

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Технология машиностроения»

В. И. Романенко
Ю. Ю. Ярмак

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ
УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

Пособие
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области машиностроительного оборудования и технологий*

Минск
БНТУ
2022

УДК 621.7/9:658.23:658.512(076.5)(075.8)

ББК 34.68я7

Р69

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра «Технология металлов» Белорусского
государственного аграрного технического университета
(зав. каф., доктор техн. наук, профессор *В. М. Капцевич*);
заместитель начальника отделения технологии машиностроения
и металлургии Объединенного института машиностроения НАНБ,
доктор техн. наук, доцент *В. И. Жорник*

Романенко, В. И.

Р69 Проектирование механосборочных участков и цехов : пособие
для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машинострое-
ния» / В. И. Романенко, Ю. Ю. Ярмач. – Минск : БНТУ, 2022. – 57 с.
ISBN 978-985-583-456-5.

Рассмотрена методика разработки плана расположения оборудования непрерыв-
но- и переменного-поточных линий массового и крупносерийного производств, даны
рекомендации по разработке планировок, а также по определению количества основ-
ного технологического оборудования и подготовке исходных данных, необходимых
для разработки планировок механосборочных участков и цехов.

Пособие предназначено для студентов вузов, а также может быть использовано
учащимися колледжей машиностроительных специальностей.

УДК 621.7/9:658.23:658.512(076.5)(075.8)

ББК 34.68я7

ISBN 978-985-583-456-5

© Романенко В. И, Ярмач Ю. Ю., 2022

© Белорусский национальный
технический университет, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Основными подразделениями машиностроительных предприятий являются механосборочные цеха, качество работы которых влияет на эффективность всей производственной деятельности. В связи с этим разработка компоновок и планировок участков и цехов является важной составляющей этапа проектирования завода.

Создание непрерывно- и переменного-поточных линий механической обработки деталей массового и крупносерийного производств, а также участков серийного непоточного производства позволяет обеспечить непрерывность технологического процесса с минимальными технологическими заделами, исключить время на переналадку оборудования или уменьшить его в серийном производстве, сократить время на транспортировку деталей.

На этапе дипломного проектирования у студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» план расположения оборудования участка механического цеха является обязательной частью проекта.

1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Цель – приобретение практических навыков по разработке плана расположения оборудования непрерывно- и переменного-поточных линий массового и крупносерийного производства, а также по определению количества основного технологического оборудования, подготовке исходных данных; усвоение принципов и требований, необходимых для разработки планировок механосборочных участков и цехов.

Работа состоит из трех этапов:

Этап 1. Расчет количества основного технологического оборудования для непрерывно- или переменного-поточной (групповой поточной) линии в соответствии с заданием.

Этап 2. Выбор системы уборки стружки на участке механической обработки и типа межоперационного транспорта.

Этап 3. Разработка планировки непрерывно- или переменного-поточной (групповой поточной) линии механической обработки деталей.

Работа рассчитана на 10 академических часов.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходными данными для разработки планировки участка механического цеха являются:

- рабочие чертежи предметов производства с указанием материала и наименования обрабатываемой детали;
- годовой объем выпуска деталей;
- маршрутные технологические процессы механической обработки деталей, с указанием моделей оборудования и станкостоемкости по всем операциям на все детали, закрепленные за участком;
- масса заготовок и масса деталей, закрепленных за участком;
- режим работы цеха, участка.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В зависимости от типа производства и стадии проектирования, а также от требований к степени конечной точности результата при определении количества основного технологического оборудования применяют укрупненный или детальный способ расчета количества основного технологического оборудования.

Укрупненный способ определения количества основного технологического оборудования применяется на предпроектных этапах при разработке ТЭО, а также в мелкосерийном и единичном производствах.

Детальный способ расчета количества основного технологического оборудования применяется в условиях крупносерийного и массового производств и осуществляется на основе подробного технологического процесса, причем имеются некоторые особенности расчета для непрерывно-поточной, переменного-поточной и групповой линий, а также для непоточного производства.

3.1. Непрерывно-поточные линии

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

$$C_p = \frac{t_{шт}}{\tau},$$

где τ – такт выпуска деталей или изделий;

$t_{шт}$ – штучное время (станкочасовое время).

Такт выпуска определяется по формуле

$$\tau = \frac{\Phi_0 \cdot 60}{N_r},$$

где Φ_0 – эффективный (действительный) годовой фонд времени работы оборудования при заданном режиме работы, ч;

N_r – годовой объем выпуска деталей, шт.

Полученное расчетное количество оборудования C_p округляют в большую сторону до ближайшего целого числа, получая расчетное округленное количество станков для данной операции $C_{p.окр}$.

После этого определяют расчетный коэффициент загрузки станков ($k_{з.расч}$) на данной операции, как отношение фактического времени работы станка к эффективному фонду времени:

$$k_{з.расч} = \frac{t_{шт}}{\tau C_{p.окр}} = \frac{C_p}{C_{p.окр}}.$$

В приведенном расчете количества оборудования учтены только потери времени на техническое обслуживание и плановые ремонты оборудования, т. к. при расчете такта выпуска (τ), учитывался только эффективный (действительный) годовой фонд времени работы оборудования, а не номинальный, а также техническое и организационное обслуживание станка и рабочего места, естественные надобности и отдых рабочего (составляющие штучного времени $t_{шт}$).

В свою очередь на производительность линии большое влияние оказывают также наложенные потери времени, вызванные случайными причинами, например, случайный отказ оборудования или оснастки, перебои в снабжении заготовками, энергией любого вида и другими случайными факторами. Эти потери наиболее ощутимы на операциях с высоким коэффициентом загрузки оборудования, т. к. приведенная выше методика определения числа станков не учитывает указанные наложенные потери. Их учитывают, вводя в расчет принятого числа станков $C_{пр}$ коэффициент использования оборудования $k_{и}$, представляющий собой отношение расчетного округленного числа станков $C_{p.окр}$ к принятому $C_{пр}$. Значения коэффициента $k_{и}$, для различных групп оборудования, приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Допускаемые значения коэффициентов загрузки
и использования оборудования

Группы оборудования		$k_{и}^*$	$k_{з}^{**}$	
			максимальный	средний
Универсальные станки		0,90	0,95...1,0	0,80
Станки с ЧПУ и обрабатывающие центры		0,85	0,95	0,90
Автоматы и полуавтоматы	одношпиндельные	0,85	0,95...1,0	0,85
	многошпиндельные	0,80	0,90	0,90
Агрегатные станки		0,80	0,90	0,90
Жесткие автоматические линии		0,75	0,95...1,0	0,90

П р и м е ч а н и е: $k_{и}^*$ – коэффициент использования оборудования; $k_{з}^{**}$ – допускаемый коэффициент загрузки оборудования.

С учетом коэффициента использования оборудования $k_{и}$ принятое число станков, на соответствующей операции, определяется по формуле

$$C_{пр} = \frac{C_{р. окр}}{k_{и}}$$

Коэффициент использования оборудования $k_{и}$ вводится в расчет принятого числа станков не всегда, а только в тех случаях, когда расчетный коэффициент загрузки станков $k_{з, расч}$ превышает допустимое значение для конкретной группы станков (табл. 3.1). Причем значение расчетного коэффициента загрузки $k_{з, расч}$ нужно сравнивать со значением допустимого коэффициента загрузки оборудования, приведенным в столбце «максимальный», тогда, когда расчетное округленное число станков на операцию $C_{р. окр} = 1$, а если $C_{р. окр} = 2$ и более, тогда $k_{з, расч}$ нужно сравнивать со значениями, приведенными в столбце «средний по группе».

В случаях, когда в расчет принятого числа станков вводится коэффициент использования оборудования $k_{и}$ (он всегда меньше единицы), принятое число станков определяется по формуле

$$C_{пр} = \frac{C_{р.окр}}{k_{и}};$$

полученное значение округляется до целого числа (меньшего или большего), чтобы фактический коэффициент загрузки станков на операции, определяемый по формуле

$$k_{з.факт} = \frac{C_{р}}{C_{пр}},$$

не превышал допустимого значения для станков соответствующей группы.

В случаях, когда расчетный коэффициент загрузки оборудования $k_{з.расч}$ не превышает допустимых значений, приведенных в табл. 3.1, $k_{и}$ принимается равным 1, следовательно, принятое число станков $C_{пр}$ принимается равным расчетному округленному числу станков ($C_{пр} = C_{р.окр}$), а фактический коэффициент загрузки станков на данной операции $k_{з.факт}$ будет равен расчетному коэффициенту загрузки станка ($k_{з.факт} = k_{з.расч}$).

Результаты расчета числа станков по выданному заданию рекомендуются внести в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Результаты расчета числа станков по операциям
и коэффициентов загрузки

№ опер.	Наименование операции	Модель оборудования	$t_{шт, мин}$	$\tau, мин$	$C_{р}$	$C_{р.окр}$	$k_{з.расч}$	$K_{и}$	$C_{пр}$	$k_{з.факт}$
005										
010										
и т. д.										

3.2. Переменно-поточные и групповые поточные линии

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

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{шт. к}_i}(t_{\text{шт}_i}) N_i}{\Phi_o \cdot 60},$$

где $t_{\text{шт. к}_i}(t_{\text{шт}_i})$ – штучно-калькуляционное (штучное) время изготовления i -й детали на станке, мин;

N_i – объем выпуска i -й детали, шт.;

Φ_o – эффективный (действительный) годовой фонд времени работы оборудования при заданном режиме работы, ч;

n – количество различных деталей, изготавливаемых на линии.

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

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{шт}_i} N_i}{\Phi_o \cdot 60 K_{\Pi}}.$$

Для переменного-поточных линий $K_{\Pi} = 0,95$, для групповых поточных линий, не требующих переналадки, $K_{\Pi} = 1$.

Для систематизации расчета числа станков переменного-поточной или групповой поточной линии целесообразно использовать специальную табл. 3.3, в которой указывается последовательность изготовления каждой детали на станках, в соответствии с технологическим процессом.

Таблица 3.3

Расчетная ведомость оборудования переменного-поточной (групповой поточной) линии

№ п/п	Деталь	Годовой объем выпуска, тыс. шт.	Масса детали, кг	Такт выпуска, τ_i	Штучное время / расчетное значение числа станков на операции, $t_{шт_i} / C_{p_i}$					
					№ операции / модель и наименование оборудования					
					005 / Фрез.	010 / Ток.	015 / Ток.	...	085 / Сверл.	090 / Шлиф.
1	А									
2	Б									
	...									
n	К									
	C_p									
	$C_{p, \text{окр}}$									
	$k_{з, \text{расч}}$									
	$k_{и}$									
	$C_{пp}$									
	$k_{з, \text{факт}}$									

Для каждой операции в соответствующей графе в числителе записывается штучное время изготовления детали ($t_{шт_i}$), а в знаменателе расчетное значение C_{p_i} , выражающее число станков, необходимое для выполнения данной операции при изготовлении i -й детали.

Суммируя по вертикали значения C_{p_i} , для каждой операции при изготовлении всех деталей определяют C_p , а затем, округляя его до ближайшего большего целого числа, определяют расчетное округленное число станков $C_{p, \text{окр}}$ и, с учетом коэффициента использования оборудования $k_{и}$, определяют принятое число станков $C_{пp}$, а также фактический коэффициент загрузки $k_{з, \text{факт}}$, используя при этом методику, изложенную выше для непрерывно-поточных линий.

Если многопредметная поточная линия работает с разными тактами, то, чтобы фактическое время работы оборудования не превышало эффективного фонда времени с учетом потерь на переналадку, должно выполняться следующее условие:

$$\sum_{i=1}^n \tau_i N_i \leq 60 \Phi_0 K_{\Pi},$$

где τ_i – такт выпуска i -й детали.

3.3. Непоточное производство

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

$$C_p = \frac{T_{c\Sigma}}{\Phi_0},$$

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

$$T_{c\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{\text{шт. к.и.}j} N_i}{60},$$

где n – число деталей, обрабатываемых на станках данного типоразмера;

m – число операций обработки i -й детали на станках данного типоразмера;

$t_{\text{шт. к.и.}j}$ – штучно-калькуляционное время выполнения j -й операции обработки i -й детали, станко-мин;

N_i – годовой объем выпуска i -й детали.

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

Дальнейшие расчеты количества основного технологического оборудования аналогичны расчету числа станков для поточного производства.

4. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Определив количество оборудования и коэффициенты его загрузки на каждой операции, по одной из вышеприведенных методик для наглядности, строят график загрузки оборудования для основных операций поточной (переменно-поточной, групповой поточной) линии или непоточного производства. По оси абсцисс указывают станки в технологической последовательности и их количество, а по оси ординат – соответствующий фактический коэффициент загрузки $k_{з. факт}$ (рис. 4.1).

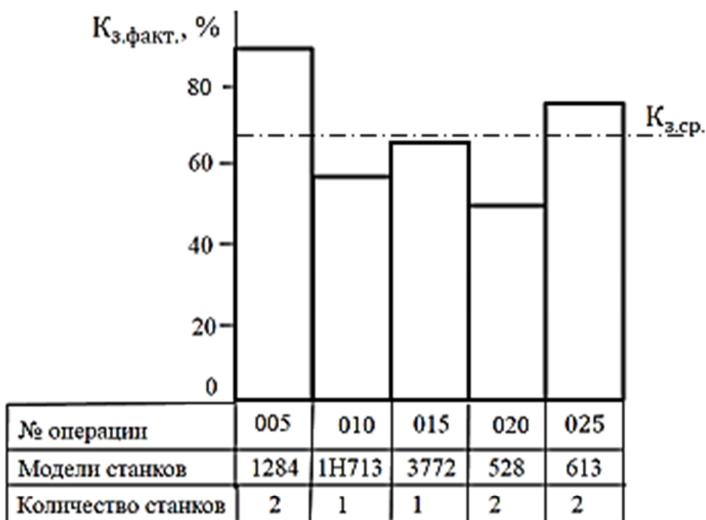


Рис. 4.1. График загрузки станков на операциях поточной линии

Средний коэффициент загрузки станков по вынесенным операциям определяют по формуле

$$k_{з. ср} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{пр_i} k_{з. факт_i}}{\sum_{i=1}^n C_{пр_i}}$$

Производительность поточной линии

$$Q_{\text{л}} = \frac{60}{\tau_{\text{л}}},$$

где $\tau_{\text{л}}$ – такт линии (фактическое время изготовления детали на линии), определяемый для лимитирующей операции (наиболее загруженная операция, на которой $k_{\text{з, факт}}$ имеет максимальное значение):

$$\tau_{\text{л}} = \frac{t_{\text{шт}}}{C_{\text{пр}}}.$$

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ СТРУЖКИ И ВЫБОР СПОСОБА ЕЕ УДАЛЕНИЯ С УЧАСТКА

Способ удаления и переработки стружки зависит от ее количества и вида. В качестве критерия при выборе способа удаления стружки может быть принято количество стружки, образующейся в час, или ее годовое количество, образующееся на 1 м² производственной площади линии (участка, цеха).

Количество образующейся стружки в час $q_{\text{час}}$ для выполнения годовой программы можно определить по массе заготовки и детали с учетом среднего коэффициента загрузки металлорежущих станков $k_{\text{з, ср}}$:

$$q_{\text{час}} = \frac{(Q_{\text{заг}} - Q_{\text{дет}})N}{\Phi_0} k_{\text{з, ср}},$$

где $Q_{\text{заг}}$ – масса заготовки;

$Q_{\text{дет}}$ – масса детали.

В зависимости от количества стружки, образующейся в час, и производственной площади линии (участка), пользуясь табл. 5.1 и 5.2, выбирается метод удаления стружки, тип и размеры конвейера.

Производственную площадь линии можно определить укрупненно по удельной площади на 1 станок (20–25 м²) и числу станков в линии.

Таблица 5.1

Условия применения различных систем уборки стружки

Показатель	Система <i>М</i>	Система <i>К</i>	Система <i>А</i>
Производственная площадь, с которой получают стружку, м ²	1000–2000	2000–3000	Св. 3000
Количество стружки, кг/ч	До 300	300–700	800 и более

Таблица 5.2

Типы конвейеров для удаления стружки и их основные размеры (ОНТП 14-93) [10]

Вид стружки	Линейные конвейеры			Магистральные конвейеры		
	Тип	Ширина, мм	Наибольшая длина, м	Тип	Ширина, мм	Наибольшая длина, м
Стальная	Пластинчатые	400–500	200	Пластинчатые	800	145
	Винтовые	400–500	80	–	–	–
	Скребковые	180–500	145	–	–	–
Чугунная	Скребковые или вибрационные	180–500	145	Скребковые или ленточные	800	145
	Винтовые	400–500	80	–	–	–
Алюминиевая	Установка для гидрослива	250–450	–	Пластинчатые или вибрационные	800	200
Шлифовальный шлам	Установка для гидрослива	250–450	–	–	–	–

Система *М* – механизированная, с использованием ручного труда, средств малой механизации и колесного транспорта, доставляющего стружку в контейнерах к месту сбора или переработки.

Система *К* – линейные конвейеры, доставляющие стружку в тару, а колесный транспорт – к месту сбора или переработки.

Система *А* – автоматизированная, когда линейные конвейеры доставляют стружку с участка на магистральные конвейеры, которые,

в свою очередь, доставляют ее за пределы цеха или в отделение по ее переработке, расположенное в этом же цеху.

Если в качестве критерия для определения способа удаления стружки с участка (линии) принято количество стружки, образующейся на 1 м^2 производственной площади в год (с учетом допускаемого значения коэффициентов загрузки оборудования – см. табл. 3.1), то следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- при количестве стружки до $0,3 \text{ т/м}^2$ в год ее целесообразно собирать в специальные емкости у станков и доставлять их к месту сбора или переработки напольным транспортом;

- при количестве стружки $0,3\text{--}0,65 \text{ т/м}^2$ в год целесообразно создавать линейные конвейеры вдоль станочных линий со спецтарой в конце конвейера, установленной в углублениях на подъемниках; тара со стружкой доставляется на накопительную площадку или в отделение по переработке стружки различными транспортными средствами;

- при количестве стружки $0,65\text{--}1,2 \text{ т/м}^2$ в год, при общем количестве не менее 3000 т/год, рекомендуется создавать систему линейных и магистральных конвейеров для транспортирования стружки за пределы цеха;

- при количестве стружки более $1,2 \text{ т/м}^2$ в год и общем годовом количестве более 5000 т экономически целесообразно создавать комплексно-автоматизированную систему линейных и магистральных конвейеров с выдачей стружки в отделение переработки, расположенное в этом же цеху.

6. ВЫБОР МЕЖОПЕРАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

В поточно-массовом и поточно-серийном производствах в качестве межоперационного транспорта применяются подвесные, пластинчатые, ленточные (для транспортирования мелких деталей) и роликовые конвейеры (рольганги), а также лотковые транспортирующие устройства (скаты, склизы), по которым изделия катятся (тела вращения) или скользят (плоские детали).

Пластинчатые эстакадные конвейеры в качестве межоперационного транспорта применяют, в частности, для транспортирования валов различной длины в поточном и непоточном производствах, как в горизонтальной плоскости, так и под углом до 30° .

Роликовые конвейеры (рольганги) могут быть свободного или принудительного вращения, располагают их обычно на высоте 800 мм от уровня пола для того, чтобы производить захват изделия на уровне рук рабочего. Корпусные детали, имеющие удобные для транспортирования плоскости, перемещаются по роликовому конвейеру (рольгангу) непосредственно, без поддонов, а детали типа тел вращения, кронштейнов, рычагов и т. п. транспортируются на поддонах, которые должны возвращаться обратно по нижней ветви, имеющей принудительное вращение.

Применение автоматических монорельсовых дорог с электроталью и автоматическим адресованием грузов целесообразно тогда, когда средства непрерывного транспорта загружаются не полностью или когда необходима доставка грузов с горизонтальными и вертикальными перемещениями в зонах разгрузки и загрузки. Эта система позволяет вызвать стандартную электроталь со специальным грузо-захватом с любой погрузочно-разгрузочной станции и отправить груз по монорельсу в любой адрес транспортной системы с требуемой скоростью. Автоматические монорельсовые системы применяются в цехах механосборочного производства для транспортирования изделий в потоке, для «обгонных» транспортных операций, для подачи изделий с поточных линий на склады и т. д.

Подвесные толкающие конвейеры имеют в своей системе два монорельсовых пути (верхний несет движущие элементы, нижний – установленные грузы). Они позволяют транспортировать изделия, имеющие различные такты выпуска, а также тогда, когда в технологическом процессе есть лимитирующие операции, время выполнения которых значительно больше времени выполнения всех остальных операций. Они обеспечивают автоматическое адресование кареток с грузом к месту назначения, а также возможность подачи кареток на ответвления монорельсов, на которых они могут быть либо автоматически остановлены (создается накопитель), либо переданы на трассу другого толкающего конвейера. Это дает возможность связывать всю сеть подвесных толкающих конвейеров в цехах в общую систему конвейеров с автоматической передачей, складированием и автоматической подачей грузов к месту назначения. Управление перемещением деталей производится от ЭВМ.

Система автоматизированных толкающих конвейеров хотя и является весьма сложной, однако, ее применение резко увеличивает

производительность транспортирования при выполнении подъемно-транспортных работ.

Если масса детали (полуфабриката, заготовки) больше 15 кг, то для установки и снятия заготовки с оборудования необходимо предусматривать подъемно-транспортное оборудование, например, в поточном производстве электроталь (тельфер) на монорельсе или другое подъемно-транспортное оборудование.

В непоточном производстве в качестве межоперационного транспорта используют ручные тележки, электропогрузчики, управляемые с пола (при перемещении грузов на расстояние от 50 до 100 м), или с водительским местом, электротягачи, автопогрузчики (при необходимости перемещения грузов на расстояние от 300 до 500 м), мостовые и подвесные краны, кран-балки и краны-штабелеры.

В непоточном производстве в качестве подъемно-транспортного оборудования, для установки на технологическое оборудование заготовок массой более 15 кг, могут использоваться ручные тали, пневматические и гидравлические подъемники, консольные (поворотные) краны с электротальями и подъемниками грузоподъемностью 1–5 тонн, которые устанавливаются на колоннах или отдельных стойках или встраивают их в станок, а также кран-балки, мостовые и подвесные однобалочные краны

Условные обозначения некоторых подъемно-транспортных устройств приведены в прил. А (табл. А7 и А8).

7. РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВКИ УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

7.1. Требования, предъявляемые к планировкам

Разработка планировки размещения оборудования является одним из последних этапов проектирования механических и сборочных цехов. Основной принцип, который должен соблюдаться при разработке планировки участка механического цеха – это *принцип прямоточности движения* заготовок, полуфабрикатов и деталей в процессе обработки, заключающийся в том, что заготовки подаются на участок по магистральному проезду с одной стороны участка (линии), а готовые детали выходят с участка (линии) с проти-

в противоположной стороны у такого же магистрального проезда в направлении дальнейшего движения на сборку.

Планировка разрабатывается с учетом расстояний между станками, а также между станками и элементами зданий, согласно требованиям охраны труда, технике безопасности, противопожарной безопасности и производственной санитарии, утвержденным нормам технологического проектирования (ОНТП 14-93) [10].

Планировка выполняется в масштабе 1:100 или 1:50 с точными габаритами станков и показом движущихся и выступающих частей станков. Темплеты станков выполняются по ГОСТ 2.428-84 [11].

На планировке должно быть изображено все оборудование, которое относится к разрабатываемому участку (поточной линии):

- основное производственное оборудование, места без оборудования, различные плиты (разметочные, контрольные, монтажные), автоматические линии, верстаки, рабочие столы, инструментальные столы и т. д.;

- подъемно-транспортное оборудование и средства межоперационного транспортирования деталей и заготовок (условные обозначения по ГОСТ 21.112-87) [12];

- место рабочего у станка во время работы (знак диаметром 5 мм по ГОСТ 2.428-84) [11];

- места для заготовок и деталей, погрузочно-разгрузочные площадки;

- средства для уборки стружки (по ГОСТ 21.112-87) [12];

- зоны действия поворотных кранов или подъемников;

- кабины или оборудованные рабочие места мастеров и контролеров;

- технические средства АСУ;

- шинные электросборки (условное обозначение по ГОСТ 21.614-88) [15];

- подвод сжатого воздуха, пара, воды, СОЖ, и др. промразводки (условные обозначения по ГОСТ 2.428-84 диаметром 3,5 мм с тыльной или боковой стороны темплета станка) [11].

В строительной части на планировке указываются (условные обозначения по ГОСТ 21.501-93) [16]:

- колонны с осями;

- наружные и внутренние стены и перегородки;

- окна, ворота, двери, если они попадают на планировку.

На планировке указываются также размеры ширины пролетов и шага колонн, ширины и длины участка.

Условные обозначения строительных элементов, промразводок, подъемно-транспортного оборудования и др. устройств приведены в прил. А.

В начале каждой линии на планировке проставляется номер обрабатываемой детали (можно на месте складирования заготовок) и обозначается межоперационный путь движения деталей от первой до последней операций.

Все основное производственное оборудование, грузоподъемные и транспортные устройства, оргоснастка рабочих мест и т. д. обозначаются порядковыми номерами, в зависимости от расположения магистральных проездов и направления грузопотоков (например, слева направо и сверху вниз), и вносятся в спецификацию (прил. Е).

В спецификации указывается:

- номер позиции на планировке;
- наименование оборудования;
- модель или тип оборудования;
- характеристика оборудования (размеры рабочей зоны станка, грузоподъемность подъемно-транспортного оборудования, масса оборудования и др. параметры);
- установленная мощность;
- количество единиц оборудования.

На планировке также указывается:

- общая площадь (m^2);
- производственная площадь (m^2);
- удельная площадь на станок (m^2);
- количество единиц производственного оборудования;
- количество рабочих мест.

7.2. Методические указания по выполнению планировок

Для выбора оптимального варианта планировки оборудования, транспортных средств и др. устройств участка разрабатывается обычно два-три варианта их расположения.

При проработке различных вариантов планировок рекомендуется, в соответствии с маршрутной технологией, в принятом масштабе заготовить темплеты станков, на которых указывают модель станка.

Правила выполнения темплетов, в соответствии с ГОСТ 2.428-84, приведены в табл. А1, прил. А. В качестве материала для темплетов может служить плотная бумага, картон или другой материал. На темплете должны указываться места подключения электроэнергии, сжатого воздуха, СОЖ, отсоса стружки или транспортера для ее удаления, положение которых определяет разводку соответствующих коммуникаций или сетей. Планировку, в данном случае, рекомендуется выполнять на миллиметровой бумаге формата А1 (694 × 841 мм).

Разработка планировки может выполняться также с применением соответствующих программ на компьютерах с использованием темплетов, подготовленных в аналогичной программе.

При разработке планировки вначале наносится сетка колонн с координационными осями здания и их нумерацией (рис. 7.1). Координационные продольные оси здания на плане обозначаются заглавными буквами русского алфавита: А, Б, В, Г и т. д. – снизу вверх, а поперечные оси нумеруются слева направо арабскими цифрами. Обозначение координационных осей, как правило, наносят по левой и нижней сторонам плана здания и сооружения (СТБ 2255-2012) [9].

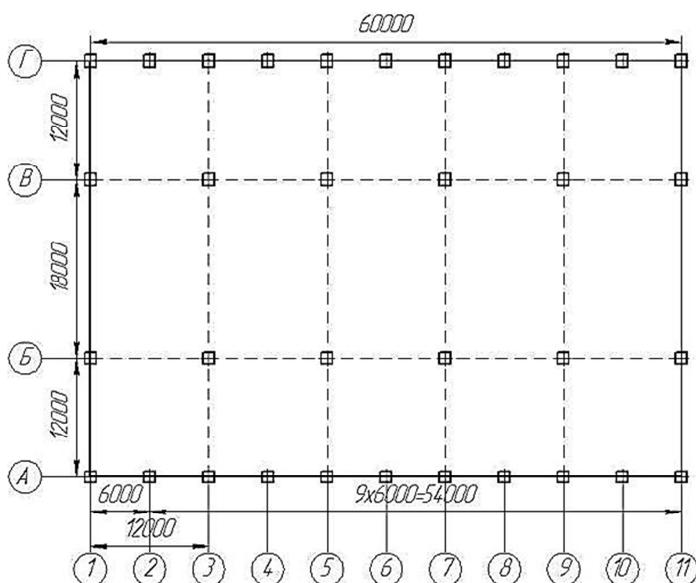


Рис. 7.1. Координационная сетка колонн (план пролета) и нанесение обозначений и размеров

Сетку колонн, сочетание продольных и поперечных рядов колонн, для механосборочных цехов в автотракторостроении рекомендуется принимать равной 18×12 м или 24×12 м. В данном случае ширина пролетов 18 или 24 м, шаг колонн по внутренним рядам – 12 м, а шаг колонн по наружным рядам – 6 м. Высота здания зависит от высоты оборудования, установленного в цехе, размеров обрабатываемых деталей и подвесных транспортах средств, применяемых в цеху. Минимальная высота 6 м (далее кратна 1,2 м, т. е. 7,2 м, 8,4 м и т. д.).

Затем на планировке указывают магистральные проезды шириной 4,5–5,5 м, которые ограничивают длину участка. Длина участков из условий пожарной безопасности должна находиться в пределах 35–50 м. В эту длину включаются зоны заготовок и готовых деталей шириной 2–3 м каждая.

Пользуясь нормами технологического проектирования (прил. В и Г), которые регламентируют ширину проходов и проездов, расстояния между станками, станками и стенами (колоннами), станками и устройствами для транспортирования деталей и уборки стружки, на планировке размещают темплеты станков в соответствии с ходом выполнения операций технологического процесса. Темплеты на некоторые модели станков приведены в прил. Д (табл. Д1–Д22), транспортных средств и других устройств в прил. А (табл. А7, А8). Эти нормы приведены и в пособии [10].

Выбрав оптимальный вариант планировки и согласовав его с преподавателем, производят окончательное оформление планировки.

При большом количестве оборудования его можно размещать в один, два, три и более рядов, но с обязательным условием, чтобы заготовки поступали по одному магистральному проезду, а готовые детали выходили с противоположного конца линии у такого же магистрального проезда (прил. Б).

Поточные линии в механических цехах располагают преимущественно вдоль пролета, при этом экономится площадь, удобно использовать подвесной транспорт, мостовые краны. В отдельных случаях линии могут располагаться и поперек пролетов, в основном тогда, когда сочетание ширины пролетов и габаритов оборудования не дает возможности выполнить рациональную планировку и остаются необоснованно большие проходы. К таким линиям затруднены подачи заготовок, т. к. транспортные средства приходится поворачивать из продольных в поперечные проходы.

Расстояния между станками должны приниматься с учетом ширины каналов для уборки стружки, транспортных средств, конфигурации и глубины заложения фундаментов колонн, стен, станков, если последние установлены на отдельных фундаментах [10].

Для лучшего использования площади станки, имеющие большую длину (прутковые автоматы, горизонтально-протяжные, расточные и др.), располагают под углом.

При монтаже станки устанавливают в линию, по выступающим деталям, что не только эстетично, но и целесообразно. При таком расположении облегчается уборка помещения, вывоз станка с участка (в случае капитального ремонта или его замены), подключение приводов станков к шинным сборкам и другим промразводкам, удобство их обслуживания.

Перед станками с высоким коэффициентом загрузки необходимо предусматривать места для заделов.

Для транспортировки стружки между тыльными сторонами двух рядов станков располагают линейный конвейер или проход. Стружка подается в сторону станков черновых операций, т. е. к проезду, по которому подаются заготовки.

Рабочие места должны находиться со стороны межоперационного транспорта или прохода, что облегчает обслуживание станков и снабжение заготовками. В транспортные межоперационные системы могут входить:

- автоматический кран-штабелер;
- стеллажи-накопители;
- транспортеры разгрузки;
- роботы для установки деталей на станки.

Станки необходимо расположить таким образом, чтобы одним роботом можно было обслужить несколько единиц оборудования.

На участках станков с программным управлением рекомендуется размещать станки по группам, что создает удобства при автоматизации процессов, а также по их обслуживанию.

Если станки располагаются у стен, имеющих остекление, уборка и очистка которых осуществляется с помощью напольных транспортных средств, вдоль стены необходимо предусматривать проезд шириной 4 м.

8. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определить количество станков и коэффициенты их загрузки.
2. Выбрать средства межоперационного транспортирования и уборки стружки.
3. Выполнить планировку участка в масштабе 1:100 в следующей последовательности:
 - заготовить темплеты станочного оборудования в масштабе 1:100;
 - предварительно определить производственную площадь участка, взяв за основу норматив удельной производственной площади, приходящейся на один станок;
 - выбрать ширину пролета, сетку колонн и место участка в пролете механического цеха, нанести сетку колонн;
 - взять за основу максимальную длину участка (50 м), разметить магистральные проезды и зоны складирования заготовок и готовых изделий (ширина зон 2–3 м);
 - расположить темплеты технологического и других видов оборудования на миллиметровой бумаге или компьютерным способом с соблюдением норм технологического проектирования, техники безопасности, с учетом возможности применения многостаночного обслуживания и с учетом выбранных средств межоперационного транспортирования заготовок и уборки стружки, а также определить число рядов станков и скорректировать длину станочных участков;
 - выбрав оптимальный вариант планировки и согласовав его с преподавателем, произвести окончательное оформление планировки с нанесением условных обозначений строительных элементов, промразводок, подъемно-транспортного оборудования и др. устройств с привязкой оборудования к осям колонн производственного здания, а также указать ширину проездов и проходов.
4. Проставить в начале линии на планировке номер обрабатываемой детали (можно на месте складирования заготовок) и обозначить межоперационный путь движения деталей от первой до последней операции.
5. Обозначить основное производственное оборудование порядковыми номерами по ходу технологического процесса (на темплете в числителе указывается модель станка, а в знаменателе – номер позиции оборудования), а также проставить номера позиций на другом технологическом оборудовании (межоперационный транспорт, мочные машины и др.) и составить спецификацию.

6. Определить и указать на планировке (на основании разработанного плана расположения оборудования):

– производственную площадь (определяется по плану расположения оборудования без учета магистральных проездов), m^2 ;

– общую площадь (определяется как производственная площадь, увеличенная на 10–15 %), m^2 ;

– количество единиц технологического оборудования (металлорежущие станки, моечные машины, пресса, контрольно-измерительное оборудование и др., за исключением слесарных и контрольных столов);

– удельную площадь на единицу технологического оборудования (производственная площадь деленная на количество единиц технологического оборудования без учета слесарных и контрольных столов), m^2 ;

– количество рабочих мест (при многостаночном обслуживании – одно рабочее место, независимо от количества обслуживаемых станков).

9. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должна быть представлена планировка, выполненная каждым студентом на миллиметровой бумаге или компьютере и распечатанная на бумажном носителе с необходимыми пояснениями по выбору варианта планировки, транспортных средств и других систем в тетради по лабораторным работам.

Должны быть приведены все расчеты, выполненные при разработке планировки, в соответствии с заданием и порядком выполнения работы.

10. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие преимущества имеет поточная форма организации производства?

2. Что изображается на планировке участка?

3. Что такое сетка колонн? Рекомендации по ее выбору.

4. Назовите рекомендации по выбору транспортных средств.

5. Что обозначается на планировке в строительной части?

6. Перечислите основные требования по оптимальному размещению оборудования на участке.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников, Г. Н. Проектирование механосборочных цехов : учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Г. Н. Мельников, В. П. Вороненко; под ред. А. М. Дольского. – М. : Машиностроение, 1990. – 352 с.

2. Горохов, В. А. Проектирование механосборочных участков и цехов : учебник / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе; под ред. В. А. Горохова. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2014. – 540 с.

3. Беляков, Н. В. Проектирование механосборочных участков и цехов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Автоматизированные технологии и производства», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / Н. В. Беляков, В. А. Горохов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2013. – 245 с.

4. Мельников, Г. Н. Лабораторный практикум по курсам «Проектирование механосборочных цехов» и «Проектирование технологических комплексов механосборочного производства» : методические указания / Г. Н. Мельников. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 30 с.

5. Схиртладзе, А. Г. Проектирование участков и цехов машиностроительных производств : учебное пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]; под ред. В. В. Морозова. – Старый Оскол : ТНТ, 2009. – 452 с.

6. Козлов, В. Н. Проектирование механосборочных цехов : учебное пособие / В. Н. Козлов. – Томск : Изд-во ТПУ, 2009. – 144 с.

7. Вороненко, В. П. Проектирование машиностроительного производства : учебник для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. – 380 с.

8. Вороненко, В. Л. Проектирование автоматизированных участков и цехов : учебник для машиностроительных спец. вузов / В. Л. Вороненко [и др.]; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 3-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2003. – 272 с.

9. Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта : СТБ 2255-2012.

10. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи : ОНТП 14-93.

11. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения темплетов : ГОСТ 2.428-84.

12. Система проектной документации для строительства. Подъемно-транспортное оборудование. Условные изображения : ГОСТ 21.112-87.

13. Система проектной документации для строительства. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем : ГОСТ 21.205-93.

14. Пожарная техника. Огнетушители, установки пожаротушения и пожарной сигнализации. Обозначения условные графические : ГОСТ 28130-89.

15. Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах : ГОСТ 21.614-88.

16. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей : ГОСТ 21.501-93.

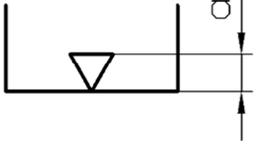
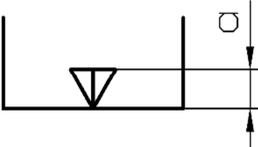
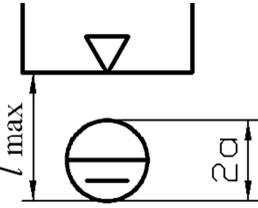
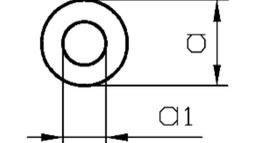
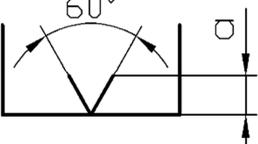
17. Правила разработки и оформления технологических планировок. Обозначения условные графические : ОСТ 23.4.261-86.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А1

Обозначение мест обслуживания
и места обслуживающего персонала (ГОСТ 2.428-84)

Наименование	Условное графическое обозначение	Размеры при масштабе, мм	
		1:100	1:50
Главное место обслуживания		$a = 2,5$	$a = 5,0$
Второстепенное место обслуживания		$a = 2,5$	$a = 5,0$
Место обслуживающего персонала		$a = 2,5 ;$ $l \text{ max} = 8,0$	$a = 5,0 ;$ $l \text{ max} = 16,0$
Промышленные подводки		$a = 3,5 ;$ $a1 = 1,8$	$a = 7,0 ;$ $a1 = 3,5$
Место выхода отходов		$a = 2,5$	$a = 5,0$

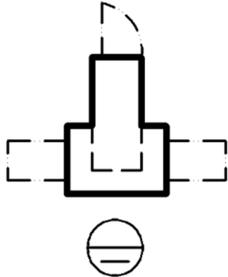
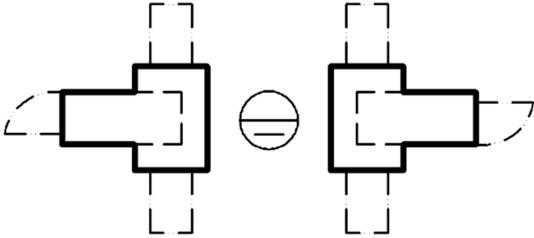
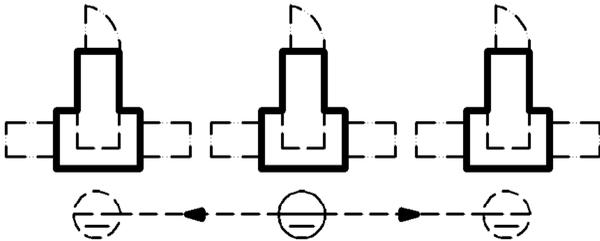
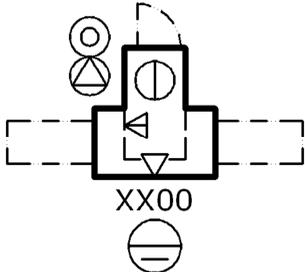
Наименование	Условное графическое обозначение
Место обслуживающего персонала у станка	
Место обслуживающего персонала при двухстороннем обслуживании	
Место обслуживающего персонала при многостаночном обслуживании	
Пример выполнения темплетов	

Таблица А2

Условные графические обозначения
наиболее часто применяемых сред (ГОСТ 2.428-84)

Вид среды	Электрoэнергия		Отсос воздуха	Вода	Сточная вода	Городской газ
Условное графическое изображение						
Вид среды	Эмульсия	Конденсат	Воздух (вентиляция)	Подвод охлаждающей воды	Отвод охлаждающей воды	Природный газ
Условное графическое изображение						
Вид среды	Сжатый воздух		Защитный газ	Вакуум	Горячая вода $t \leq 120^\circ\text{C}$	Пар
Условное графическое изображение						
Размеры при масштабе, мм	1:100	a = 3,5; a ₁ = 1,8				
	1:50	a = 7,0; a ₁ = 3,5				

Таблица А3

Условные графические изображения средств
пожарной защиты (ГОСТ 21.205-93, ГОСТ 28130-89)

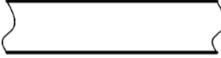
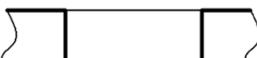
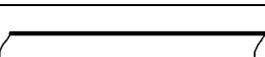
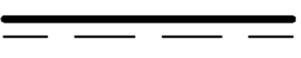
Наименование объекта	Кран (клапан) пожарный	Переносный водный огнетушитель	Переносный АВС-порошковый огнетушитель	Переносный CO ₂ огнетушитель	Передвижной огнетушитель
Символ					

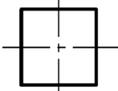
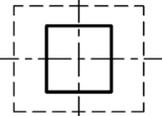
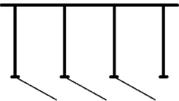
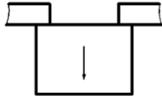
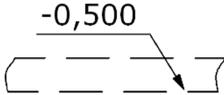
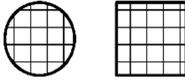
Таблица А4

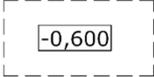
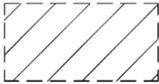
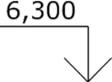
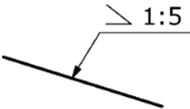
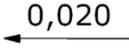
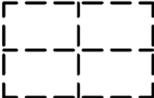
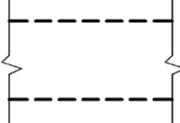
Условные графические обозначения точек подвода сред

Наименование точки подвода	Кислород	Керосин	Вода обратная	Фонтанчик питьевой	Автомат газированной воды
Обозначение					
Наименование точки подвода	Ацетилен	Пропан-бутан	Постоянный ток	Переменный ток	Тепловыделение в цех
Обозначение					
Наименование точки подвода	Аммиак	Содовый раствор	Крепители литейные	Лакокрасочные материалы	Комплексный связующий материал
Обозначение					
Наименование точки подвода	Масло	Бензин	Заземление	Электророзетка штепсельная	Лампа накаливания осветительная
Обозначение					
Наименование точки подвода	Мазут	Дизельное топливо	Фильтр для очистки воды	Телефон	Воздуонагреватель
Обозначение					
Размеры при масштабе, мм	1:100	диаметр (размер) значка = 3,5			
	1:50	диаметр (размер) значка = 7,0			

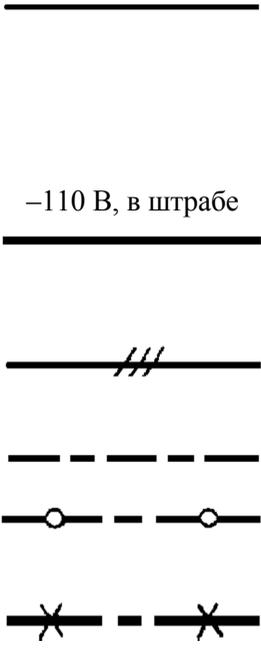
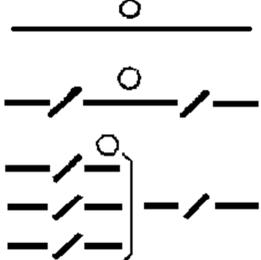
Условные графические изображения строительных конструкций и их элементов (ОНТП 14-93)

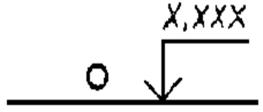
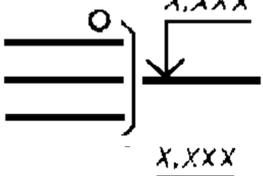
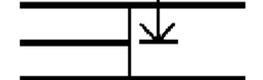
Наименование	Обозначение
Стена	
Стена, проектируемая дополнительно	
Стена существующая, подлежащая разборке	
Проем в существующей стене, перегородке, подлежащий частичной закладке	
Проем в существующей стене, перегородке, подлежащий расширению	
Проем в стене, перегородке, не достигающий до пола	
Проем в стене, перегородке, достигающий до пола	
Капитальная стена, сплошная перегородка до низа фермы или до потолка на компоновочных планах	
Перегородка	
Перегородка сборная щитовая	
Перегородка сетчатая	
Легкие перегородки всех видов на компоновочных планах	

Наименование	Обозначение
Колонна железобетонная	
Колонна с фундаментом	
Колонна здания на компоновочных планах	
Ворота, проем, дверь на компоновочных планах	
Ограждение площадок, барьеры	
Кабины душевые	
Кабины уборных	
Пандус	
Канал подпольный	
Колодец шахтный	
Колодец (люк), накрытый решеткой	
Отверстие прямоугольное, круглое	

Наименование	Обозначение
Яма для технологических целей	
Прямо́к для установки оборудования <i>Примечание.</i> Отметка уровня указывается при необходимости	
Площадки, антресоли с отметкой высоты расположения	
Подвальные помещения. <i>Примечания:</i> 1. Штриховка должна быть бледной и редкой. 2. Допускается несплошная штриховка	
Отметка уровня	
Направление уклона плоскостей. <i>Примечание:</i> величину уклона (тангенс угла наклона) указывают в виде простой или десятичной дроби	
Направление уклона плоскостей на планах	
Грунт естественный	
Место хранения, складирования деталей, заготовок	
Проходы, проезды. <i>Примечание:</i> допускается затушевывать сплошную или точками	
Граница участков	

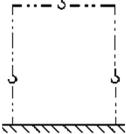
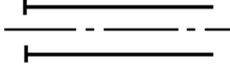
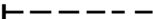
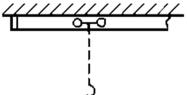
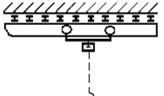
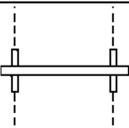
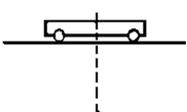
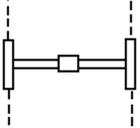
Изображения линий проводок и токопроводов
(ГОСТ 21.614-88)

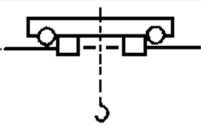
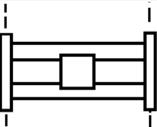
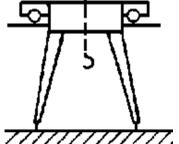
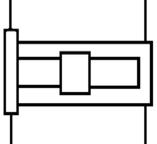
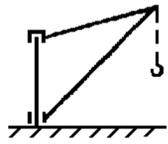
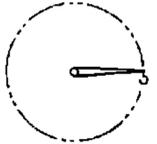
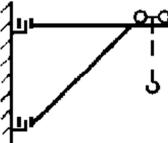
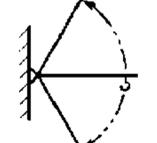
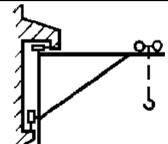
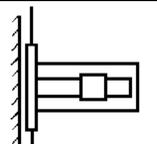
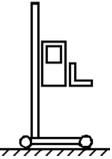
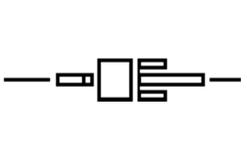
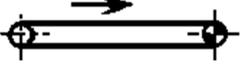
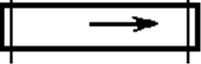
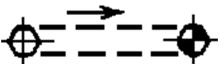
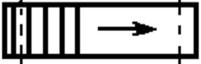
Наименование	Изображение	Размер, мм
<p>1. Линия проводки. Общее изображение. Допускается указывать над изображением линии данные проводки (род тока, напряжение, материал, способ прокладки, отметка проводки и т. п.). <i>Например</i>, цепь постоянного тока напряжением 110 В. Допускается количество проводников в линии указывать засечками. <i>Например</i>, линия, состоящая из трех проводников.</p> <p>1.1. Линия заземления и зануления.</p> <p>1.2. Заземлители.</p> <p>1.3. Металлические конструкции, используемые в качестве магистралей заземления, зануления</p>	 <p style="text-align: center;">-110 В, в штрабе</p>	Толщина 1,0
<p>2. Проводка в трубах.</p> <p>Общее изображение.</p> <p>2.1. Проводка в трубе, прокладываемой открыто.</p> <p>2.2. Проводка в трубах, прокладываемых открыто.</p>		

Наименование	Изображение	Размер, мм
2.3. Проводка в трубе, прокладываемой скрыто (в бетоне, в грунте и т. п.), с указанием отметки заложения.		
2.4. Проводка в трубах, прокладываемых скрыто.		
2.5. То же, при необходимости показа габаритов группы труб		
3. Прокладка шин и шинопроводов.		
Общее изображение.		Толщина 2,0
3.1. Шина, проложенная на изоляторах.		
3.2. Пакет шин, проложенных на изоляторах.		Толщина 1,0
3.3. Шины или шинопровод на стойках.		
3.4. То же, на подвесах.		То же
3.5. То же, на кронштейнах		

Примечание: изображение места крепления шинопровода по пп. 3.1–3.5 должно соответствовать его проектному положению.

Условные графические изображения основного
 подъемно-транспортного оборудования
 и средств межоперационного транспортирования
 деталей и заготовок (ГОСТ 21.112-87)

Наименование	Условное графическое изображение	
	вид сбоку	вид сверху
1. Зона действия грузоподъемной машины		
2. Рельс ходовой для монорельсовой дороги		
3. Путь рельсовый		
4. Путь подкрановый или рельсовый путь крана		 
5. Дорога монорельсовая		
6. Кран подвесной		
7. Кран однобалочный мостовой		

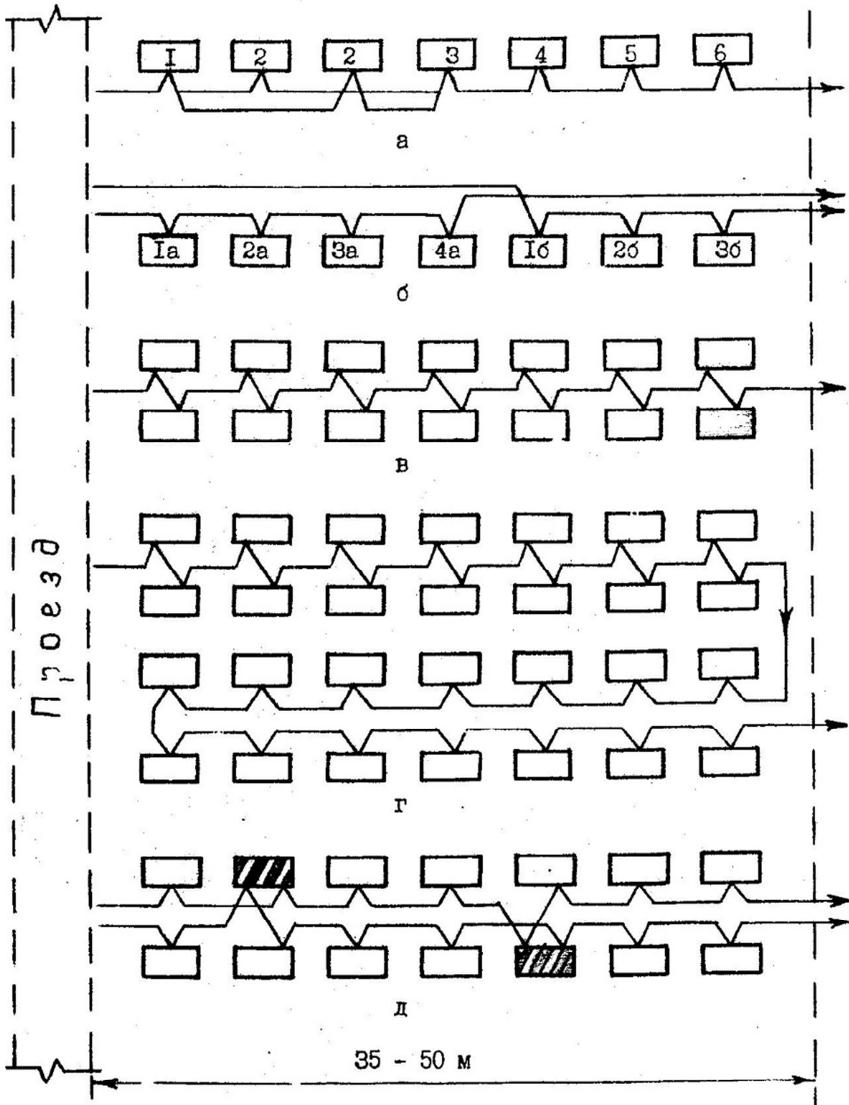
Наименование	Условное графическое изображение	
	вид сбоку	вид сверху
8. Кран двухбалочный мостовой		
9. Кран полукозловой		
10. Кран консольный на колонне		
11. Кран настенный консольный		
12. Кран передвижной консольный		
13. Кран-штабелер стеллажный		
14. Конвейер ленточный		
15. Конвейер пластинчатый		

Наименование	Условное графическое изображение	
	вид сбоку	вид сверху
16. Конвейер роликовый		
17. Конвейер тележечный		
18. Конвейер подвесной		
19. Конвейер вибрационный		
20. Конвейер волочильный		
21. Конвейер скребковый		
22. Конвейер шнековый		
23. Конвейер ковшовый		

Условные графические изображения других
технологических средств

Наименование	Обозначение
Инструмент электрический, подвесной на монорельсе	
Инструмент пневматический, подвесной на монорельсе	
Скат, склиз, желоб	
Таль ручная на монорельсе	
Таль электрическая	
Таль пневматическая	
Конвейер подвесной с указанием его длины и отметки от уровня пола в метрах	
Участок подъема подвесного конвейера в плане с отметкой высоты	
Участок спуска подвесного конвейера в плане с отметкой высоты	
Манипулятор	
Манипулятор на конвейере	
Промышленный робот	

Варианты размещения оборудования
в непрерывно- и переменнo-поточных линиях



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Нормы ширины проездов (ОНТП 14-93)

Вид проезда	Транспортные средства	Ширина проезда, мм	
		при одностороннем движении	при двустороннем движении
Магистральный	Напольные: электротележки, электротягачи, электропогрузчики	–	4500
	автопогрузчики, автомашины, уборочные машины и др.	–	5500
Цеховой	Все виды напольного электро-транспорта, кроме робокар	$A + 1400$	$2A + 1600$
	Робокары	$A + 400$	–
Железнодорожный ввод	Вагоны грузовые	6000	–
Пешеходный проход	–	1400	

Примечания: А – ширина груза или транспорта в мм.

- Магистральные проезды предназначены для осуществления межцеховых перевозок в корпусе при двустороннем движении.
- Магистральные проезды шириной 5500 мм для автотранспорта, уборочных машин и др. применять при соответствующем обосновании.
- Количество и расположение магистральных проездов определяется компоновкой корпуса и схемой грузопотоков.
- Размещение пути рельсовой тележки для транспортировки деталей и изделий вдоль магистрального проезда не допускается.
- Ширина проезда вдоль наружных стен для протирки окон определяется шириной механизмов для указанных работ $A + 400$ мм.
- Ширина канала стружкоуборки, размещенного вдоль проезда, не входит в ширину проезда.
- При развороте транспорта в проезде на 90° ширина проезда определяется характеристикой транспорта.
- Следует выбирать ширину цехового проезда из ряда чисел, мм: 1400, 2000, 2200, 2600, 2800, 3000, 3200, 4000.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г1

Нормы расстояний станков от проезда, относительно друг друга, от стен и колонн здания для цехов массового и крупносерийного производств (ОНТП 14-93)

Расположение станков	Обозначение	Расстояние (см. рис. Б1), мм			
		Наибольший габаритный размер станка в плане, мм, не более			
		1800	4000	8000	Св. 8000
К проезду:					
Фронтом	а	1000			1200
Тыльной стороной	б	500			
Боковой стороной	в	500			
Относительно друг друга:					
В «затылок»	г	1400	1600	1800	
Тыльной стороной	д	700	800	1000	
Боковой стороной	е	900		1200	
Фронтом при обслуживании одним рабочим:					
Одного станка	ж	1900	2300	2600	
Двух станков	з	1400	1600	–	–
Трех станков при П-образном расположении	и	1400	1600	–	–
	к	700			
Относительно стен и колонн:					
Фронтом	л	1300	1500		
Тыльной стороной	м	700	800	900	
Боковой стороной	н	900			

Примечание: расстояние от стен, колонн до фронтальной стороны станка «Л₁» (рис. Г1) установлено: 1300 мм – для станков с наибольшим габаритным размером в плане до 4000 мм и 1500 мм – для станков с габаритами в плане свыше 4000 мм.

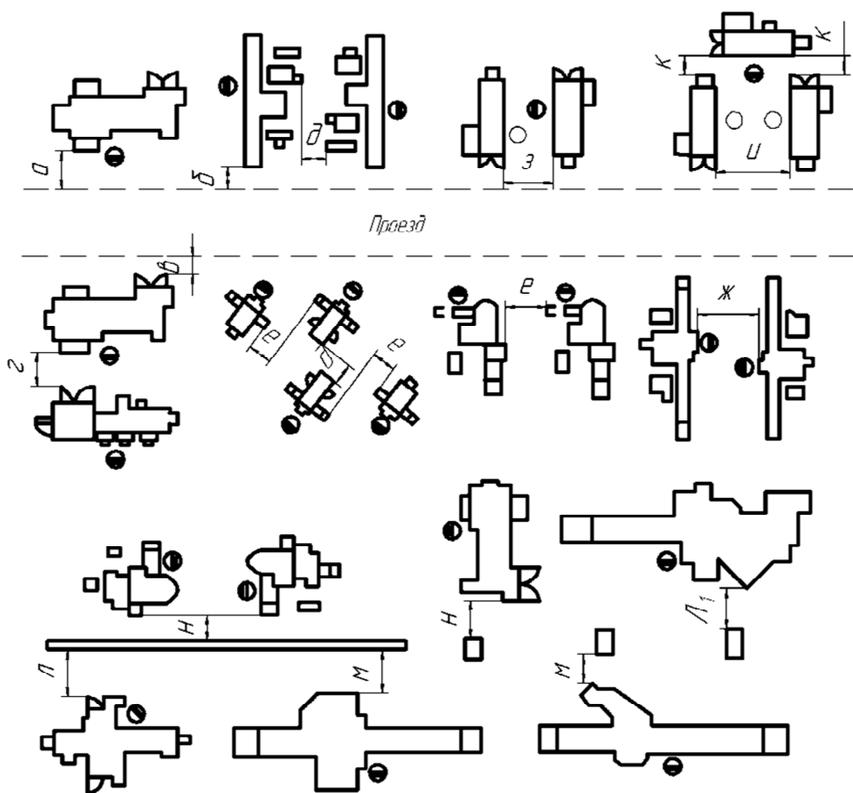


Рис. Г1. Схемы расстановки станков

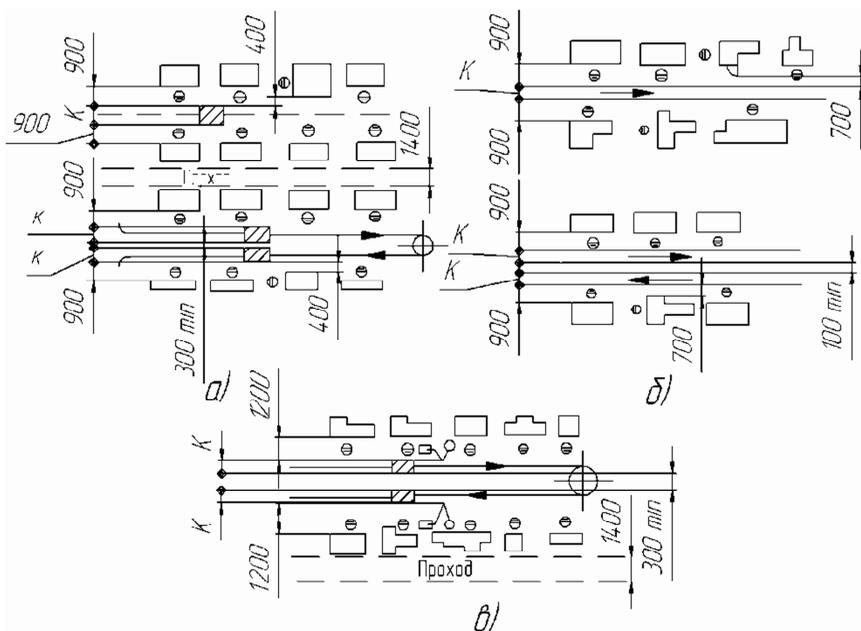


Рис. Г.2. Примеры планировочных решений станочных линий с использованием различных видов межоперационного транспорта:
а – с подвесным конвейером или электроталью на монорельсе;
б – со стационарным роликовым или пластинчатым конвейером;
в – с подвесным конвейером и манипулятором у станков

П р и м е ч а н и я: 1. Ширина механизированного межоперационного транспорт «К» принимается в соответствии с габаритами обрабатываемых деталей. 2. Расстояние между станками с механизированным межоперационным транспортом следует принимать по табл. Б.1

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Темплеты некоторых моделей технологического оборудования (масштаб 1:100)

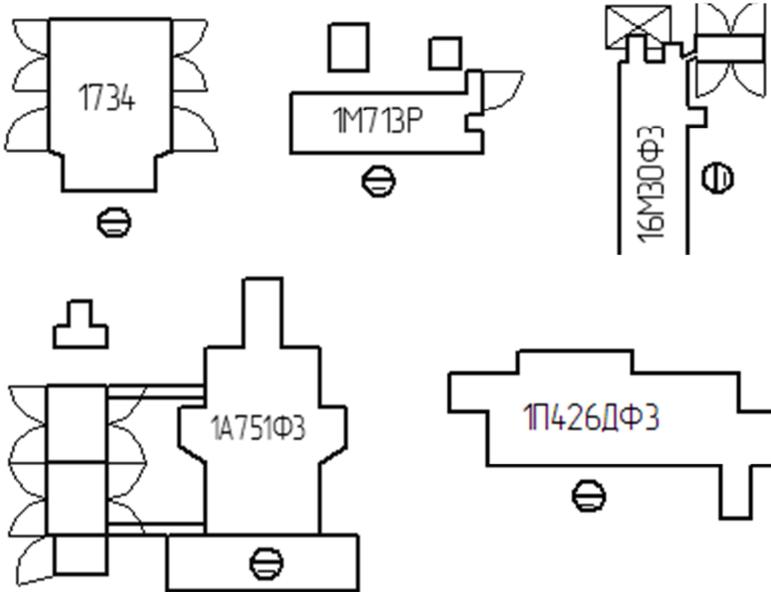
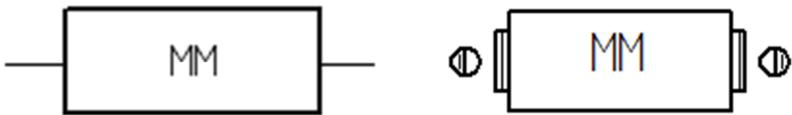


Рис. Д1. Токарные



Встраиваемые в линию
подвешного конвейера

Устанавливаемые отдельно
от транспортной системы

Рис. Д2. Моечные машины

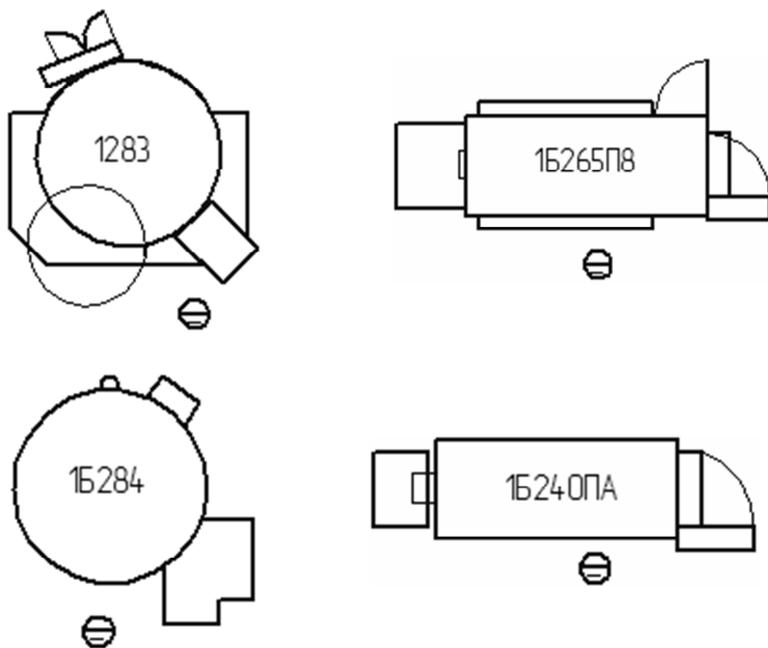


Рис. Д3. Токарные многошпиндельные

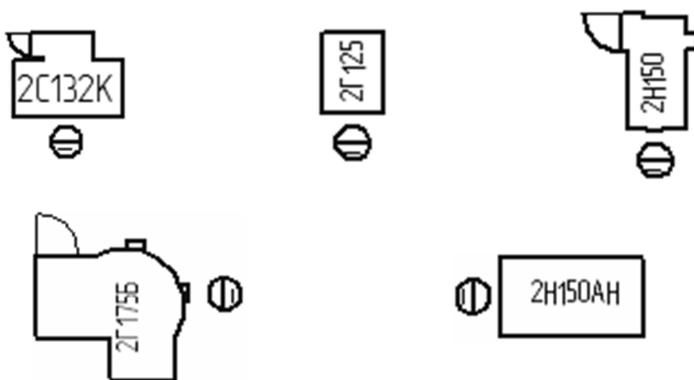


Рис. Д4. Сверлильные

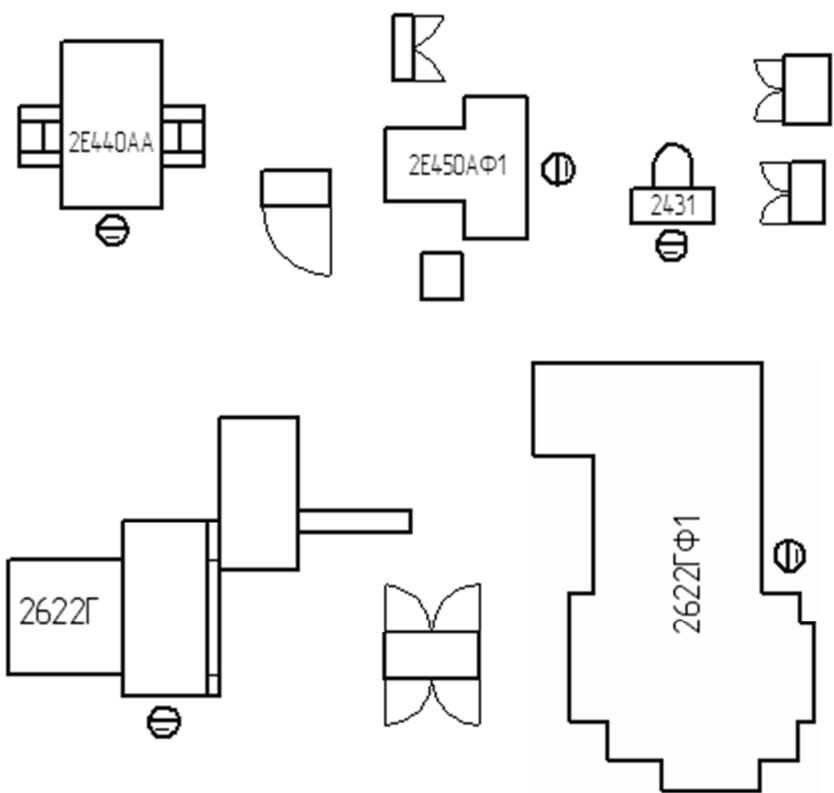


Рис. Д5. Расточные

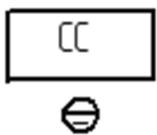


Рис. Д6. Слесарный стол

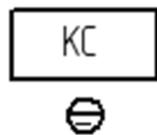


Рис. Д7. Контрольный стол

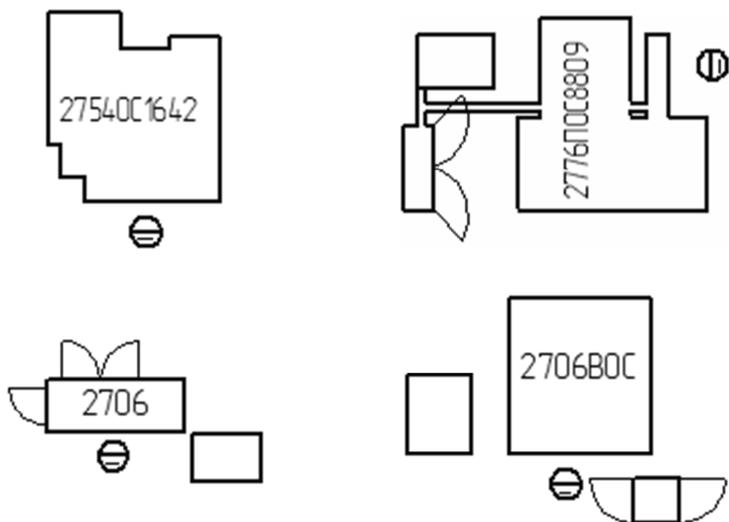


Рис. Д8. Отделочно-расточные

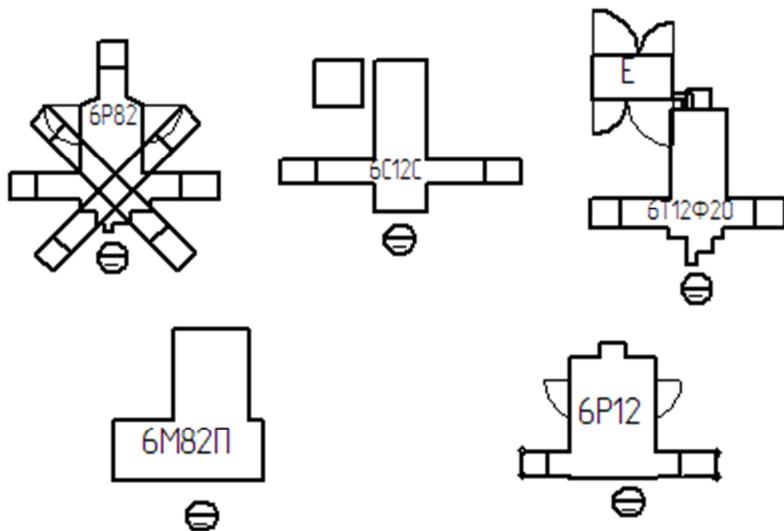


Рис. Д9. Фрезерные

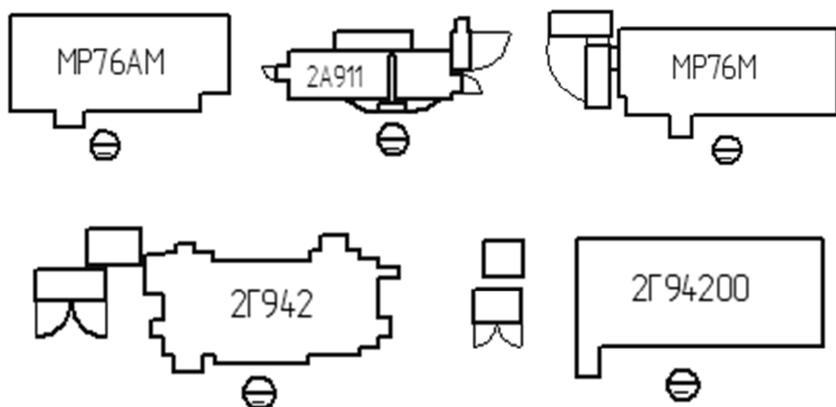


Рис. Д10. Фрезерно-центральные

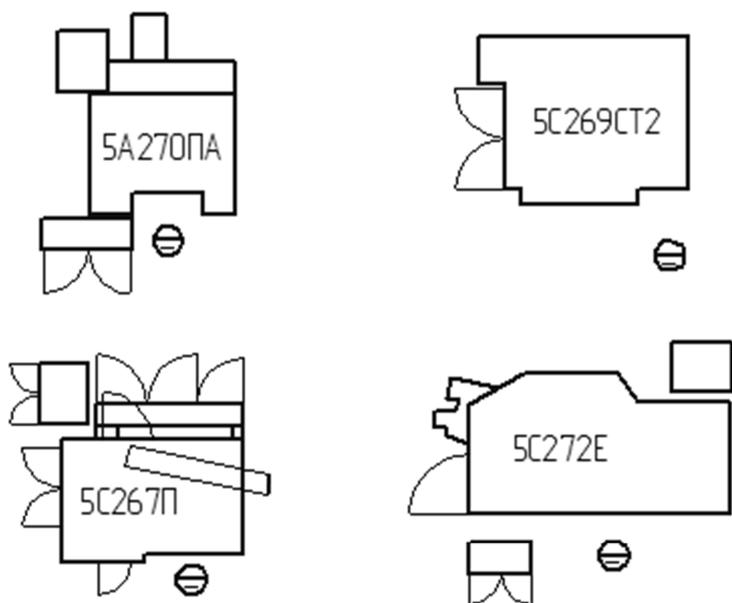


Рис. Д11. Зубонарезные

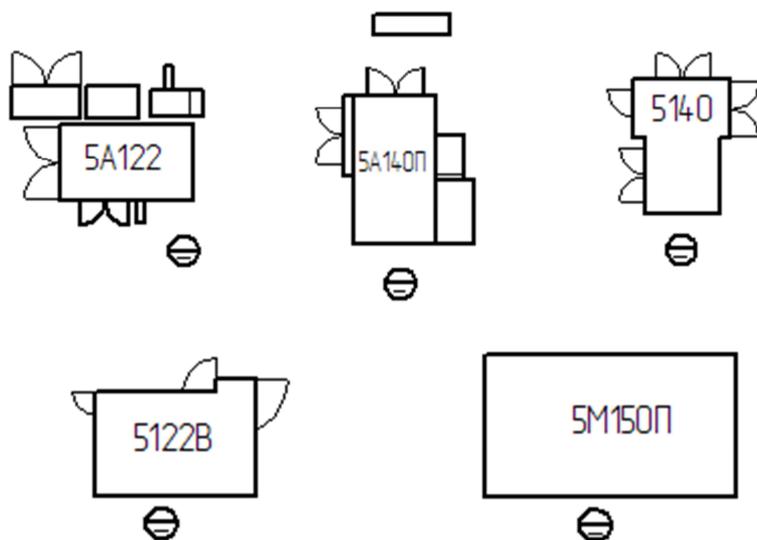


Рис. Д12. Зубодолбежные

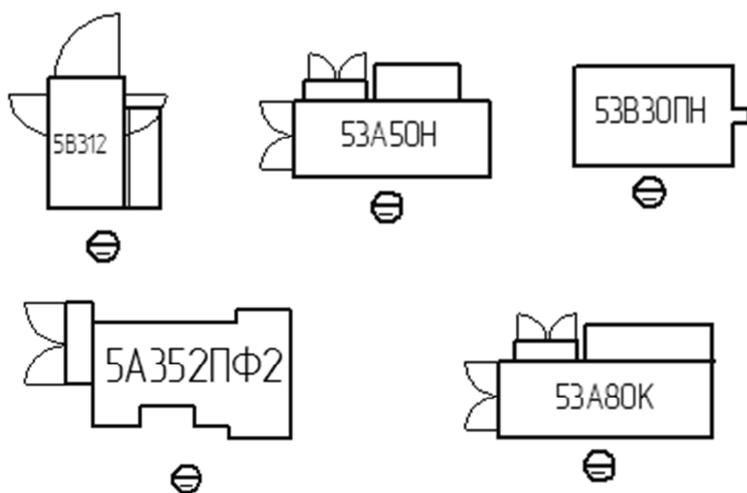


Рис. Д13. Зубофрезерные (шлицефрезерные)

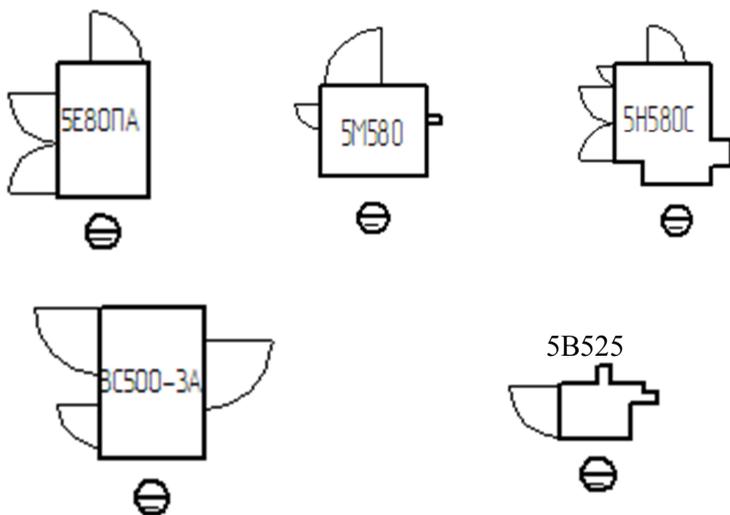


Рис. Д14. Зубозакругляющие и зубофасочные

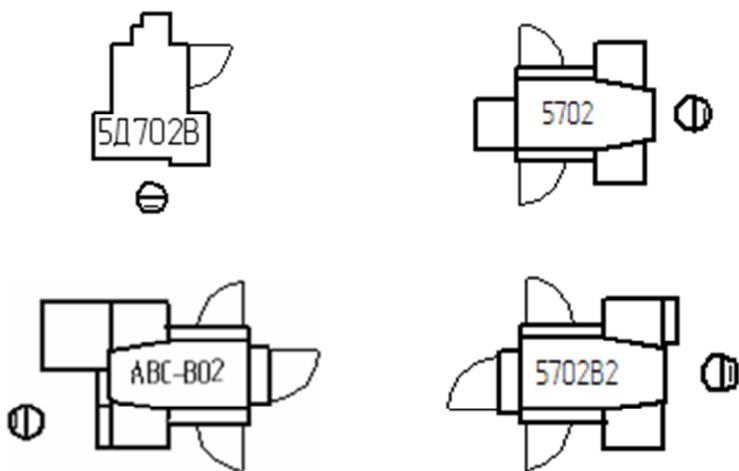


Рис. Д15. Зубошеввинговые

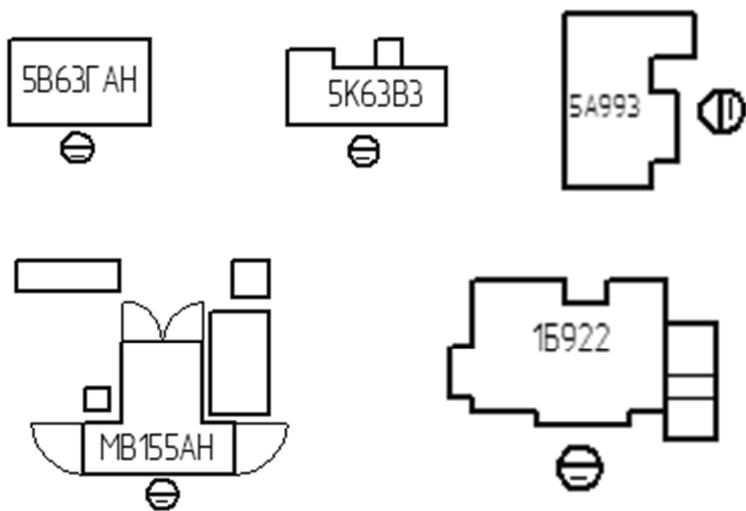


Рис. Д16. Резьбонарезные (наружные резьбы)

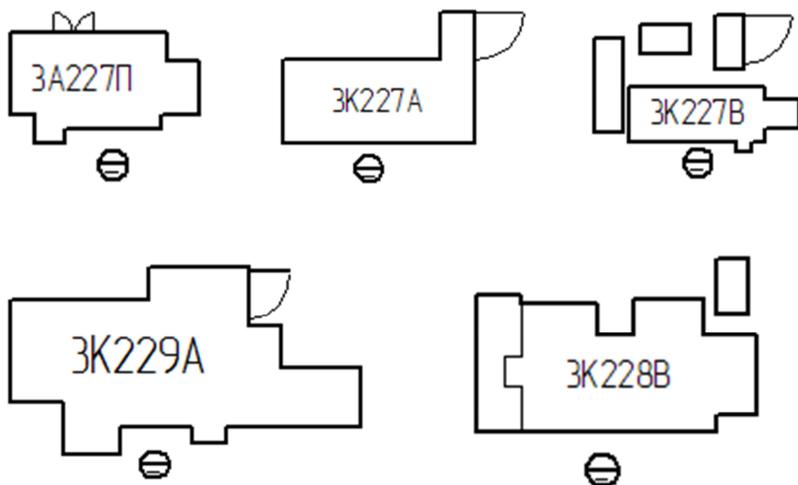


Рис. Д17. Внутришлифовальные

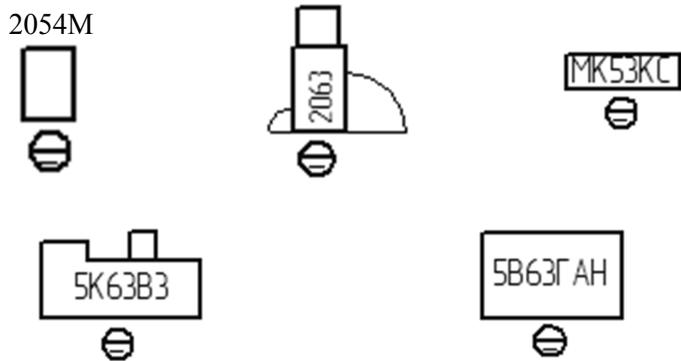


Рис. Д18. Резьбонарезные (внутренние резьбы)

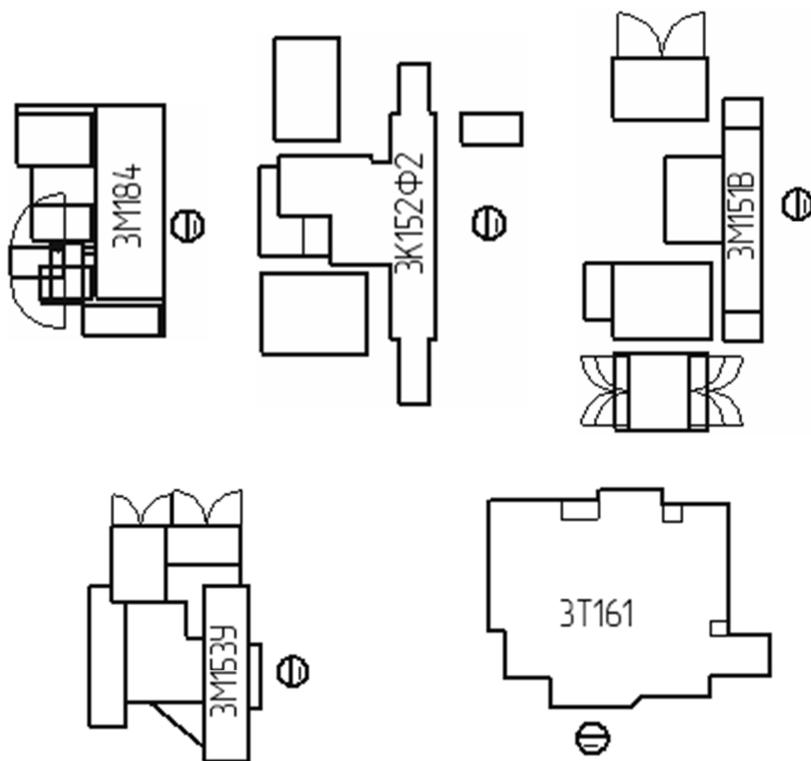


Рис. Д19. Круглошлифовальные станки

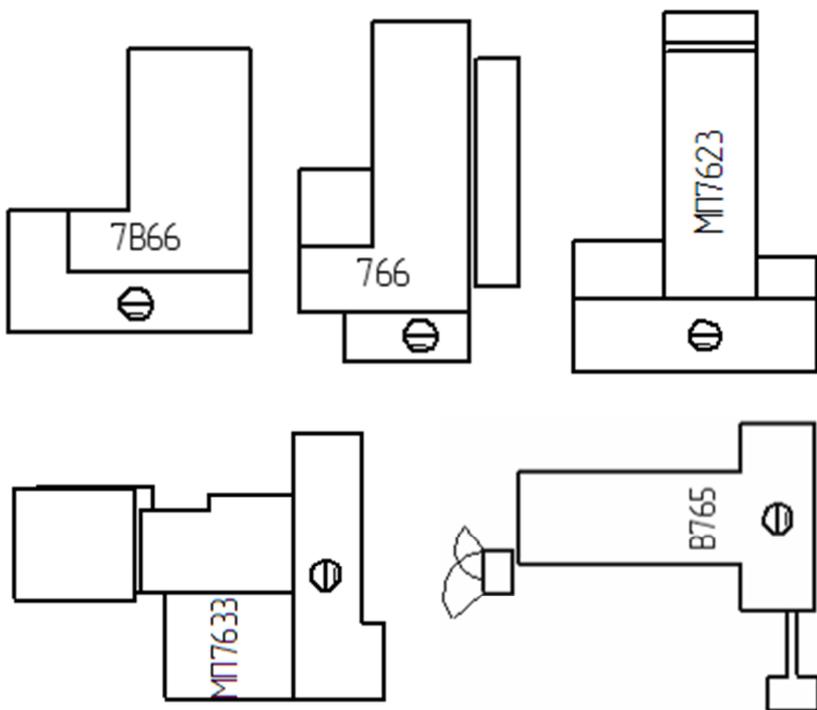


Рис. Д20. Протяжные (для внутреннего протягивания)

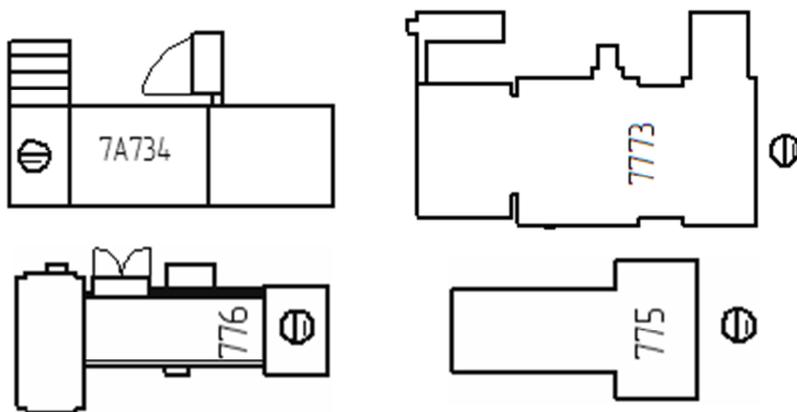


Рис. Д21. Протяжные (для наружного протягивания)

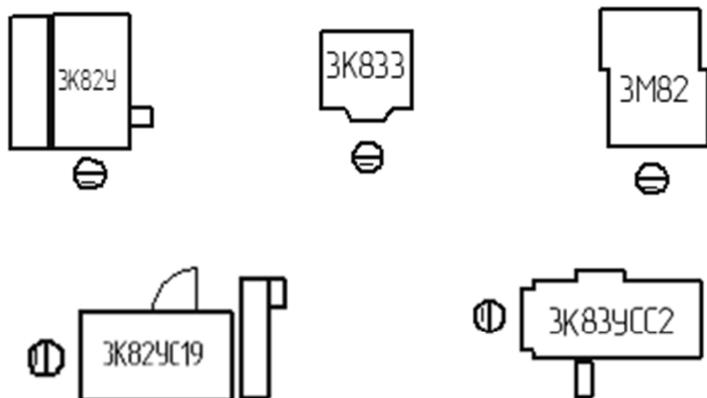


Рис. Д22. Хонинговальные

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Цель работы	4
2. Исходные данные	4
3. Определение количества основного технологического оборудования	5
3.1. Непрерывно-поточные линии	5
3.2. Переменно-поточные и групповые поточные линии	9
3.3. Непоточное производство	11
4. Построение графиков загрузки оборудования.....	12
5. Определение массы стружки и выбор способа ее удаления с участка	13
6. Выбор межоперационного транспорта.....	15
7. Разработка планировки участка механического цеха	17
7.1. Требования, предъявляемые к планировкам.....	17
7.2. Методические указания по выполнению планировок	19
8. Порядок выполнения работы.....	23
9. Содержание отчета	24
10. Контрольные вопросы.....	24
Список рекомендуемой литературы	25
ПРИЛОЖЕНИЯ	27

Учебное издание

РОМАНЕНКО Владимир Иванович
ЯРМАК Юльян Юльянович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ
УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ**

Пособие

для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»

Редактор *Е. И. Бенищевич*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 31.03.2022. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,37. Уч.-изд. л. 2,64. Тираж 300. Заказ 736.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.