

Введение

Дисциплина “Проектирование механосборочных участков и цехов”:

- Значение дисциплины при подготовке инженеров
- Задачи инженера-технолога при разработке производственных процессов
- Возникновение и развитие дисциплины
- Особенности современного этапа развития машиностроения
- Роль реконструкции и технического перевооружения производств

Основные понятия и определения (состав цеха)

- **Проект** – это совокупность конструкторских и технологических документов
- **Предприятие** – это обособленный технико-экономический и социальный комплекс
- **Цех** – основное производственное подразделение промышленного предприятия
- **Производственный участок** – объединенная по тем или иным признакам группа рабочих мест
- **Рабочее место** – это часть объема цеха, предназначенная для выполнения работы одним или группой рабочих
- **Вспомогательные подразделения** - предназначены для обслуживания и обеспечения бесперебойной работы производственных участков
- **Служебные помещения** - предназначены для размещения административно-конторских служб цеха
- **Бытовые помещения** - предназначены для санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд работающих (гардеробные, душевые, туалеты, пункты приема пищи (столовые, буфеты) и др.)

Задачи, решаемые при разработке проектов

- экономические:
- технические
- организационные

Все задачи должны решаться **комплексно**, так как каждое принимаемое в проекте техническое решение должно быть **экономически обосновано** и осуществлено в определенных организационных формах и **в определенной последовательности**,
вытекающей из взаимосвязанности

Экономические задачи:

- выбор объекта производства и степени специализации цеха;
- установление производственной программы предприятия;
- определение источников снабжения;
- выбор места расположения проектируемого объекта;
- определение необходимых размеров основных и оборотных средств;
- определение себестоимости новой продукции и определение экономической эффективности;
- решение вопросов финансирования предприятия;

Технические задачи:

- проектирование техпроцессов обработки (сборки);
- определение годовой станкоемкости мехобработки (трудоемкости сборки);
- расчет количества и состава работающих в цехе;
- определение количества и состава оборудования;
- расчет необходимого количества сырья, материалов, полуфабрикатов, топлива и энергии всех видов;
- разработка систем транспорта, освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения, канализации;
- разработка компоновки и планировки, расчет производственных, вспомогательных, административно-конторских и санитарно-бытовых площадей цеха;
- определение размеров, типов и форм зданий, разработку их конструкций;

Организационные задачи:

- разработка структуры управления заводом (цехом);
- распределение функций и связей между отделами и отдельными должностными лицами;
- разработка вопросов научной организации труда;
- установление порядка прохождения заказа, документации, форм планирования, отчетности и контроля по цеху (заводу);
- разработка мероприятий по подготовке кадров, технике безопасности и др.

Последовательность проектирования

Два последовательных этапа:

- **предпроектный**, определяют рациональность и эффективность строительства или реконструкции и проводят его чаще всего **в два подэтапа**:
 - **предпроектное обследование** и разработка ТЭО;
 - **разработка и утверждение** технической заявки на создание и внедрение новой производственной системы.
- **проектный**, на котором разрабатывают проект в **одну или две стадии**, в зависимости от масштаба выпуска и

Проектные работы

- **в одну стадию** - проектирование простых, типовых и экономически проверенных объектов
 - разрабатывается **технорабочий проект**, совмещенный с рабочими чертежами и детальное проектирование не осуществляют, используют типовые проекты с хорошими ТЭП
- **в две стадии** - проектирование новых или более сложных объектов:
 - **1-ая стадия - технический проект**, решается комплекс технических, экономических и организационных задач. Утвержденный технический проект является основанием для начала финансирования строительства, завоза нового оборудования и выполнения **стадии 2**.
 - **2-ая стадия - детализируют** технические решения, принятые на первой стадии, и **разрабатывают рабочие чертежи** оригинального и специального

Задание и исходные данные для проектирования

Техническое задание – основание для проектирования участков и цехов.

Разработку задания осуществляет **Заказчик** проекта **совместно с проектной организацией**.

В задании на проектирование **указывают**:

- обоснование выбора площадки, сведения о размерах, рельефе, условиях освоения;
- номенклатуру объектов производства;
- объем выпускаемой продукции в натуральном и стоимостном выражениях;
- режим работы цеха, участка;
- эффективные фонды времени оборудования, рабочих мест и рабочих;
- требования по защите окружающей среды и утилизации отходов;
- необходимость разработки автоматизированной системы управления производством;
- намечаемые сроки строительства;
- стадийность проектирования;

перечень основных требований к архитектурно-художественному оформлению и благоустройству территории.

К заданию прилагают заключение головного института отрасли о техническом уровне изделий, подлежащих выпуску и их перспективности и различные **рабочие чертежи**.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОСНОВНОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ХАРАКТЕР И СОСТАВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ В ОСНОВНОМ
ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ

ТИПОМ ПРОИЗВОДСТВА

$$K3.O = O / P$$

Тип производства	Число обрабатываемых деталей одного типа (размера) в год		
	Тяжелых, массой более 100 кг	Средних, массой 10...100 кг	Легких, массой до 10 кг
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5 - 100	10 - 200	100 - 500
Среднесерийное	100 - 300	200 - 500	500 - 5000
Крупносерийное	300 - 1000	500 - 5000	5000 - 50000
Массовое	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000¹¹

Основными критериями выбора технологического оборудования являются:

- точность, мощность и производительность оборудования;
- габариты обрабатываемых деталей;
- тип обрабатываемых деталей (валы, диски, корпусные детали и т.д.);
- степень автоматизации оборудования и техпроцессов.

Окончательно выбор оборудования осуществляют по минимальным приведенным затратам на годовой объем выпуска:

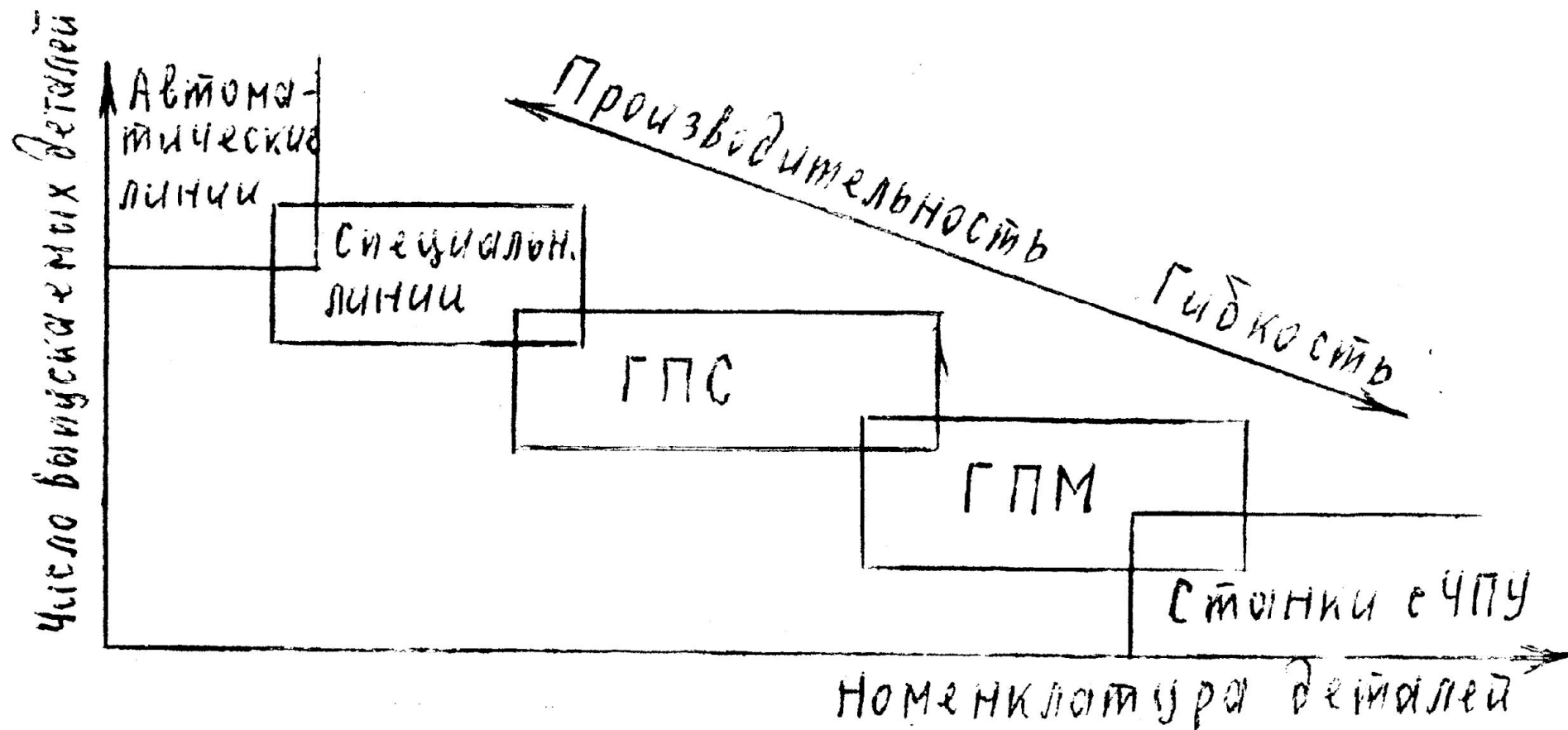
$Z = C + E_n \cdot K$, где:

C – себестоимость годового объема выпуска изделий;

$E_n = 0,15$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K – капитальные вложения, рассчитанные на годовой объем выпуска продукции (включают стоимость оборудования, инструмента, зданий, затраты на незавершенное производство, жилищное и культурно-бытовое строительство).

ПРИ **ВЫБОРЕ ОБОРУДОВАНИЯ** ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ВАЖНЕЙШИМ ИЗ КОТОРЫХ ЯВЛЯЕТСЯ **СТЕПЕНЬ ЕГО АВТОМАТИЗАЦИИ**



ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕХА

- Производственная программа цеха определяется исходя из **производственной программы** завода с учетом **процента запасных частей**:

$$Ni = N \cdot mi(1 + \beta i / 100), \text{шт},$$

- где:
- Ni – объем выпуска деталей в течение планируемого интервала времени;
- N – объем выпуска изделий в течение планируемого интервала времени;
- Mi – количество деталей в одном изделии;
- βi - % запчастей.

В зависимости от типа производства и этапа проектирования производственная программа может быть:

- - **точной,**
- - **приведенной или**
- - **условной**

- **Точная программа** применяется в крупносерийном и массовом производствах.

Точная производственная программа представляет собой ведомость всех деталей подлежащих обработке с указанием: **количества, массы, вида заготовки, материала.**

- **Приведенная программа** применяется в средне- и мелкосерийном производствах, для чего выбирают **деталь-представитель**. В данном случае **трудоемкость** любой детали группы может быть определена через общий коэффициент приведения:

$$K_{пп} = K_m \cdot K_c \cdot K_{ссл} \cdot \dots \cdot K_n,$$

где:

- K_m – коэффициент приведения по массе;
- K_c - коэффициент приведения по серийности;
- $K_{сл}$ - коэффициент приведения по сложности;
- K_n - коэффициент приведения, учитывающий другие особенности, например, различие в точности и т. п..

- **Условная программа** применяется в опытном и единичном производствах

ВЫБОР СТРУКТУРЫ ЦЕХА И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ФОРМ ЕГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Структура – это набор элементов и связи между ними.

Структура цеха (участка) зависит от:

**Типа
производства**

Формы специализации цеха

Технологическую

Предметную (Подетальную)

цехи специализируют по
признаку выполняемых
технологических процессов
(литейные, кузнечные,
сварочные, механические,
сборочные и т.д.)

цехи специализируют по
признаку изготавливаемых
изделий или деталей
(подетальная специализация)

Рекомендуемые специализации участков и цехов:

Тип производства

в массовом и крупносерийном
производствах:

предметно-специализированные
поточные линии

в единичном производстве

а - в небольших механических цехах -
участки сформированные по
технологическому принципу

б - в крупных цехах - необходимо
рассмотреть целесообразность
подетальной специализации участков

в мелко- и среднесерийном
производствах

при создании ГПС):

а - подетально-специализированные механические цехи

б - подетально-специализированные участки

в - многономенклатурные групповые поточные линии

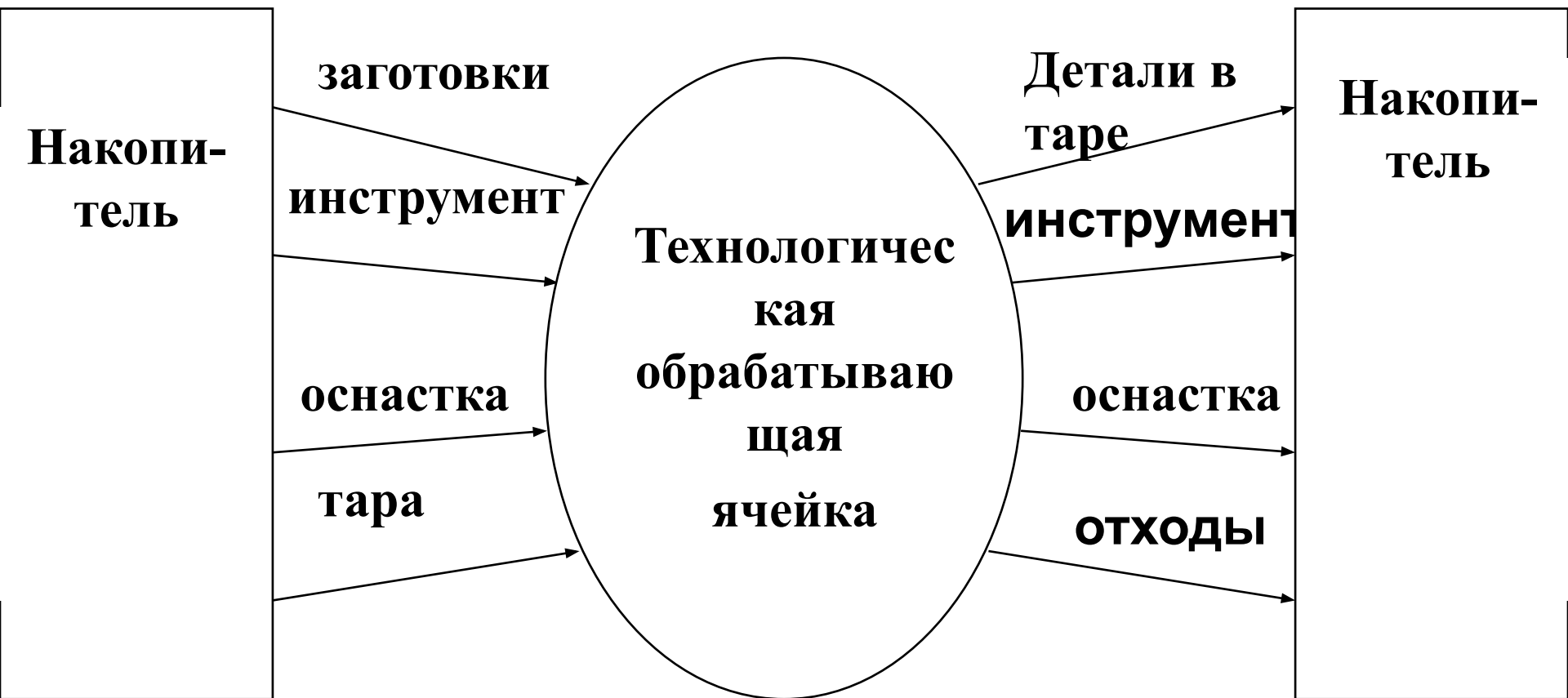
Предметная специализация цехов массового и крупносерийного производств обеспечивает прямоточность производственного процесса, когда в конце поточных линий обработки располагаются участки узловой сборки, а дальше выполняется сборка агрегатов или изделий.

На **подетально и предметно специализированных участках** и линиях, в условиях автоматизированного производства (ГАП, ГПС, ГАЦ, ГАУ) изготовление деталей можно вести по: **единичным, типовым и групповым технологическим процессам.**

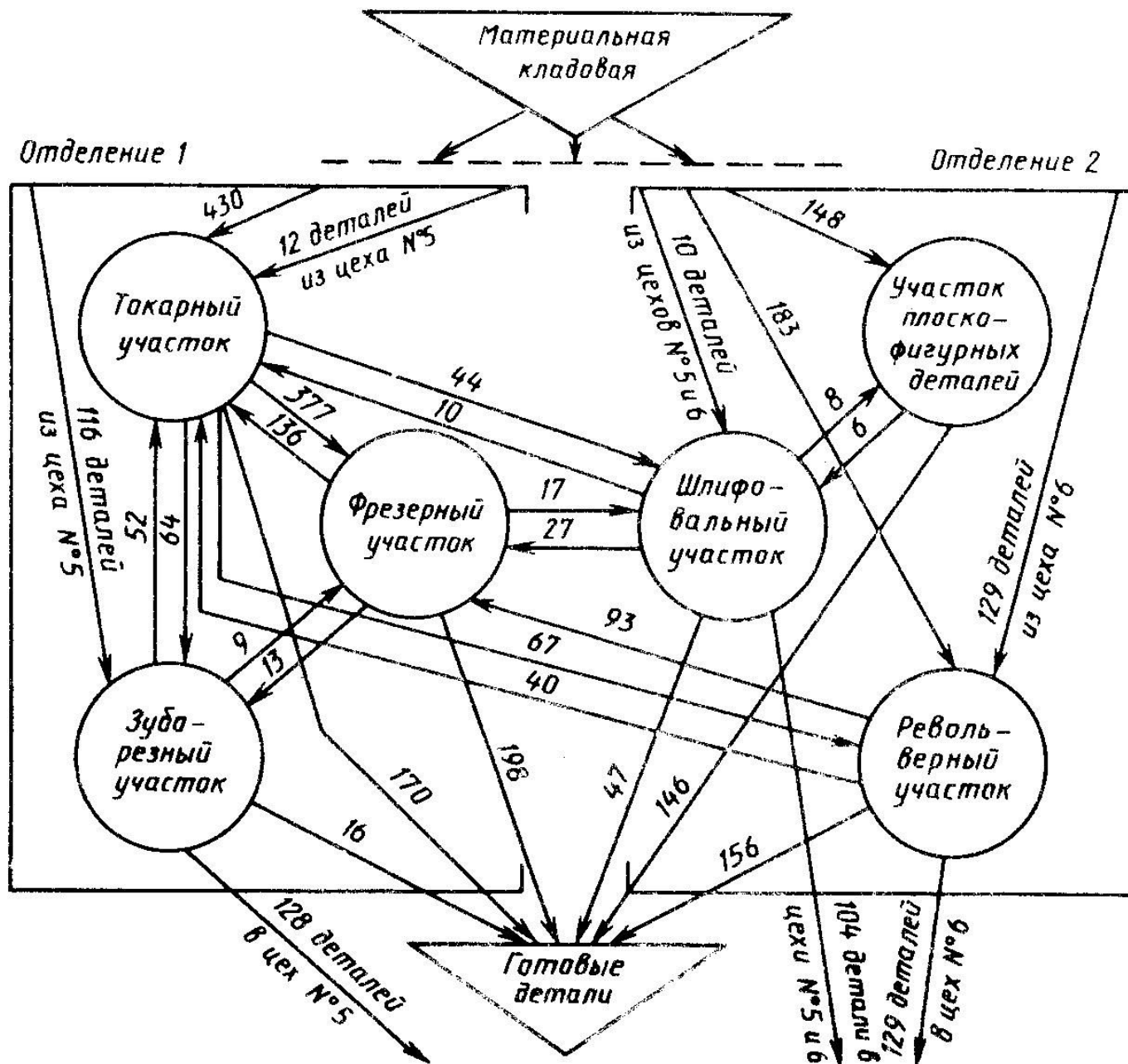
В последнем случае достигается наибольшая эффективность за счет обеспечения **минимальных затрат времени на переход к изготовлению другой детали.**

Структура цеха (участка) обязательно должна выбираться с **учетом грузопотоков, и их минимизации.**

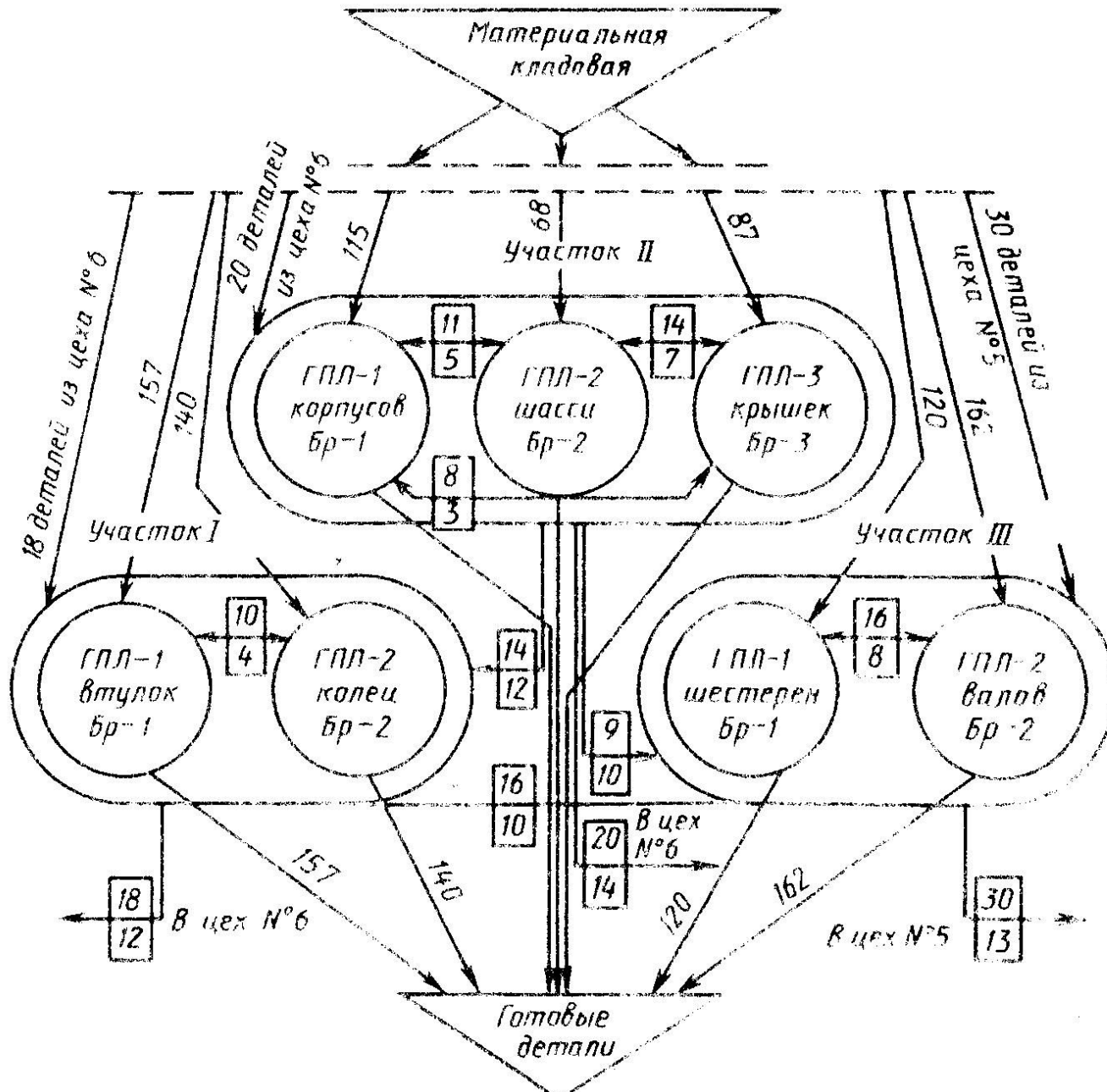
***В УСЛОВИЯХ ГАП ГРУЗОПОТОКИ, ПРИМЕНИТЕЛЬНО К
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ЯЧЕЙКЕ, МОЖНО
ПРЕДСТАВИТЬ СЛЕДУЮЩИМ ОБРАЗОМ:***



ГРАФ ГРУЗОПОТОКОВ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ УЧАСТКОВ ЦЕХА

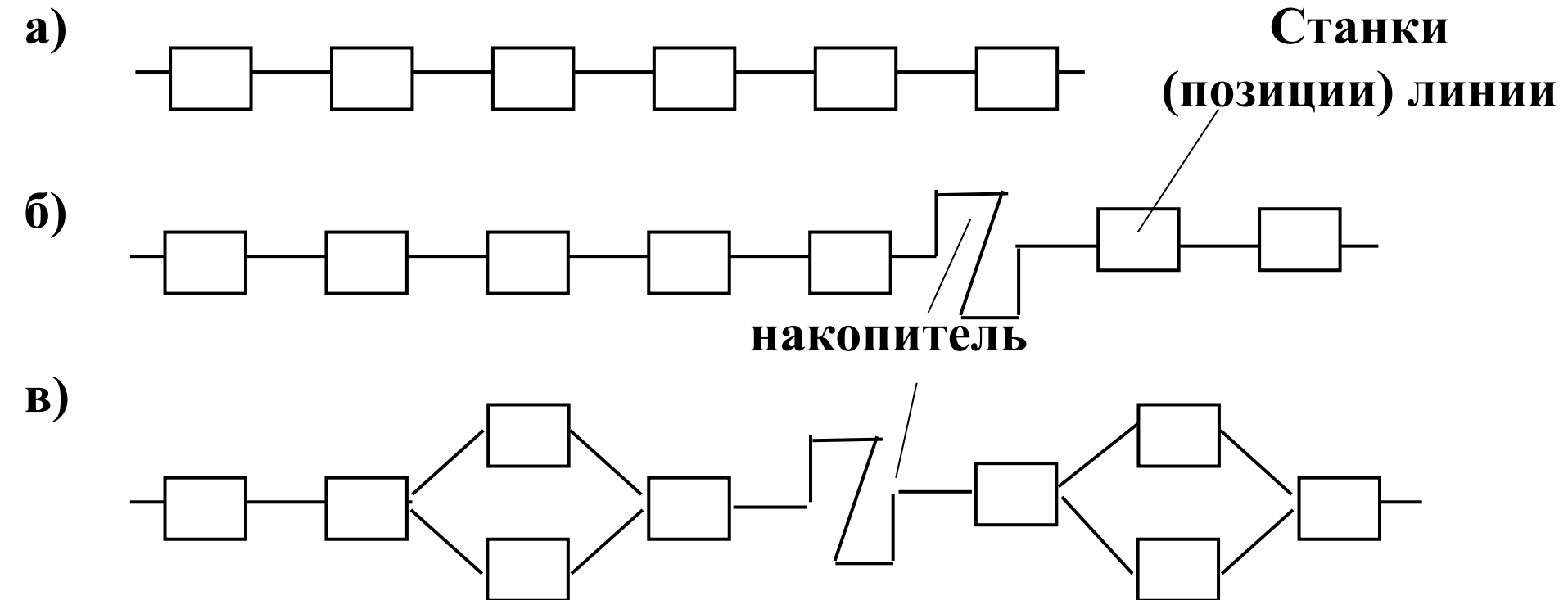


ПОДЕТАЛЬНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ УЧАСТКОВ



В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО И КРУПНОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА СТРУКТУРЫ ТИПИЧНЫХ ПОТОЧНЫХ (АВТОМАТИЧЕСКИХ) ЛИНИЙ ЖЕСТКОГО ТИПА

- а – БЕЗ РАЗДЕЛЕНИЯ И С РАЗДЕЛЕНИЕМ НА УЧАСТКИ:
б – ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ;
в – ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ**



- **Тип линии** определяют по показателю средней относительной трудоемкости операции K_{mi} , определяемый для каждой детали:

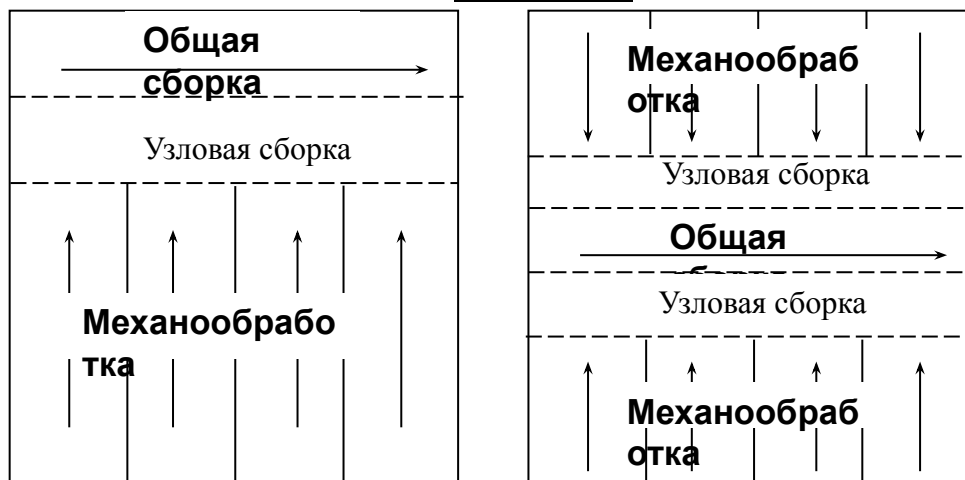
$$K_{mi} = K_{di} / R_{oi},$$

- где
- **K_{di}** – относительная трудоемкость изготовления i -й детали;
- **R_{oi}** – число операций изготовления i -й детали;
- Коэффициент **K_{mi}** выражает **число станков** на i -й операции изготовления детали или **средний коэффициент загрузки** станков в предположении однономенклатурной поточной линии.
- При значении **K_{mi}** :
- **$K_{mi} \geq 0,75$** - непрерывно-поточной линии;
- **$0,2 \leq K_{mi} \leq 0,75$** – многономенклатурной переменнo-поточной линии;
- **$0,05 \leq K_{mi} \leq 0,2$** – групповой поточной линии.

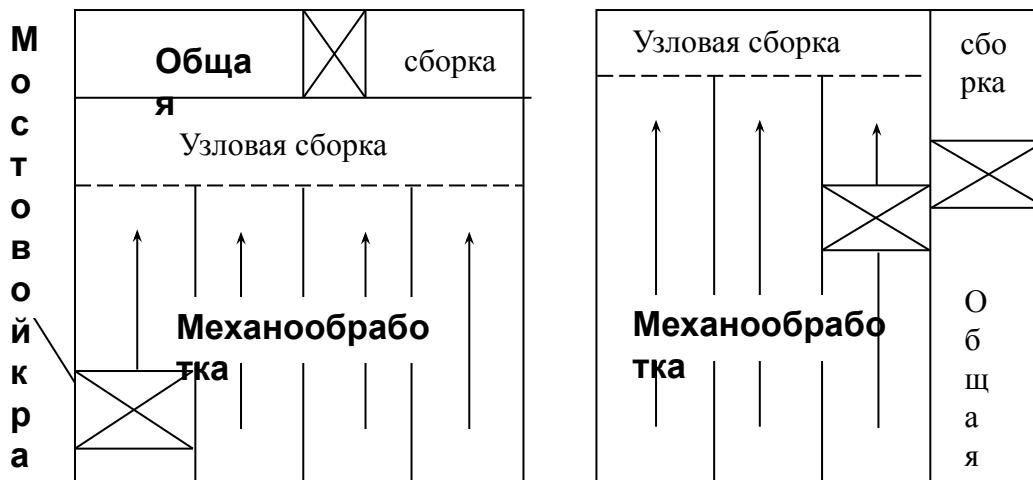
КОМПОНОВКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ

ЦЕХА

а)



в)



Схемы а) и б) – массовое и крупносерийное производство

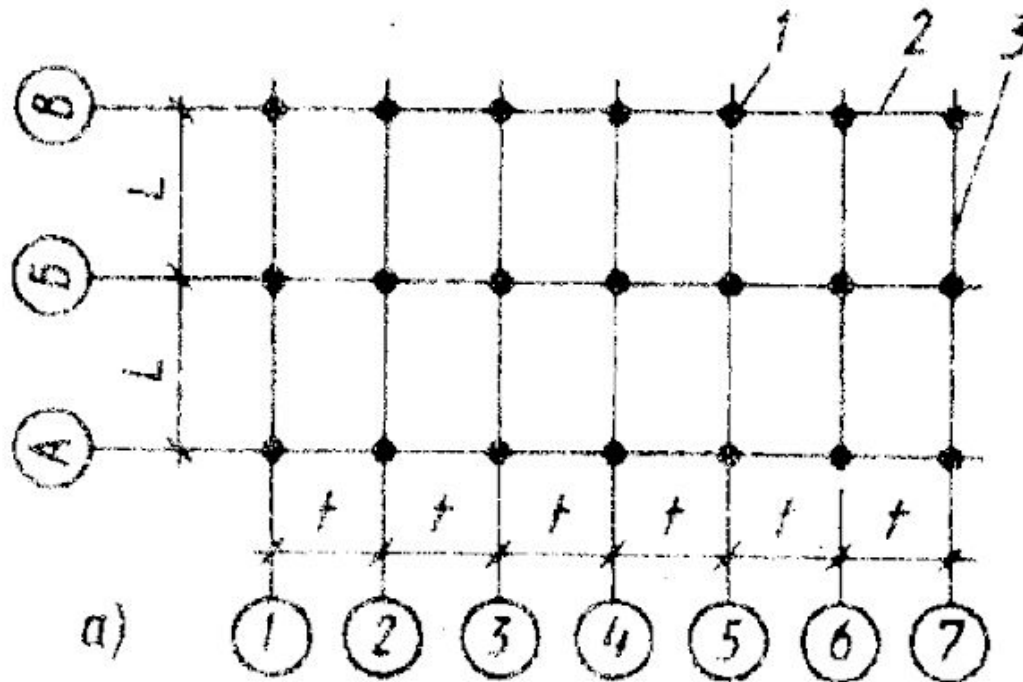
Схемы в) и г) – серийное и единичное производство

- При предварительной проработке **компоновочной** схемы необходимо определить **общую площадь S_o** участка и цеха
- Это делают по **удельной общей площади** , приходящейся на один станок или одно рабочее место:

$$S_o = S_{уд.о} \cdot S_{пр} ,$$

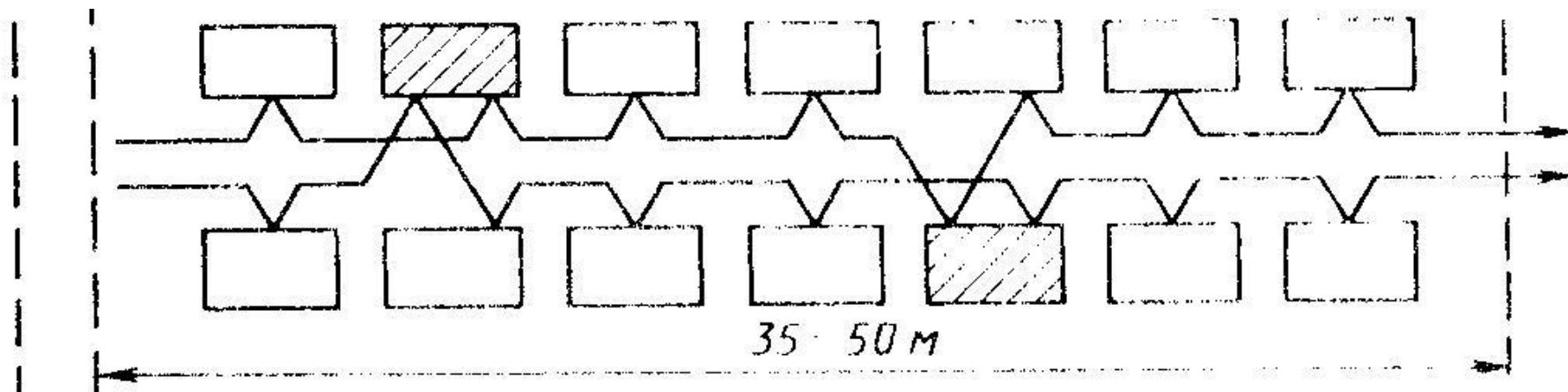
- **$S_{пр}$** – принятое число станков или рабочих мест.
- **$S_{уд.о}$** - **общая удельная площадь** , зависит от габаритных размеров применяемого оборудования и транспортных средств.
- Если **$S_{уд.о}$** дана без учета вспомогательных служб (общезаводских складов, ремонтных баз, мастерской энергетика, участка по ремонту оснастки, заточного участка, площадей, занятых энергетическими и санитарно-техническими устройствами),
- то она представляет **удельную производственную площадь ($S_{уд.пр}$)** и тогда ориентировочно общая площадь цеха (**$S_{уд.о}$**), с учетом вспомогательных отделений, может быть определена увеличив **$S_{уд.пр}$** на **15-20%**.

- На данном **этапе** выбирают и строительные параметры здания – **сетка колонн** (ширина пролета и шаг колонн) и **высота пролетов**.
- **Ширину пролета (L)** выбирают такой, чтобы можно было рационально разместить **кратное число рядов** оборудования, обычно от двух до четырех



- **Шаг колонн** – 6 или 12 метров.

Длину станочных участков и линий, из соображений пожарной безопасности, принимают в пределах **35-50 м, а между ними предусматривают магистральные (пожарные) проезды **шириной 4,5 - 5,5 м**.**



Высоту пролета определяют исходя из

- **максимальной высоты** оборудования (но не менее 2,3 м),
- **минимального расстояния** между оборудованием и перемещаемым грузом (не менее 400 мм),
- **высоты транспортируемых** грузов и - **высоты крана**.

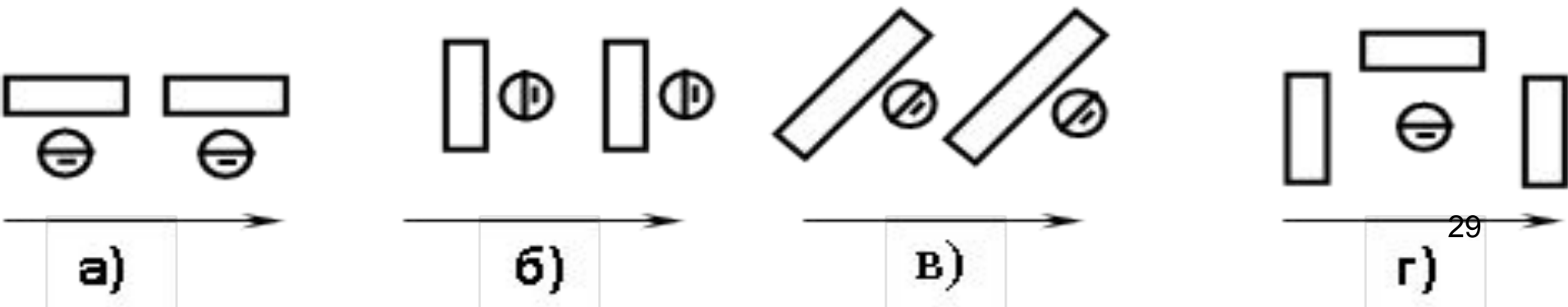
РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА УЧАСТКАХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Расположение станков на участках и линиях механической обработки определяется:

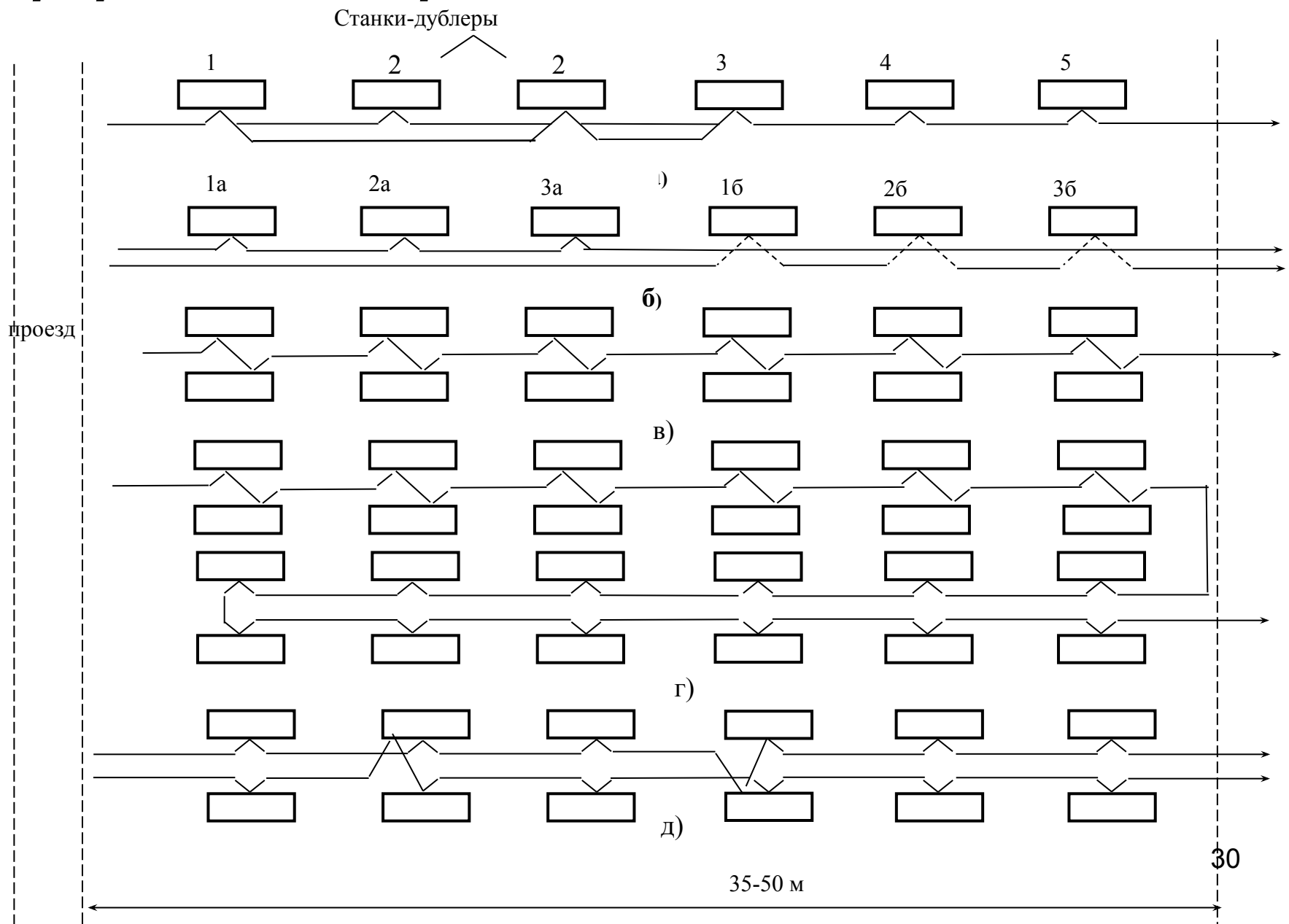
- **формой** организации производственного процесса,
- **длиной** станочных участков,
- **числом** станков,
- **видом** межоперационного транспорта,
- **способом** удаления стружки и другими факторами.

Варианты размещения станков относительно транспортных средств:

а) – продольное; б) – поперечное; в) – угловое; г) – кольцевое.

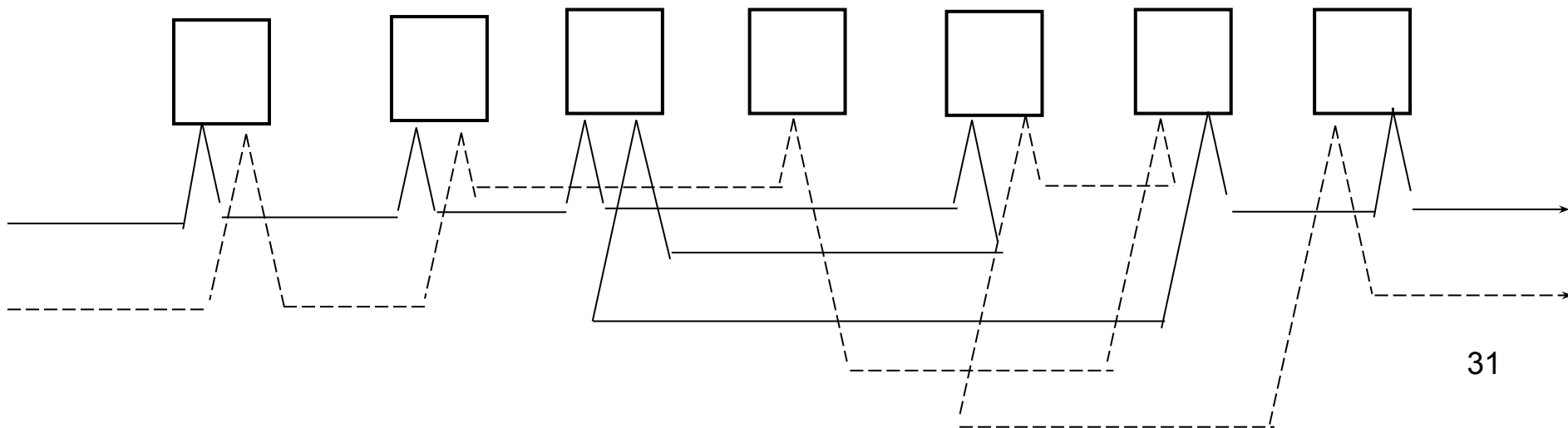


Варианты размещения оборудования в непрерывно- и переменнo-поточных линиях



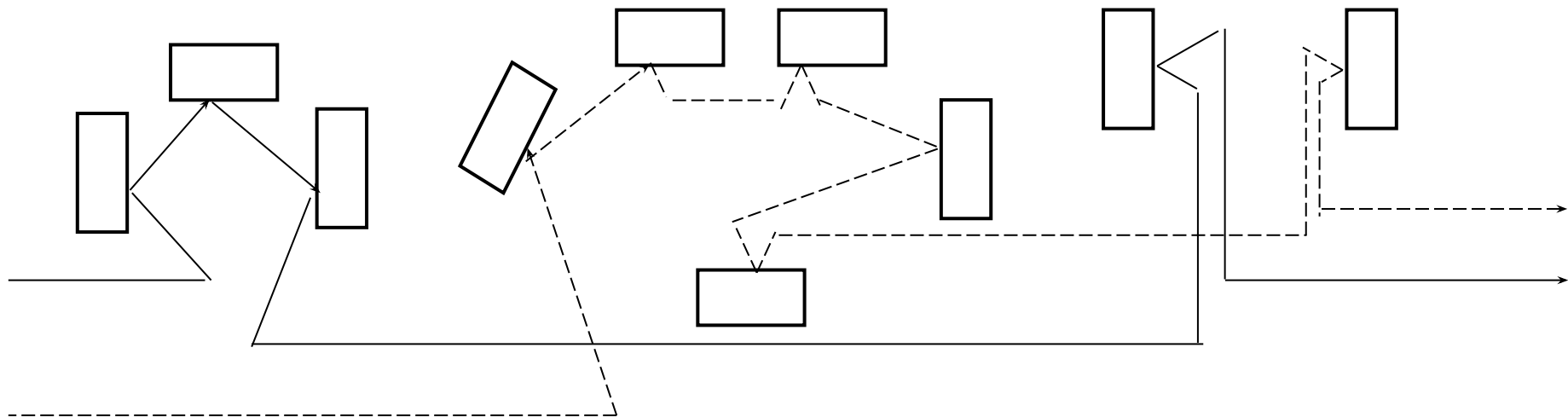
РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПОДЕТАЛЬНО-СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ (ПРЕДМЕТНО-ЗАМКНУТЫХ УЧАСТКАХ) СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И НОРМЫ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ОБОРУДОВАНИЕМ

- В данном случае возможны следующие варианты расположения станков.
- **точечный**, при котором отсутствуют межоперационные связи между станками (обработка детали на одном станке);
- **рядный (линейный)**, при котором оборудование размещено в **линейной** последовательности, соответствующей ходу технологического процесса характерной детали;



- **Гнездовой**, при котором станки размещают группами в зависимости от межоперационных связей между ними

Вариант **гнездового** размещения станков в групповых поточных линиях.



При **размещении** оборудования в соответствии с выбранным вариантом необходимо обеспечить **установленные нормами расстояния** между оборудованием, элементами зданий, проездами и др.

- При размещении рядом **двух станков** различных габаритных размеров расстояния следует выбирать по **наибольшему** из них.
- **Ширину магистральных проездов**, принимают равной 4500-5500 мм. **Ширина цеховых проездов** зависит от вида накопительного транспорта и габаритных размеров перемещаемых грузов и составляет:
 - при одностороннем движении $A=B+1400$, мм;
 - при двустороннем движении $A=2B+1400$, мм,
 - где B – ширина груза, мм.
- **Ширину пешеходных проходов** - 1400 мм.
- **Расстояние между станком** и консольной секцией приемопередаточного стола $D=400$ мм, а ширина рабочей зоны между станком и столами (межоперационным транспортом) $E=1070$ мм.
- **Расстояние между транспортными** устройствами (между двумя рядами подвесок) – не менее 300 мм.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

- **Поточный** метод организации работы применяется в **массовом и крупносерийном** производстве (технологическое оборудование располагается последовательно, длительность операций синхронизируется с тактом выпуска)

В данном случае применяются **непрерывно поточные (однопредметные)** линии)

Поточные линии могут быть **механизированными, автоматизированными и автоматическими.**

- Число станков **непрерывно-поточной линии** определяют для каждой операции (в Ал – для каждой позиции)
 - $C''_{рэ} = t_{шт} / \tau$
 - $C''_{рэ}$ округляют до ближайшего целого, получая **расчетное число станков C_p** .
 - Определяют коэффициент загрузки станков :
 - $K_z = t_{шт} / \tau * C_p = C_{рэ}'' / C_p$

В расчетах уже учтены потери времени на ремонт ($\Phi_o \rightarrow t$), техническое и организационное обслуживание, естественные надобности и отдых рабочего.

На производительность линии большое влияние оказывают: потери, вызванные остановкой смежного оборудования, отсутствием заготовок и др. причинами, которые учитываются через коэффициент использования оборудования $K_{и}$ ($K_{и} = 0,75 - 0,9$).

- Поэтому принятое число станков $S_{пр} = S_p / K_{и}$
- Среднее значение $K_{з}$ и использования станков поточной линии, должно быть не менее **0,75**.

Если $K_{з}$ превышает целое число не более чем на **0,05 : 0,1**, то можно пересмотр. содерж. операций

- В **серийном** производстве применяют **переменно-поточные** или **групповые поточные многопредметные линии**.
- Для **переменно-поточных и групповых поточных** линий :

$$C'_P = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт.ки} * N_i}{\Phi_0 * 60}$$

- При отсутствии данных о **Тп.з.** расчет числа станков на каждую операцию переменнo-поточной линии можно вести по штучному времени $t_{шт.и}$:

$$C'_P = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт.и} * N_i}{\Phi_0 * 60 * Kn}$$

- где **Kn** – коэффициент переналадки, обычно **Kn=0,95**, а для групповых поточных линий, не требующих переналадки, **Kn=1**. Расчетное число станков **Ср** также получают округлением **С'р** до ближайшего большего значения.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО

ОБОРУДОВАНИЯ В НЕПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

- **Непоточное** производство характеризуется изготовлением деталей *партиями*.
- При детальном проектировании число станков определяют по каждому типоразмеру для каждого участка:

$$Cp' = Tc / \Phi o$$

Суммарная станкоемкость обработки

$$T_{c\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{шт-Ki} * N_i}{60}$$

- При проектировании по **приведенной программе** берут ***t_{шт-к}*** деталей-представителей и их **приведенные программы**.
- Полученное ***C'p*** округляют до ближайшего большего и получают ***Cp*** :

$$Kз = Cp' / Cp$$

- ***Kз*** не должен превышать допустимых значений. В противном случае вводят в расчет ***Kи***, учитывающий возможное наложение потерь времени. Тогда

$$C_{пр} = Cp / Kи.$$

- **Средний коэффициент** загрузки станков участка или цеха **непоточного** производства **выше, чем на поточных** линиях, и составляет **0,8-0,85**.

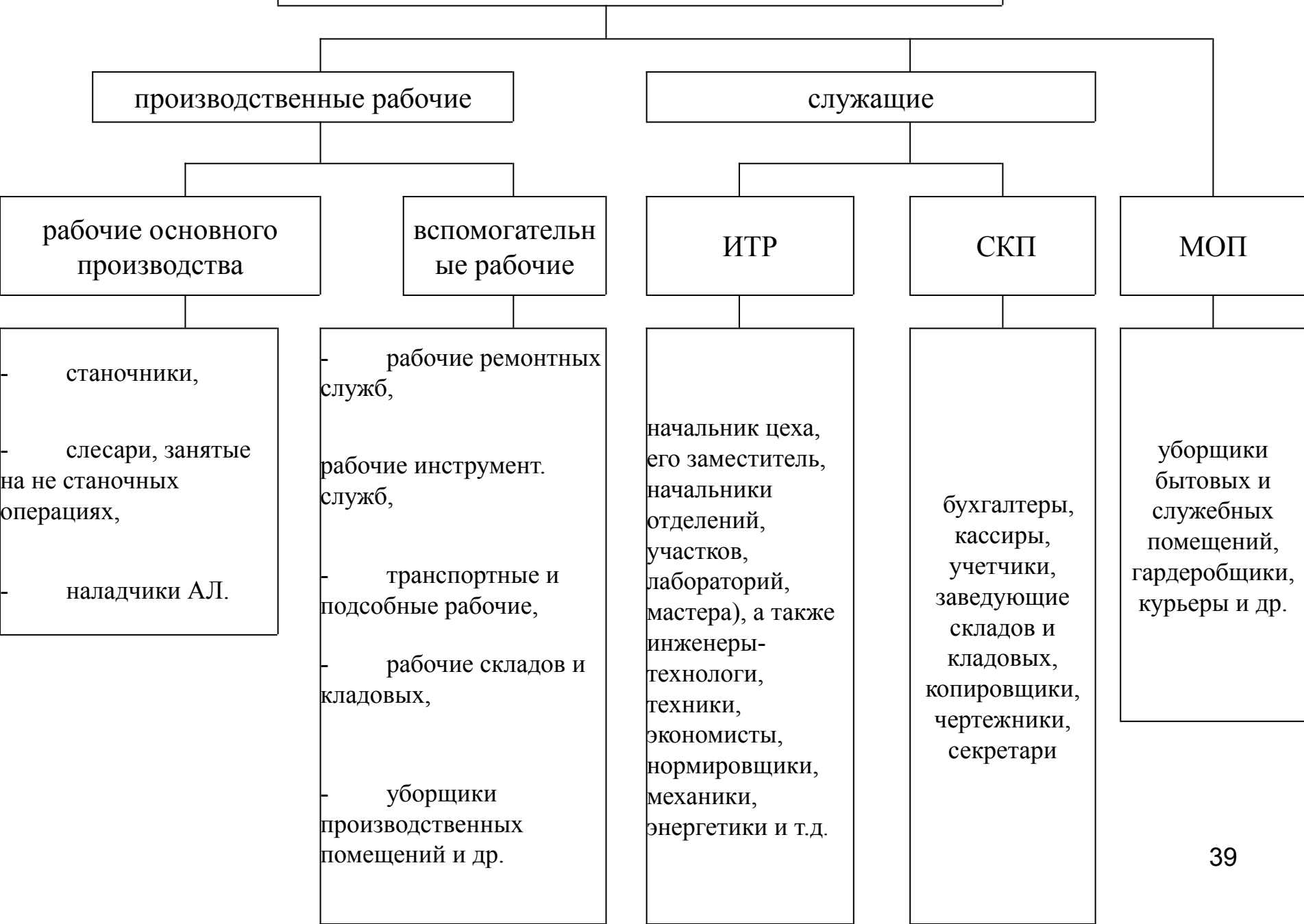
УКРУПНЕННЫЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

- Применяются на **предпроектных этапах** при разработке **ТЭО, аванпроектов ГПС**, а также в **мелкосерийном и единичном производстве**, где используют укрупненные данные **о трудоемкости**, например, заводские данные.
- В этих случаях **C_p и $C_{пр}$** определяют по методике для **поточного** производства.
- При более укрупненных расчетах количество основных станков можно определить:

$$C_{пр} = \frac{T_{уд-изд} * N}{\Phi_0 * K_{зср}} \quad \text{или} \quad C_{пр} = \frac{T_{уд-массы} * N * m}{\Phi_0 * K_{зср}}$$

- **m** – масса изделия
- дополнительное оборудование: прессы, установки для удаления заусенцев, установки ТВЧ, контрольные столы и др. состав. **5-30%** от количества основного технол.оборуд.
- Т.е. общее число станков **$C = (1,05...1,3) * C_{пр}$** .

СОСТАВ РАБОТАЮЩИХ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА



Трудоемкость – это затраты труда рабочего (или рабочих) по выполнению данной операции при изготовлении детали, узла или изделия (физическая занятость рабочего и время наблюдения за процессом)

При работе на универсальном станке при его 100% загрузке трудоемкость равна станкоемкости.

Трудоемкость может быть **больше** станкоемкости, т.к. часто нужны ручные операции (клеймение, зачистка заусенцев, укладка деталей и т.д.).

При работе на станках-автоматах при обслуживании одним рабочим нескольких станков (нескольких рабочих мест) – зоны обслуживания – трудоемкость обработки в зоне будет **меньше** суммарной станкоемкости обработки.

Если несколько рабочих обслуживают одну операцию или **участок АЛ** с жесткой связью, то трудоемкость **выше** станкоемкости.

Трудоемкость определяется как отношение оплачиваемого времени за смену к числу изготовленных деталей по заданным операциям:

$$t = \frac{R \cdot f}{n} \text{ где}$$

R – число рабочих в зоне обслуживания;

f – длительность рабочей смены;

n – число деталей выполненных за время f .

Отношение станкоемкости к трудоемкости обработки определенного объема выпуска условно называется коэффициентом многостаночного обслуживания:

$$M = \frac{t_c}{t}$$

Коэффициент M не представляет собой число станков обслуживаемых одним рабочим, т.к. при этом не учитываются различные коэффициенты использования времени работы рабочих и загрузки оборудования.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНЫХ РАБОЧИХ ДЕТАЛЬНЫМ СПОСОБОМ В ПОТОЧНОМ И НЕПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВАХ

- **Поточное производство.**
- Как правило, **число станочников** в поточном производстве **равно числу** металлорежущих станков.
- Не строя циклограмму **многостаночного обслуживания** число одновременно обслуживаемых станков можно определить по формуле:

$$C_{\text{одн.}} = \frac{(t_{\text{оп}})_{\text{max}}}{(t_{\text{раб}} + t_{\text{перех}})_{\text{средн}}}$$

- **По циклограмме** многостаночного обслуживания количество одновременно обслуживаемых станков

$$C_{\text{одн. цикл.}} = \frac{t_{\text{ц}}}{t_{\text{всп. неперекр.}} + t_{\text{всп. перекр.}} + t_{\text{перех}}^{42}},$$

- **Непоточное производство**

- Число станочников данной специальности **детальным** способом определяется

$$P_{CT} = \frac{\sum T_i}{\Phi_p}$$

- **Суммарная трудоемкость** может быть выражена через **станкоемкость** с учетом проектируемого коэффициента многостаночного обслуживания:

$$\sum T_i = \frac{\sum T_{ci}}{M}$$

M – средний коэффициент многостаночного обслуживания

- **станкоемкость** годового объема выпуска

$$\sum T_{ci} = \sum t_{шт-ki} \cdot N_i$$

- число **рабочих-станочников** по данной специальности

$$P_{CT} = \frac{\sum t_{шт-ki} \cdot N_i}{\Phi_p \cdot M}$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ОСНОВНЫХ РАБОЧИХ УКРУПНЕННЫМ МЕТОДОМ.

- При укрупненных способах и **в поточном и в непоточном производстве** число основных рабочих определяется по
 - **станкоемкости** годового объема работ **или**
 - по **принятому числу станков** цеха или участка.
- По **станкоемкости** механической обработки

$$P_{\text{ст}} = \frac{\sum T_c}{\overline{M}}$$

- для крупносерийного и массового производства **$M = 1,9..2,2$** ;
- для среднесерийного – **$M = 1,3..1,5$** ;
- для мелкосерийного и единичного – **$M = 1,1..1,35$** .

- По **числу станков** цеха или участка $P_{\text{ст}} = \frac{C_{\text{пр}} \cdot \Phi_o \cdot K_{\text{з.ср.}}}{\Phi_p \cdot \overline{M}_{44}}$

При **двухсменном режиме** работы число основных рабочих в **первой смене** рекомендуется принимать:

- в единичном и мелкосерийном производстве — **60%**,
- в среднесерийном — **55%**,
- в крупносерийном и массовом — **50%**.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ, ИТР, СКП И МОП

- На **проектном этапе** число **вспомогательных рабочих** определяют общим числом в зависимости от числа **основных рабочих**:
- в мелкосерийном производстве $\approx 18\%$,
- в серийном производстве – **до 40%**,
- в массовом производстве – **60..70%**.
- При **детальном** проектировании число вспомогательных рабочих определяют либо **по нормам обслуживания**, либо **в зависимости от трудоемкости** выполняемого объема работ.

ИТР - лица осуществляющие руководство цехом и его структурными подразделениями.

При **укрупненном** проектировании численность **ИТР** механических цехов определяют **по нормам** в зависимости от:

- **числа основных станков** цеха или
- **числа производственных рабочих.**

Число ИТР составляет **11,5..14%** от числа производственных рабочих, т.е. от **суммы основных и вспомогательных рабочих.**

При **детальных** расчетах численность ИТР уточняют в соответствии с **разработанной структурой цеха и схемой его управления**,
причем

- **70%** общей численности ИТР работает в **первую смену**.

СКП

составляет **1,5..2 %** от числа
производственных рабочих. 70% из них
работает в первую смену.

МОП:

- уборщики бытовых и служебных помещений;
- гардеробщики,
- курьеры
- и др.

**Их число составляет 2..3 % от числа
производственных рабочих.**

НАЗНАЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

- **Доставка грузов** в требуемый момент времени к требуемому производственному участку.
- **Доставка, ориентирование и установка** заготовок на технологическое оборудование.
- **Съем заготовок** с оборудования и последующее транспортирование их по заданным адресам.
- **Отправка грузов в накопитель** и выдача их из накопителя в требуемый момент времени.
- **Доставка грузов** с производственных участков на склад.

Груз — это заготовки, полуфабрикаты, детали, изделия, инструмент, оснастка, стружка и т.п.

Грузы классифицирующая

- по массе транспортируемых грузов: (легкие, средние, тяжелые).
- по способу загрузки: (в таре, без тары, навалом, ориентированные).
- по форме: (типа вала, корпусные, дискообразные, спицеобразные (длинномерные) и т. д.).
- по виду материала: (металлические, неметаллические и т. д.).
- по свойствам материала: (твердые, хрупкие, пластичные, магнитные).

Классификация транспортных систем:

- **по назначению:** межцеховые, внутрицеховые, межоперационные.
- **по способу перемещения:** грузы в таре и без тары, ориентированные и навалом.
- **по принципу движения:** периодические и непрерывные.
- **по направлению движения:** прямоточные и возвратные.
- **по уровню расположению рабочей ветви:** напольные, эстакадные и подвесные.
- **по принципу работы:** несущие, толкающие и тянущие.
- **по схеме движения:** линейные и замкнутые, ветвящиеся и неветвящиеся.
- **по конструктивному исполнению,** рельсовые и безрельсовые.
- **по принципу маршрутослежения:** механические (по направляющим), на приборах с зарядной связью, индуктивные, гироскопические, оптоэлектронные, радиоуправляемые.

ВНУТРИЦЕХОВАЯ И МЕЖОПЕРАЦИОННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

Внутрицеховая - предназначена для своевременной доставки грузов со склада на требуемый производственный участок и обратно, а также для транспортирования их между участками.

Межоперационная - предназначена для доставки и установки заготовок, полуфабрикатов или готовых изделий в требуемый момент времени на требуемое оборудование, их съема с оборудования с последующим транспортированием в заданный адрес

Различают - основные и вспомогательные **ТС**

Основные внутрицеховые и межоперационные транспортные средства:

- электропогрузчики,
- электрокары,
- электротягачи,
- каретки-операторы (в ГПС),
- приводные и ручные тележки,
- электрические мостовые краны обычные и с поворотными стрелами,
- конвейеры: шаговые, ленточные, пластинчатые, монорельсовые, роликовые, цепные, толкающие, лотковые,
- промышленные роботы и др.

В ГПС применяют следующие основные ***ТС:***

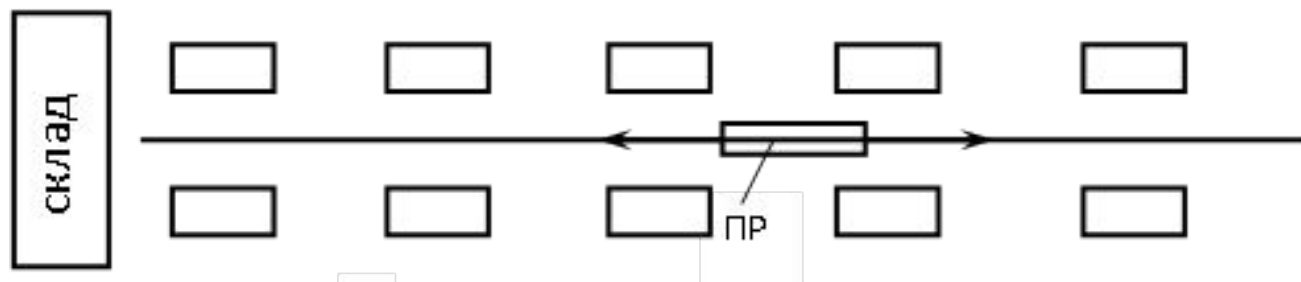
- транспортные конвейерные устройства
- рельсовые транспортные системы
- безрельсовые транспортные системы с автономно перемещающимися тележками (автоматически управляемые тележки).

Вспомогательные транспортные средства:

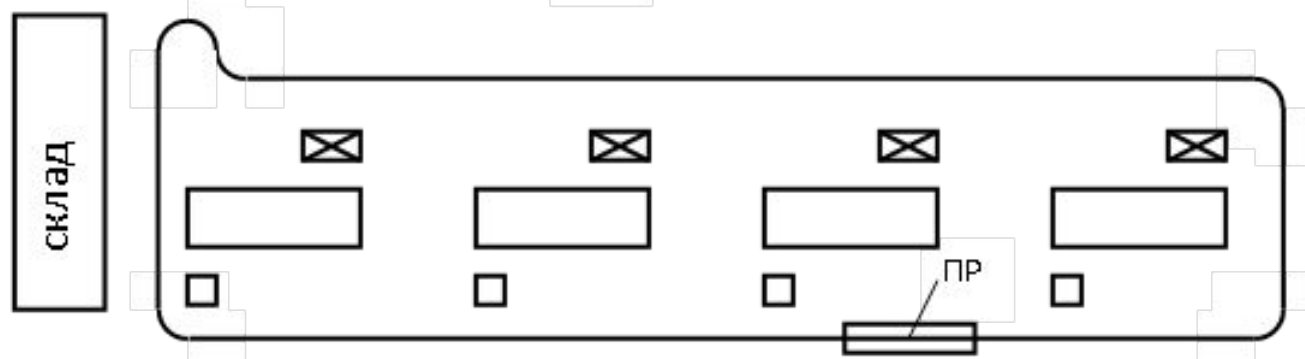
- ориентаторы,
- адресователи,
- толкатели,
- сбрасыватели,
- подъемные столы,
- поворотно-кординатные столы,
- подъемники,
- производственная тара.

СХЕМЫ МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СВЯЗЕЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ НЕПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

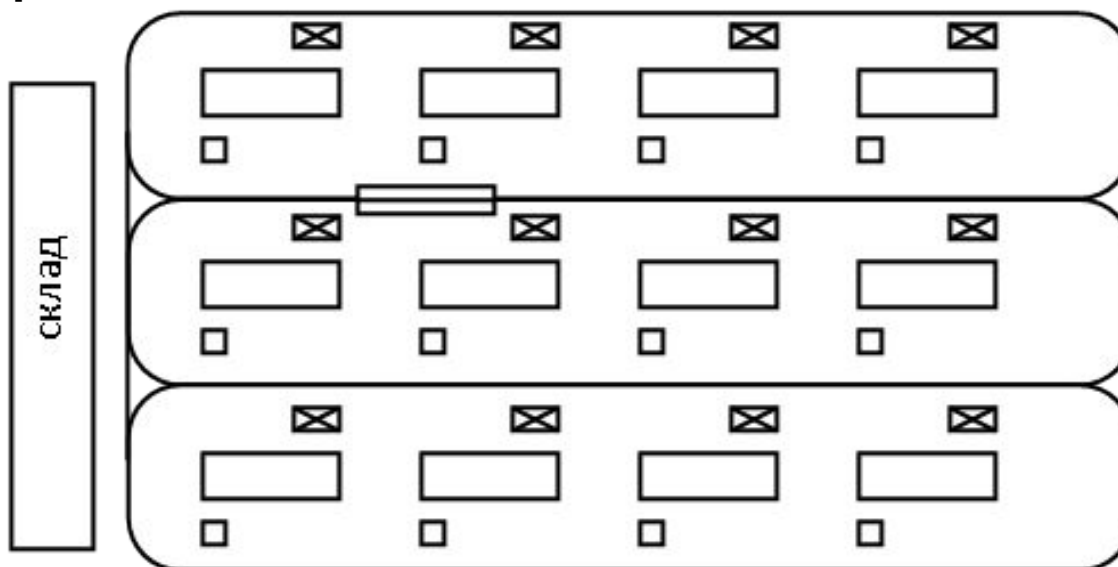
Прямолинейная
(неветвящаяся)



Замкнутая



Замкнутая-разветвленная



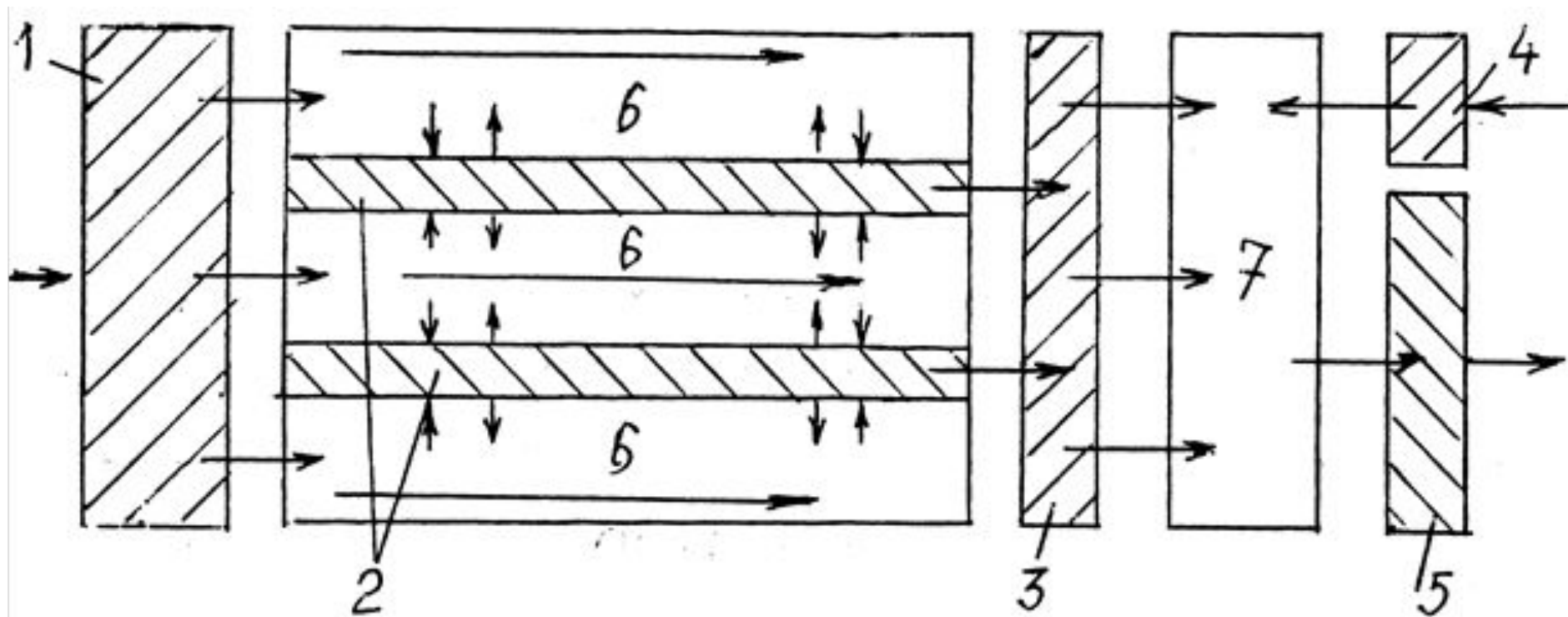
НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ СКЛАДОВ

- **преобразование параметров** входящего и выходящего грузопотоков с минимальными приведенными затратами (если, при передаче из механического цеха в сборочный цех грузопоток не меняется, то склад не требуется)

В составе **механических и сборочных** цехов предусматривают следующие типы складов:

- склады металла и заготовок,
- межоперационные склады,
- склады деталей, узлов и комплектующих,
- склады готовых изделий,
- кладовые технологической оснастки
- кладовые инструментальной оснастки.

Общая функциональная структура складской системы механосборочного производства



1 – склад металла и заготовок, 2 – межоперационный склад, 3 – склад готовых деталей с отделением или секцией комплектования, 4 – склад комплектующих изделий, 5 – склад готовых изделий с экспедицией, 6 – участки механической обработки, 7 – сборка.

Склады механосборочного производства классифицируют:

- **по организационной структуре** (централизованные и децентрализованные)
- **по функциональному назначению** (склады металла и заготовок, межоперационные склады, склады готовых деталей, склады комплектующих изделий, межоперационные склады сборочных единиц, склады приспособлений и инструментов, склад готовой продукции)
- **по виду складирования** (штабельные, стеллажные, конвейерные)
- **по высоте хранения грузов** (малой, средней и большой высоты)
- **по характеру взаимодействия** с транспортной системой (поточные и тупиковые)
- **по уровню механизации и автоматизации**

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СКЛАДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

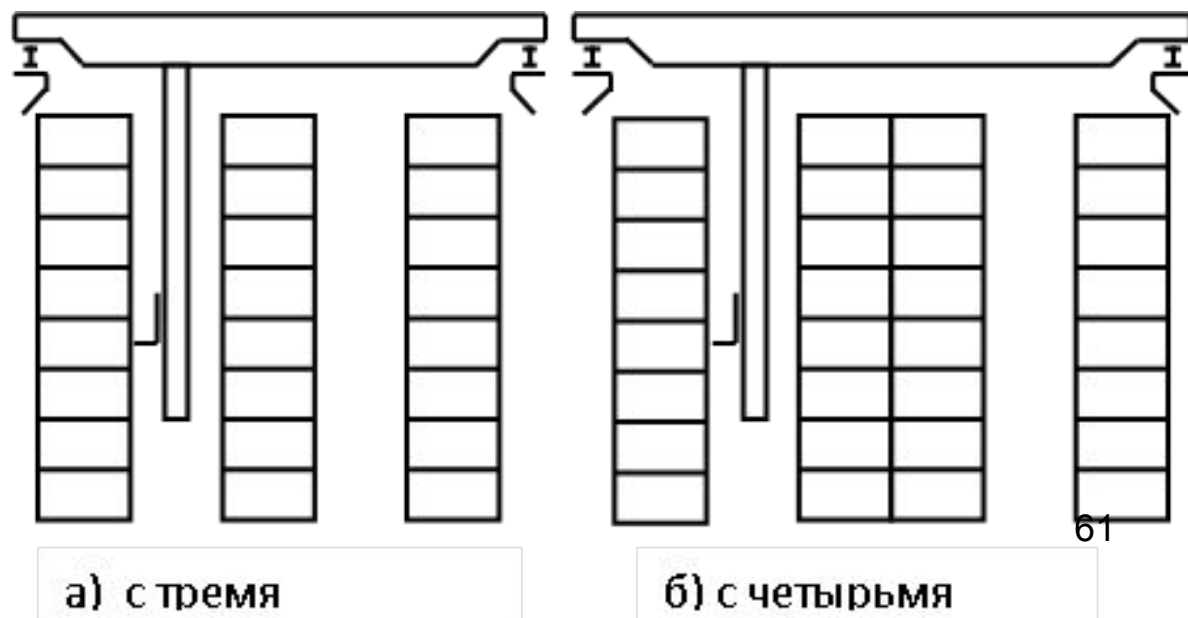
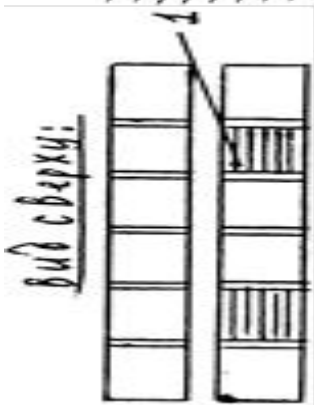
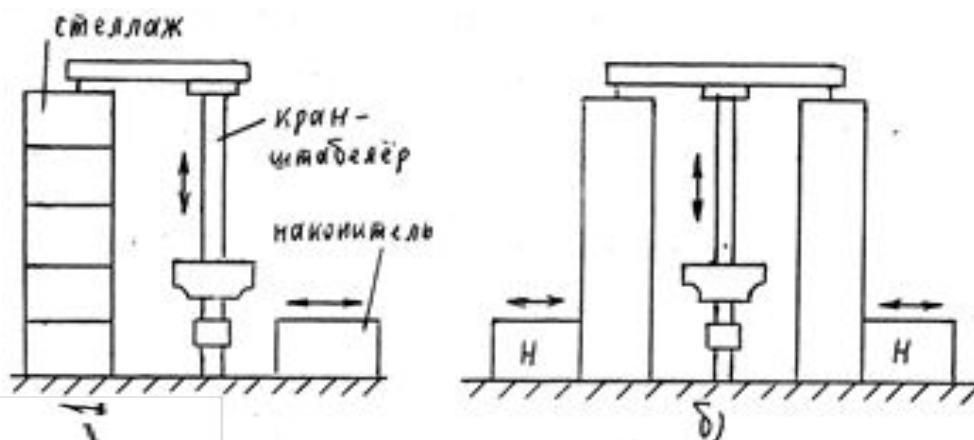
В автоматизированном производстве (ГПС) склады являются **транзитным** устройством, обеспечивающим:

- прием,
- хранение,
- учет,
- автоматический выбор и
- выдачу грузов

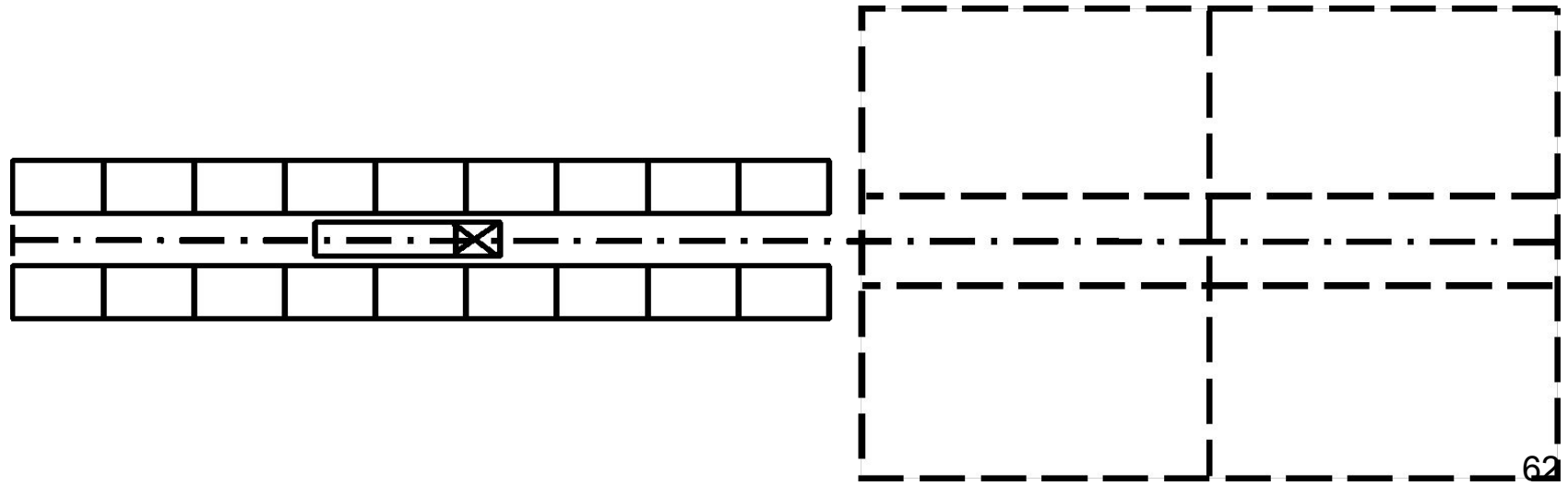
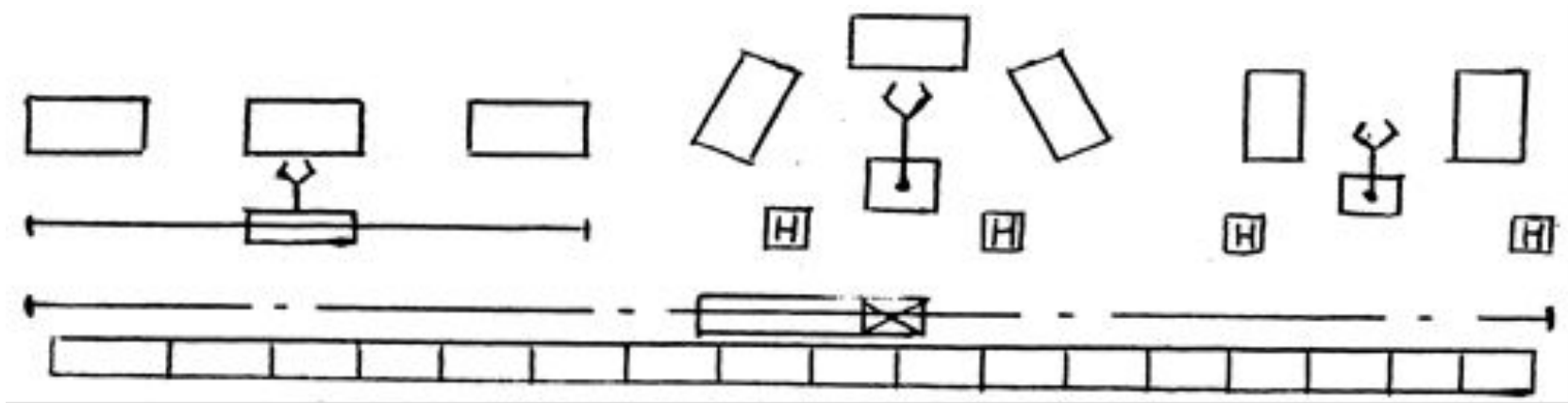
Поэтому **склад ГПС состоит**, как правило, из:

- стеллажей (зоны хранения груза),
- автоматического штабелера,
- позиций разгрузки, загрузки (участок приема и выдачи грузов) и системы управления.

Стеллажные склады с автоматическими стеллажными кранами – штабелерами.



Компоновка складов ГПС.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ УДАЛЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СТРУЖКИ

Примерная классификация металлической стружки

Группа стружки	Вид стружки
I	Элементообразная (мелкая крошка, кусочки, высечка)
II	Элементообразная (в виде витков, нагартованная, колечки)
III	Автоматный жгут, мелкий выюн
IV	Средний выюн длиной 100-200 мм, сечением 20-30 мм ²
V	Крупный выюн сечением 40-60 мм ²
VI	Саблевидная с однослойными витками диаметром до 1м сечением 100 мм ²

Длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка не более 25-30 мм.

Критерий для выбора подсистемы - количество стружки, образующейся на 1м² участка в год.

Рекомендуемые типы конвейеров для транспортирования металлической стружки в зависимости от ее группы

Тип конвейера	Группы стружки					
	I	II	III	IV	V	VI
Скребковый	+	+	-	-	-	-
Одновинтовой	+	+	-	-	-	-
Двухвинтовой	-	+	+	-	-	-
Пластинчатый	-	-	+	+	+	+
Ершово-штанговый	-	-	+	+	+	-
Магнитные (лотковые, с бегущим магнитным полем)	+	+	+	+	+	+

- **Если в цехе на 1 м² площади образуется:**
- **до 0,3 т стружки в год** - стружку собирают в специальные емкости и доставляют к месту сбора или переработки напольным транспортом.
- **0,3...0,65 т в год** - предусматривают **линейные конвейеры** вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера в углублении на подъемнике. Тара со стружкой вывозится из цеха на накопительную площадку или участок переработки.
- **0,65...1,2 т в год.** При общем количестве стружки 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.
- **более 1,2 т в год.** - Для крупных цехов при общем количестве стружки более 5000 т в год экономически целесообразно создавать **комплексную систему линейных и магистральных конвейеров** с выдачей стружки в отделение переработки, расположенное в цехе.

Линейные конвейеры размещают в каналах глубиной 500-700 мм и **располагают** с тыльной стороны линий для обслуживания одновременно двух линий станков. **Линии** при этом должны быть **сгруппированы** по видам обрабатываемых материалов.

Магистральные конвейеры — располагают в проходных тоннелях глубиной до 3000 мм.

Если на участке обрабатывают заготовки из **разнородных материалов**, то всегда применяют **первый способ сбора и транспортирования**, так как чугунную, стальную и, тем более, стружку из цветных металлов необходимо собирать отдельно.⁶⁶

Переработка стружки

- **дробление**
- **обезжиривание** (на центрифугах отделяют СОЖ, промывают горячей водой или щелочными растворами или подвергают обжигу, **алюминиевую стружку** дополнительно подвергают **сепарации** для удаления из нее стружки черных металлов).
- **Брикетирование** и использование в металлургии или получение порошка.

Брикетирование в отделении цеха по переработке стружки экономически выгодно при интенсивности образования:

- **стальной** стружки – 2,7т/ч,
- **чугунной** – 1,5 т/ч,
- **алюминиевой** – 0,5 т/ч.

В противном случае – создают централизованное отделение по переработке на заводе.

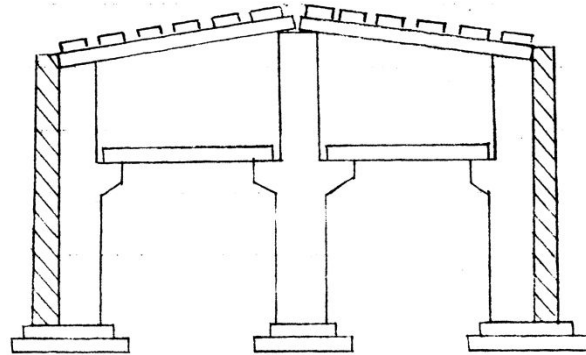
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ (СОЖ)

В механических цехах применяют следующие способы снабжения станков СОЖ:

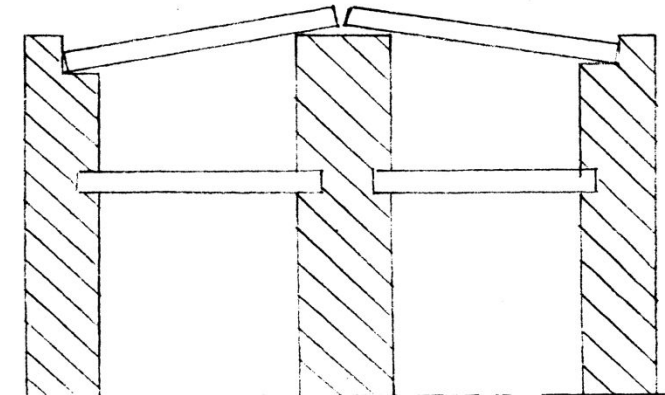
- ***централизованно – циркуляционный***
- ***централизованно-групповой***
- ***децентрализованный.***

ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

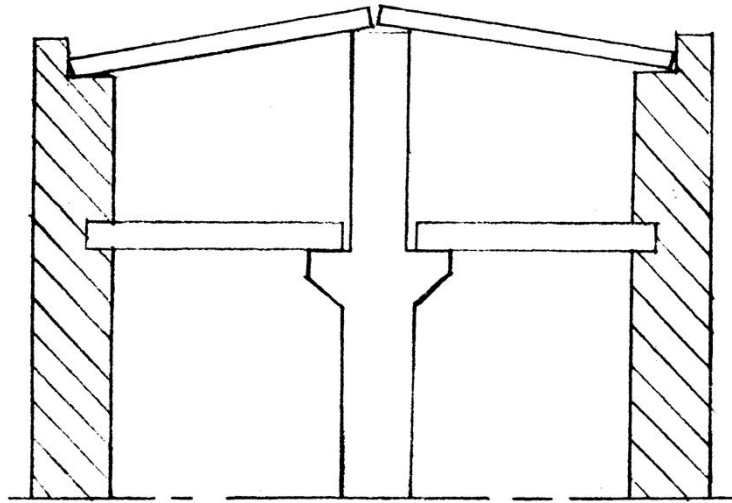
- 1 . **Каркасные здания** – основной тип производственных зданий. Каркас выполнен из стальных или ж/б конструкций. Всю нагрузку воспринимает каркас здания. Стены нагрузки не несут.



- 2. **Здания с несущими стенами.** Используются для небольших зданий подсобного назначения. Толщина стен от 2,5 кирпичей (64 см) на севере до 1,5 (38) на юге.



- **3. Здания с неполным каркасом.**
- Для повышения устойчивости несущих наружных стен их иногда укрепляют пилястрами, по которым укладываются подкрановые пути для кранов небольшой грузоподъемности.



- **Конструкция зданий по роду строительного материала.**

В зависимости от назначения здания, его размеров и грузоподъемности кранового оборудования конструкция здания по роду применяемого строительного материала может быть металлическая, железобетонная и смешанная.

КРОВЛИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Кровли зданий могут быть **скатными и плоскими.**

Скатные кровли устраиваются со светоаэрационными фонарями,

плоские — со световыми фонарями или плафонами в виде прозрачных куполов и плит, например зенитные фонари-плафоны из стеклопакетов или из органического стекла. .

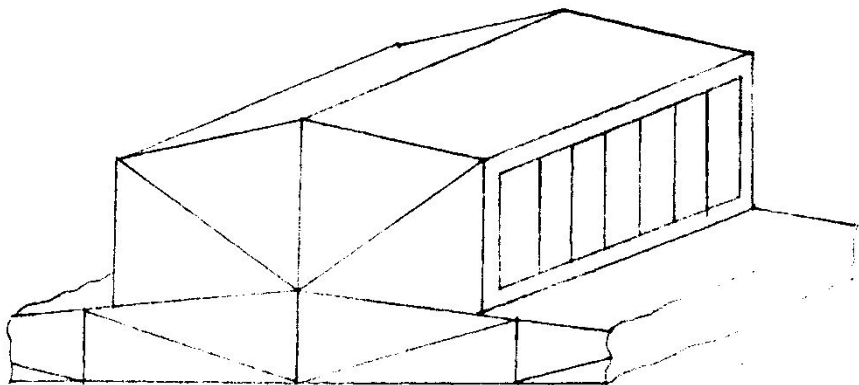
Фонари на кровлях зданий устраивают с целью **освещения естественным светом и аэрации.**

По назначению фонари делятся на:

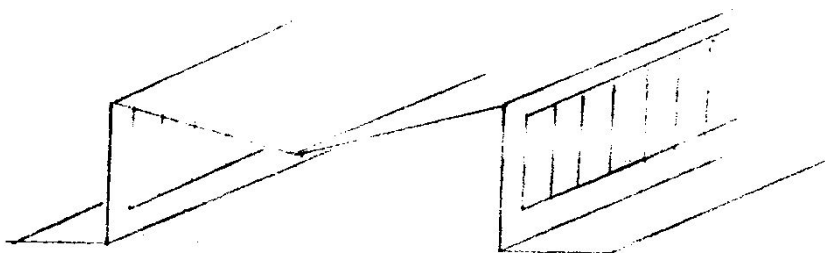
- **Светоаэрационные** — для естественного освещения и естественной вентиляции.
- **Аэрационные** — только для вентиляции.
- **Световые** — только для освещения (глухие).

По форме различают 5 типов фонарей:

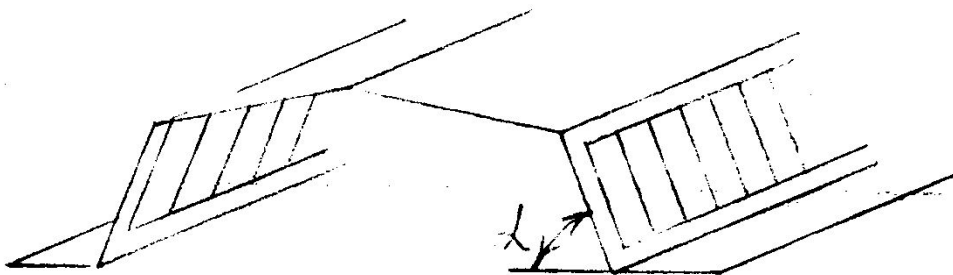
1. Прямоугольные



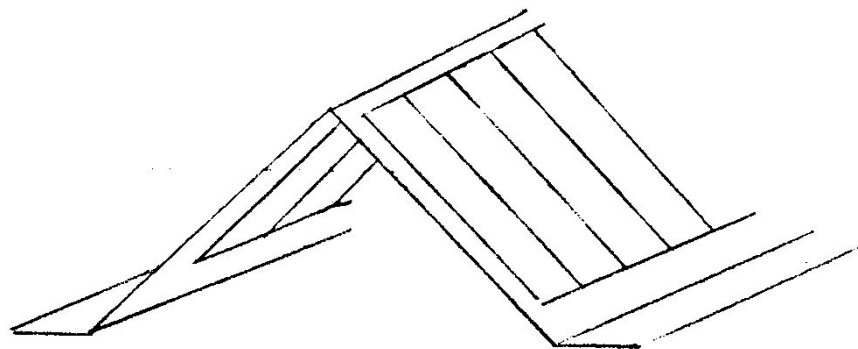
2. М-образные



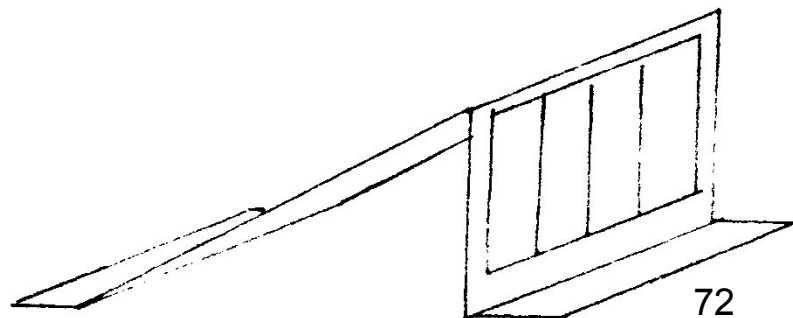
3. Трапециевидальные



4. Световые треугольные

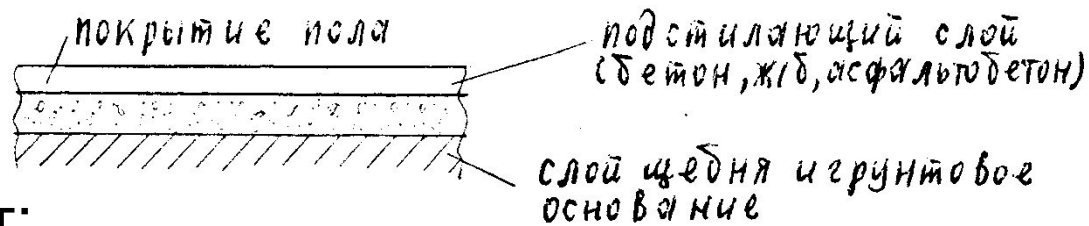


5. Шедовые



ПОЛЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.

Полы промышленных зданий состоят из 3^х основных слоев:



Полы бывают:

1. Деревянные из торцовой антисептированной шашки.

Укладываются по бетонному основанию. Недостаток – недопустима в применении вода и щелочные растворы.

2. Открытые бетонные.

Допустимая нагрузка – 10 т/м². Недостаток – требуют применения дощатых подставок у станков, т.к. они холодные.

3. Металлоцементные.

Применяют для цехов со значительными механическими воздействиями, высокими температурами в помещениях и в цехах с безрельсовым транспортом

4. Керамические

5. Плиточные

6. Асфальтовые.

ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Производственные здания различают

- **по объемно планировочным и**
- **эксплуатационным решениям.**

В массовом строительстве применяют:

- **одноэтажные** и многоэтажные здания
- **со световыми** или аэрационными фонарями или бесфонарные;
- **крановые** или без кранового оборудования;
- **отапливаемые** и не отапливаемые;
- **с плоскими** и скатными кровлями,
- **с наружным** или внутренним водостоком.

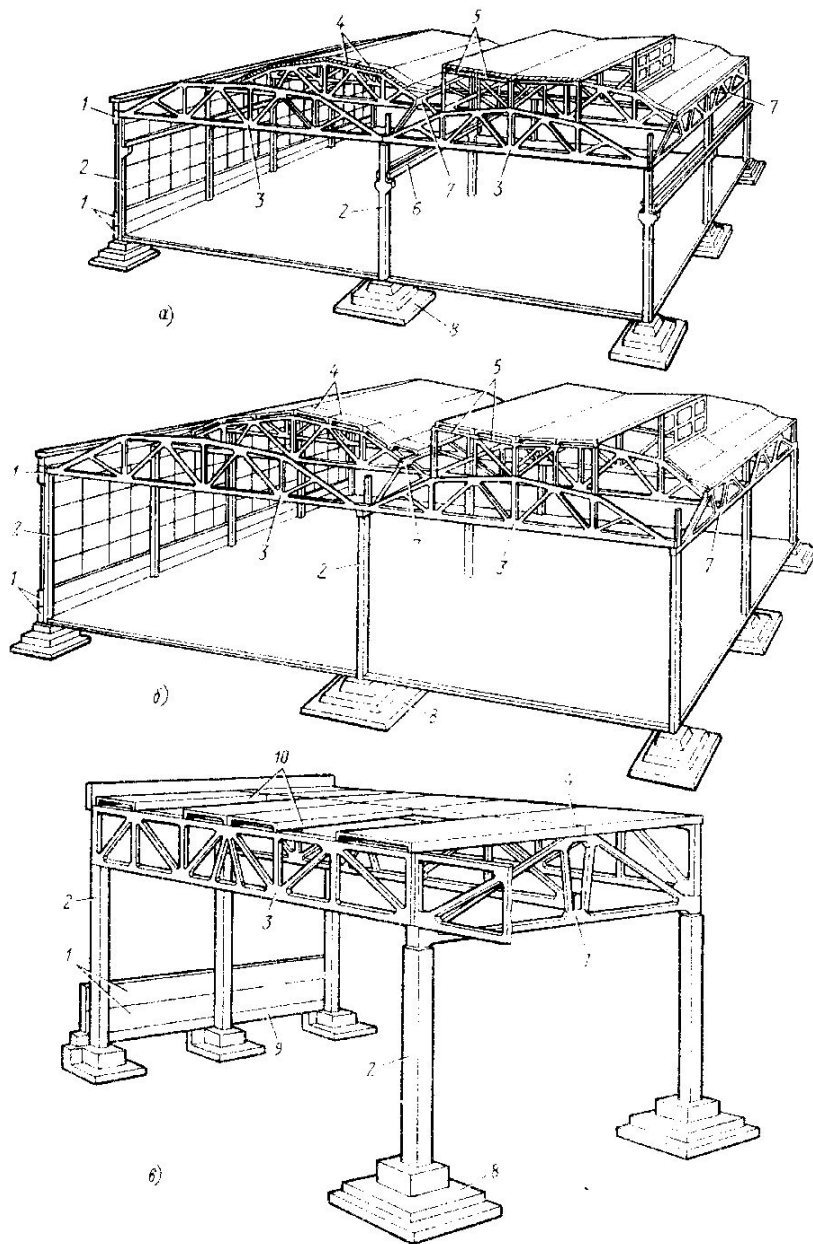


рис. 13.1. Конструктивные схемы пролетов одноэтажных производственных зданий:

— крановые пролеты; б — бескрановые пролеты — бесфонарный и со светоаэрационным фонарем; в — бескрановые пролеты с плоской кровлей и световыми плафонами;

Основными структурными частями одноэтажных промышленных зданий являются **пролеты** (часть здания, ограниченная в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн). Их **основными** строительными параметрами являются:

- ширина пролета (L)
- шаг колонн (t)
- **высота пролета (h)**

Сочетание ширины пролета и шага колонн образует **сетку колонн**.

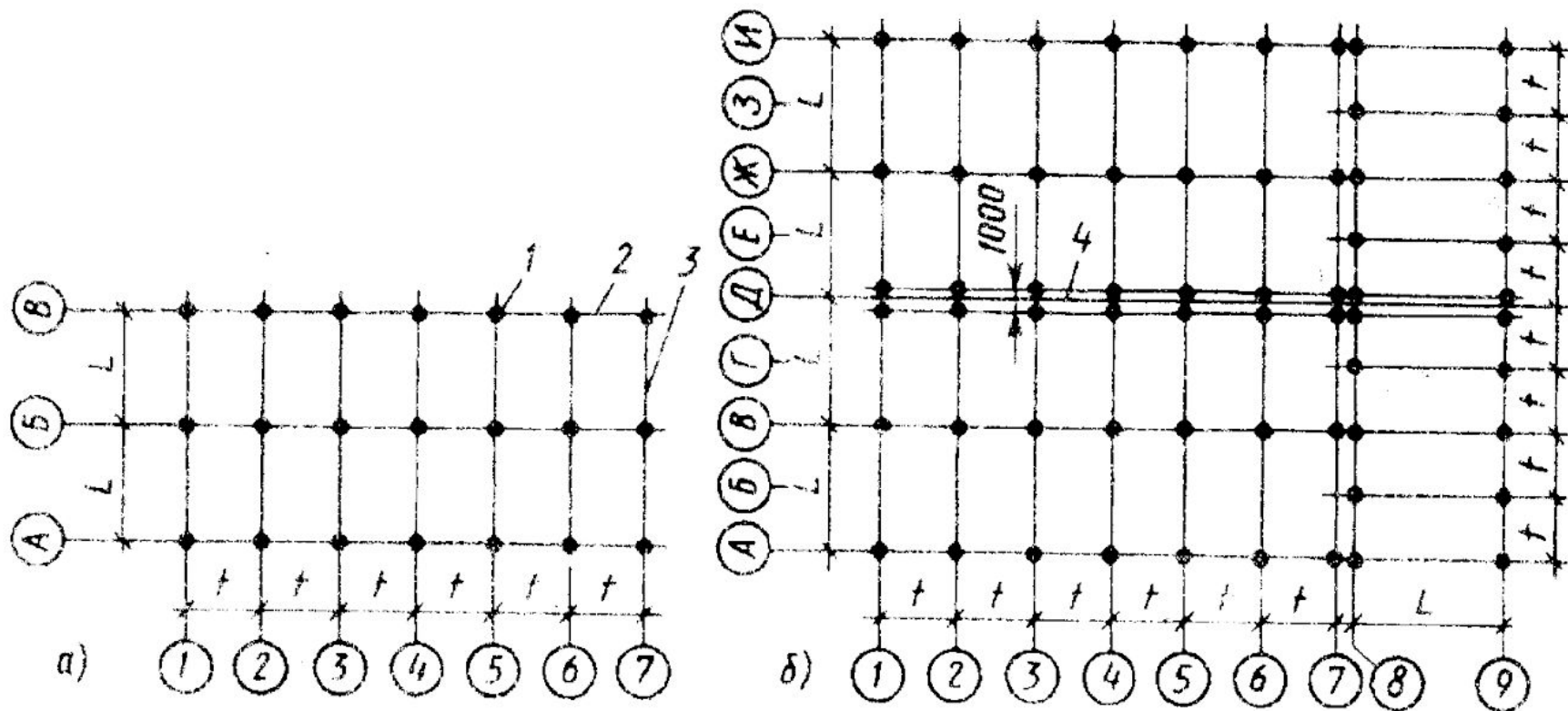


Рис. 13.2. Компановочные планы:

а — здания, состоящего из двух пролетов; б — здания, состоящего из четырех параллельных пролетов и одного поперечного пролета; 1 — колонна; 2 — продольная разбивочная ось; 3 — поперечная разбивочная ось; 4 — температурный шов

Ширина пролета - кратна 6 м, и зависит от габаритных размеров оборудования и средств транспорта:

Ширину пролета выбирают из расчета расположения кратного числа рядов оборудования – обычно от двух до четырех рядов станков, (в н.в. 18 или 24 м.).

Шаг колонн кратен 6 м и зависит от рода применяемого материала для зданий, его конструкции и нагрузок.

Общая длина цеха должна быть кратной шагу средних колонн (12 м). шаг крайних (пристенных) – 6 или 12 м.

• **Длину станочных участков** и линий принимают в пределах 35-50 м, а между ними магистральные (пожарные) проезды шириной 4500-5500 мм.

- **Высота** кратна 1,2 м, min высота здания – 6 м.
- **Высоту пролета (зданий)** определяют исходя из:
 - **максимальной высоты** оборудования (не менее 2,3 м),
 - **минимального расстояния** между оборудованием и перемещаемым грузом (не менее 400 мм),
 - **высоты транспортируемых грузов** и
 - **высоты крана.**
- **Высота здания** зависит также от **ширины пролета и грузоподъемности кранов** (*т. к. высота самих кранов зависит от их грузоподъемности (10 т-2100 мм; 250 т-5200 м).*
- **При определении высоты** следует учитывать, что на каждого работающего должно приходиться не менее **15 м³ объема здания** и не менее **4,5₇₈ м² площади.**

При проектировании **участков и цехов ГПС** целесообразно использовать пролеты с **мостовыми кранами**, чтобы обеспечить, в частности, высокую мобильность при перестановке и замене оборудования.

В цехах **автотракторной** промышленности в основном используют здания, оборудованные

- **подвесными конвейерами,**
- **монорельсами и**
- **кран-балками.**

Нанесли сетку колонн — начинаете расставлять технологическое оборудование, но до этого должны подумать о

- системе транспорта (перемещение заготовок),**
- уборки стружки,**
- снабжения СОЖ и предусмотреть другие возможные вопросы.**

Металлорежущие станки участков и линий механического цеха располагают в цехе одним из двух способов:

- по типам оборудования;**
- в порядке технологических операций.**

При размещении станков необходимо стремиться

- к достижению **прямоточности** производства

- к наилучшему **использованию подкрановых**

площадей (мелкие станки располагают на площадях, не обслуживаемых кранами)

- участки, занятые станками, должны быть по возможности **наиболее короткими (35 – 50 м)**

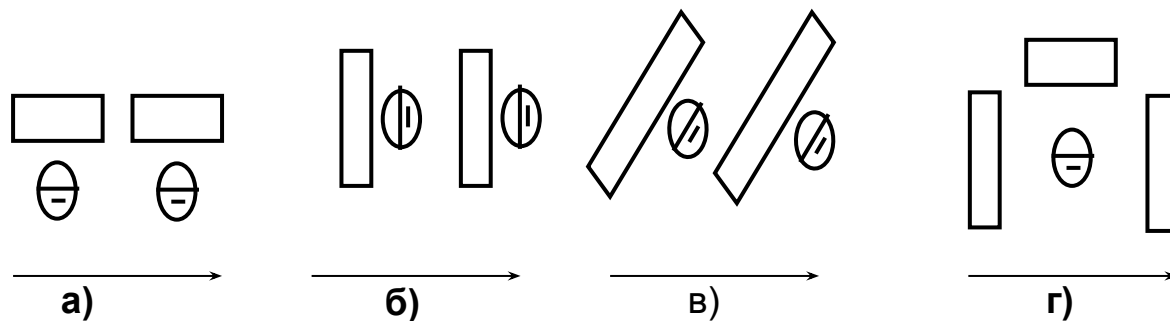
- применяют **однорядное** или **многорядное** размещение станков.

Необходимо предусматривать

- **кратчайшие пути** движения каждой детали,

- **не допускать обратных, кольцевых или петлеобразных движений, создающих встречные потоки или затрудняющих транспортирование.**

По отношению к проезду станки могут располагаться вдоль **поперек и под углом**.



Варианты размещения станков относительно транспортных средств:

а) – продольное;

б) – поперечное;

в) – угловое;

г) – кольцевое.

Выбор варианта зависит также от **способа удаления стружки от станков**. При использовании автоматизированных систем уборки стружки необходимо учитывать взаимное расположение станочных и цеховых стружкоуборочных конвейеров.

Расстояние между

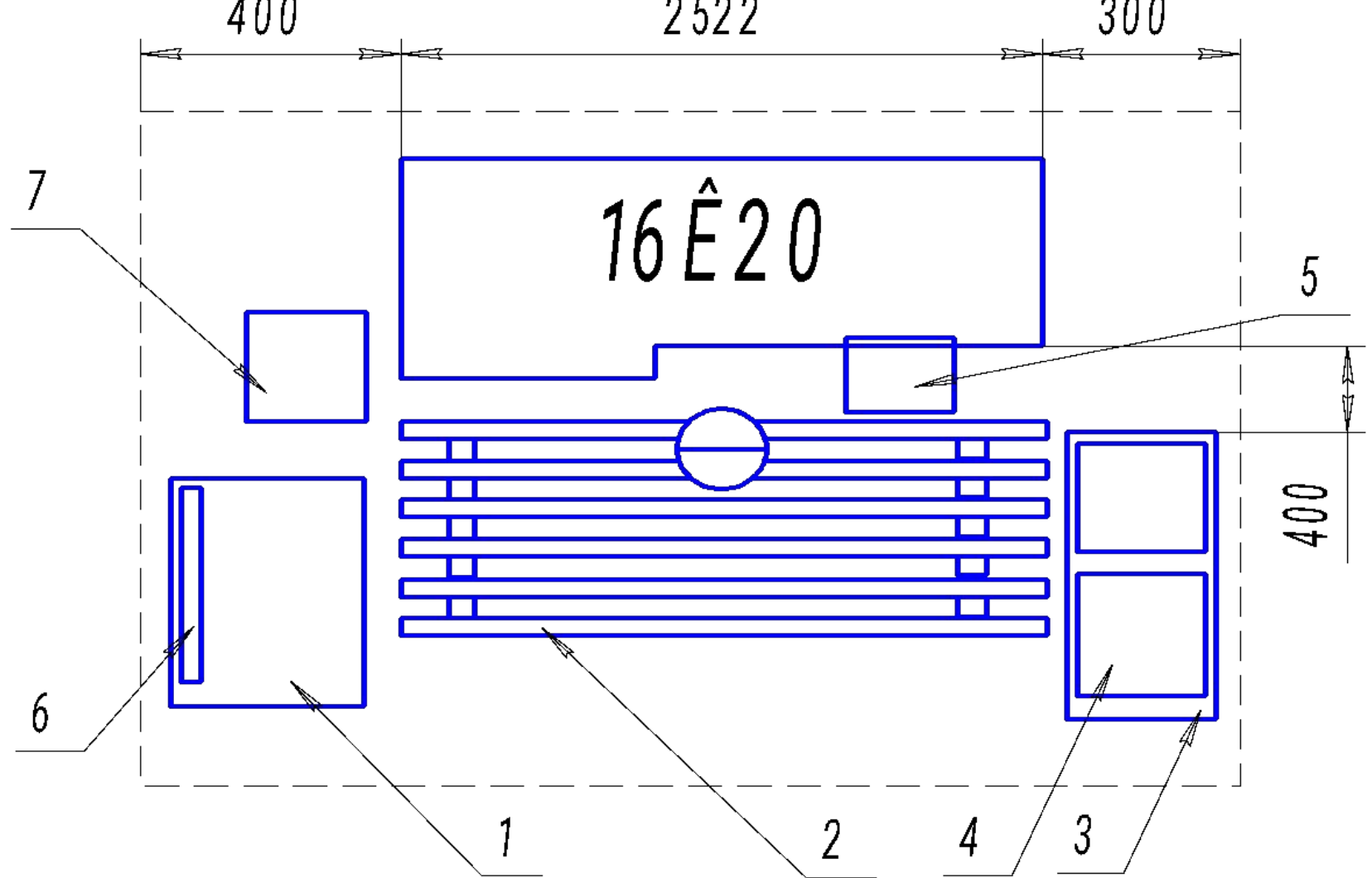
- станками,**
- станками и элементами зданий и проездами,**
- ширина проездов** в зависимости от различных видов транспорта

регламентирована нормами технологического проектирования.

На планировке должно быть изображено **оборудование и устройства**, относящиеся к рабочему месту:

- **станки, автоматические линии и др. технологическое оборудование с точными габаритами и показом движущихся и выступающих частей;**
- **расположение рабочего места у станка во время работы;**
- **верстаки, рабочие столы, подставки;**
- **инструментальные столики, тумбочки;**
- **места у станков для обработанных деталей и заготовок;**

Компоновку рабочего места, например **токаря**, можно представить в следующем виде:



но технологическое оборудование на планировке наносится в виде **темплетов**, , которые выполняются в соответствии с ГОСТ и выглядят следующим образом:

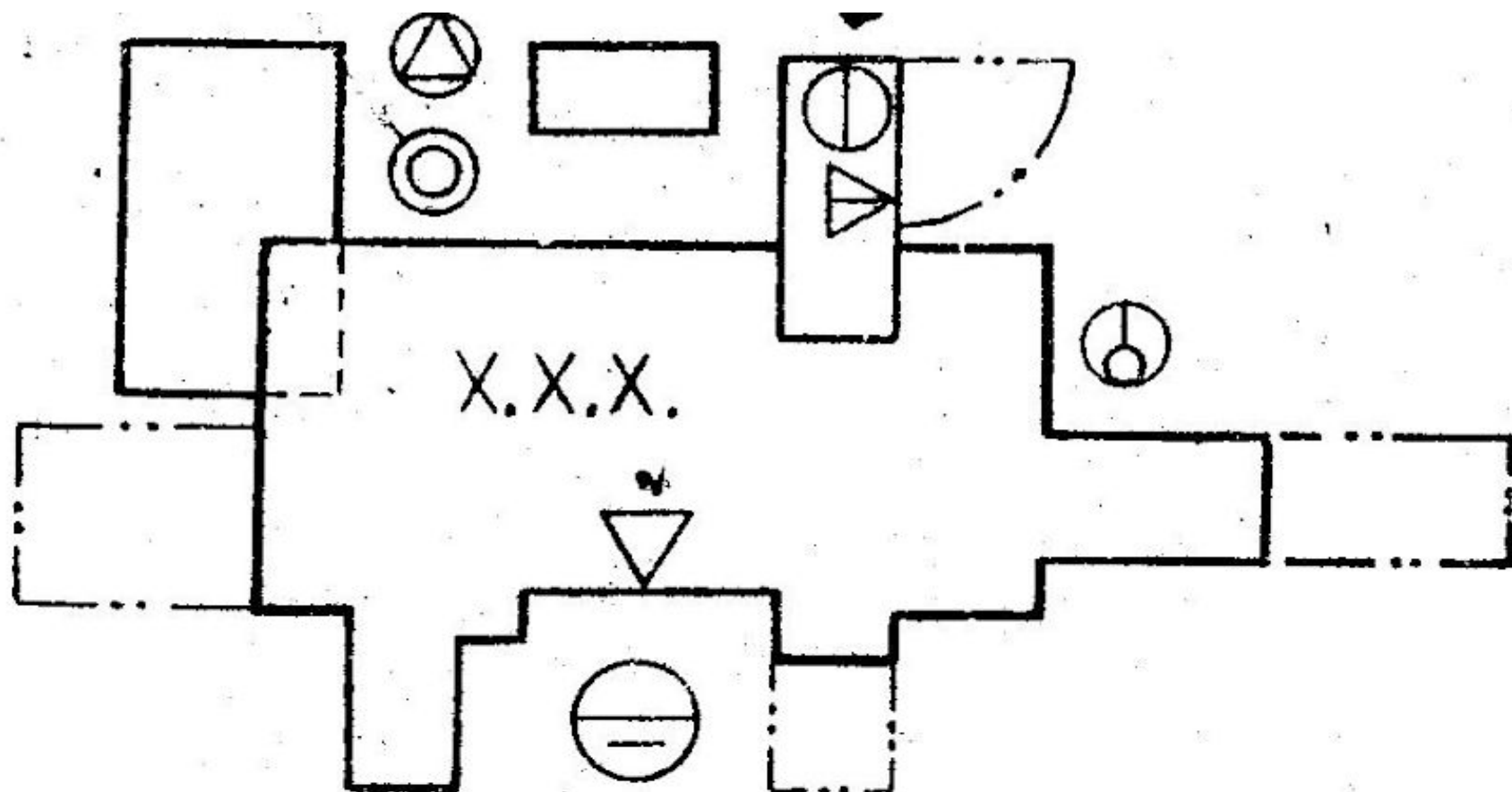
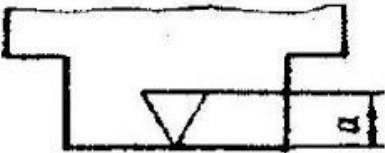
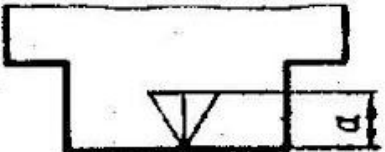
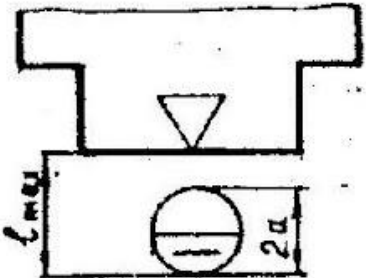
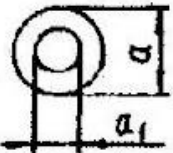


Рис I. Пример выполнения темплета

причем все должно выполняться в соответствующем **масштабе** и с соблюдением соответствующих **размеров**.

Обозначение мест обслуживания и места обслуживающего персонала

Наименование	Условное графическое обозначение	Размеры при масштабе, мм	
		I:100	I:50
Главное место обслуживания		$a = 2,5$	$a = 5,0$
Второстепенное место обслуживания		$a = 2,5$	$a = 5,0$
Место обслуживающего персонала		$a = 2,5$ $l_{max} = 8,0$	$a = 5,0$ $l_{max} = 16,0$
Промышленные подводки		$a = 3,5$ $a_1 = 1,8$	$a = 7,0$ $a_1 = 3,5$

- **транспортные устройства**, относящиеся к рабочему месту;
- **условные обозначения** точек подвода (отвода) энергии всех видов, смазочных жидкостей, питьевые колонки и др. ;
- **площадки для контроля** и временного хранения деталей;
- **стружкоуборочные конвейеры** и места сбора стружки;
- **грузоподъемные и транспортные средства** цеха (краны мостовые, консольные, порталные, рольганги и пр.) и их зоны действия;
- **проезды и проходы, туннели и ямы** для производственных или транспортных целей;
- **расстояния** от станков до колонн, между станками, между станками и рабочим местом;
- **габаритные размеры** крупных станков;
- **место мастера;**

В начале каждой линии механической обработки на планировке необходимо проставить **номер обрабатываемой детали** (допускается проставлять на месте складирования заготовок)

и обозначить межоперационный путь движения деталей от первой до последней операции.

Все основное производственное оборудование, грузоподъемные и транспортные устройства, оргоснастка рабочих мест, изображенные на планировке, **обозначаются порядковыми номерами** и **вносятся в спецификацию,** помещаемую в расчетно-пояснительную записку.

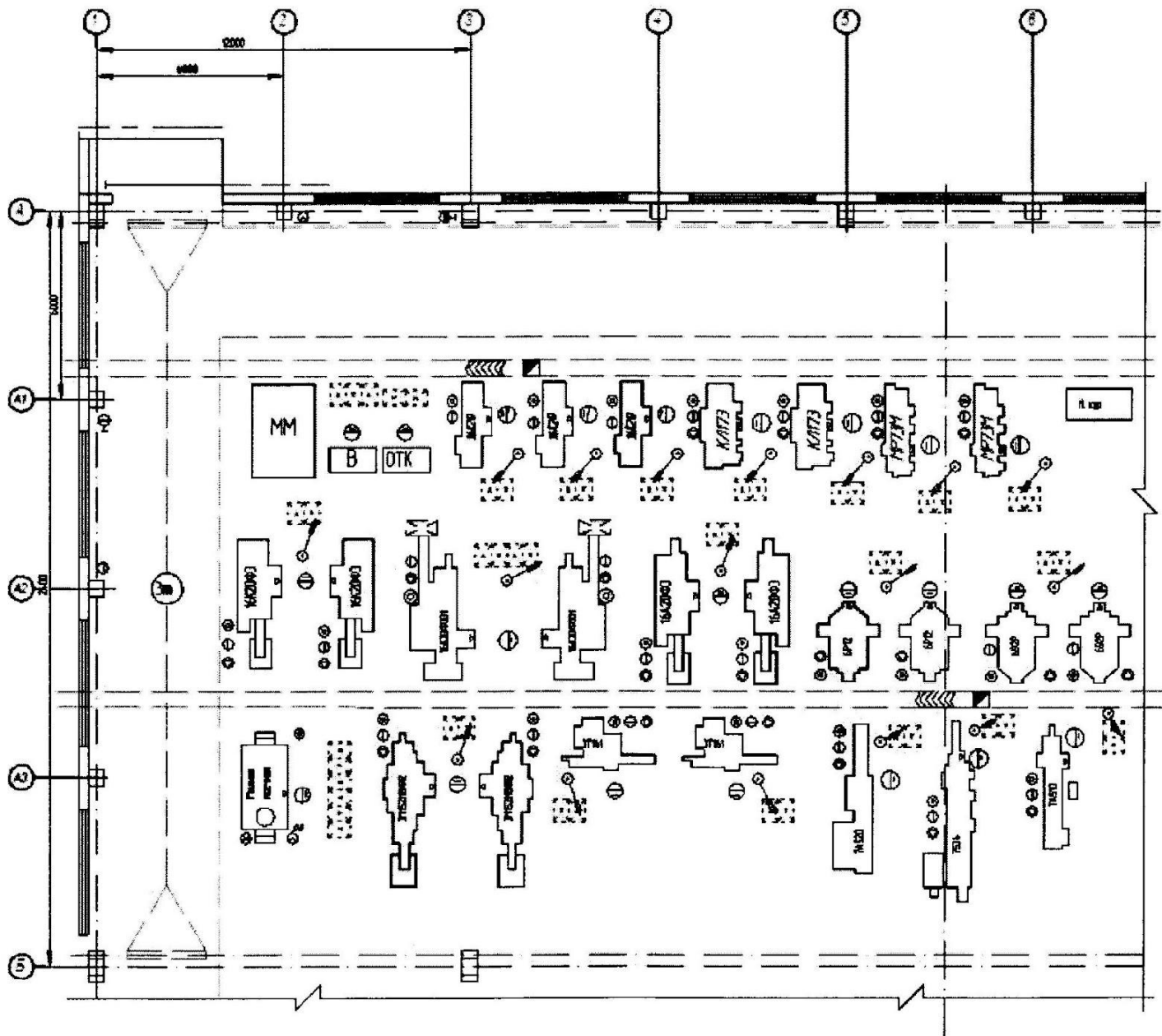
На строительной части плана.

- **колонны с осями** и обозначением номера каждой колонны с указанием шага колонн, ширины пролета;
- **ширина и длина участка;**
- **ширина проездов и проходов**
- **наружные и внутренние стены**, а также перегородки;
- **окна, ворота, двери;**
- **подвалы, подземные комнаты, антресоли**

На планировке указывается:

- общая площадь участка, м²;
- производственная площадь, м²;
- удельная площадь, м²/станок;
- количество станков, ед.;
- количество рабочих мест.

Планировка механического участка (цеха).



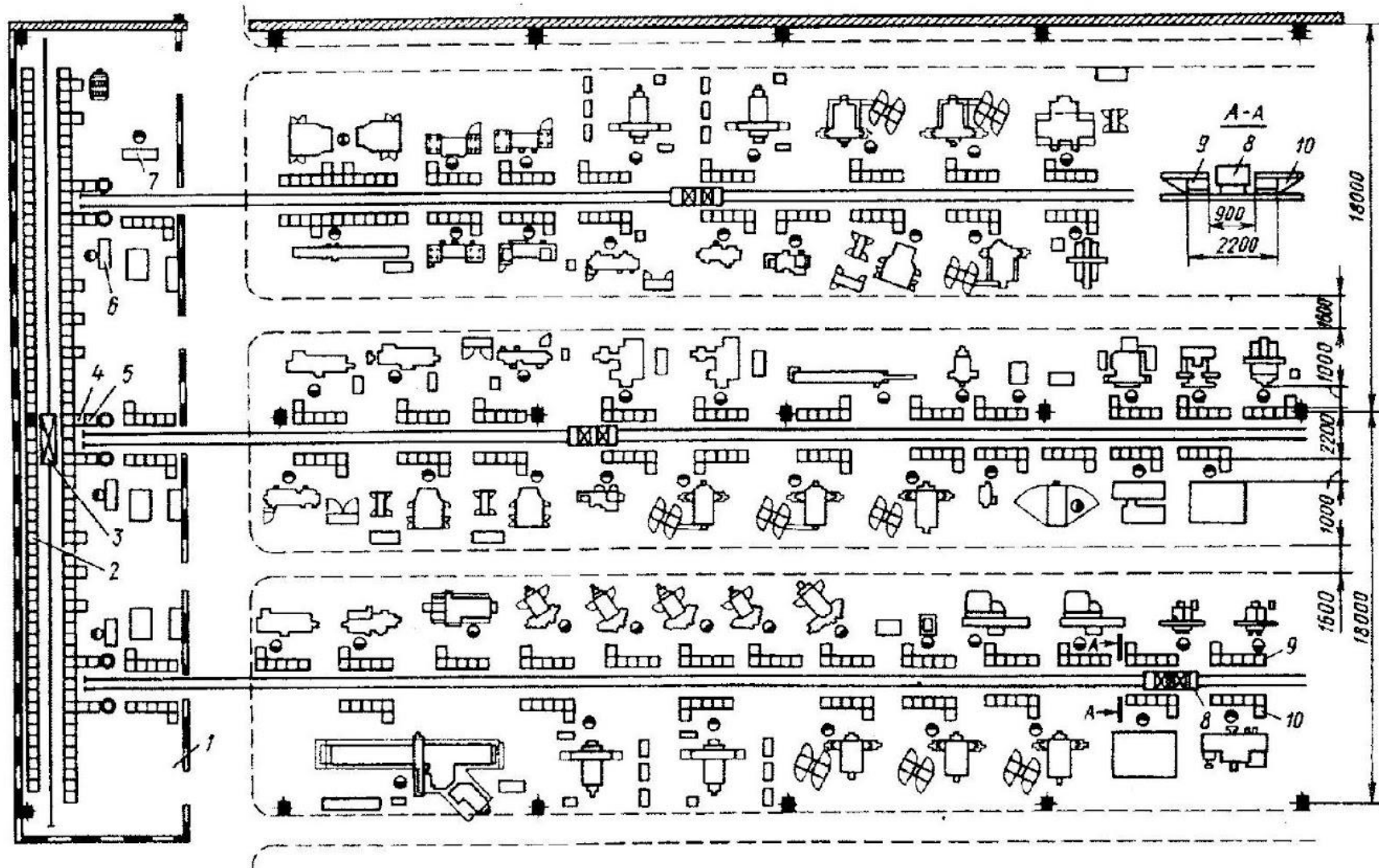
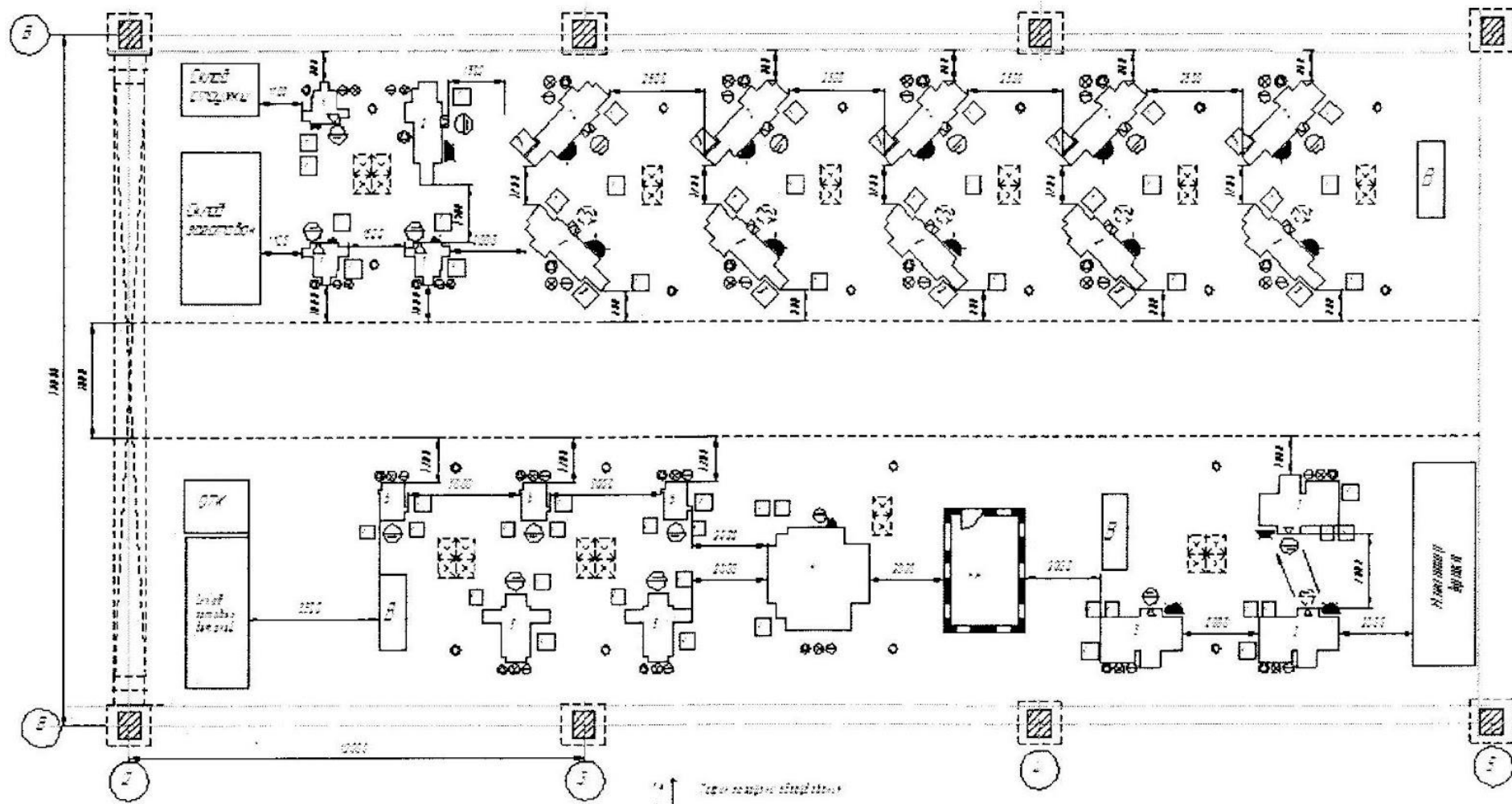


Рис. 13.14. Схема планировки участка механической обработки с автоматизированной транспортно-складской системой

Планировка участка выполняется в масштабе 1:50, 1:100 или 1:200.



Разработка планировки начинается с выбора и нанесения сетки колонн.

Проектирование механосборочных участков и цехов

Вопросы по курсу.

Проектирование механосборочных участков и цехов.

1. Состав цеха и задачи, решаемые при его проектировании.
2. Последовательность проектирования.
3. Задание и исходные данные для проектирования.
4. Выбор основного технологического оборудования.
5. Производственная программа и методы проектирования цеха.
6. Выбор структуры цеха и организационных форм его подразделений.
7. Компоновка производственных участков цеха.
8. Расположение оборудования на участках механического цеха.
9. Расположение оборудования на подетально-специализированных (предметно-замкнутых) участках серийного производства.
10. Расчет количества основного технологического оборудования в поточном производстве.
11. Расчет количества основного технологического оборудования в непоточном производстве.
12. Укрупненные способы определения количества основного технологического оборудования.
13. Состав работающих механического цеха.
14. Определение числа основных рабочих детальным способом в поточном и непоточном производстве.
15. Определение числа основных рабочих укрупненным методом.

16. Определение числа вспомогательных рабочих, ИТР, СКП и МОП.
17. Циклограмма многостаночного обслуживания.
18. Состав сборочного цеха, виды, формы и методы сборки.
19. Расчет количества стендов для стационарной сборки.
20. Подвижная сборка. Синхронизация сборочных операций.
21. Определение количества сборочных станций при передвижной сборке.
Скорость, шаг и длина сборочного конвейера.
22. Транспортные устройства при сборке.
23. Рабочий состав сборочного цеха и определение его численности.
24. Назначением и классификация транспортных систем.
25. Внутрицеховая и межоперационная транспортная система.
26. Проектирование транспортной системы и расчет количества транспортных средств.
27. Назначением и классификация складов.
28. Основные типы складов автоматизированного производства.
29. Расчет площади складов.
30. Детальное проектирование стеллажных складов.
31. Функции и структура системы инструментообеспечения.
32. Расчет количества режущего инструмента.
33. Проектирование секции сборки и настройки инструмента.

1. Проектирование секции обслуживания инструмента производственных участков (НТК).
2. Отделения по восстановлению режущего инструмента (заточное отделение) и ремонту оснастки.
3. Проектирование подсистемы удаления и переработки стружки.
4. Проектирование подсистемы приготовления и раздачи СОЖ.
5. Проектирование подсистемы электроснабжения.
6. Проектирование подсистемы снабжения сжатым воздухом, водой и паром.
7. Проектирование подсистемы обеспечения микроклимата и чистоты воздуха в цехе.
8. Назначение и виды контроля качества.
9. Организация системы контроля качества (СКК).
10. Проектирование контрольных отделений и контрольно-поверочных пунктов.
11. Бетон, его характеристики. Железобетон.
12. Объемно-планировочные решения одноэтажных промышленных зданий.
13. Основные конструктивные-схемы производственных зданий.
14. Кровли производственных зданий.
15. Фонари промышленных зданий.
16. Здания с плоскими кровлями. Деформационные швы.
17. Полы промышленных зданий.