ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

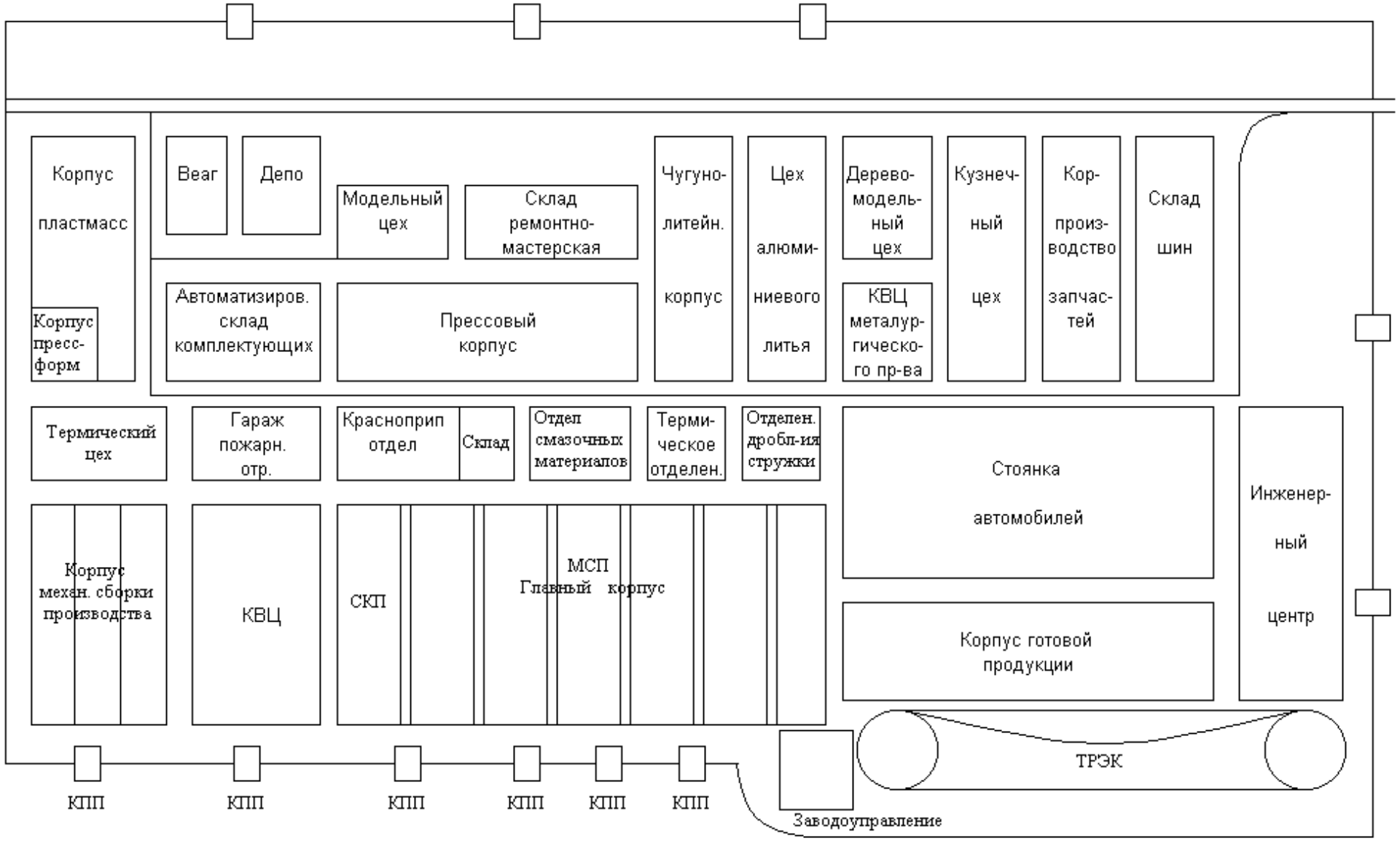


Рис. 1.1 Генеральный план автомобильного завода

Величина такта

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi_c}{Д}$$

где $Ф_с$ – действительный годовой фонд времени; Д – годовой выпуск деталей в штуках.

Коэффициент серийности

$$K_{сер} = \frac{\tau}{T_ш}$$

где $Т_ш$ – среднее штучное время по операциям обработки детали.

Для массового производства $К_{сер} < 2$.
Для крупносерийного производства $К_{сер} = 2 \div 10$.
Для серийного производства $К_{сер} = 10 \div 20$.
Для мелкосерийного производства $К_{сер} > 20$.

Классификация машиностроительных цехов

По максимальной массе обрабатываемых деталей цехи делятся на классы машиностроения: I – легкого, II – среднего, III – тяжелого и IV – особо тяжелого

Класс	Максимальная масса заготовки, кг	Размер мех. цеха по количеству станков, шт.
I	До 100	Малый: до 150 шт. Средний: 150 – 300 шт. Крупный: свыше 300 шт.
II	До 2000	Малый: до 125 шт. Средний: 125 – 250 шт. Крупный: свыше 250 шт.
III	До 30000	Малый: до 75 шт. Средний: 75 – 125 шт. Крупный: свыше 125 шт.
IV	Свыше 30000	Малый: до 40 шт. Средний: 40 – 75 шт. Крупный: свыше 75 шт.

Нормы времени

$$T_{ш} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{отд}$$ для массового производства

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{п.з}}{n}$$ для единичного и серийного производства

где $T_ш$ – штучное время в минутах; $T_{ш.к}$ – штучно- калькуляционное время в минутах; $T_о$ – основное машинное время; $T_в$ – вспомогательное время; $T_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места; $T_{отд}$ – время для перерыва на отдых; $T_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время; n – число деталей в партии.

$$T_{о} = \frac{l \cdot i}{V_s}$$

$T_о$ – основное время, затрачиваемое на изменение размеров, формы, шероховатости поверхности.
где l – расчетная длина; i – число проходов; V_s – скорость движения подачи $V_s = n \cdot S_0$

$$T_{д} = \sum T_{ш}$$ Трудоемкость обработки всей летали

$$T_{и} = T_{д1} \cdot n_1 + T_{д2} \cdot n_2 + \ldots + T_{дп} \cdot n_п$$ Трудоемкость обработки изделия $T_и$

Определение трудоемкости детали методом сравнения

$$T_x = T \cdot K_o,$$

где T_x – трудоемкость обработки приводимой детали; Т – известная трудоемкость детали представителя; K_o – общий коэффициент приведения.

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2}$$

где T_1 – искомая трудоемкость обработки первой детали; T_2 – известная трудоемкость второй детали; Q_1 – масса первой детали; Q_2 – масса второй детали.

Потребное количество станков данного типа

$$C_p = \frac{T_к}{Ф_c}$$

где $C_р$ – расчетное количество станков данного типоразмера; $Т_к$ – трудоемкость обработки годового количества всех деталей на станках данного типоразмера в станкочасах; $Ф_с$ – действительный годовой фонд времени работы станка в часах.

Трудоемкость обработки $Т_к$

$$T_к = \frac{\sum T_{ш.к} \cdot Д}{60}$$

где $Т_{ш.к}$ – штучно-калькуляционное время в минутах детале-операции; Д – годовое количество каждой детали-операции, закрепленной за станками данного типоразмера.

Коэффициентом загрузки оборудования

$$K_З = \frac{C_p}{C_n} \quad ; \qquad K_З = \frac{T_к}{Ф_c \cdot C_n} \quad ; \qquad K_{Зср} = \frac{\sum C_p}{\sum C_n}$$

Ведомость расчета количества станков

Типоразмер станка	Номера прикрепленных деталей	Годовой выпуск в штуках	Норма времени на одну деталь в минутах	Время на годовый выпуск в станкочасах	Потребность в станках		Коэффициент загрузки
					$C_р$	$C_п$	
Токаные (IK 62)	01 02 03	8000 4600 1200	45,0 75,5 121,0	6000 5785 2420			
Итого...				14205	3,6	4	0,89

Количество станков непрерывно-поточной линии (массовое и крупносерийное производство)

$$C_p = \frac{T_ш}{\tau}$$

где $T_ш$ – штучное время обработки на данной операции в минутах;
τ – такт выпуска деталей с линии в минутах:

$$\tau = \frac{60 \cdot Ф_c}{Д}$$

$Ф_c$ – действительный годовой фонд времени станка в часах; Д – годовой выпуск деталей в штуках.

$$C_p = \frac{T_ш \cdot Д}{60 \cdot Ф_c}$$

$$C_p = \frac{T_{ш1} \cdot Д_1 + T_{ш2} \cdot Д_2 + \ldots + T_{шn} \cdot Д_n}{60 \cdot Ф_c \cdot K_n}$$

где $T_{ш1}$, …$T_{шп}$ – штучное время обработки каждой детали на данной операции в минутах; $Д_1$, … $Д_п$ – годовой выпуск закрепленной за линией детали; $К_п$ – коэффициент, учитывающий время переналадки линии одного наименования детали на другой, $К_п$ ≈0,95.

$$\tau = \frac{60 \cdot Ф_с \cdot К_n}{Д_1 + Д_2 + \cdots + Д_n}$$

Когда на линии обрабатываются детали, мало различающиеся по трудоемкости, то устанавливается единый такт для обработки всех деталей:

$$C_p = \frac{T_ш}{\tau}$$

Число станков для каждой операции в линии равно

Ведомость для определения такта переменно-поточной линии

№ детали	Годовая прграмма в штуках	Трудоемкость на одну деталь в часах	Трудоемкость программы		Годовой фонд времени		Коэффициент переналадки	Такт в минутах
			в час.	в %	в час.	в %		
01	38400	0,20	7680	40	1606	40	0,95	2,4
02	19200	0,26	4992	25	1004	25	0,95	2,9
03	19200	0,36	6912	35	1405	35	0,95	4,2

Определение количества оборудования укрупненным способом

$$C_{п,общ} = \frac{T}{Ф_c \cdot K_{3ср}}$$

где $С_{п\ общ}$ – принятое (общее) число оборудования цеха или отделения (без наименования станков); Т – трудоемкость годового выпуска всех изделий программы в станкочасах; $К_{3ср}$ – средний коэффициент загрузки оборудования по цеху

для массового и крупносерийного производства $К_{3ср}$ = 0,7;

для серийного – $К_{3ср}$ = 0,8;

для единичного – $К_{3ср}$ = 0,85.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА РАБОТАЮЩИХ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

При расчете по общей трудоемкости обработки

$$P = \frac{T}{\Phi_p}$$

где Т – трудоемкость годового выпуска изделий в человеко-часах;
$Ф_р$ – действительный годовой фонд времени работы рабочего в часах.

При расчете по станкоемкости обработки

$$P = \frac{T_c \cdot K_p}{\Phi_p \cdot K_м}$$

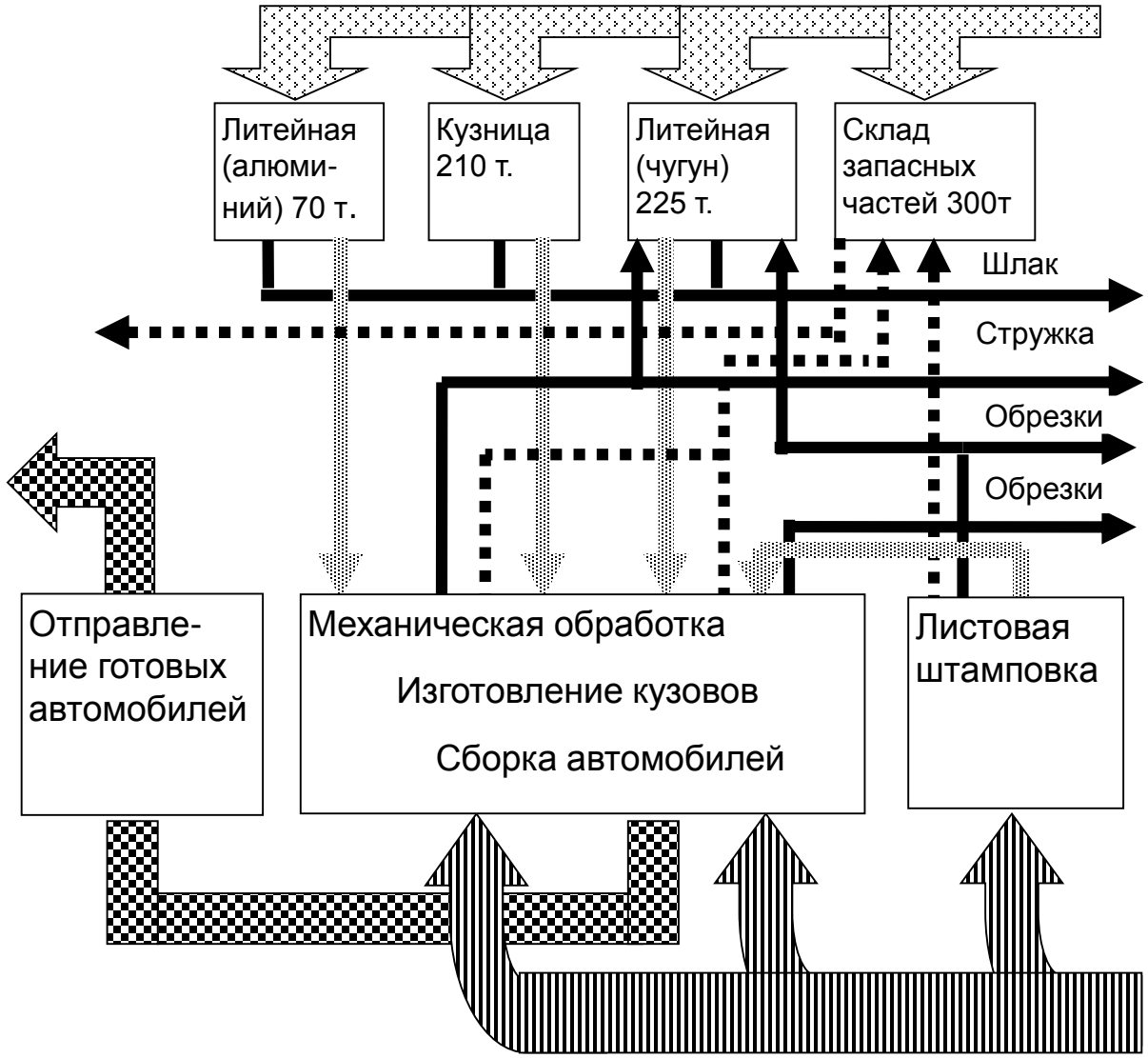
где $Т_с$ – станкоемкость годового выпуска изделий в станкочасах $T_c = \Phi_c \cdot C_п \cdot K_{Зср}$
$С_п$ – количество принятого производственного оборудования (металлорежущего и не металлорежущего); $Ф_с$ – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования в часах; $К_м$ – коэффициент многостаночного обслуживания, т.е. среднее число станков, обслуживаемых одним рабочим; $К_р$ – коэффициент, определяющий трудоемкость ручных работ; $К_{Зср}$ – средний коэффициент загрузки оборудования.

Количество рабочих по специальностям (токарей, фрезеровщиков и т.д.)

$$P_{ст} = \frac{T_к}{\Phi_p \cdot K_м}$$

где $Т_к$ – трудоемкость обработки годового количества деталей на станках данного типа в станкочасах. $К_м$ – коэффициент многостаночного обслуживания.
При укрупненном проектировании среднее значение $К_м$ принимают: в массовом производстве (с использованием автоматических линий) $К_м$ = 1,8 ÷2,2; в крупносерийном $К_м$ = 1,5 ÷1,8; в серийном $К_м$ = 1,3 ÷1,5; в мелкосерийном $К_м$ = 1,1 ÷1,2. На ручных работах $К_м$ = 1.

Схема грузопотоков автомобильного завода.



- материалы поступающие со стороны.
- заготовки собственного изготовления.
- материалы и детали поступающие со стороны.
- детали отправляемые в запчасти.
- собранные автомобили.
- отходы (стружка, обрезки, шлак)

КОМПАНОВКА МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

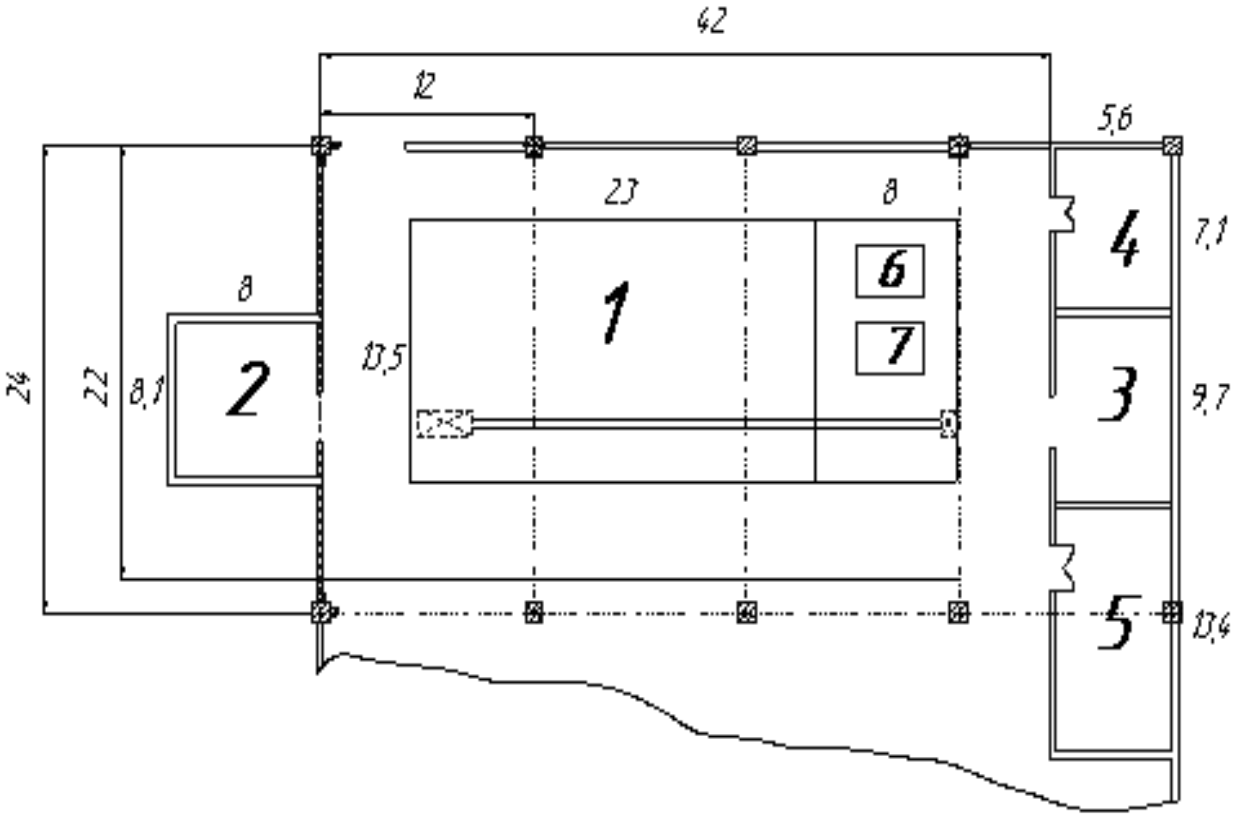
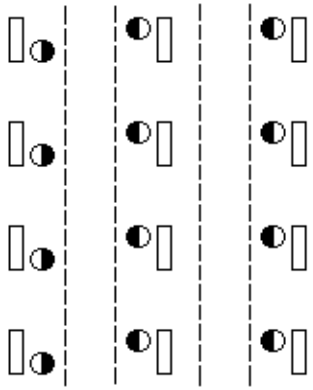
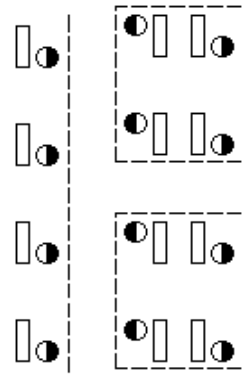


Рис 11.1 Полная компоновка механического цеха.
1 – Механический цех (основное оборудование) S=23×13,5=310,5 м^2.
2 – Склад заготовок, S=8,1×8=64,8 м^2.
3 – Склад готовой продукции, S=9,7×5,6=54,3 м^2.
4 – Заточное отделение, S=7,1×5,6=39,8 м^2.
5 – Отделение ремонта инструмента и оснастки, S=13,,4×5,6=75 м^2.
6 - Место мастера , S=10,2 м^2.
7 – ОТК, S=10,2 м^2.

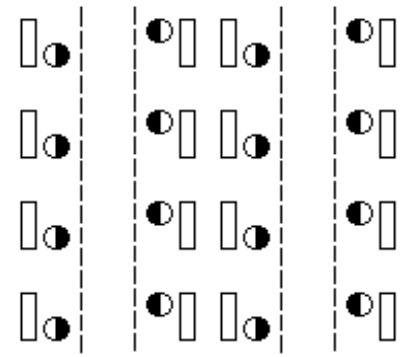
ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХЕ



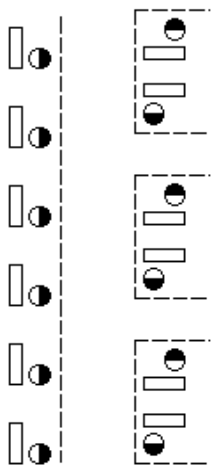
а).



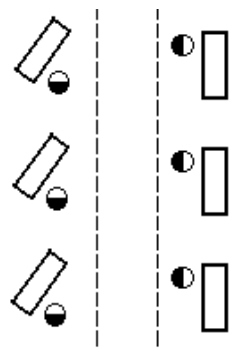
б).



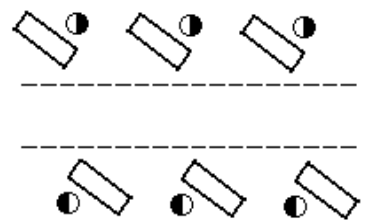
в).



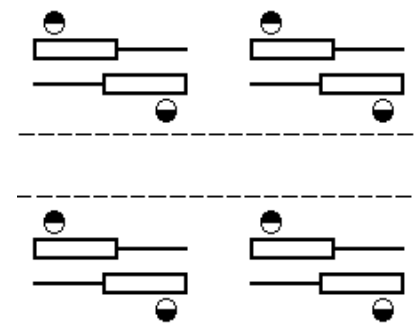
г).



д).

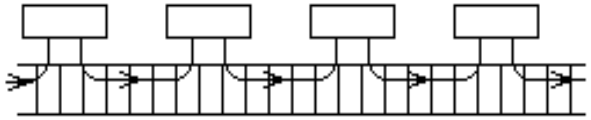


е).

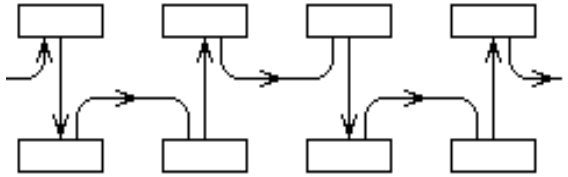


ж).

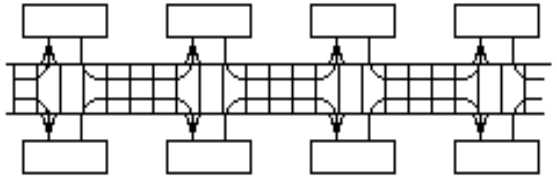
Расположение станков в поточных линиях



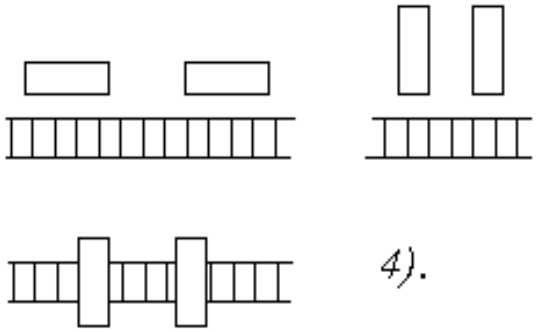
1).



2).

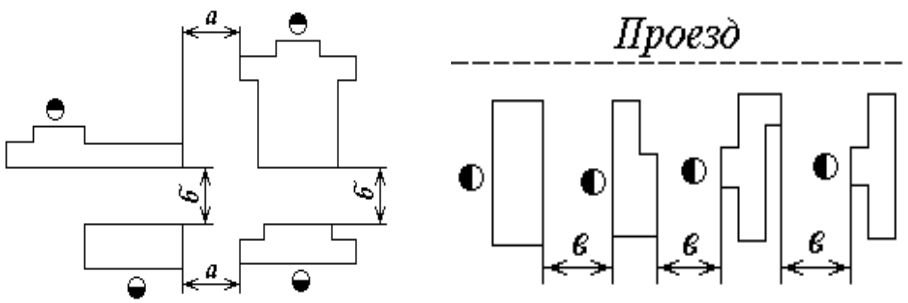


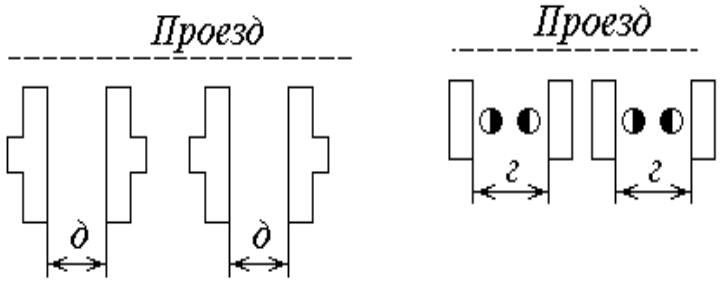
3).

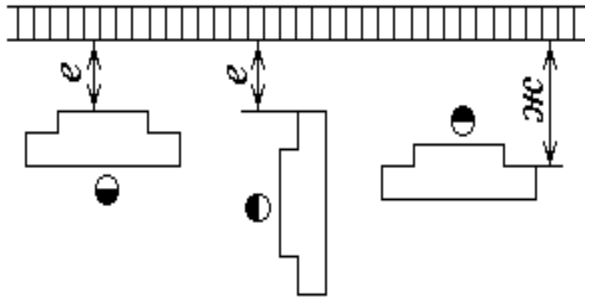


4).

Определение расстояний при расстановке оборудования в цехе



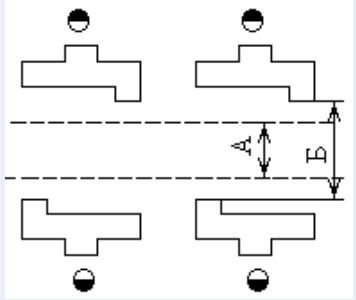
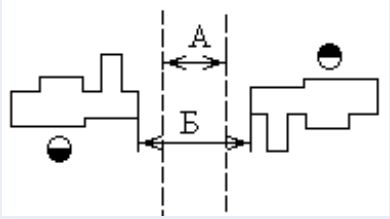




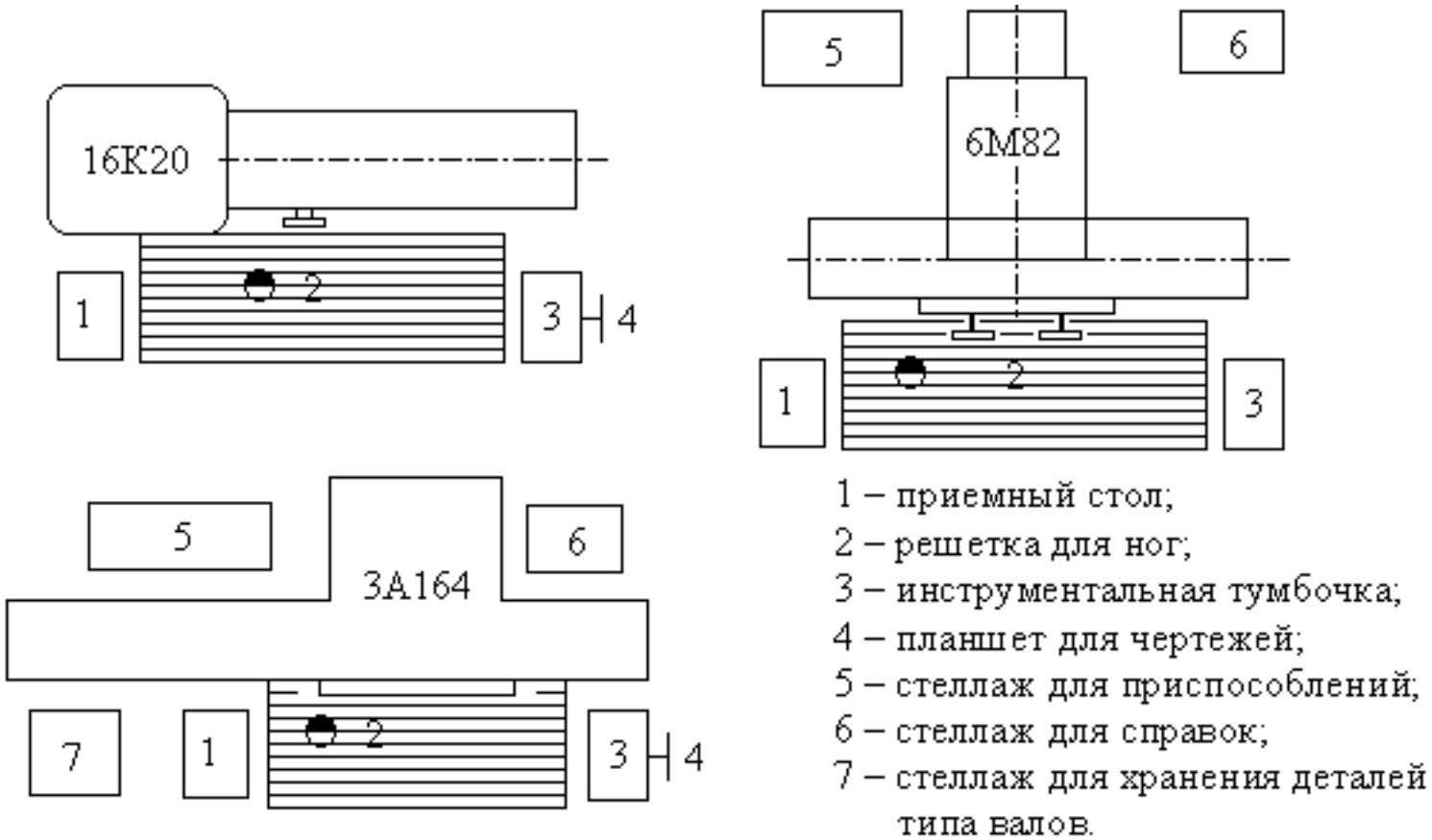
Нормы расстояний между станками.

Расстояния			Нормы расстояний между станками для их размеров, мм		
			до 1800×800	до 4000×2000	до 8000×4000
Между станками по фронту **а**			700	900	1500
Между тыльными сторонами станков **б**			700	800	1200
Между станками при поперечном расположении к проезду	При расположении станков в "затылок" **в**		1300	1500	2000
	При расположении станков фронтом друг к другу и обслуживании одним рабочим	одного станка **г**	2000	2500	3000
		двух станков **д**	1300	1500	
От стен или колонн здания до:	Тыльной или боковой стороны станка **е**		700	800	900
	Фронта станка **ж**		1300	1500	2000

Нормы ширины магистральных проездов в механических и сборочных цехах

Схема	Вид транспорта	Грузопод-ъемность, т	Ширина проездов А, мм	Расстояние между станками Б, мм
Проход продольный 	Электротележки (электрокары)	До 1 До 3 До 5	3000 3500 4000	3400 4000 4500
Проход поперечный 	Электропогрузчики с подъемными вилами	До 0,5 До 1 До 3	3500 400 5000	400 450 5500
	Грузовые автомашины	До 1 До 5	4500 5500	5000 6000

Планировки рабочих мест токаря, фрезеровщика и шлифовальщика с размещением необходимого инвентаря.



УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ ЦЕХА

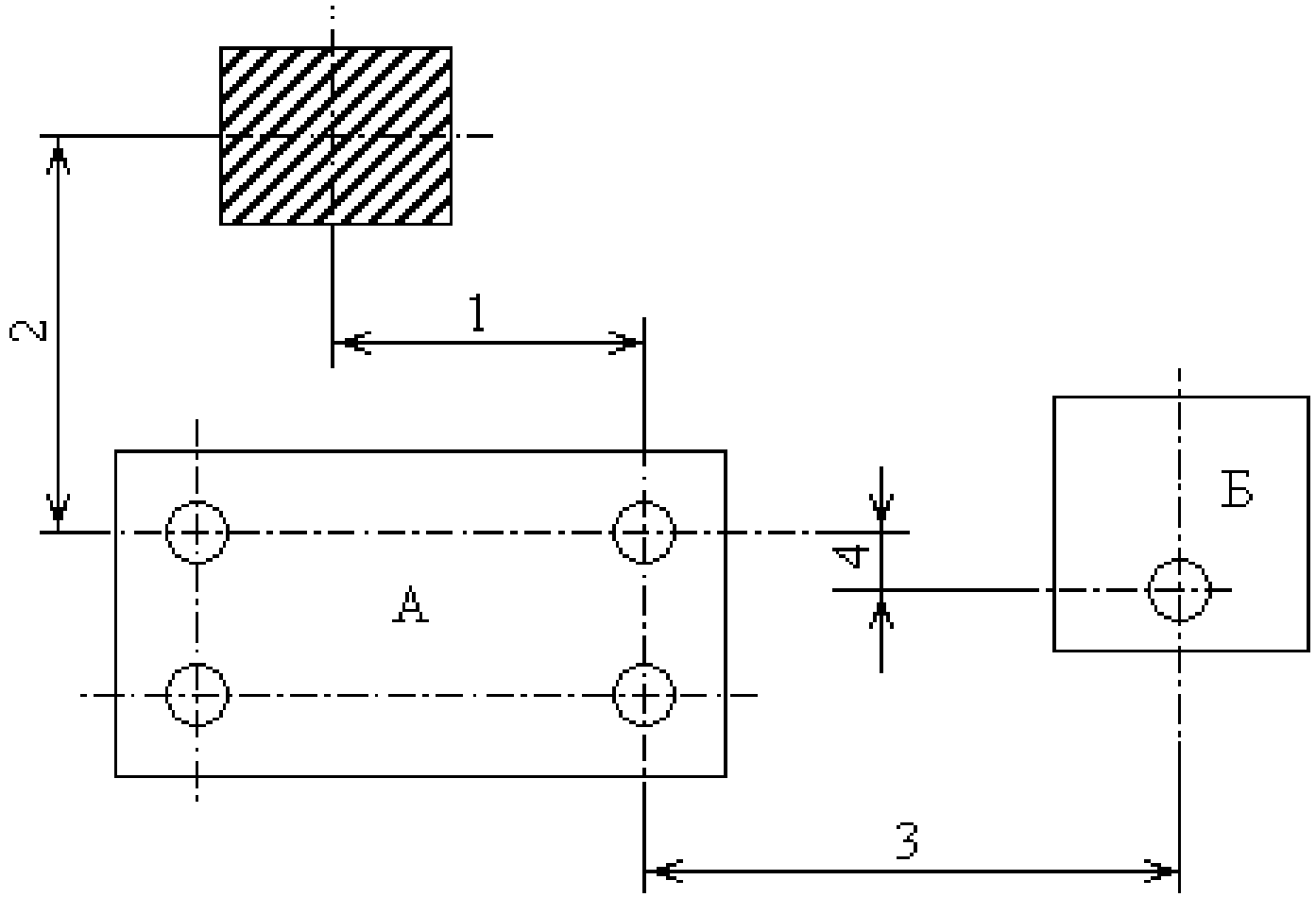


Рис 2.12. Привязка оборудования к осям колон здания

Самостоятельная работа

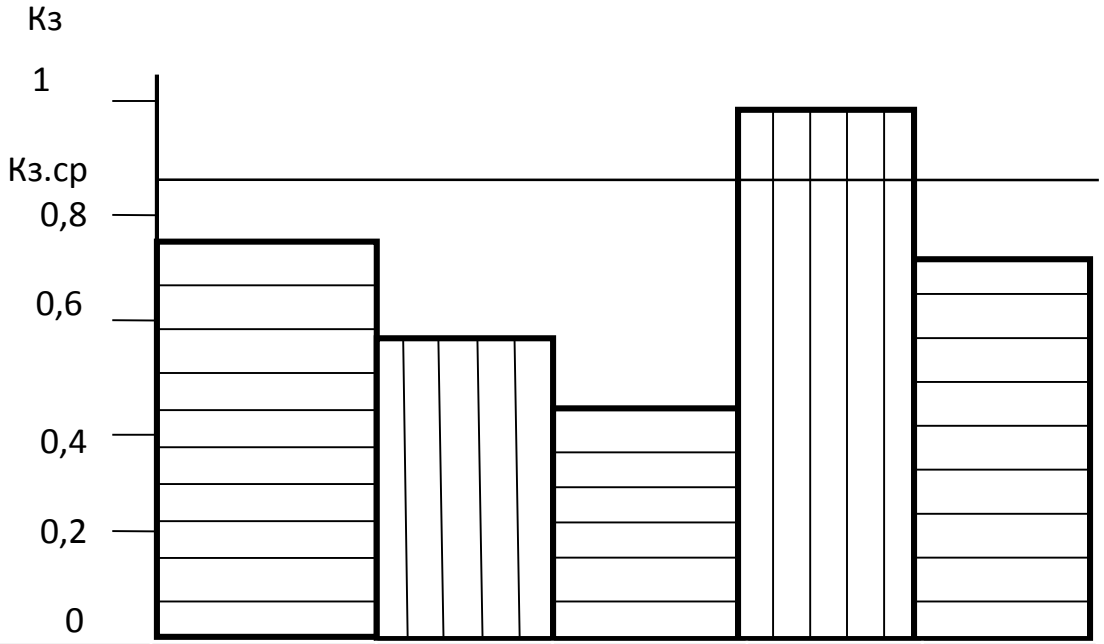
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСАВОЙ РАБОТЫ

1. Определение такта выпуска и типа производства.
2. Предварительный расчет необходимого количества оборудования.
3. Определение коэффициента загрузки оборудования и среднего коэффициента по линии, построение графика загрузки.
4. Корректирование технологического процесса (1-2 операции),
5. Уточненный расчёт потребного количества необходимого оборудования.
6. Определение потребного количества рабочих с учетом многостаночного обслуживания.
7. Построение циклограммы многостаночного обслуживания.
8. Предварительное определение производственной площади.
9. Выбор и обоснование цехового транспорта и подъемно-транспортного оборудования.
10. Выбор и обоснование систем уборки и транспортировки стружки.
11. Расчет и планировка вспомогательного и обслуживающего участков цеха.
12. Разработка варианта планировки линии или участка.
13. Технико-экономические показатели.

Сравнительные характеристики типов производст

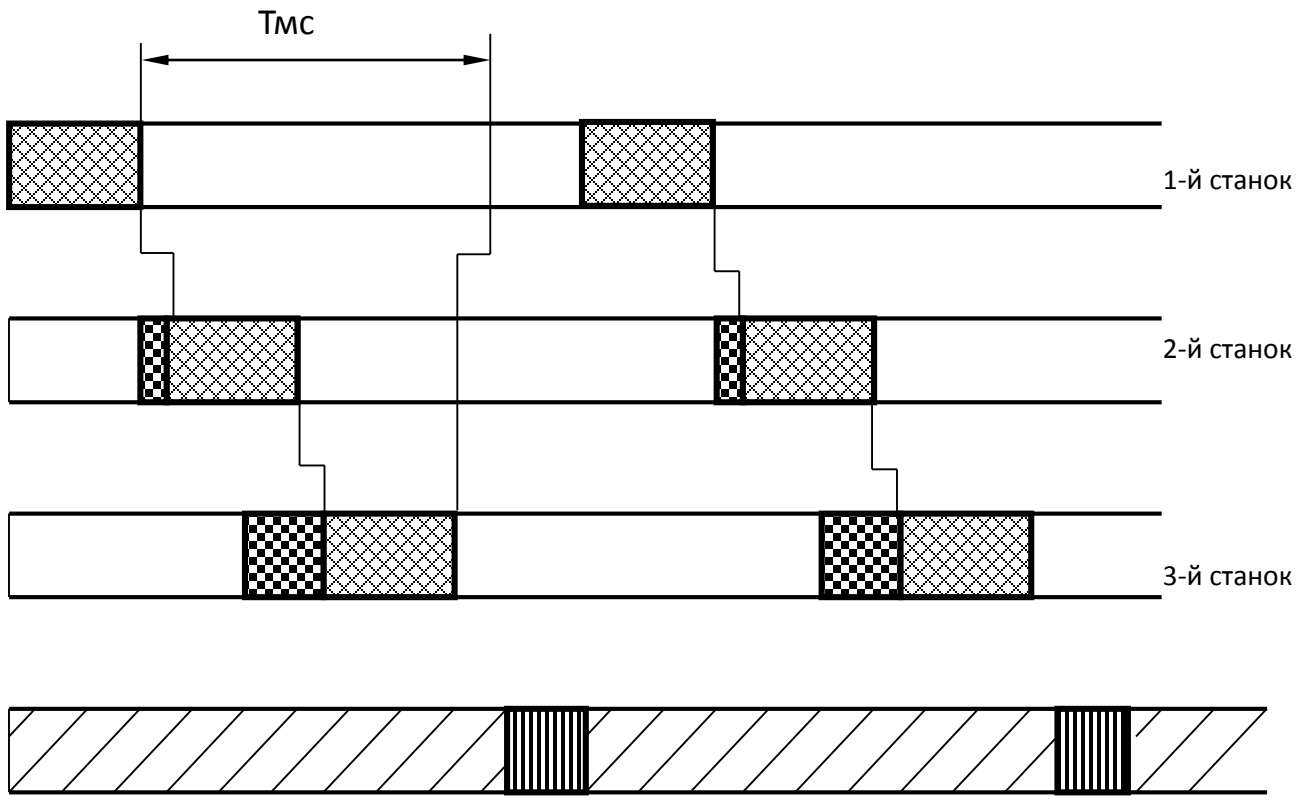
Характеристика типов производств	Типы производств		
	Единичное	Серийное	Массовое
1	2	3	4
Коэффициент закрепления операций К	Свыше 40	Мелкосерийное К=20-40 Серийное К=10-20 Крупносерийное К=1-10	К=1
Специализация рабочих мест	Отсутствует	При выполнении нескольких операций	При выполнении каждой операции
Квалификация рабочих	Высокая	Высокая и средняя	Низкая
Номенклатура изделий	Широкая	Ограниченная	Узкая
Оборудование	Универсальное	Универсальное, специализированное, специальное	Специальное
Расположение оборудования	По группам станков	По труппам, по участкам, по техпроцессу	По техпроцессу
Метод размерной наладки станков	По пробным стружкам и промерам	Предварительная настройка станков по методу автоматического получения размеров.	
Контрольно-измерительный инструмент	Универсальный	Предельный и универсальный	Предельный и специальный
Приспособления	Универсальные или нормализованные	Специализированные и переналаживаемые	Специальные
Форма организации производства	Не поточные методы, предметно-замкнутые участки	Предметно-поточные, групповые поточные линии, межоперационные заделы	Переменно-поточные и непрерывно-поточные линии
Вид технологического процесса	Маршрутный, маршрутно-операционный	Операционный	Операционный

График загрузки оборудования линии.



Номер операции	01	02	03	04	05
Наименование операции	Фрез.центр.	Токарн.	Токарн.	Зубофр.	Сверл.
Модель оборудования	2Г942	1Н713	1Н713	53А20	2Г125
Принятое количество станков	2	3	2	5	1

ГРАФИК МНОГОСТАНОЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ



- время занятости рабочего по обслуживанию станка $t_{раб}$, мин
- время машинно-автоматической работы станка $t_{мА}$, мин
- время простоя оборудования, мин
- время занятости рабочего при обслуживании многостаночного комплекса, мин
- время не занятости рабочего при обслуживании многостаночного комплекса, мин.
- время перехода рабочего от станка к станку t пер, мин.

Тмс - цикл многостаночного обслуживания, мин.

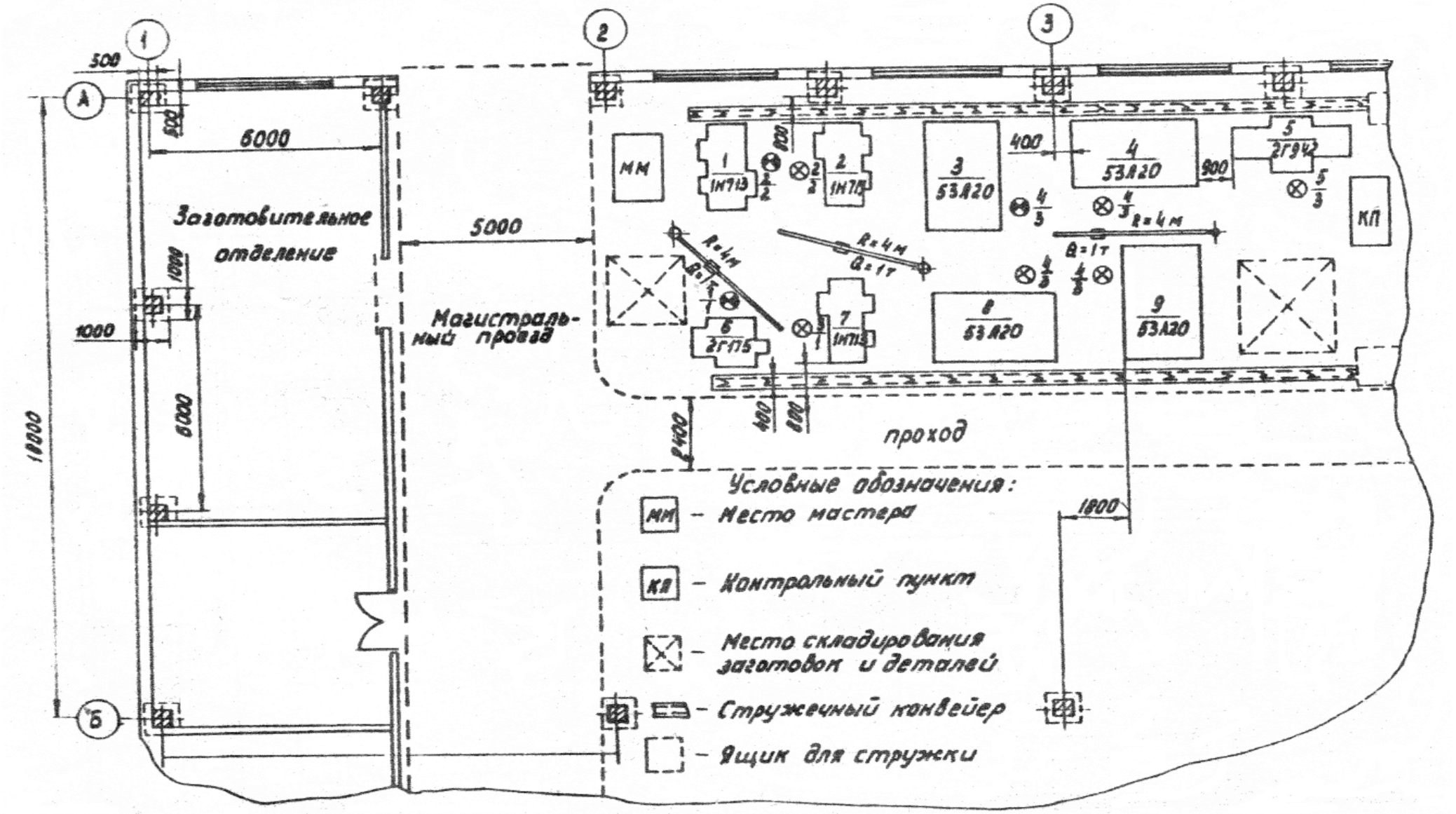
Классификация металлической стружки

Группа стружки	Вид стружки	Плотность т/м^3	Оборудование на котором образуется стружка
1	Элементная (мелкая крошка, кусочки, высечька)	Чугун ковкий-1,6…1,7 Чугун серый - 1,9…2,0 Сталь - 1,0…1,5 Алюминий -0,75	Все виды металлорежущих станков: фрезерные, протяжные, зубообрабатывающие и строгальные станки, дисковые пилы, холодновысадочные автоматы.
2	Элементообразная (в виде витков, нагартованная, колечки)	Сталь – 0,6 Алюминий – 0,2 Бронза – 0,7	Токарные, карусельные, револьверные, сверлильные и другие станки при силовом резании.
3	Автоматный жгутик, мелкий вьюн.	Сталь – 0,5 -0,6 Алюминий – 0,17… 0,2 Бронза–0,6…0,7	Токарные автоматы, полуавтоматы, револьверные станки.
4	Средний вьюн длинной 100…200 мм. Сечением 20…30 мм^2.	Сталь – 0,3 -0,5 Алюминий – 0,1… 0,14	Сверлильные, револьверные, токарные, карусельные, расточные, строгальные.
5	Крупный вьюн сечением 40…60 мм^2.	Сталь – 0,2 -0,25 Алюминий -0,07	Крупные токарные и карусельные станки.
6	Саблевидная с витками диаметром до 1 м, сечением 100 мм^2.	Сталь – 0,15 -0,2	Крупные токарные и карусельные станки.

Типы конвейеров для транспортировки металлической стружки

Тип конвейера	Группа стружки					
	1	2	3	4	5	6
Скребковый	+	+				
Шнековый одновинтовой	+	+				
Шнековый одновинтовой		+	+			
Ершово – штанговый			+	+	+	
Пластинчатый			+	+	+	+
Магнитные	+	+	+	+	+	+

Вариант планировки линии

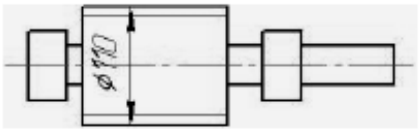


4.4.Варианты заданий.

Исходные данные для проектирования линии механической обработки
Вариант 1 Вал шлицевой. 100 тыс. штук в год

Номер операции	Наименование операции	Оборудо-вание	Мас-са Кг.	tшт.	tма.	tра.
05	Фрезерно-центровальная	2Г942	А Б В	3,0 3,2 3,4	1,6 1,7 1,8	1.0 1.1 1.2
10	Токарная	1Н713	А Б В	4,0 4,2 4,4	2,7 2,8 2,9	0.8 0.9 1.0
15	Токарная	1Н713	А Б В	3,6 3,7 3,9	2,5 2,6 2,7	0.7 0.8 0.9
20	Сверлильная	2Г125	А Б В	1,5 1,7 1,9	0.6 0.8 0.9	0.6 0.7 0.8
25	Шлицефрезерная	53А20	А Б В	10 12 14	8.2 10.2 12.4	1.2 1.4 1.6
30	Моечная	Машина моечная				
35	Контрольная	Стол кон-трольный				

Время перехода рабочего от станка к станку при многостаночном обслуживании tпер.=0.2 мин.



Материал – Сталь 40Х

Масса, кг.		
	Заготовки	Детали
А	16.2	11.4
Б	14.2	10.0
В	12.0	9.0