$  - масса заготовок, полуфабрикатов, деталей, проходящая в течение года, т;  $t$  – нормативный запас хранения грузов на складе ( $t=1$  для режима работы в 1 смену,  $t=0,5$  для 2-х смен,  $t=0,33$  для 3-х смен);  $i$  – число доставок полуфабрикатов деталей на склад;  $D$ – число календарных дней в году;  $q=2$  т/м<sup>2</sup> – средняя грузонапряженность пола;  $K_{и}$  – коэффициент использования площади, учитывающий проходы и проезды (при обслуживании напольным транспортом  $K_{и}=0,25-0,3$ , при обслуживании стеллажными и мостовыми кранами-штабелерами  $K_{и}=0,35-0,4$ ).

На проектируемом участке могут отсутствовать межоперационные склады, Это может быть связано со специальными требованиями. Предъявляемыми к хранению заготовок и готовых деталей. В этом случае заготовки, по мере необходимости поступают из материальной кладовой цеха. Готовые детали и детали незавершённого производства в межоперационный период хранятся в промежуточной кладовой цеха.

### 5.2. Проектирование межоперационного транспорта

Структура транспортной системы определяется конструктивно-технологическими характеристиками изготавливаемых изделий, типом производства, используемым технологическим оборудованием, конфигурацией и размерами грузов, а также частотой заявок на транспортное обслуживание и расположением технологического оборудования.

Транспортирование деталей и заготовок к рабочим местам из промежуточной кладовой в начале смены и от рабочих мест в

Кафедра «Технология машиностроения»

промежуточную кладовую в конце смены, межоперационное транспортирование деталей может осуществляться вручную рабочим-грузчиком. если вес партии деталей с тарой не превышает 15 кг. Во всех других случаях применяются различные виды транспортирования.

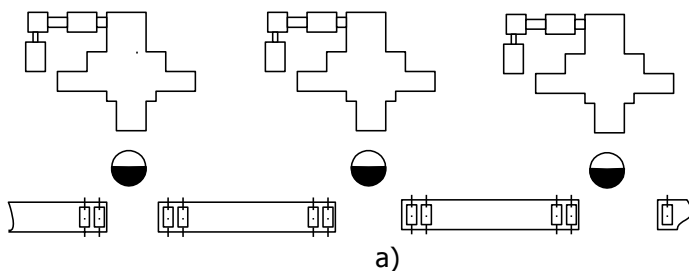
Напольный транспорт (тележки, автокар, электрокар) применяется для межоперационного транспортирования. Применение отдельных машин напольного транспорта целесообразно при следующем пробеге с грузом:

- ручные и электротележки с подъемной платформой (0,5-5 т) и электроштабелеры (0,1-2 т), электротележки, управляемые с пола – 50-100 м;
- электротележки, управляемые с площадки – 300-500 м;
- электропогрузчики (0,5 т) – до 150 м;
- электротягачи и автопогрузчики – до 500 м;
- автотягачи – 500-3000 м.

При этом необходимо учитывать, что напольным транспортом полуфабрикаты обычно перемещаются партиями в таре.

В качестве межоперационного транспорта широко применяются склизы или роликовые секции (конвейеры). Ограничения для роликовых секций: масса перемещаемых грузов не должна превышать 500 кг, а расстояние для перемещения 50 м.

Планировки рабочих мест с межоперационным транспортированием приведены на рис. 1. Условные обозначения представлены в Приложении 1.





Кафедра «Технология машиностроения»

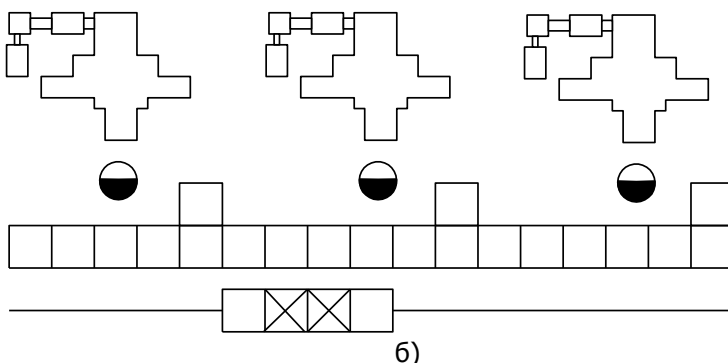


Рис. 1. Планировки рабочих мест с межоперационным транспортированием: а) обслуживаемых отдельными неприводными секциями роликового конвейера (рольганг), б) в автоматизированных транспортно-складских системах

В полностью автоматизированных транспортно-складских системах может использоваться сочетание однорельсовой каретки-оператора с автоматическим адресованием грузов и многоярусных стеллажей. При этом не является обязательным расположение направляющего рельса вдоль прямой линии.

В автоматизированных системах может использоваться сочетание напольного автооператора и приемосдаточных столов, расположенных возле рабочих мест.

Производственные участки могут обслуживаться различным крановым оборудованием. К крановому оборудованию относятся мостовые краны грузоподъемностью 5÷75 т, мостовые и подвесные краны грузоподъемностью до 5 т, краны консольные, монорельсовые и краны-штабелеры.

Подвесной транспорт характеризуется гибкостью трассы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, легкой приспособляемостью к возможным изменениям технологического процесса, возможностью подачи грузов непосредственно к рабочим местам, возможностью создания на конвейерах подвижных запасов деталей вместо занимающих производственную площадь промежуточных складов, возможностью применения автоматического и дистанционного управления.

Загрузка и разгрузка конвейеров может осуществляться вручную, полуавтоматически и автоматически. Подвесные конвейеры позволяют транспортировать грузы до 2000 кг.

Транспортное обслуживание рабочих мест, расположенных

вдоль прямой линии, возможно организовать с помощью различного вида напольных и эстакадных конвейеров. Например, ленточный конвейер имеет грузоподъемность до 50 кг, пластинчатый - до 125 кг, роликовый (приводной) - до 500 кг.

### 5.3. Проектирование системы удаления стружки от рабочих мест

Выбор технического решения по организации сбора и транспортировки стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1 м<sup>2</sup> производственной площади.

При количестве стружки до 0,3 т в год на 1 м<sup>2</sup> производственной площади, целесообразно собирать стружку в специальные емкости и доставлять к месту сбора и переработки напольным транспортом. Кроме того, такой способ удаления стружки применяется при обработке заготовок из разнородных материалов.

При количестве стружки 0,3-0,65 т в год на 1 м<sup>2</sup> предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера в углублении на подъемнике. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку или участок переработки.

При количестве стружки 0,65-1,2 т в год на 1 м<sup>2</sup>, при общем количестве не менее 3000 т в год, рекомендуется создавать систему линейных и магистральных конвейеров, которые транспортируют стружку на накопительную площадку или бункерную эстакаду, расположенную за пределами цеха.

При количестве стружки более 1,2 т в год на 1 м<sup>2</sup>, при общем количестве более 5000 т в год, экономически целесообразно создавать комплексно-автоматизированную систему линейных и магистральных конвейеров с выдачей стружки в отделение переработки.

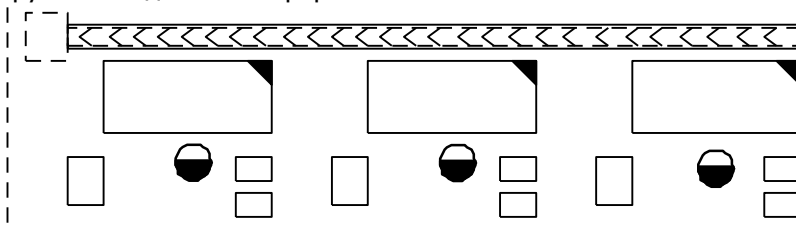


Рис. 2. Планировка рабочих мест, обслуживаемых линейным конвейером для уборки стружки

Кафедра «Технология машиностроения»

Таблица 8. Назначение и размеры конвейеров для уборки стружки

Материал стружки	Линейные конвейеры		Магистральные конвейеры	
	Вид	Ширина, мм	Вид	Ширина, мм
Сталь	Пластинчатые, винтовые	400-500	Пластинчатые	800
Чугун	Скребковые	180-500	Скребковые, ленточные	800
Алюминий	Лотковые с гидросмывом	250-450	Пластинчатые	600

Линейные конвейеры размещают в каналах глубиной 600-700 мм, а магистральные – в проходных тоннелях глубиной до 3000 мм.

Следует учитывать, что стружкоуборочные конвейеры, располагаемые вдоль проезда, должны находиться за его пределами.

При размещении станков на участке необходимо группировать линии по видам обрабатываемых материалов, располагая линейные конвейеры с тыльной стороны станков.

Применяемое на участке станочное оборудование может не обладать встроенными системами уборки стружки. Уборка стружки осуществляется рабочими вручную в конце смены или при переходе на обработку деталей из другого материала. Собранная из оборудования стружка доставляется к месту сбора в цехе специальными напольными тележками и складывается в мурдах по видам материала.

### 5.4. Организация снабжения рабочих мест СОТС

С целью снижения изнашивания режущего инструмента, улучшения качества обрабатываемой поверхности и повышения производительности труда в механических производствах используют смазочно-охлаждающие технологические средства.

Количество СОТС, подаваемого в зону обработки, определяется видом режущего инструмента, его размером, режимами и условиями резания.

Таблица 9. Средняя величина расхода СОТС в зависимости от вида обработки и режущего инструмента

Инструмент	Расход СОТС
Один резец токарного станка	15 л/мин
Сверло, зенкер, развертка и др. осевой инструмент	3-6 л/мин

На каждые 10 мм длины образующей рабочей поверхности шлифовального круга	5-7 л/мин
--	-----------

Применяются три способа снабжения станков СОТС:

1. Децентрализованный – жидкость из отделения по приготовлению и раздаче СОТС доставляют к станкам в таре и также удаляют отработанную.

2. Централизованно-групповой – СОТС подают по трубопроводам к разборным кранам, установленным на участках. В процессе работы станка используется автономная система охлаждения станка, которая ежедневно пополняется из разборных кранов. Применение этого способа характерно для большого количества станков, использующих разнотипные жидкости.

3. Централизованно-циркуляционный – применяется для большого количества станков, потребляющих одинаковые жидкости. В состав системы входит центральная корпусная станция для приготовления, регенерации и утилизации СОТС, несколько циркуляционных установок и сеть трубопроводов для подачи жидкости к станкам и отвода в циркуляционную установку для фильтрации.

Как правило, на машиностроительном предприятии служба механика цеха в соответствии с цеховым паспортом времени работы станка периодически осуществляет доставку СОТС из отделения по приготовлению СОТС к станкам и осуществляет доливку жидкости для восполнения потерь от испарения и разбрызгивания или для полной замены отработанной СОТС.

## 5.5 Инструментальное обеспечение участка

К инструментальному обеспечению участка относится обеспечение рабочего универсальным и специальным режущим инструментом, универсальными и специальными средствами измерения и измерительными приборами, универсальной и специальной технологической оснасткой и приспособлениями, вспомогательным инструментом и пр. Инструментальное обеспечение участка осуществляется через инструментально-раздаточную кладовую цеха.

## 5.6 Расположение оборудования, требующего особых условий

К оборудованию, которое требует особых условий по расположению, относится оборудование для термической обработки, электрофизических и электрохимических методов обработки, особоточное оборудование, оборудование, на котором производится обработка с использованием легковоспламеняющейся жидкости, а также оборудование, участвующее в технологических операциях, для которых требуются особые условия по параметрам микроклимата и содержанию частиц пыли и газовых примесей в воздухе и др. Такое оборудование необходимо располагать на отдельных участках с учетом особенностей его эксплуатации.

## 5.7. Определение производственной площади участка

Производственную площадь участка механической обработки  $S_{пр}$  можно определить по нормам производственной площади, приходящейся на один станок или одно рабочее место:

$$S_{пр} = S_{уд.пр} \cdot C_{р},$$

где  $S_{уд.пр}$  - удельная общая площадь, приходящаяся на один станок (ориентировочно 20-45 м<sup>2</sup>),  $C_{р}$  – количество станков (рабочих мест) на участке механической обработки.

## 6. ПЛАНИРОВКА РАБОЧИХ МЕСТ НА УЧАСТКЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Рабочим местом называется первичное звено производства, от качества работы которого зависят результаты деятельности всего предприятия.

В зависимости от содержания операции и организации ее проведения в состав рабочего места могут входить:

- различное технологическое оборудование;
- накопители с полуфабрикатами и готовыми изделиями;
- средства автоматической загрузки и разгрузки оборудования (роботы, манипуляторы и т.д.);
- режущий и контрольно-измерительный инструмент;
- различная оснастка;
- средства технического обслуживания и охраны труда;
- элементы системы управления.

Основной задачей проектирования рабочего места является создание такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей и оснастки, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы, максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

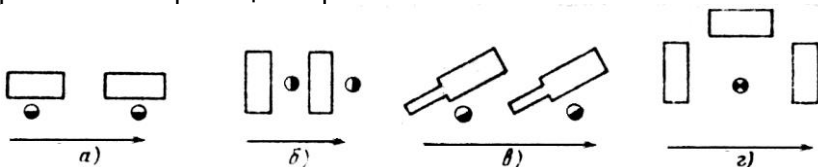


Рис. 3. Варианты размещения станков относительно транспортных средств: а) продольное, б) поперечное, в) угловое, г) кольцевое.

Продольное расположение станков по отношению к транспортному средству или проезду обеспечивает благоприятные условия для механизации и автоматизации межоперационного транспортирования и обслуживания рабочих мест (рис. 3). При поперечном расположении станков обслуживание рабочим ухудшается в связи с удалением его от конвейера, однако, при использовании для автоматической загрузки станков манипуляторов или промышленных роботов этот недостаток исправляется и обеспечивается компактность участка. Расположение станков под углом к проезду применяют для прутковых автоматов, расточных, продольно-строгальных и других станков, длина которых значительно превышает ширину.

## Кафедра «Технология машиностроения»

Прутковые автоматы при этом размещают обычно загрузочными устройствами к проезду для облегчения установки прутков. Кольцевое размещение станков благоприятно для многооперационного обслуживания, но создает трудности для использования межоперационного транспорта и инженерных коммуникаций.

Для изображения контуров оборудования используются библиотеки темплетов с указанием рабочего пространства и расположения рабочего. Темплет – это плоская масштабная модель оборудования, изготавливаемая при помощи фотомодельного проектирования или других способов копирования. Темплеты имеются в паспортах станков (можно найти в сети Интернет). Многие отечественные САПР имеют богатейшие библиотеки темплетов.

При планировке рабочего места необходимо показать расположение рабочего с помощью условного обозначения, приведенного в Приложении 1. Под ногами рабочего должна располагаться специальная деревянная решетка, предназначенная для обеспечения безопасности работающего и изоляции его от возможного поражения электрическим током. Возможно применение вместо деревянной решетки резиновых ковриков. Отсутствие подножной решетки допускается при выполнении работ сидя или в случае использования оборудования с низким подводимым напряжением электрической сети.

При проектировании участка необходимо предусмотреть правильную установку металлорежущего оборудования [2]. Станки в цехах устанавливаются непосредственно на полу, на индивидуальных или общих для нескольких станков фундаментах, а также на виброопорах. Непосредственно на полу устанавливают легкие и средние станки общего назначения, при условии, что вибрации не будут влиять на работу других станков. Отдельные фундаменты для станков не должны быть связаны с фундаментом здания. Заложение фундамента и его площадь зависят от характера действующих при работе на станке усилий и требований, предъявляемых к точности станка. Размеры фундаментов определяются конструктивными и технологическими соображениями. Высоту фундаментов принимают для станков массой до 10т. – равной 0,6, для станков массой 10 -12 т. – 1 м., для более тяжелых станков – 1,5-2 м.

Каждая единица оборудования участка должна снабжаться определенным набором энергокоммуникаций, необходимых для

работы как самого оборудования, так и для выполнения технологических операций в соответствии с требованиями охраны труда и пожарной безопасности. К такому набору относятся: подводы электроэнергии высокого и низкого напряжений, сжатого воздуха, защитное заземление или зануление, подвод газов (азот, водород и т.д.), вытяжная вентиляция, питьевая вода, сточная канализация и др.

### 6.1 Выполнение планировки участка

Планировка участка – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов, проходов и др. Планировку участка выполняют в масштабе 1:50, 1:100 или 1:200.

В процессе планировки рабочих мест будем руководствоваться следующими принципами: обеспечение прямооточности производственного процесса, исключение по возможности возвратных движений грузопотоков; компактность, т.е. использование минимальной производственной площади для размещения участка; использование наиболее экономичных прогрессивных видов транспорта.

При размещении оборудования необходимо обеспечить установленные нормы расстояния между оборудованием при различных вариантах их расположения. Нормы расстояний, приведенные в табл. 10 и обозначенные на рис.4. [1], зависят от габаритных размеров оборудования и указывают расстояния от крайних положений движущихся частей станка до открывающихся дверей станков, установленных отдельно стоек и шкафов систем управления, колонн и стен здания.



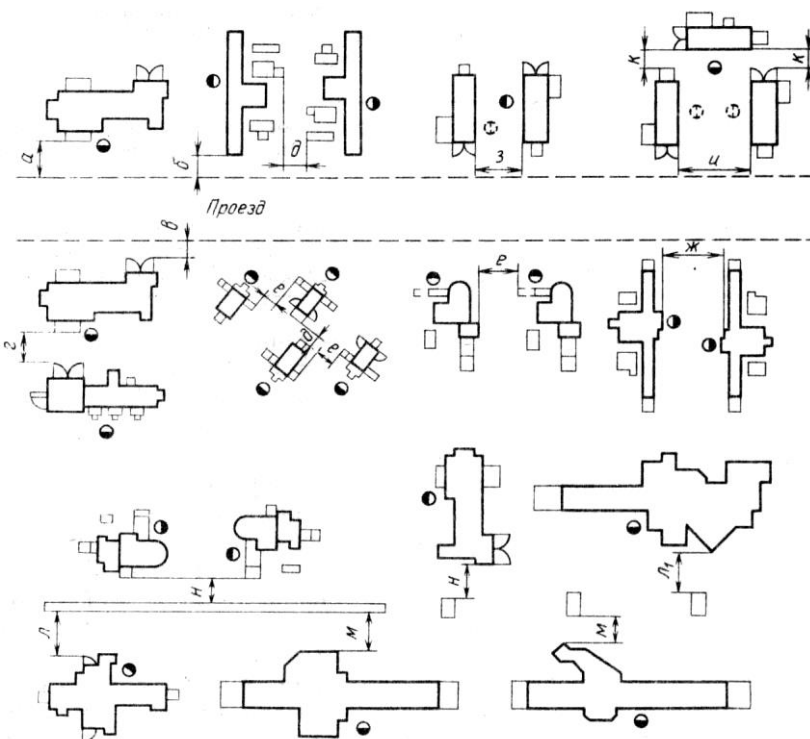


Рис.4. Размещение станков с учетом расстояний от проезда, относительно друг друга, от стен и колонн здания

На планировке участка могут быть показаны колонны, если они попадают на рассматриваемый участок. Возле каждого станка указываются точки подвода энергокоммуникаций: электрокабеля, сжатого воздуха, эмульсии, масла и т.д. Для выполнения планировки используются условные обозначения, приведенные в Приложении 1.

## Кафедра «Технология машиностроения»

Таблица 10. Нормы расстояний при размещении станков

Расстояние	Наибольший из габаритных размеров станка в плане,			
	М			
	До 1,8	1,8-4,0	4,0-8,0	Св. 8,0
От проезда до:				
фронтальной стороны станка – (а)	1,6/1,0	1,6/1,0	2,0/1,0	2,0/1,0
тыльной стороны станка – (б)	0,5	0,5	0,5	0,5
боковой стороны станка – (в)	0,5	0,5	0,7/0,5	1,0/0,5
Между станками при расположении их:				
“в затылок” – (г)	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,8	2,6/1,8
тыльными сторонами друг к другу – (д)	0,7	0,8	1,0	1,3/1,0
боковыми сторонами друг к другу – (е)	0,9	0,9	1,3/1,2	1,8/1,2
фронтальными сторонами друг к другу и при обслуживании одним рабочим:				
одного станка – (ж)	2,1/1,9	2,5/2,3	2,6	2,6
двух станков – (з)	1,7/1,4	1,7/1,6	1,7	1,7
по кольцевой схеме – (и) $k=0,7m$	2,5/1,4	2,5/1,6	-	-
От стен, колон до:				
фронтальной стороны станка –(л)	1,6/1,3	1,6/1,5	1,6/1,5	1,6/1,5
тыльной стороны станка – (м)	0,7	0,8	0,9	1,0/1,9
боковой стороны станка – (н)	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9
В числителе даны значения для единичного, мелкосерийного и серийного производства; в знаменателе указаны значения для крупносерийного и массового производства				

## 6.2 Технические требования, предъявляемые к производственным участкам

Наиболее распространенные технические требования, предъявляемые к участкам механической обработки:

1. К оборудованию обеспечивается подвод переменного электрического тока напряжением 380В.
2. Температура воздуха в теплое время года 20-25 С°, в холодное время года 18-20 С°
3. Скорость движения воздуха 0,2-0,3 м/с
4. Влажность воздуха 40-60%
5. Остальные климатические условия в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88
6. Освещенность при системе комбинированного освещения не менее  $E=200$  лк
7. Пожарная безопасность в соответствии ГОСТ 12.1.004-91
8. Давление сжатого воздуха в сети 0.6 МПа (или 1,2 МПа).
9. Электробезопасность в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81

Спроектированный производственный участок приводится студентом в графической части выпускной квалификационной работы. Планировка снабжается таблицей, в которой указывается позиция, наименование и количество оборудования, расположенного на участке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тамаркин М.А. и др. Проектирование механосборочного производства: учеб. пособие/ М.А.Тамаркин, Г.А.Прокопец, В.Н.Аксенов, М.М. Чаава, В.Ю. Шенштейн, Ю.А. Проскорякова. – Ростов н/Д: Изд. Центр ДГТУ: 2014.

2. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи. ОНТП 14. 1993 г.

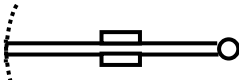


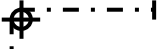


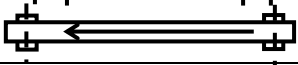
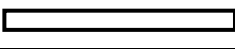
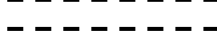
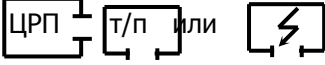









3. Вороненко В.П., Соломенцев Ю.М., Схиртладзе А., Проектирование машиностроительного производства. Изд-во "Дрофа", 2006

4. Проектирование машиностроительных заводов: справочник в 6-ти т.; под общ. ред. Е.С. Янпольского. Т. 4,5. – М.: Машиностроение, 1975.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Условные обозначения, применяемые для выполнения планировок оборудования на участке

Наименование обозначаемых элементов	Условные обозначения
Капитальная стена	
Легкие перегородки всех типов	
Колонна здания: условное обозначение; железобетонная; металлическая	
Ворота: распашные откатные	
Дверь	
Канал для транспортировки стружки	
Место рабочего	
Многостаночное обслуживание одним рабочим	
Контрольный пункт	
Место складирования заготовок, деталей, полуфабрикатов	
Кран мостовой	
Мостовой однобалочный кран (в плане)	
Кран-балка с автоматическим адресованием груза (в плане)	
Кран-штабелер, управляемый с пола (в плане)	
Стеллаж многоярусный однорядный	
Кран-штабелер автоматизированный	

Наименование обозначаемых элементов	Условные обозначения
Кран консольный поворотный с электроталью	
Каретка-оператор с автоматическим адресованием грузов	
Тележка рельсовая	
Конвейер подвесной	
Промышленный робот	
Конвейер роликовый однорядный	
Ленточный транспортер	
Желоб, склиз	
Проезд	
Центральный распределительный пункт, трансформаторные подстанции	
Разметочная плита	
Контрольная плита	
Верстак	
Контрольный стол	
Резервное место оборудования	
Подвод сжатого воздуха (цифры указывают давление в сети)	
Точка подвода электрокабеля к оборудованию	
Подвод холодной воды	
Подвод пара	

Кафедра «Технология машиностроения»

Наименование обозначаемых элементов	Условные обозначения
Подвод эмульсии, содового раствора, масла	Э С М
Подвод газа	Г