

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева
Арзамасский политехнический институт

А.Ю. ШУРЫГИН, В.В. ГЛЕБОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Допущено Учебно-методическим объединением ВУЗов
по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ)
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности «Технология машиностроения» и
направлению подготовки «Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»

АРЗАМАС 2009

УДК.621.75
ББК 34.4
Ш-96

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор В.М. Сорокин
кандидат технических наук В.В. Лосев

Шурыгин А.Ю., Глебов В.В. Проектирование
Ш-96 машиностроительного производства: Учебное пособие. - Арзамас:
Издательство ОО «Ассоциация ученых» г. Арзамаса, 2009. - 143 с.

Соответствует учебной программе по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства», а также действующим нормативно-техническим документам. Пособие предлагает обзор основных методов проектирования цехов различных типов и видов производства. Большое внимание уделено вопросам проектирования механических цехов по точной производственной программе. Подробно рассмотрены методы определения количества оборудования и численности работающих.

В пособие включены практические работы по различным этапам проектирования механических цехов, а также инструментальных и ремонтно-механических цехов с указанием цели работы, содержания отчета, последовательности выполнения, теоретических положений, контрольных вопросов и вариантов заданий.

Пособие предназначено для студентов высших технических учебных заведений специальности «Технология машиностроения».

УДК.621.75
ББК 34.4

© А.Ю. Шурыгин, В.В. Глебов, 2009
© Арзамасский политехнический институт
(филиал) НГТУ, 2009

Содержание

Введение.....	4
Практическая работа №1. Годовая производственная программа.....	5
Практическая работа №2. Принципы организации участков и цехов.....	10
Практическая работа №3. Расчет количества технологического оборудования цеха.....	17
Практическая работа №4. Состав работающих цеха и расчет его численности	24
Практическая работа №5. Расчет и проектирование инструментального цеха..	31
Практическая работа №6. Расчет и проектирование ремонтно- механического цеха.....	41
Практическая работа №7. Расчет площадей цехов машиностроительных предприятий.....	50
Практическая работа №8. Разработка компоновочного плана цеха.....	62
Практическая работа №9. Разработка плана расположения оборудования механического участка.....	71
Практическая работа №10. Расчёт высоты пролёта цеха.....	80
Практическая работа №11. Расчет грузооборота цеха и транспортных средств	85
Практическая работа №12. Определение уровня автоматизации производства	91
Практическая работа №13. Расчет энергетики цеха	95
Варианты заданий.....	100
Список литературы.....	110
Приложения.....	111

Введение

Проектирование является первым и основным этапом капитального строительства, обеспечивающим создание новых и реконструкцию действующих цехов машиностроительных предприятий. Проектирование является сложным и трудоемким процессом, в ходе которого одновременно решаются технические, экономические и организационные задачи. Основной целью проектирования является разработка наиболее экономичных проектов цехов, обеспечивающих выпуск высококачественной продукции при наиболее благоприятных условиях труда. В современных условиях проектирование цехов становится комплексной проблемой, объединяющей передовые достижения технологии машиностроения, экономики и организации промышленности, строительства, транспорта.

Настоящее учебно-методическое пособие ставит целью ознакомить студентов с принципами проектирования основных и вспомогательных цехов механосборочного производства новых и реконструируемых предприятий и привить им соответствующие навыки. Оно способствует закреплению теоретических знаний и получению практических навыков расчета и проектирования механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий.

В пособии содержатся основные методики (включая последовательность выполнения) расчета и проектирования механосборочного, инструментального и ремонтно-механического цеха. Методики расчета, контрольные вопросы позволят студентам не только закрепить полученные знания, но и получить определенные профессиональные навыки проектирования механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных заводов (в том числе инструментального и ремонтного профиля).

Проектирование механического цеха студенты осуществляют в полном объеме, включающем расчеты площадей и компоновку цеха. Предполагается, что после выполнения десяти практических работ, студент может осознанно выполнять детальные расчеты и проектирование участков и цехов в дипломном проекте и в самостоятельной инженерной практике.

Практическая работа №1

Годовая производственная программа

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение методов проектирования цехов по точной, приведенной и условной производственным программам, получения навыков составления приведенной программы цеха.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Сводная ведомость расчета приведенной программы.

3. Последовательность выполнения работы

1. Группе выдается задание в виде перечня деталей, изготавливаемых на участке (цехе) с указанием технологических маршрутов обработки деталей.

2. Номенклатуру деталей цеха разбивают на группы. В каждую из которых включают детали, схожие по конструкции и технологии изготовления (группа валов, корпусов, шестерен и т.д.). В каждой группе выбирается деталь-представитель, отвечающая следующим основным требованиям:

- число деталей-представителей должно быть преобладающим в годовой программе;
- общая годовая трудоемкость деталей-представителей должна составлять значительную часть от общей годовой трудоемкости данной группы;
- остальные изделия в группе должны быть сходны с изделием-представителем по конструктивным признакам, габаритам и массе.

3. Выполняется расчет коэффициентов приведения по массе, серийности и сложности, а также общего коэффициента приведения по формулам (1.3)...(1.7), используя данные таблиц 1.2 и 1.3. При определении коэффициента приведения по сложности для нахождения среднего качества точности и шероховатости обработки следует воспользоваться приложением 1.

4. Для каждой приводимой детали рассчитывается приведенная программа по формуле (1.2).

5. Результаты расчетов сводятся в таблицу по форме таблицы 1.4.

4. Теоретические положения

Годовую производственную программу представляют в укрупненном и подетальном виде. Основой для проектирования механических, механосборочных и сборочных цехов и участков является подетальная производственная программа (таблица 1.1). В единичном, мелкосерийном и

среднесерийном производстве подетальную производственную программу представляют только для деталей-представителей.

Проектирование механосборочных участков и цехов ведут на основании точной, приведенной или условной программ.

Таблица 1.1. Подетальная производственная программа

№ п/п	Наименование детали	№ чертежа	Марка материала	Количество деталей на одно изделие	Количество деталей			Масса, кг		Масса на программу, т	
					На основную программу	На запасные части	Всего	Заготовки	Детали	Заготовок	Деталей
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Вал	00.01	Ст.3	2	2000	100	2100	9,8	8,5	20,6	17,9

4.1. Точная программа

Производственная программа называется **точной**, когда номенклатура всех подлежащих изготовлению изделий и их деталей (включая и запасные части) точно установлена и обеспечена рабочими чертежами, спецификациями и техническими условиями. Проектирование по точной программе предусматривает подробную пооперационную разработку технологических процессов изготовления каждой детали, выбор оптимального оборудования и расчет технически обоснованного времени, необходимого для выполнения каждой операции. На основании этих расчетов определяют количество потребного оборудования, загрузку его по времени. Точная программа выпуска обязательна при проектировании цехов крупносерийного и массового производства, требующих большой точности всех технологических расчетов.

Точную годовую программу выпуска всех объектов производства определяют по зависимости

$$N = N_{сб} \cdot n_d \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right), \quad (1.1)$$

где $N_{сб}$ – годовая программа выпуска сборочных единиц, шт; n_d – количество деталей одного наименования, входящих в одну сборочную единицу, шт.; β – процент запасных частей; α – процент технологических потерь.

4.2. Приведенная программа

Производственная программа называется **приведенной**, когда все подлежащие изготовлению изделия условно приводятся к нескольким типовым

изделиям, являющимся наиболее характерными для каждой группы изделий. Проектирование по приведенной программе применяется при обширной и разнообразной номенклатуре подлежащих изготовлению изделий, а также когда полные данные (чертежи, описания, технические условия) имеются лишь по основным типовым изделиям программы. Приведенной программой пользуются преимущественно для проектирования цехов мелко- и среднесерийного, а также единичного производства.

При проектировании по приведенной программе заданную цеху номенклатуру изделий разбивают на группы, в каждую из которых входят изделия, наиболее схожие по конструкции и технологии. Для каждой группы выбирают изделие-представитель, по которому ведут все последующие расчеты.

При использовании метода приведения возможны два варианта формирования групп и выбора типовых представителей. Первый вариант применяют при закреплении за цехом изготовления деталей некоторого количества *подобных* изделий, создаваемых обычно на одной базе и различающимися характеристиками в определенном диапазоне. В этом случае формируют одну или несколько групп изделий и в качестве представителя выбирают одно из изделий группы. Второй вариант применяют при изготовлении цехом изделий, существенно *отличающихся* друг от друга. В этом случае для проектирования механического цеха детали всех машин объединяют в технологически подобные группы (валы, втулки, плоскостные, корпусные детали и др.) и в каждой группе выбирают технологические процессы с техническим нормированием.

Расчет приведенной программы $N_{пр}$ заключается в условном приравнивании каждого изделия группы к выбранному представителю и определению их количества с учетом коэффициента приведения K :

$$N_{пр} = N_x \cdot K, \quad (1.2)$$

где N_x – годовая программа выпуска приводимой детали.

Общий коэффициент приведения рассчитывают по формуле

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.3)$$

где K_1 – коэффициент приведения по массе, K_2 – коэффициент приведения по серийности, K_3 – коэффициент приведения по сложности.

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{M_x}{M}\right)^2}, \quad (1.4)$$

где M – масса изделия-представителя, кг; M_x – масса приводимого изделия, кг.

$$K_2 = \left(\frac{N}{N_x} \right)^{\alpha_1}, \quad (1.5)$$

где N – программа выпуска изделия-представителя, шт; N_x - программа выпуска приводимого изделия, шт; α_1 – показатель степени ($\alpha_1 = 0,15$ – для объектов легкого и среднего машиностроения; $\alpha_1 = 0,20$ – для объектов тяжелого машиностроения).

$$K_3 = (K_T)^{\alpha_2} \cdot K_o, \quad (1.6)$$

где K_T – средний квалитет точности; K_o - коэффициент приведения по оригинальности.

Значения $(K_T)^{\alpha_2}$ в зависимости от среднего квалитета точности приведены в таблице 2.2.

Таблица 1.2. Средние значения коэффициента приведения $\square K_T$

K_T	6	7	8	11	12	13
$(K_T)^{\alpha_2}$	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Для механических цехов и участков коэффициент приведения по оригинальности определяется формулой

$$K_o = (Ra)^{\alpha_3}, \quad (1.7)$$

где Ra – среднее значение параметра шероховатости Ra обработанных поверхностей деталей, мкм.

Значение $\square (Ra)^{\alpha_3}$ при обработке резанием приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Средние значения коэффициента приведения K_o

Ra , мкм	0,63	1,25	2,5	5	10	20
$(Ra)^{\alpha_3}$	1,4	1,2	1,1	1,0	0,97	0,95

После определения приведенной программы вместо заданного числа деталей с обширной номенклатурой дальнейшие расчеты ведут по сокращенной и ограниченной номенклатуре с новым условным числом.

Приведённая программа для каждого изделия рассчитывается произведением заданной программы выпуска на общий коэффициент приведения.

В таблице 1.4 приведён результат расчёта приведённой программы. За изделие-представитель выбрано изделие Б, на которое имеются чертежи. В результате расчёта имеем вместо трех разнотипных изделий с реальным суммарным объёмом выпуска 900 шт/год 814 приведённых к представителю.

Такое приведение позволяет разрабатывать технологические процессы, проводить их нормирование на изделие-представитель и, зная норму времени на его изготовление и приведённый объём выпуска, определять годовые затраты времени на обработку данной группы деталей.

Таблица 1.4. Ведомость расчёта приведённой программы

Наименование детали	Заданная программа			Приведенная программа					Приведенная годовая программа $N_{пр}$, шт
	Годовая программа выпуска N_x , шт.	Масса, т		Наименование представителя	Коэффициент приведения				
		одной детали	годовой программы		K_1	K_2	K_3	K	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Изд. А	200	0,7	140	Изд. Б	0,92	1,2	1,2	1,32	264
Изд. Б	400	0,8	320	Изд. Б	1,0	1,0	1,0	1,0	400
Изд. В	300	0,5	150	Изд. Б	0,73	1,04	1,1	0,84	250
Всего:	900		610	Всего:					814

Проектирование по приведённой программе целесообразно осуществлять для участков и цехов серийных производств.

4.3. Условная программа

Расчет по *условной* программе ведут в основном при единичном и мелкосерийном производствах, когда номенклатура объектов производства очень велика или в нее входят изделия, конструкция которых в полном объеме еще не разработана. При проектировании по условной программе также выбирают изделие-представитель, для которого подсчитывают трудоемкость изготовления, но расчеты, выполненные для изделия – представителя без коэффициента приведения полностью переносятся на все изделия данной группы.

5. Контрольные вопросы

1. Целесообразно ли в условиях крупносерийного и массового производств осуществлять проектирование цеха по приведенной программе?
2. Целесообразно ли осуществлять расчет цеха с малой номенклатурой и большим годовым выпуском готовых изделий по условной программе?

Практическая работа №2

Принципы организации участков и цехов

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение принципов организации участков, методики выбора организационной формы участка по степени кооперации, типа линии по коэффициенту массовости и определения числа предметных участков.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Таблицы исходных данных и материальных связей каждой единицы оборудования с другими станками.
3. Расчетные формулы и результаты расчетов.
4. Принципиальная схема расстановки оборудования.

3. Последовательность выполнения работы

1. Группе выдается задание в виде технологических маршрутов обработки деталей. Исходные данные записываются по форме таблицы 2.2.
2. Устанавливаются материальные связи по каждому станку, определяют число связей с другими станками. Результаты анализа заносятся в таблицу по форме 2.3.
3. Производятся расчеты числа связей и по степени кооперации, вычисляемого по формуле (2.5), определяют принцип формирования производственного участка с использованием графика на рисунке 2.2.
4. Для линейного принципа выбирают тип поточной линии по зависимостям (2.2) и (2.4), используя коэффициент массовости, а для предметного принципа формирования участков определяют число предметных участков по зависимостям (2.1)...(2.3).

4. Теоретические положения

Производственные участки в зависимости от сложности выпускаемой продукции, программы производства и режима работы могут быть организованы по *технологическому*, *предметному* и *линейному* принципам.

4.1. Технологический принцип организации

Технологические участки характерны для значительной номенклатуры изготавливаемых изделий и небольших объемов выпуска, т.е. когда изделия производят единично или малыми сериями и исключается возможность полной загрузки оборудования изготовлением одного изделия. В таких случаях с целью повышения коэффициента загрузки оборудование делят на группы по признаку одинакового служебного назначения, например, на группы токарных, фрезерных, зуборезных и др. станков. Каждая группа однотипного оборудования размещается в определенной части цеха (участке). Изготавливаемые детали в определенной последовательности проходят отдельные участки, где обрабатываются. Полуфабрикаты мелких и средних деталей после выполнения определенных операций при условии занятости оборудования участка поступают для хранения на площади межоперационного склада. Крупногабаритные изделия хранятся около станков или на специальных подкрановых площадках.

Недостатками такой формы организации механической обработки являются многократные и значительные по длине пути перемещения полуфабрикатов, требующих широкого применения транспортных средств, сложного планирования и документации для учета движения изделий и относительно невысокие технико-экономические показатели производства.

4.2. Предметный принцип организации

С уменьшением номенклатуры изготавливаемых изделий и увеличением годового объема их выпуска становится целесообразным использовать общность технологических маршрутов обработки и формировать производственные подразделения, используя **предметный** принцип создания предметно-специализированных цехов (цех двигателей, коробок передач и т.п.) и отдельных участков. Формирование предметных участков производится по принципу общности конструктивных форм и технологических операций деталей, обрабатываемых на этих участках.

Создание предметных участков в механических цехах осуществляется в следующей последовательности:

1. Конструктивно-технологическая классификация деталей по следующим признакам: вид материала заготовки, габариты, технологический процесс обработки, конструктивный вид детали.

2. Расчет по каждому наименованию детали показателя относительной трудоемкости $K_{дi}$, выражающего обезличенное число рабочих мест для изготовления годовой программы i -ой детали,

$$K_{дi} = \frac{\sum_{j=1}^n t_{шт.к_i}}{\tau_i}, \quad (2.1)$$

где $\sum t_{\text{шт.к}_i}$ - суммарная норма времени на обработку данной детали по всем операциям технологического процесса, мин; τ_i - такт выпуска детали, мин/изд,

$$\tau_i = \frac{F_{\text{д.о}} \cdot 60}{N_i}, \quad (2.2)$$

где $F_{\text{д.о}}$ - действительный годовой фонд времени рабочего места, ч; N_i - годовой объем выпуска i -й детали, шт.

3. Определение числа предметных участков

$$d = \frac{\sum_{i=1}^m K_{\text{д}_i}}{S}, \quad (2.3)$$

где S - среднее число рабочих мест на участке, $S = 30 \dots 50$.

4. Закрепление за каждым участком по возможности однородных деталей. При этом суммарный показатель относительной трудоемкости деталей, закрепляемых за участком, должен быть близким к числу рабочих мест на участке.

При рассматриваемой форме организации обработки оборудование на участке размещают примерно по ходу операций технологического процесса изготовления деталей данной группы, что уменьшает протяженность путей транспортных операций, затраты времени и средств на их выполнение.

Примерами предметных участков являются участки обработки валов, зубчатых колес, корпусных деталей и т.п. Подобная форма используется как в серийном, так и в массовом производствах (для последних - специализированные цеха). Поскольку за предметным участком закреплена группа деталей, обработку производят партиями.

4.3. Линейный принцип организации

Линейный принцип формирования участков и цехов характеризуется строго определенной последовательностью операций технологического процесса в каждый момент времени и предусматривает поточные формы механической обработки. Поточные формы характерны преимущественно для массового и крупносерийного производства, но могут быть использованы и в серийном. Их внедрение предполагает достаточно устойчивую по времени программу выпуска, тщательную проработку конструкции изделия и технологии, четкую организацию обслуживания, снабжения материалами и комплектующими.

Поточные линии механической обработки, в зависимости от количества наименований деталей, закрепленных за линией, могут быть

- *однопредметными* (поточно-массовыми);

- *многопредметными* (поточно-серийными).

Оба этих вида, в свою очередь, по степени непрерывности движения деталей в процессе обработки подразделяются на

- *непрерывно-поточные* (синхронизированные);
- *прерывно-поточные* (несинхронизированные).

Поточно-серийные, кроме того, могут быть групповыми.

Тип линии можно выбрать, используя коэффициент массовости, показывающий число станков, необходимых для выполнения определенной операции:

$$K_{Mj} = \frac{\sum_{j=1}^n t_{шт.j}}{\tau_j \cdot n}, \quad (2.4)$$

где n - число операций технологического процесса обработки j -й детали.

При $K_{Mj} \geq 0,75$ по всем операциям технологического процесса целесообразна организация *однопредметной непрерывно-поточной* линии.

При $K_{Mj} = 0,7 \dots 0,8$ по основным операциям - *однопредметной прерывнопоточной* линии.

При $0,2 \leq K_{Mj} < 0,7$ целесообразно создание *серийно-поточных* линий с закреплением от 2 до 15 наименований деталей, причем при равенстве показателей массовости по всем операциям технологического процесса возможна организация непрерывно-поточных линий, а при неравенстве - прерывных.

Если $K_{Mj} \leq 0,2$ и большая номенклатура (до 50 наименований) деталей, возможно создание *групповых поточных* линий (с переналадкой оборудования или без нее), приближающихся по своим технико-экономическим характеристикам к предметным участкам.

4.4. Выбор принципа формирования производственных подразделений по степени кооперации

Выбор организационной формы механической обработки можно обосновать *степенью кооперации* K_k , определяемой исходя из среднего числа материальных связей между технологическим оборудованием участка:

$$K_k = \frac{\sum_{i=1}^C K_i}{C}, \quad (2.5)$$

где K_i - число материальных связей, которыми i -е оборудование связано с остальным оборудованием; C – количество оборудования в цехе.

Количество станков данного типоразмера определяется по формуле:

$$C = \frac{T_{\Sigma}}{F_{\text{д.о}}}, \quad (2.6)$$

где T_{Σ} - станкоемкость обработки годового количества всех деталей на станках данного типоразмера, ст.ч; $F_{\text{д.о}}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.

Станкоемкость обработки определяется по данным технологического процесса

$$T_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{шт}_i} \cdot N_i}{60}, \quad (2.7)$$

где $t_{\text{шт}_i}$ - штучное время на обработку i -ой детали на станках данного типоразмера, мин; N_i — число деталей, проходящих данную операцию; n — количество типоразмеров деталей, обрабатываемых на данной операции (станке).

Таблица 2.1. Эффективный годовой фонд времени работы оборудования

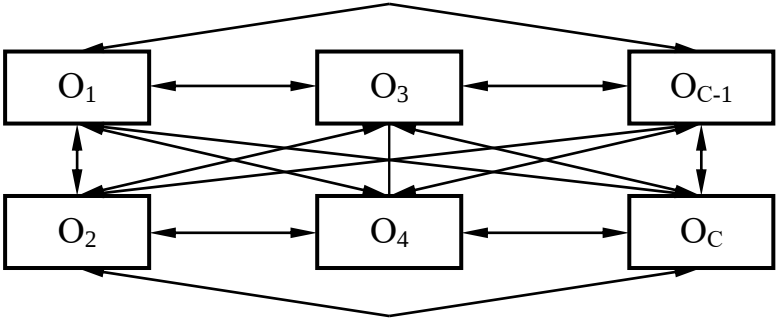
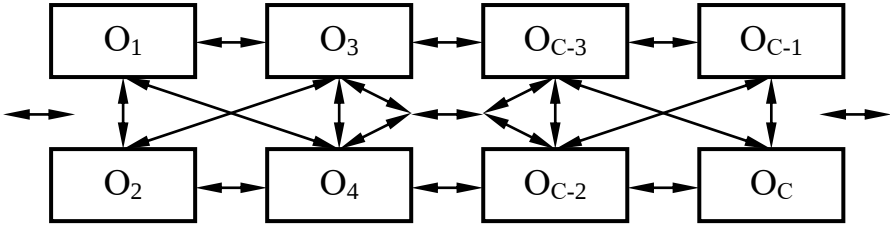
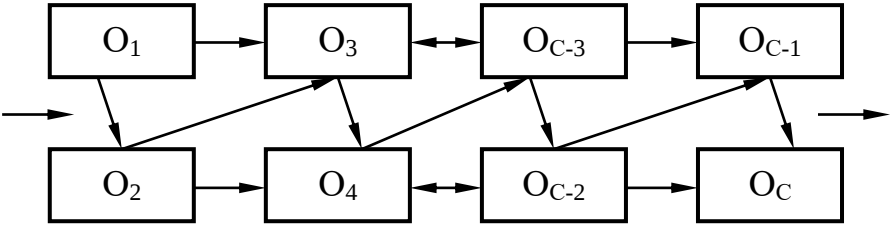
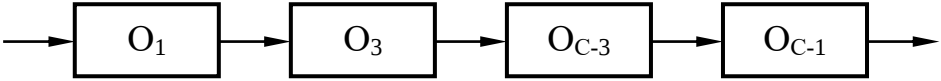
Оборудование	Режим работы оборудования		
	В одну смену	В две смены	В три смены
Металлорежущие станки массой, т:			
до 10	2000	3900	5900
св.10 до 30	1900	3900	5800
св. 30 до 100	1900	3800	5700
св. 100	-	3800	5600
Металлорежущие станки с программным управлением (ПУ) массой, т:			
до 10	-	3900	5800
св.10 до 30	-	3800	5700
св. 30 до 100	-	3700	5400
св. 100	-	3600	5300
Металлорежущие станки с ЧПУ типа "Обрабатывающий центр" массой, т:			
до 10	-	3800	5700
св.10 до 30	-	3700	5600
св. 30 до 100	-	3700	5400
св. 100	-	3600	5300
Агрегатные станки	-	3900	5800
Автоматические линии	-	3800	5600

При определении числа материальных связей учитывают грузопоток как от данного технологического оборудования, так и к нему. Дублирующие

материальные связи учитываются однократно.

Для трёх принципов формирования структурных подразделений производственной системы возможны четыре границы:

- верхняя граница технологического принципа;
- граница между технологическим и предметно-разнонаправленным принципом;
- граница между линейным и предметным однонаправленным принципом;
- нижняя граница линейного принципа.

Верхняя граница технологического принципа	 $\sum K_i = 2C(C-1)$ $K_k = 2C(C-1)/C = 2C-2$
Граница между предметно-разнонаправленным и технологическим принципами	 $\sum K_i = (C-4) \cdot 10 + 4 \cdot 6 = 10C-16$ $K_k = (10C-16)/C = 10C-16/C$
Граница между линейным и предметно-однонаправленным принципами	 $\sum K_i = (C-4) \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 = 4C-6$ $K_k = (4C-6)/C = 4-6/C$
Нижняя граница линейного принципа	

$$\sum K_i = (C - 2) \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 2C - 2$$

$$K_k = (2C - 2) / C = 2 - 2 / C$$

Рисунок 2.1. Принципиальные схемы формирования подразделений

Указанные границы устанавливают исходя из принципиальных схем формирования производственных подразделений (рисунок 2.1), по которым определяют число материальных связей и степень кооперации. Область использования рассмотренных принципов формирования структурных подразделений производственной системы показана на рисунке 2.2.

Линии, ограничивающие каждую область, построены на основании зависимостей, приведённых на рисунке 2.1. Пользуясь графиками, приведёнными на рисунке 2.2, можно выбрать принцип формирования производственных подразделений, если известно следующее:

- количество оборудования каждого типа и общее число единиц оборудования на участке (в линии),
- производственные маршруты изготовления деталей, на основе которых определяются материальные связи и степень кооперации.

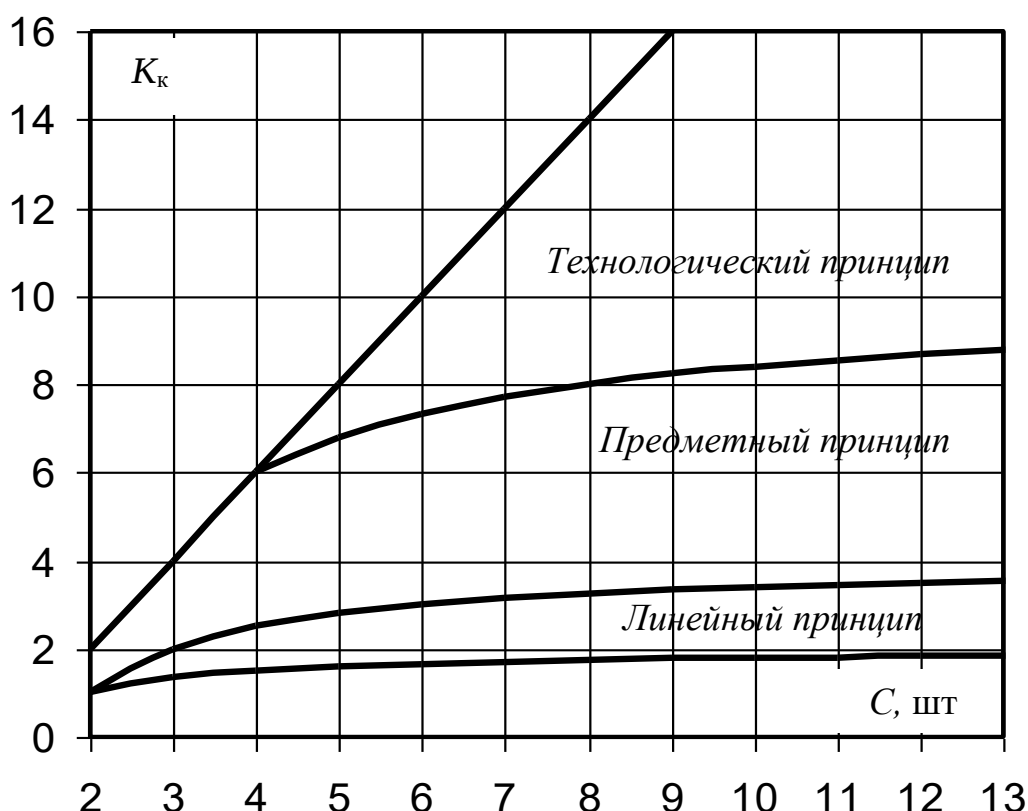


Рисунок 2.2. Области использования различных принципов формирования производственных подразделений

Для простоты технологические маршруты рекомендуется представить в форме таблицы 2.2.

Технологические маршруты изготовления деталей А, Б, В, Г, Д рассматривают последовательно, чтобы установить материальные связи с каждым станком. Например, при рассмотрении указанных маршрутов можно установить, что станок №1 имеет следующие связи:

- в технологическом маршруте изготовления детали А - со станком №4;
- в технологическом маршруте изготовления детали В - со станками №2 и №6;
- в технологическом маршруте изготовления детали Г - со станками №5 и №7.

Таблица 2.2. Технологические маршруты обработки деталей

Деталь (код)	Технологический маршрут (№ станка)
А	3-7-6-4-1
Б	3-5-2-3-4-8
В	2-1-6-7-8
Г	3-5-1-7-6-4
Д	2-6-4-2

Определённые таким образом связи заносят в таблицу 2.3, причём указывают их направление стрелкой. Дублирующие связи, например 3-5 в технологических маршрутах деталей Б и Г, учитывают однократно. После расчёта числа связей для каждого станка и суммирования их для всех единиц оборудования определяют степень кооперации $K_k = 34/13 = 2,62$. В соответствии с рисунком 2.2 определяют принцип формирования производственного участка (в рассматриваемом случае линейный).

Таблица 2.3. Результаты расчётов по выбору принципа формирования производственных участков

№ станка	Материальная связь с другими станками	Число связей ΣK_i	Количество станков C
1	$\bar{4}, \bar{2}, \bar{6}, \bar{5}, \bar{7}$	5	1
2	$\bar{5}, \bar{3}, \bar{1}, \bar{6}, \bar{4}$	5	3
3	$\bar{7}, \bar{5}, \bar{2}, \bar{4}$	4	2
4	$\bar{6}, \bar{1}, \bar{3}, \bar{8}, \bar{2}$	5	1
5	$\bar{3}, \bar{2}, \bar{1}$	3	1
6	$\bar{7}, \bar{4}, \bar{1}, \bar{7}, \bar{2}$	5	2
7	$\bar{3}, \bar{6}, \bar{6}, \bar{8}, \bar{1}$	5	2
8	$\bar{4}, \bar{7}$	2	1
Итого:		34	13

5. Контрольные вопросы

1. Назовите принципы формирования производственных участков?
2. Причины и условия, объясняющие разную эффективность трех принципов формирования производственных участков?
3. Как определяются границы принципов организации производственных подразделений?
4. Различия в организации материальных потоков при разных вариантах расстановки оборудования?
5. Основные этапы методики выбора принципа расстановки оборудования по степени кооперации?

Практическая работа №3

Расчет количества технологического оборудования цеха

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение методов расчета количества основного и вспомогательного оборудования цехов и участков с поточной и групповой формами организации производства.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Сводная ведомость оборудования в цехе.

3. Последовательность выполнения работы

1. При проектировании цехов и участков с *поточной* формой организации производства на основании технологического процесса и штучного времени на операцию обработки заготовки, по зависимостям (3.1)...(3.3) определяют такт выпуска, а затем по формулам (3.4) и (3.5) - расчетное количество основного оборудования. Средний коэффициент загрузки оборудования всей линии находят по формуле (3.6).

2. При проектировании цехов *группового* производства общее количество основного технологического оборудования найти по зависимости (3.7). Для определения количества станков каждого вида пользуются данными по процентному соотношению различного оборудования в механических цехах (таблица 3.4).

3. Количество единиц вспомогательного оборудования определяют по нормам технологического проектирования в зависимости от количества основного технологического оборудования (таблицы 3.5...3.8).

Таблица 3.1. Сводная ведомость оборудования в цехе

Наименование	Модель	Габаритные	Количество	Мощность, кВт
--------------	--------	------------	------------	---------------

оборудования		размеры, мм × мм	оборудования, шт.	единицы оборудования	общая
Основное оборудование					
Итого:					
Вспомогательное оборудование					
Итого:					

4. Результаты расчета количества и состава основного и вспомогательного оборудования занести в таблицу 3.1. Наименования и габаритные размеры моделей оборудования приведены в приложении 2.

4. Теоретические положения

Технологическое оборудование цеха подразделяют на основное и вспомогательное. К *основному* технологическому оборудованию относят оборудование, выполняющее технологические операции обработки заготовок и сборки изделий, и расположенное на производственных площадях участка. *Вспомогательное* оборудование предназначено для обслуживания основного оборудования и размещается во вспомогательных службах цеха.

4.1. Расчет количества основного оборудования

Расчет количества единиц основного оборудования зависит от типа производства и осуществляется двумя основными методами:

1) Расчет по станкоемкости механической обработки производят при детальном проектировании цехов серийного и массового производства.

2) Расчет по технико-экономическим показателям производят при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства, а также при укрупненном проектировании цехов всех типов производства.

4.1.1. Расчет количества оборудования по станкоемкости

При проектировании механических цехов и участков с *поточной формой* организации производства рассчитывают **такт выпуска**, т.е. интервал времени, через который периодически производится выпуск деталей.

Для *однопредметной* (поточно-массовой) линии такт равен

$$\tau = \frac{F_{\text{д.о}} \cdot 60}{N}, \quad (3.1)$$

где $F_{\text{д.о}}$ – действительный годовой фонд работы оборудования (см. табл. 2.1), ч;
 N – годовая программа выпуска детали, обрабатываемой на линии, шт.

Для **многопредметной** (поточно-серийной или переменнo-поточной) линии, если на ней изготавливаются детали с различными станкoемкостями такт определяется по формуле

$$\tau = \frac{F_{\text{до}} \cdot 60}{N_A + K_1 N_B + K_2 N_B + \dots} \cdot \eta, \quad (3.2)$$

где N_A , N_B , N_B – годовые программы выпуска деталей, обрабатываемых на линии; K_1 , $K_2 \dots$ – коэффициенты, учитывающие отношения трудоемкостей изготовления деталей, закрепленных за линией, к детали А:

$$K_1 = \frac{T_B}{T_A}, K_2 = \frac{T_B}{T_A} \text{ и т.д.}, \quad (3.3)$$

где T_A , T_B , T_B – трудоемкости изготовления соответствующих деталей; η – коэффициент, учитывающий потери времени на переналадку оборудования линии при переходе на обработку детали другого типа $\eta = 0,85 \dots 0,95$.

Определение такта в этом случае удобно вести в табличной форме, пример которой представлен ниже.

Таблица 3.2. Определение такта многопредметной поточной линии

Наименование детали	Годовой выпуск, шт.	Станкoемкость, мин	Отношение станкoёмкостей K_i	Расчёт такта выпуска τ , мин.
А	60000	10	1,0	$\tau_A = \frac{4015 \cdot 60 \cdot 0,92}{60000 + 2 \cdot 48000 + 1,5 \cdot 24000} = 1,12$
Б	48000	20	2,0	$\tau_B = K_1 \cdot \tau_A = 1,12 \cdot 2 = 2,24$
В	24000	15	1,5	$\tau_B = K_2 \cdot \tau_A = 1,12 \cdot 1,5 = 1,68$

Количество основного оборудования в **однопредметной** (непрерывно-поточной) линии определяют для каждой операции по такту выпуска деталей с линии:

$$C_p = \frac{t_{\text{шт.}}}{\tau}, \quad (3.4)$$

где $t_{\text{шт.}}$ – время обработки детали на данной операции, мин.

Количество станков в **многопредметной** поточной линии определяется для каждой операции по следующей формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт.i} \cdot N_i}{60 \cdot F_{д.о} \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где $t_{шт.i}$ - штучное время обработки для i -ой детали на данной операции, мин; N_i – годовая программа выпуска i -ой детали, обрабатываемой на линии, шт.; n – количество деталей, обрабатываемых на линии.

Полученное расчетное число округляют до целого и находят принятое число станков $C_{пр}$. Общее количество станков в поточной линии определяют как сумму принятых для отдельных операций станков.

Количество станков в *групповых* поточных линиях определяется для каждой операции по формуле (3.5), применяемой для расчета числа станков в переменнo-поточной линии, но без применения коэффициента η переналадки.

Средний коэффициент загрузки оборудования всей линии определяется отношением расчетного числа станков линии к принятому

$$K_{з.ср} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{пр}}. \quad (3.6)$$

Результаты расчетов следует признать удовлетворительными, если средний коэффициент загрузки линии будет не ниже 0,65...0,75.

4.1.2. Расчет количества оборудования по технико-экономическим показателям

При проектировании механических цехов и участков группового производства (единичного, мелкосерийного, серийного), а также при укрупненном проектировании цехов крупносерийного и массового производства, количество основного технологического оборудования определяют по годовой станкoемкости всей номенклатуры деталей цеха:

$$C_p = \frac{T_r}{F_{д.о} \cdot K_з}, \quad (3.7)$$

где T_r – годовая станкoемкость, ст.ч; $K_з$ – коэффициент загрузки оборудования ($K_з = 0,8...0,9$ для единичного и мелкосерийного производства, для серийного производства $K_з = 0,75...0,85$, для массового и крупносерийного $K_з = 0,65...0,75$).

Таблица 3.3. Процентное соотношение различных типов станков в цехах механосборочного производства

Тип станков	Цех непоточного	Цех поточного производства
-------------	-----------------	----------------------------

	производства	со средним выпуском	с большим выпуском
Токарные	2,6%	7,5%	3%
Револьверные	12%	6,3%	3,4%
Многорезцовые	1,2%	11,3%	7,6%
Токарные автоматы и полуавтоматы	0,5%	2,6%	8,1%
Фрезерные	14,2%	10%	5,7%
Протяжные	0,5%	2%	3,6%
Сверлильные и расточные	12,5%	17%	12%
Агрегатно-сверлильные	-	3%	12,6%
Круглошлифовальные	9%	7,2%	5,5%
Внутришлифовальные	6,6%	2,7%	1,6%
Прочие	16,3%	30,4%	36,9%

Состав оборудования по типам станков определяют по процентному соотношению различных станков в технологическом процессе изготовления изделия-представителя или в цехе с аналогичным производством (таблица 3.3).

4.2. Расчет количества вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию относятся станки, которые установлены в цеховой ремонтной базе (ЦРБ), заточном отделении и в мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента. Количество вспомогательного оборудования определяют разными методами в зависимости от типа производства и степени детализации проектных решений.

4.2.1. Количество станков цеховой ремонтной базы

При укрупненных расчетах количество станков, устанавливаемых в ЦРБ, определяют по нормам проектирования в зависимости от общего количества основного технологического оборудования цеха по таблице 3.4.

Таблица 3.4. Нормы количества станков в цеховой ремонтной базе

Количество основного оборудования в цехе, шт	100	180	200	250	300	400	500
Количество станков в цеховой ремонтной базе, шт	2	3	4	5	6	7	9

При детальном расчете, осуществляемых при проектировании механосборочных цехов крупносерийного и массового производства, количество станков в ЦРБ определяют по годовой ремонтности основного технологического оборудования цеха и с учетом формы организации ремонтных работ.

4.2.2. Количество станков в заточном отделении

Заточное отделение рекомендуется создавать с расчетом обслуживания, как правило, всех цехов производственного корпуса. Количество станков общего назначения в заточном отделении определяют по процентному отношению к числу обслуживаемых станков по таблице 3.5.

Таблица 3.5. Количество станков общего назначения в заточном отделении

Тип производства	Количество обслуживаемых станков, шт	
	До 200	Свыше 200
Единичное	4%	3%
Мелкосерийное		
Среднесерийное		
Крупносерийное	3%	2%
Массовое		

Количество специальных заточных станков определяют по нормам технологического проектирования (таблица 3.6).

Таблица 3.6. Нормы для расчета количества специальных заточных станков

Затачиваемый инструмент	Станки, обслуживаемые одним специализированным заточным станком	
	Наименование	Количество
Червячные фрезы	Зубофрезерные одношпиндельные	10
Резцовые головки	Зубострогальные	4
Шеверы	Шевинговальные	10
Протяжки	Одноплунжерные протяжные	15
Долбяки	Зубодолбежные	20

Кроме того, в состав вспомогательного оборудования заточного отделения входят:

- обдирочно-шлифовальный станок;
- заточные станки для дисковых пил и центровочных сверл;
- ручной пресс.

4.2.3. Количество станков мастерской по ремонту оснастки и инструмента

Количество станков мастерской (отделения) по ремонту технологической оснастки и инструмента определяют по нормам технологического проектирования (таблица 3.7).

Таблица 3.7. Нормы для расчета количества станков мастерской ремонта технологической оснастки и инструмента

Тип производства	Число обслуживаемых станков механического цеха					
	100	160	250	400	630	1000

Мелкосерийное	2	3	4	6	8	10
Среднесерийное	3	4	5	7	10	12
Крупносерийное	3	4	6	8	11	14

В состав отделений по ремонту технологической оснастки, кроме основных станков, входит вспомогательное оборудование в количестве 40 % от числа основных станков этих отделений, в пределах от 3 до 11 единиц. В число вспомогательного оборудования входят:

- обдирочно-шлифовальные станки,
- настольно-сверлильные станки,
- прессы,
- электроэрозионный станок для извлечения сломанного инструмента из отверстий и др.

5. Контрольные вопросы

1. Относятся ли металлорежущие станки цеховой ремонтной базы и мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента к основному оборудованию цеха?

2. Можно ли осуществлять расчеты количества основного оборудования цеха единичного производства исходя из штучного времени на операцию и величины такта?

3. Учитывают ли при расчетах количества заточного оборудования цеха количество шпинделей агрегатных и многошпиндельных станков?

4. Следует ли при расчете количества станков мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента учитывать тип производства проектируемого цеха?

Практическая работа №4

Состав работающих цеха и расчет его численности

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение состава работающих механического цеха и методики расчета его численности.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Сводная ведомость состава и численности работающих в цехе.

3. Последовательность выполнения работы

1. Количество основных производственных рабочих в зависимости от вида программы цеха, типа и формы организации производства находят по формулам (4.1)...(4.4), используя данные, приведенные в таблицах 4.2 и 4.3.

2. Количество вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), служащих и младшего обслуживающего персонала (МОП) определяют в процентном соотношении по нормативам таблиц 4.4, 4.5 и 4.6.

3. Определить половой состав и численность работающих в цехе по сменам, используя для этой цели нормы, приведенные в таблице 4.6. Результаты расчета занести в сводную ведомость, выполненную по форме таблицы 4.1.

Таблица 4.1. Сводная ведомость состава работающих

Группа работающих	Количество		
	Всего	Женщин	В 1-ю смену
Производственные рабочие:			

станочники слесари механической обработки наладчики поточных линий операторов поточных линий наладчиков-операторов ГПС прочие Итого:			
Вспомогательные рабочие:			
Итого рабочих:			
ИТР			
Служащие			
МОП			
Всего работающих:			

4. Теоретические положения

В общем случае в состав работающих цехов механосборочного производства входят:

- производственные (основные) рабочие;
- вспомогательные (подсобные) рабочие;
- инженерно-технические работники;
- служащие (счетно-конторский персонал);
- младший обслуживающий персонал.

К *производственным* рабочим относят станочников и наладчиков оборудования, слесарей и других рабочих, занятых непосредственно выполнением операций технологического процесса обработки заготовок и сборки машин.

К *вспомогательным* рабочим относят транспортных и складских рабочих цеха, рабочих вспомогательных служб цеха, операторов механизмов по уборке стружки и производственных помещений, рабочих-контролеров и др.

К категории *инженерно-технических работников* (ИТР) относят начальника цеха, его заместителей, начальников участков, мастеров, а также инженеров-технологов, техников, экономистов, нормировщиков, механиков, энергетиков и т.д.

К *служащим* относят работников бухгалтерии, осуществляющих расчеты, относящиеся к данному цеху.

К *младшему обслуживающему персоналу* (МОП) относят уборщиков административно-конторских и санитарно-бытовых помещений, работников архивов и др.

4.1. Расчет численности основных производственных рабочих

К производственным рабочим механического цеха относят:

- станочников,
- операторов и наладчиков автоматических линий,

- операторов-наладчиков, обслуживающих модули в ГПС,
- разметчиков,
- мойщиков деталей,
- слесарей и др.

При расчете цехов по *точной программе*, численность рабочих-станочников определяют для каждой операции

$$R_{\text{ст}} = \frac{C_{\text{пр}}}{K_{\text{м.о}}} m_{\text{с}} (1 + K_{\text{с}}), \quad (4.1)$$

где $C_{\text{пр}}$ – принятое количество станков; $m_{\text{с}}$ – число смен; $K_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий среднее число рабочих-станочников, временно не работающих $K_{\text{с}} = 0,12 \dots 0,20$; $K_{\text{м.о}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания, показывающий число станков, обслуживаемых одним рабочим;

В цехах серийных производств при точном проектировании число станочников можно определить по профессиям (токари, шлифовщики, фрезеровщики и т.д.) по станкоёмкости годового выпуска:

$$R_{\text{сп}} = \frac{T_{\Sigma}}{F_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{м.о}}}, \quad (4.2)$$

где T_{Σ} — суммарная годовая станкоёмкость изготовления деталей на станках данного типа, ст.ч; $F_{\text{д.р}}$ - действительный годовой фонд времени работы рабочего.

Согласно ОНТП 15-93 при продолжительности рабочей недели 40 часов и продолжительности отпуска 24 дня эффективный годовой фонд времени работы рабочих $F_{\text{д.р}}$ равен 1720 часов.

Коэффициент многостаночного обслуживания зависит от степени автоматизации станка и длительности операции обработки детали на нём. Значения $K_{\text{м.о}}$ приведены в таблице 4.2, а также в приложении 3.

Таблица 4.2 - Значения коэффициента многостаночного обслуживания для отдельных групп станков в цехах механосборочного производства

Группа станков	$K_{\text{м.о}}$
Универсальные станки	1
Токарные многорезцовые полуавтоматы	1
Многошпиндельные автоматы	2...3
Специальные шлифовальные и доводочные полуавтоматы	2...4
Зубострогальные полуавтоматы	3...4
Зубодолбежные и зубофрезерные станки	4...5

Для поточных линий число станочников находят на основе планировки оборудования каждой поточной линии с учётом многостаночного

обслуживания. Многостаночное обслуживание возможно в том случае, если за время автоматической работы одного станка рабочий имеет возможность выполнить обслуживание других станков.

Если данных о годовой трудоемкости слесарных работ механического цеха нет, то число *разметчиков* и *слесарей* принимают в процентах от количества рабочих-станочников основного производства:

- для массового и крупносерийного производства – 1...3 %;
- для среднесерийного – 5 %;
- для мелкосерийного и единичного – до 10 %.

В условиях крупносерийного и массового производства для обслуживания механизированных и автоматических поточных линий в составе основных рабочих предусматривают *наладчиков*, число которых определяют по нормам обслуживания, установленным для каждого типа оборудования (см. приложение 4). В зависимости от точности и сложности обработки, один наладчик ориентировочно может обслужить:

- токарных станков – до 11...18;
- агрегатно-сверлильных станков – до 5...12;
- универсально-шлифовальных станков – до 8...16;
- токарных станков с ЧПУ – до 4...10;
- сверлильных и фрезерных станков с ЧПУ – до 8...16;

Число операторов автоматических линий принимают 1 или 2 человека на линию. Если передача детали с линии на последующие операции автоматизирована - 1 оператора, в противном случае - 2.

При расчете цеха по *приведенной программе* (цеха среднесерийного и мелкосерийного производства, а также укрупненные расчеты цехов крупносерийного производства) число рабочих-станочников определяют по годовой станкоемкости:

$$R_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{г}}}{F_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{м.о}}} . \quad (4.3)$$

Величину среднего значения $K_{\text{м.о}}$ можно определить с использованием данных таблице 4.3.

Таблица 4.3. Норма многостаночного обслуживания по типам производств

Тип производства		
Мелкосерийное и единичное	Среднесерийное	Крупносерийное и массовое
1,1...1,35	1,3...1,5	1,9...2,2

При расчете цеха по *условной программе* (цеха единичного и мелкосерийного производства, а также при укрупненном проектировании) количество рабочих-станочников $R_{\text{ст}}$ можно определить по годовой

станкоемкости (4.3) или по числу станков:

$$R_{\text{ст}} = \frac{C_{\text{пр}} \cdot F_{\text{д.о}} \cdot K_3}{F_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{м.о}}}. \quad (4.4)$$

4.2. Вспомогательные рабочие

К вспомогательным рабочим относятся рабочие, выполняющие техническое обслуживание производственных участков:

- складские рабочие,
- транспортные,
- цеховых ремонтных баз,
- заточного отделения,
- уборщики производственных помещений и т.п.

При *укрупнённом* проектировании численность вспомогательных рабочих определяют общим числом без указания профессии в процентах от числа производственных рабочих. По нормам, независимо от типа производства, для механических цехов число вспомогательных рабочих составляют 20...25% от числа производственных. Меньшие значения соответствуют численности производственных рабочих цеха более 700 человек, большие – численности производственных рабочих менее 75.

При *детальном* проектировании вспомогательных служб число вспомогательных рабочих определяют либо по нормам обслуживания, либо в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ. Численность рабочих-станочников цеховых ремонтных баз, отделений по ремонту технологической оснастки и инструмента, заточных отделений определяют по числу станков или годовой станкоемкости. Численность слесарей механической обработки, занятых ремонтом технологического оборудования, приспособлений и инструмента, составляет 30...35 % от числа станочников ремонтной базы на каждую профессию. Количество слесарей-ремонтников и слесарей-электриков определяют по количеству единиц оборудования, обслуживаемого одним вспомогательным рабочим:

- 60...80 станков на одного слесаря-ремонтника;
- 80...100 станков на одного слесаря-электрика.

4.3. Инженерно-технические работники

К категории инженерно-технических работников (ИТР) механического цеха относятся:

- начальник цеха и его заместители,
- старшие и сменные мастера,
- технологи,
- механики,
- специалисты по вычислительной технике и системам управления и

т.д.

Нормы для расчёта числа ИТР приведены ниже.

Таблица 4.4. Нормы расчёта ИТР для механического цеха

Тип производства	Число ИТР в % от количества основных станков				
	Количество основных станков				
	до 50	50...100	100...200	200...400	св. 400
Единичное и мелкосерийное	24...22	22...21	21...20	20...18	20...18
Среднесерийное		21...20	20...18	18...16	18...16
Крупносерийное	21...20	20...18	20...18	18...16	16...15
Массовое	20...18	20...18	18...16	18...16	16...15

4.4. Служащие

Категория служащих включает:

- работников цеховой бухгалтерии,
- учётников,
- табельщиков,
- распределителей работ,
- копировщиков,
- секретарей и др.

Численность служащих определена по нормам, которые приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Нормы расчёта служащих для механического цеха

Тип производства	Число служащих в % от числа производственных рабочих			
	Число производственных рабочих в цехе			
	до 75	76...150	151...300	Свыше 300
Единичное и мелкосерийное	2,2...2,0	2,0...1,8	1,8...1,6	1,6...1,4
Среднесерийное	1,9...1,7	1,7...1,5	1,5...1,3	1,3...1,1
Крупносерийное	1,6...1,4	1,4...1,2	1,2...1,0	1,0...0,8
Массовое	1,4...1,2	1,2...1,0	1,0...0,8	0,8...0,6

4.5. Младший обслуживающий персонал

К младшему обслуживающему персоналу (МОП) относятся:

- гардеробщики,
- курьеры,
- уборщики конторских и бытовых помещений.

Уборщиков в этом случае определяют из расчёта на одного человека 500...600 м² убираемой площади помещения.

Таблица 4.6. Численность первой смены цеха

Категория работающих	Число работающих в первой смене в % от числа работников данной категории		
	Единичное и мелкосерийное производство	Среднесерийное производство	Крупносерийное и массовое производство
Производственные рабочие	60	55	50
Вспомогательные рабочие	65	60	55
ИТР, служащие, МОП	70	70	70

Завершается расчёт разработкой сводной ведомости состава работающих, в которой указывают категории работающих, их численность, в т.ч. в максимальную (первую) смену, а также женщин.

Число работающих в первой смене можно принимать по таблице 4.6.

Женщин из общего числа работающих в цехе для дальнейших расчетов санитарно-бытовых помещений ориентировочно принимают:

- 10...15 % среди станочников;
- 2...3 % среди слесарей;
- 35...40 % среди вспомогательных рабочих.

5. Контрольные вопросы

1. Включают ли в состав основных рабочих цеха контролеров и мастеров вспомогательных служб?

2. Целесообразно ли осуществлять расчет численности рабочих-станочников механосборочного цеха единичного производства для каждой операции в отдельности?

3. Используют ли данные о среднем числе работающих, находящихся в отпусках, не работающих вследствие временной нетрудоспособности и др. при расчетах их численности?

4. Осуществляют ли расчеты числа наладчиков при проектировании цехов единичного, мелко- и среднесерийного производства?

5. Определяют ли при расчетах численности работающих в цехе количество женщин?

6. Можно ли определить численность рабочих-станочников по количеству обслуживаемых ими станков?

Практическая работа №5

Расчет и проектирование инструментального цеха

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение методики расчета инструментального цеха (ИЦ) укрупненным методом, а именно по потребной массе инструмента и относительным методами.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Сводная таблица по расчету количества основного оборудования ИЦ по двум методам, сводные ведомости оборудования и состава работающих в ИЦ.

3. Последовательность выполнения работы

1. На основании исходных данных, приведенных в таблице 5.11, определяют количество основного оборудования ИЦ. При расчете оборудования по потребной массе инструмента используют зависимости (5.1)...(5.4) и данные таблицы 5.4, а при расчете относительным методом – зависимость (5.5) и данные таблиц 5.5...5.8. По результатам расчета ИЦ относительным методом и по потребной массе инструмента заполняют таблицу 5.1.

Таблица 5.1. Сводная таблица по расчету количества основного оборудования ИЦ по двум методам

Наименование	Относительный	По потребной массе инструмента
--------------	---------------	--------------------------------

участка	метод										
	%	$C_{ст}$, шт	$C_{сл}$, шт	$q_{и}$, кг	$m_{и}$, т	$h_{ст}$, ст.ч	$h_{сл}$, чел.ч	$T_{ст}$, ст.ч	$T_{сл}$, чел.ч	$C_{ст}$, шт	$C_{сл}$, шт
Режущего инструмента											
Измерительного инструмента											
Вспомогательного инструмента											
Приспособлений											
Итого:											

2. Определяют состав основного оборудования ИЦ, используя для этой цели данные таблицы 5.9. Используя данные таблицы 5.10, рассчитывают количество и определяют состав вспомогательного оборудования. Результаты расчета заносят в таблицу 5.2.

Таблица 5.2. Сводная ведомость оборудования в ИЦ

Группы станков	Отделение (участок)				
	режущего инструмента	измерительного инструмента	вспомогательного инструмента	приспособлений	Итого
Основное оборудование					
Итого:					
Вспомогательное оборудование					
Итого:					

3. Определяют численность основных производственных рабочих по зависимостям (5.6) и (5.7). Находят численность вспомогательных рабочих, ИТР, служащих, МОП. Определяют половой состав и численность работающих в ИЦ по сменам. Результаты расчета заносят в таблицу 5.3.

Таблица 5.3. Сводная ведомость состава работающих

Группа работающих	Количество		
	Всего	Женщин	В 1-ю смену
Производственные рабочие: станочники слесари			
Вспомогательные рабочие			

ИТР			
Служащие			
МОП			
Всего работающих:			

4. Теоретические положения

Инструментальные цехи, входящие в состав машиностроительных предприятий, относят к числу вспомогательных. Они предназначены для изготовления и ремонта специального инструмента, приспособлений, штампов, кокилей, прессформ и другой технологической оснастки. Эти цехи являются типичными представителями цехов мелкосерийного и единичного производства с непоточными формами его организации. При этом коэффициент закрепления операций $K_{з.о}$ обычно не более 20.

Принято считать, что до 50% потребности в режущем инструменте при мелкосерийном, 40% при среднесерийном и 30% при крупносерийном и массовом производстве экономически выгодно удовлетворять за счет оптовых поставок от специализированных заводов и фирм.

В зависимости от размеров и функционального назначения в состав ИЦ могут входить следующие отделения или участки:

- режущего инструмента,
- приспособлений и оснастки,
- измерительного и вспомогательного инструмента,
- заточное,
- заготовительное,
- сварочное,
- термическое,
- контрольное,
- нанесения износостойких покрытий,
- напайки пластин твердых сплавов,
- ремонта пневматического и механизированного инструмента для сборочных работ,
- склады материалов, заготовок, вспомогательных материалов, готовых и ремонтируемых изделий,
- инструментально-раздаточная кладовая,
- измерительная лаборатория,
- административно-конторские и санитарно-бытовые помещения.

Проектирование цехов инструментального производства осуществляют следующими методами: по точной программе, по приведенной программе и по технико-экономическим показателям (укрупненное проектирование).

Учитывая, что ИЦ машиностроительных предприятий часто имеют большую и разнообразную номенклатуру изготавливаемых изделий, их проектируют в основном по технико-экономическим показателям. Наиболее часто в практике проектирования ИЦ машиностроительных предприятий

используют метод расчета по потребной массе инструмента и относительный метод.

Метод расчета цеха по потребной массе инструмента основан на применении показателей годовой потребности в инструментальной оснастке на один станок основного производства.

Общую массу инструмента $m_{\text{и}}$ (режущего, измерительного, вспомогательного), а также приспособлений и техоснастки в тоннах, необходимую для выполнения годовой программы выпуска изделий основного производства предприятия, определяют по формуле:

$$m_{\text{и}} = \frac{C_o \cdot q_{\text{и}}}{1000}, \quad (5.1)$$

где C_o – количество станков обслуживаемых цехов основного производства, шт.; $q_{\text{и}}$ – годовая потребность в инструменте на один станок, кг (таблица 5.4).

Таблица 5.4. Годовая потребность в инструменте и приспособлениях на единицу основного оборудования обслуживаемых цехов при работе в две смены* и трудоемкости изготовления, ремонта и восстановления 1 т инструмента и приспособления

Технико-экономические показатели	На один металлорежущий станок			
	Инструмента			Приспосо- блений
	Режущего	Измери- тельного	Вспомога- тельного	
Годовая потребность в инструменте $q_{\text{и}}$, кг	Единичное и мелкосерийное производство			
	80...90	12...14	30...40	30...40
	Среднесерийное производство			
	90...100	14...16	40...50	70...90
	Крупносерийное и массовое производство			
	100...130	16...20	50...70	110...150
Поправочные коэффициенты: при изготовлении крупных изделий	1,3	1,3	1,2	1,8
при изготовлении малых изделии	0,8	0,8	0,8	0,5
при нанесении износостойких покрытий на инструмент	0,5	1,0	1,0	1,0
Трудоемкость станочных работ $h_{\text{ст}}$, ст. ч	2000...2400	3000...3500	1350...1500	900...1000

Трудоемкость слесарно-сборочных работ $h_{сл}$,	200...240	1500...1750	550...750	450...700
--	-----------	-------------	-----------	-----------

* При работе в три смены применяется дополнительный коэффициент 1,3; при работе в одну смену - 0,7.

Годовую станкоемкость механической обработки $T_{ст}$ и годовую трудоемкость слесарно-сборочных работ $T_{сл}$ при изготовлении инструмента и приспособлений определяют по формулам

$$T_{ст} = h_{ст} \cdot m_i; \quad T_{сл} = h_{сл} \cdot m_i, \quad (5.2)$$

где $h_{ст}$ и $h_{сл}$ – соответственно удельная станкоемкость механической обработки и трудоемкость слесарно-сборочных работ при изготовлении 1 т инструмента, ст. ч, чел. ч. (таблица 5.4).

При расчетах трудоемкости и станкоемкости изготовления инструмента и приспособлений необходимо учитывать потребность не только цехов основного, но и *вспомогательного производства* (ремонтно-механического, экспериментального, инструментального и др.), а также работы по восстановлению и ремонту инструмента и техоснастки. При отсутствии детальных расчетов масса инструмента для выполнения данных работ принимается в пределах 10...20 % от массы инструмента цехов основного производства.

Общее количество металлорежущих станков, потребных для изготовления инструмента определенного типа (режущего, измерительного, вспомогательного, а также приспособлений), можно рассчитать по зависимости

$$C_{ст} = \frac{T_{ст}}{F_{д.о} \cdot K_3}, \quad (5.3)$$

где $F_{д.о}$ – действительный годовой фонд работы оборудования, $F_{д.о} = 4015$ ч; K_3 – коэффициент загрузки оборудования, $K_3 = 0,8...0,9$.

Число рабочих мест для слесарно-сборочных работ – по зависимости

$$C_{сл} = \frac{T_{сл}}{F_{д.о} \cdot m}, \quad (5.4)$$

где m – средняя плотность работы (число человек, одновременно работающих на одном рабочем месте). При работе на верстаке $m=1$.

Таблица 5.5. Количество основных станков инструментального цеха на 1000 единиц обслуживаемого оборудования

Характер изделий	Количество станков в инструментальном цехе C_m
------------------	--

основного производства	крупносерийное и массовое производство	среднесерийное производство	мелкосерийное и единичное производство
Сложные или крупные изделия	100...115	85...95	75...85
Изделия средней сложности	85...95	75...85	65...75
Изделия малой сложности и мелкие	75...85	65...75	60...65

Относительный метод расчета количества металлорежущих станков инструментального цеха относится к наименее точным и используется, в основном, на стадии разработки технических проектов. Как отмечалось выше, в этом случае количество станков ИЦ определяют в процентном отношении к количеству обслуживаемых станков. При этом расчетное количество станков:

$$C_p = C_m \cdot K_{\Pi} \cdot K_k, \quad (5.5)$$

где C_m – количество станков ИЦ на 1000 единиц обслуживаемого оборудования C_o цехов основного производства, шт. (таблица 5.5); K_{Π} – коэффициент, учитывающий уровень централизованных поставок инструмента (таблица 5.6); K_k – коэффициент, учитывающий численность обслуживаемого оборудования (таблица 5.7).

Кроме того, для участков заточки инструмента вспомогательных цехов (ремонтно-механического, инструментального, экспериментального и др.) принимают дополнительно 2 % от количества обслуживаемых станков.

Таблица 5.6. Поправочный коэффициент к нормам количества станков по уровню поставки и серийности производства K_{Π}

Уровень поставки инструмента со стороны (в % от стоимости)	K_{Π}		
	Крупносерийное и массовое производство	Среднесерийное производство	Мелкосерийное и единичное производство
30	-	-	1,0
40	-	1,0	0,9
50	1,0	0,9	0,8
60	0,9	0,8	0,7
70	0,8	0,7	0,6
80	0,7	0,6	0,5

Таблица 5.7. Поправочный коэффициент к нормам количества станков по числу обслуживаемого оборудования K_k

Количество обслуживаемого оборудования в основных цехах C_o	6300	4000	2500	1600	1000	630	400	250
K_k	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0	1,05	1,10	1,15

Общее количество основного технологического оборудования ИЦ в этом случае распределяют между участками и отделениями с использованием данных таблицы 5.8.

Таблица 5.8. Укрупненные нормы распределения основного технологического оборудования между участками и отделениями инструментального цеха

Наименование участка или отделения	Норма в % от количества основного технологического оборудования ИЦ
Режущего инструмента	41%
Измерительного инструмента	16%
Вспомогательного инструмента	19%
Приспособлений	24%
Итого:	100%

При укрупненном проектировании количество рабочих мест слесарно-сборочных работ принимают в размере 40...55 % от расчетной численности оборудования в цехе.

Отделения (участки) изготовления отдельных видов инструмента и приспособлений предусматривают в структуре ИЦ, если количество станков данного отделения (участка) может составить комплект оборудования, с помощью которого можно реализовать замкнутый технологический процесс изготовления данной группы инструментов (таблица 5.9).

Если по выполненному расчету общее количество основных станков ИЦ будет меньше 15, отдельный ИЦ не проектируют.

Таблица 5.9. Примерное процентное соотношение количества основных станков инструментального производства

Группы станков	Отделение (участок)			
	режущего инструмента	измерительного инструмента	вспомогательного инструмента	приспособлений
Токарно-винторезные	11...13	31...35	41...45	33...37
Токарно-затыловочные	2,5...3,5	-	-	-

Токарно-револьверные	1,5...2,5	-	3...5	-
Координатно-расточные	-	-	1,5...2,5	8...10
Поперечно- и продольно-строгальные	2...3	2,5...3,5	5...7	13...17
Долбежные	0,8...1,2	-	1,5...2,5	1,5...2,5
Универсально- и горизонтально-фрезерные	12...14	14...15	11...14	8...10
Вертикально-фрезерные	2,5...3,5	1,5...2,5	5...7	1,5...2,5
Зубообрабатывающие	0,8...1,2	0,8...1,2	-	1,5...2,5
Круглошлифовальные	13...15	13...15	10...12	6...8
Плоскошлифовальные	11...13	14...16	5...7	7...9
Внутришлифовальные	4...6	2,5...3,3	3,5...4,5	3,5...4,5
Резьбошлифовальные	3...5	1,5...2,5	-	-
Бесцентрово-шлифовальные	0,8...1,2	-	0,8...1,2	-
Зубошлифовальные	1,5...2,5	-	-	-
Шлифовально-затыловочные	2,5...3,5	-	-	-
Доводочные	1,5...2,5	6...8	-	-
Заточные	13...15	-	-	-
Разные	4...6	3...4	2...3	4...6
Итого:	100%	100%	100%	100%

Общую численность вспомогательного оборудования определяют по нормам технологического проектирования в зависимости от количества основных станков ИЦ, причем она колеблется в широких пределах: от 18% (для 250 и более станков) до 40% (для 20 станков и менее) (таблица 5.10).

Таблица 5.10. Примерный состав вспомогательного оборудования ИЦ

Оборудование	Количество основных станков на единицу вспомогательного оборудования отделения (участка)			
	режущего инструмента	измерительного инструмента	вспомогательного инструмента	приспособлений
Станки:				
сверлильные с диаметром сверления 15-20 мм	35...45	15...20	15...20	15...20
настольно-сверлильный	15...20	15...20	15...20	10...15
настольно-токарный	-	80...100	-	-
настольно-фрезерный	-	20...25	-	-
обдирочно-шлифовальный	25...35	25...35	25...35	25...35
настольно-точильный	30...40	40...50	40...50	50...60

заточной для заборной части метчиков	80...100	-	-	-
шлифовальный для центровых отверстий	35...40	40...60	60...80	-
анодно-механический профилировочный	25...30	-	-	-
гравировальный (копировально-фрезерный)	15...20	20...25	20...25	20...25
полировальный	80...100	80...100	-	-
доводочный для плоских изделий	-	40...60	-	-
опиловочный	-	40...60	40...60	40...60
контурно-шлифовальный	-	-	-	30...35
клеймовочный	45...60	-	-	-
пила ленточная лобзиковая	-	40...60	-	-
ручной пресс (реечный или винтовой)	-	-	20...25	-
гидравлический пресс	20...30	30...35	30...35	25...30
кривошипный пресс	-	-	20...25	-
делительная машина	-	50...60	-	-
сварочное оборудование	40...50	-	-	20...25

Количество производственных рабочих-станочников ИЦ определяют по зависимости

$$R_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{ст}}}{F_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{м.о}}}, \quad (5.6)$$

где $F_{\text{д.р}}$ – действительный годовой фонд работы рабочих, $F_{\text{д.р}}=1800$ ч; $K_{\text{м.о}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания, $K_{\text{м.о}}=1,1 \dots 1,35$.

Количество рабочих, выполняющих слесарно-сборочные работы, определяется по зависимости

$$R_{\text{сл}} = \frac{T_{\text{сл}}}{F_{\text{д.р}}}. \quad (5.7)$$

При укрупненных расчетах количество рабочих-слесарей принимают в процентном отношении от количества станочников соответствующего участка:

- режущего инструмента – 5...7 %;
- вспомогательного и измерительного – 20...70 %;
- приспособлений – 35...40 %;
- восстановления инструмента – 15...20 %.

В среднем число рабочих-слесарей составляет 30...35 % от числа станочников ИЦ.

Число вспомогательных рабочих принимают в количестве 15...20 % от численности основных производственных рабочих (в том числе рабочие-контролеры – 2...3 %).

Инженерно-технические работники составляют 10...12 %, служащие 1,5...2 % и младший обслуживающий персонал – 1...1,5 % от численности всех рабочих цеха.

При двухсменной работе ИЦ численность работающих в первой смене среди основных рабочих составляет 60 %, среди вспомогательных – 60...65 %.

Количество ИТР, работающих в конторских помещениях, составляет примерно 45...50 % от их общей численности.

Из работающих в цехе ориентировочно принимают 10...15 % женщин среди станочников, 2...3 % среди слесарей и 35...40 % среди вспомогательных рабочих.

5. Контрольные вопросы

1. Является ли характерной поточная форма организации производства в ИЦ машиностроительных предприятий?

2. Существует ли какая-либо взаимосвязь между коэффициентом закрепления технологического оборудования $K_{з.о}$ и уровнем приобретения инструмента у специализированных предприятий?

3. Целесообразно ли осуществлять расчет ИЦ по точной программе для небольших машиностроительных предприятий с обширной номенклатурой объектов производства?

4. Являются ли укрупненные методы расчета ИЦ наиболее распространенными в практике технологического проектирования?

5. Учитывается ли удельная станкоемкость механической обработки и трудоемкость слесарно-сборочных работ на изготовление 1 т инструмента при расчете ИЦ относительным методом?

6. Является ли относительный метод расчета количества металлорежущих станков ИЦ наиболее точным?

6. Варианты заданий

Таблица 5.11. Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество станков цехов основного производства	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900

Практическая работа №6

Расчет и проектирование ремонтно-механического цеха

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение методики расчета ремонтно-механического цеха (РМЦ), а также основных видов ППР, структуры ремонтной службы и методов организации ремонтных работ.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Сводная таблица по расчету годовой ремонтоемкости, сводные ведомости оборудования и состава работающих в РМЦ.

3. Последовательность выполнения работы

1. На основании анализа исходных данных выбирают структуру ППР, определяют по таблице 6.4 в зависимости от типа производства обслуживаемого предприятия величину ремонтного цикла.

2. По зависимости (6.1) рассчитывают величину годовой ремонтоемкости, используя средние значения категорий ремонтной сложности оборудования. Результаты расчетов заносят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1. Расчет годовой ремонтоемкости

Вид оборудования	Количество единиц оборудования C	Средняя ремонтная сложность единицы оборудования R_c , PE	Общая ремонтная сложность вида оборудования $C \cdot R_c$, PE	Средний ремонтный цикл по виду оборудования Π , год	Годовая ремонтоемкость по виду оборудования, r , PE
Металлорежущее		10			
Кузнечно-прессовое		15			
Литейное		8			
Подъемно-транспортное		11			
Итого:					

3. Используя зависимости (6.3) и (6.4) и данные таблицы 6.5, определяют годовую трудоемкость слесарных и прочих работ $T_{сл}$ и годовую станкоемкость $T_{ст}$.

4. По формуле (6.5) с использованием данных таблицы 6.6 определяют количество основных станков РМЦ. Используя данные таблиц 6.7 и 6.8 находят состав основного и вспомогательного оборудования цеха. Результаты заносят в таблицу 6.2.

Таблица 6.2. Сводная ведомость оборудования в РМЦ

Тип станков	Количество оборудования
Основное оборудование	
Итого:	
Вспомогательное оборудование	
Итого:	

5. Определяют численность основных производственных рабочих РМЦ по зависимостям (6.7) и (6.8). Находят численность вспомогательных рабочих, ИТР, служащих, МОП. Определяют половой состав и численность работающих в РМЦ по сменам. Результаты расчета заносят в таблицу 6.3.

Таблица 6.3. Сводная ведомость состава работающих

Группа работающих	Количество		
	Всего	Женщин	В 1-ю смену
Производственные рабочие: станочники слесари			

Вспомогательные рабочие			
ИТР			
Служащие			
МОП			
Всего работающих:			

4. Теоретические положения

Ремонтно-механический цех является характерным представителем цехов единичного и мелкосерийного производства при групповой непоточной форме его организации.

4.2. Структура ремонтной службы и методы организации ремонтных работ

Ремонтные службы машиностроительного предприятия предназначены для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования, для организации наиболее эффективного его использования и модернизации в период эксплуатации.

Ремонтные службы включают в себя ремонтно-механический цех (РМЦ) и ремонтные базы (РБ) – цеховые, корпусные или определенных производств. В последнем случае в составе предприятия могут быть основной РМЦ и РМЦ основных производств, например, РМЦ механосборочного, прессово-кузнечного, металлургического и других производств.

Различают централизованный, децентрализованный и смешанный методы выполнения ремонтных работ.

При **централизованном** методе ремонт всех видов оборудования производят силами РМЦ *предприятия*. Такой метод используют для заводов мелкосерийного производства с количеством оборудования до 600 единиц.

По **децентрализованному** методу все ремонтные работы производят силами РБ или РМЦ *производства*. Этот метод обычно используют на заводах крупносерийного и массового производства с большими цехами, в которых сосредоточено много однотипного оборудования. В РМЦ предприятия изготавливают нестандартные сложные сменные детали и запасные части, а также выполняют капитальный ремонт особосложного и точного оборудования.

При **смешанном** методе капитальный ремонт технологического оборудования выполняют силами РМЦ предприятия, а все остальные виды ремонтных работ – на РБ.

Соответственно принятому методу организации ремонтных работ между РМЦ и РБ распределяют годовую трудоемкость и станкоемкость ремонтных работ, а, следовательно, количество оборудования ремонтных служб и численность работающих в них.

РМЦ проектируют на основе системы **планово-предупредительного ремонта** технологического оборудования (ППР), которая направлена на предупреждение износа оборудования, сокращает возможности выхода его из

строю и позволяет осуществить ремонтные работы в кратчайший срок путем предварительной подготовки.

ППР включает в себя: межремонтное обслуживание, осмотры, текущий (малый и средний) и капитальный ремонты.

Отрезок времени между пуском оборудования в эксплуатацию и первым капитальным ремонтом (для нового оборудования) или между двумя последовательными капитальными ремонтами (для находящегося в эксплуатации оборудования) называется **ремонтным циклом** (Ц).

Структура ремонтного цикла определяется перечнем и последовательностью выполнения за этот отрезок времени ремонтных работ и работ по техническому обслуживанию и зависит от классификационной принадлежности и возраста технологического оборудования.

В настоящее время наряду с *трехвидовой* структурой ремонтов широко применяют *двухвидовую*, при которой из структуры ремонтного цикла исключают средний ремонт. При проектировании РМЦ укрупненными методами для определения Ц можно использовать данные таблицы 6.4.

Таблица 6.4. Продолжительность ремонтного цикла технологического оборудования

ППР	Ремонтный цикл в годах			Структура ремонтного цикла универсального станка
	Тип производства			
	крупносерийное и массовое	средне-серийное	мелкосерийное и единичное	
Трехвидовая	5,5	7,0	8,0	К-О-М ₁ -О-М ₂ -О-С-О-М ₃ -О-М ₄ -О-К
Двухвидовая	3,5	4,5	5,0	К-О-М ₁ -О-М ₂ -О-М ₃ -О-М ₄ -О-К

4.3. Расчет годовой ремонтоемкости

Проектирование ремонтных служб предприятий выполняют на основе программы, представляющей собой общий объем работ по техническому обслуживанию и всем видам ремонтов оборудования и другим работам (модернизация и изготовление нестандартного оборудования), подлежащим выполнению в течение года.

Межремонтное обслуживание оборудования в этом объеме не включают, так как эту работу выполняет вспомогательный и основной персонал производственных цехов.

Степень сложности ремонта каждой единицы оборудования оценивают **категорией сложности ремонта**, зависящей от его конструктивных и технологических особенностей, которая указывается в паспорте оборудования.

В таблице 6.5 приведены средние нормы, принятые для трехвидовой ППР и рекомендуемые для укрупненных расчетов РМЦ.

Таблица 6.5 - Трудоемкость работ по техническому обслуживанию и ремонтам технологического оборудования на 1 РЕ за один ремонтный цикл

Вид работы	Слесарные и прочие работы, $t_{сл}$, чел.ч	Станочные работы, $t_{ст}$, ст.ч	Итого
Капитальный ремонт	22,0	11,1	33,1
Средний ремонт	33,0	14,0	47,0
Малый ремонт	24,6	12,0	36,6
Осмотр	7,5	1,0	8,5
Итого:	87,1	38,1	125,2

Годовой объем работ по техническому обслуживанию и плановым ремонтам оборудования называют **ремонтотемкостью**.

В практике проектирования РМЦ машиностроительных заводов годовую ремонтотемкость определяют укрупненным расчетом. Нормативные значения средней ремонтной сложности и средней продолжительности цикла по видам оборудования или предприятию в целом при укрупненных расчетах заносят в таблицу, выполненную по форме таблицы 6.1.

Годовая ремонтотемкость данного вида оборудования равна

$$r = \frac{R_c \cdot C}{\Pi}, \quad (6.1)$$

где R_c - средняя ремонтная сложность единицы оборудования, РЕ (см. таблицу 6.1); C - количество единиц данного вида оборудования; Π – продолжительность ремонтного цикла для того же оборудования, год.

Ремонтотемкость технологического оборудования ремонтных служб, санитарно-технического и прочего неучтенного оборудования учитывают коэффициентом $K_{р.с} = 1,15$.

В функции РМЦ включают работы по изготовлению нестандартного оборудования и по модернизации ремонтируемого оборудования. При этом при расчете РМЦ для небольших заводов ($R \leq 20000$ РЕ) следует увеличивать годовую ремонтотемкость на 10 % ($K'_{\Pi} = 1,1$), а для средних и крупных ($R > 20000$ РЕ) – на 5 % ($K'_{\Pi} = 1,05$).

4.4. Расчет трудоемкости слесарно-сборочных и прочих работ и станкотемкости механической обработки

Общая годовая трудоемкость ремонтных работ включает трудоемкость слесарных и прочих работ $T_{сл}$ и станочных работ $T_{ст}$:

$$T_{сл} = r \cdot t_{сл}; \quad T_{ст} = r \cdot t_{ст}. \quad (6.2)$$

Значения $t_{сл}$ и $t_{ст}$ принимают по таблице 6.5, исходя из условия приобретения запасных частей от специализированных предприятий (со

стороны) в количестве 10% общей потребности в них и выполнения собственными силами всех 100 % плановых капитальных ремонтов.

С учетом поправочных коэффициентов:

$$T_{\text{сл}} = r \cdot t_{\text{сл}} \cdot K_{\text{р.с}} \cdot K'; \quad (6.3)$$

$$T_{\text{ст}} = r \cdot t_{\text{ст}} \cdot K_{\text{р.с}} \cdot K'. \quad (6.4)$$

4.5. Расчет количества и состава оборудования ремонтных служб предприятия

Станочное оборудование РМЦ подразделяют на основное и вспомогательное. В общезаводской классификации все оборудование ремонтных служб относят к вспомогательному.

Общее количество основного оборудования РМЦ находят по формуле:

$$C_{\text{РМЦ}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{д.о}} \cdot K_3}, \quad (6.5)$$

где $K_{\text{РМЦ}}$ – коэффициент, учитывающий распределение трудоемкости ремонтных работ между РМЦ предприятия и РБ (таблица 6.6); K_3 – коэффициента загрузки оборудования, $K_3 = 0,6 \dots 0,75$.

Таблица 6.6. Распределение станкоемкости ремонтных работ между РМЦ и РБ

Общее число единиц основного оборудования ремонтных служб C_p	$K_{\text{РМЦ}}$		
	массовое и крупносерийное	средне- серийное	мелкосерийное и единичное
<25	1,00	1,00	1,00
26...40	0,75...0,80	0,80...0,85	0,85...0,90
41...63	0,70...0,75	0,80...0,85	0,85...0,90
64...100	0,65...0,70	0,75...0,80	0,80...0,85
101...160	0,60...0,65	0,75...0,80	0,80...0,85
161...250	0,55...0,60	0,70...0,75	-

Не рекомендуется создавать отдельные РБ на небольших предприятиях, для которых общее количество основных станков по расчету получается менее 25 единиц.

Основное оборудование РМЦ – универсальные станки для обработки резанием. Комплекты станков должны обеспечить возможность изготовления или восстановления деталей ремонтирующего оборудования с требуемой точностью. Рекомендуемый состав основного оборудования РМЦ приведен в таблице 6.7.

Таблица 6.7. Процентное соотношение типов основных станков в РМЦ

Тип станка	%
Токарные и револьверные	38...50
Сверлильные с диаметром сверления более 50 мм	2...3
Расточные	5...6
Долбежные	2...3
Универсально- и горизонтально-фрезерные	6...7
Вертикально-фрезерные	5...6
Зубообрабатывающие	7...8
Круглошлифовальные	5...6
Внутришлифовальные	2...3
Плоскошлифовальные	4...5
Продольно-строгальные	3...4
Прочие	3...4

Вспомогательное оборудование РМЦ, размещаемое, как правило, на слесарных участках и отделениях, не рассчитывают, а принимают комплектно в зависимости от числа единиц основного оборудования проектируемого цеха по таблице 6.8.

Таблица 6.8. Состав вспомогательного и слесарно-сборочного оборудования

Оборудование	Число единиц вспомогательного оборудования при числе единиц основного оборудования РМЦ						
	15	25	40	60	100	160	200
Станки:							
- отрезной	1	1	1	2	3	4	4
- обдирочно-шлифовальный	1	1	2	2	3	3	4
- центровочный	-	-	-	1	1	1	2
- сверлильный диаметром сверления до 50 мм	1	2	3	3	4	5	5
- настольно-сверлильный	1	2	3	4	5	7	8
Гидравлический пресс	-	-	-	-	1	2	2
Ручной пресс	1	2	2	2	3	4	4
Сварочный трансформатор	1	1	1	2	2	4	4
Ванна моечная	1	1	1	1	1	1	1
Ножницы приводные	-	-	-	1	1	1	1
Аппарат для металлизации	-	-	-	1	1	2	2
Пост газовой сварки, резки и наплавки	1	1	1	2	3	4	4
Установка для импульсно-дуговой электронаплавки	-	-	-	1	1	1	2
Итого:	8	11	14	22	30	40	43

Число рабочих мест (стендов) демонтажа и слесарно-сборочных работ:

$$C_{\text{РМЦ}}^{\text{сл}} = \frac{T_{\text{сл}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{д.о}}}. \quad (6.6)$$

4.6. Расчет численности и состава работающих

Все рабочие ремонтно-механических служб по общезаводской классификации относятся к вспомогательным. Однако внутри РМЦ они делятся на основных и вспомогательных. В состав основных рабочих механосборочных отделений (станочного, заготовительного, демонтажного, слесарно-сборочного, испытательного и др.) входят станочники, слесари, сварщики, термисты и др.

Численность рабочих-станочников $R_{\text{ст}}$ определяют по годовой станкоемкости:

$$R_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{м.о}}}. \quad (6.7)$$

Численность слесарей и других основных рабочих РМЦ (кроме станочников) можно рассчитать по формуле

$$R_{\text{сл}} = \frac{T_{\text{сл}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{д.р}}}. \quad (6.8)$$

Численность вспомогательных рабочих РМЦ при укрупненных расчетах принимают в размере 15...18 % от расчетного числа основных рабочих. В число вспомогательных рабочих включают контролеров, кладовщиков, раздатчиков инструментов, крановщиков, электрокарщиков, стропальщиков, транспортных рабочих, уборщиков стружки и производственных помещений цеха, электриков и др.

Численность рабочих в первой смене составляет 55...60 % - среди основных рабочих и 60...65 % среди вспомогательных.

ИТР составляют 8...10 %, служащие 1,5...2 %, МОП 1...1,5 % от количества всех рабочих.

Для расчета санитарно-бытовых площадей цеха принимают, что среди станочников 10...15 %, среди слесарей 2...3 %, а среди вспомогательных рабочих – 40...50 % составляют женщины.

5. Контрольные вопросы

1. Входит ли межремонтное обслуживание в состав мероприятий ППР?
2. Имеется ли какая-либо взаимосвязь между сроком службы и степенью сложности ремонта единицы технологического оборудования?
3. Могут ли быть в составе одного машиностроительного предприятия несколько РМЦ?

4. Предполагает ли какая-либо форма организации ремонтных работ на предприятии отсутствие РБ в механических и сборочных цехах?
5. Существует ли какая-либо структура ремонтной службы машиностроительного предприятия без РМЦ предприятия?
6. Предусматривают ли мероприятия ППР меры, направленные на предупреждение интенсивного износа оборудования?
7. Может ли существовать структура ремонтного цикла, исключая средняя ремонтные технологического оборудования?
8. Одинакова ли продолжительность ремонтного цикла для двух- и трехвидовой ППР?
9. Зависит ли ремонтность технологического оборудования от срока его эксплуатации?
10. Учитывают ли при расчетах годовой трудоемкости ремонтных работ возможность получения для ремонта технологического оборудования запасных частей от специализированных организаций?
11. Зависит ли организационная структура РМЦ от количества технологического оборудования в его подразделениях?
12. Может ли быть суммарное количество металлорежущих станков в ремонтных базах основных цехов предприятия большим количества станков в РМЦ?

6. Варианты заданий

Таблица 6.9. Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Металло-режущее оборудование	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
Кузнечно-прессовое оборудование	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Литейное оборудование	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
Подъемно-транспортное оборудование	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114

Практическая работа №7

Расчет площадей цехов машиностроительных предприятий

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение состава и методики расчета производственных, вспомогательных, санитарно-бытовых и административно-конторских площадей цехов машиностроительных предприятий.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Сводная ведомость площадей проектируемого цеха.

3. Последовательность выполнения работы

1. Рассчитывают производственные площади проектируемого цеха, используя зависимости (7.1) или (7.2), показатели удельной площади в таблицах 7.2...7.4. Результаты расчета заносят в таблицу 7.1.

Таблица 7.1. Сводная ведомость площадей проектируемого цеха

Наименование площадей	Площадь, м ²
Производственная	
Вспомогательная	
Итого:	
Санитарно-бытовая	
Административно-конторская	
Итого:	
Всего	

2. Определяют вспомогательные площади проектируемого цеха, используя нормы проектирования вспомогательных площадей, приведенные в

таблицах 7.5...7.11, а также зависимости (7.3) и (7.4). Результаты расчета заносят в таблицу 7.1.

3. Находят санитарно-бытовые площади цеха, используя рекомендации таблицы 7.12. Результаты расчета заносят в таблицу 7.1.

4. Рассчитывают административно-конторские площади цеха, используя нормы проектирования. Результаты расчета заносят в таблицу 7.1.

4. Теоретические положения

4.1. Состав производственных площадей

Площадь цеха по своему назначению делят на производственную, вспомогательную, санитарно-бытовую и административно-конторскую.

К *производственной* площади механосборочного цеха (МСЦ) относят площади:

- поточных и автоматических линий, гибких производственных систем и участков;
- основных (производственных) отделений и участков станочного, моечного, термического и другого технологического оборудования;
- основных отделений и участков промежуточной, узловой и общей сборки изделий;
- основных отделений и участков окраски и сушки деталей, узлов и изделий;
- отделений и участков испытаний, консервации и упаковки узлов и изделий.

В состав производственных площадей *механических* участков изготовления деталей входят:

- площади, занятые металлорежущими станками, прессами, автоматическими и поточными механизированными линиями и другим технологическим оборудованием с учетом пультов управления, электрошкафов, систем подачи и очистки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и др.;
- площади, используемые для размещения разметочных плит, верстаков и рабочих столов разметчиков, инструментальных шкафов (тумбочек, столиков), этажерок для хранения материалов, заготовок;
- площади, необходимые для технического обслуживания оборудования в период его эксплуатации и ремонта;
- площади для контроля и временного хранения межоперационных заделов заготовок и деталей;

- площади, занятые межоперационными транспортными и грузовыми наземными устройствами;
- площади проходов и проездов.

В состав производственных площадей *сборочных* участков включают:

- площади, используемые для непосредственной сборки изделий или узлов (стенды, рабочие места, конвейеры и т.п.) с учетом проходов между рабочими местами или вокруг собираемых изделий;
- площади для испытаний, регулировки, обкатки, окраски и сдачи ОТК собранных изделий с необходимыми проходами;
- площади, занятые технологическим оборудованием и рабочими верстаками;
- площади, занятые межоперационными складочными площадками для обработанных деталей и узлов, находящихся непосредственно у собираемых изделий.

В состав производственной *площади инструментального цеха* (ИЦ) входят площади следующих отделений и участков:

- режущего инструмента,
- измерительного инструмента,
- вспомогательного инструмента,
- приспособлений,
- заготовительного (отрезного) со сварочным участком,
- заточного,
- термического,
- металлопокрытий,
- кузнечного,
- напайки пластин твердых сплавов,
- ремонта пневматического и ручного механизированного инструмента для сборочных работ,
- складов материалов, заготовок, готовых изделий и др.

В состав производственной *площади ремонтно-механического цеха* (РМЦ) входят площади следующих отделений и участков:

- заготовительного;
- демонтажного (разборочно-промывочного);
- механического (изготовления и восстановления изношенных деталей);
- слесарно-сборочного;
- металлизации и наплавки;
- гальванического (металлопокрытий);
- кузнечного;
- термического;
- испытательного;
- окрасочного и др.

4.2. Расчет производственных площадей

Производственную площадь цеха определяют в два этапа. На *первом* этапе проектирования цеха производственную площадь определяют расчетом по величине удельной площади, приходящейся на единицу производственного оборудования и на одного слесаря-сборщика. На *втором* этапе проектирования производственную площадь цеха уточняют путем разработки технологической планировки (плана расположения всего оборудования, рабочих мест, подъемно-транспортных средств, проездов, проходов, складочных мест заготовок и др.).

Площадь механических участков изготовления деталей рассчитывают по формуле

$$F_{\text{ст}} = C_1 \cdot q_1 + C_2 \cdot q_2 + C_3 \cdot q_3, \quad (7.1)$$

где C_1 , C_2 и C_3 – количество соответственно мелкого, среднего и крупного оборудования, шт.; q_1 , q_2 , q_3 – удельная производственная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, м².

Таблица 7.2 - Удельные площади механических цехов мелко- и среднесерийного производства

Участки обработки технологических групп деталей	Размеры деталей, мм (L – длина, B – ширина, D – диаметр)	Общая площадь, приходящаяся на единицу производственного оборудования, м ²
Базовые детали	$4000 < L \leq 8000$ $1500 < B \leq 3000$	200
Базовые детали (станины, плиты, траверсы и т.п.)	$L \leq 400$ $B \leq 200$	150
Корпусные детали (корпуса, кожухи, столы и т.п.)	$1000 < L \leq 2000$ $B \leq 1000$	70
Корпусные детали (корпуса, крышки и т.п.)	$L \leq 1000$ $B \leq 500$	40
Планки, рычаги, кронштейны и т.п.	$L \leq 700$ $B \leq 500$	30
Крупные тела вращения (планшайбы, зубчатые колеса, шпиндели, колонны и т.п.)	$D > 1000$ $L > 3000$	120
	$320 \leq D \leq 1000$ $700 \leq L \leq 3000$	80
Средние детали типа тел вращения (шестерни, валы, винты и т.п.)	$200 < D \leq 320$ $L \leq 700$	45
Мелкие детали типа тел вращения (шестерни, валы, винты и т.п.)	$D \leq 200$	35

Токарно-револьверные детали (штифты, винты, крепежные гайки, втулки, кольца, штуцера)	$D \leq 65$ $L \leq 100$	25
	$D \leq 25$	20

Габаритные размеры в плане металлорежущих станков с учетом шкафов, пультов управления и других выносных узлов:

мелкие – до 1800×800 мм,
средние – до 4000×2000 мм,
крупные – до 8000×4000 мм.

Удельная производственная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, зависит от габаритных размеров принимаемого оборудования и транспортных средств. Последние определяют ширину проездов между рядами станков:

для мелких станков $q_1 = 14...18 \text{ м}^2$,
для средних $q_2 = 18...22 \text{ м}^2$,
для крупных $q_3 = 22...44 \text{ м}^2$.

Поскольку в составе участка (цеха) имеется оборудование разных габаритных размеров, для предварительной оценки требуемой площади удобнее пользоваться удельными показателями q для аналогичных цехов, обобщенных по ряду действующих предприятий или ранее выполненных проектов. В этом случае производственную площадь участка (цеха) определяют по формуле

$$F = C \cdot q, \quad (7.2)$$

где C – общее количество металлорежущего оборудования участка (цеха).

Показатели удельной производственной площади q приведены в таблицах 7.2...7.4.

Таблица 7.3. Удельная площадь на единицу основного оборудования ИЦ

Отделение (участок)	Площадь, м^2		
	Крупные изделия	Средние изделия	Мелкие изделия
Режущего инструмента	21	18	16
Измерительного инструмента	24	20	18
Вспомогательного инструмента	25	21	19
Приспособлений	30	26	24
Заготовительное со сварочным участком	40	38	36

При укрупненных расчетах площадь РМЦ определяют по удельной площади на единицу основного оборудования (таблица 7.4).

Таблица 7.4. Удельная площадь на единицу основного оборудования РМЦ

Число единиц основного оборудования РМЦ, шт	Удельная площадь на единицу основного оборудования, м ²
≤ 20	46
40	44
60	42
100	40
160	38

В зависимости от вида оборудования для РМЦ рекомендуется применять поправочные коэффициенты: для мелкого оборудования 0,7...0,9, для тяжелого и крупного 1,1...1,3.

Из общей площади РМЦ механическое (станочное) отделение (с заготовительным участком) занимает 40...50 %, слесарно-сборочное отделение (с испытательным и окрасочным участком) – 30...35 % (без учета площадей термического, кузнечно-сварочного отделений).

При расчете производственных площадей сборочных цехов и участков ориентировочно можно использовать показатели удельной площади, приходящейся на одного слесаря:

при сборке и механической обработке мелких изделий – 5...6 м²,
средних – 18...25 м²,
крупных – 25...60 м².

4.3. Расчет вспомогательных площадей

К вспомогательным площадям механических, сборочных, МСЦ, ИЦ и РМЦ относятся площади:

- заготовительного отделения,
- заточного отделения,
- мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента,
- цеховой ремонтной базы,
- инструментально-раздаточных кладовых,
- отделения приготовления и раздачи СОЖ,
- отделений сбора и переработки стружки,
- контрольных отделений,
- складов материалов и заготовок,
- межоперационных складов,
- промежуточных складов готовых деталей, узлов, покупных изделий,
- мастерской энергетика,
- кладовой запасных частей,
- помещений под энергетические установки и др.

Нормы проектирования вспомогательных площадей цехов приведены в таблицах 7.5...7.11.

Таблица 7.5. Нормы удельной площади на один станок отделения

Наименование отделения	Норма площади, м ²
------------------------	-------------------------------

Заготовительное отделение	25...30
Заточное отделение	10...12
Мастерская по ремонту тех. оснастки и инструмента	20...24
Цеховая ремонтная база	27...32

Укрупненно площадь *заготовительного отделения* можно принять из расчета 10% от производственной площади.

Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) служит для снабжения рабочих мест инструментом и приспособлениями. В небольших и средних механических цехах для всех видов инструмента (режущего, вспомогательного и измерительного) и приспособлений устраивается одна ИРК.

Для крупных цехов с количеством станков свыше 200, иногда устраивают отдельные специализированные склады режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, приспособлений и абразивов.

Площадь кладовых для хранения инструмента, приспособлений, абразивов определяется по нормам, приведенным в таблице 7.6.

Таблица 7.6. Нормы для расчета цеховых кладовых

Кладовые	Объекты хранения	Норма площади кладовой на один основной металлорежущий станок при работе цеха в две смены при характере производства, м ²			
		массовом	крупно-серийном	средне-серийном	мелко-серийном
Инструментально-раздаточная	Режущий, вспомогательный и измерительный инструмент	0,2...0,3	0,3...0,8	0,4...1,0	0,7...1,4
Приспособлений	Приспособления для установки деталей на станках	0,15...0,2	0,25...0,6	0,35...0,9	0,6...1,2
Инструментальной оснастки	Приспособления и все виды инструмента	0,35...0,5	0,55...1,4	0,75...1,9	1,3...2,6

Площадь кладовой для абразивов принимается из расчета 0,4 м² на абразивный, заточный или полировальный станок.

Площадь отделений для *приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей* (СОЖ) и отделений для *сбора, переработки стружки* определяется в зависимости от числа принятых станков цеха и приводится в таблице 7.7.

Таблица 7.7. Нормы площади

Количество оборудования, шт	Площадь, м ²	
	Отделения для приготовления СОЖ	Отделения по сбору и переработке стружки
30...60	35...40	65...75
61...100	40...50	75...85
101...200	50...70	85...105
201...300	75...100	110...125
301...400	100...120	130...180

Площадь *контрольного отделения* определяют из расчета 7,5...10,5 м² на одного контрольного работника или в процентах 3...5 % от производственной площади. На практике контролеров принимают в процентном отношении от числа станочников:

- в серийном производстве – 5...7 % от числа станочников;
- в массовом производстве – 12...15 % от числа станочников.

Величину площади *складов* механических цехов определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов, деталей, покупных изделий с учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения (см. таблицу 7.9). При этом для определения площади склада *материалов и заготовок*, а также склада *готовых деталей* пользуются формулой

$$S_{\text{скл}} = \frac{Q \cdot a_{\text{ср}}}{\Phi \cdot g_{\text{ср}} \cdot K_{\text{и}}}, \quad (7.3)$$

где Q – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической сборке в течение года, т; $a_{\text{ср}}$ – среднее количество дней, на которое принимается запас материала; Φ – количество рабочих дней в году; $g_{\text{ср}}$ – среднедопустимая грузонапряженность площади склада, т/м²; $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы и проезды $K_{\text{и}} = 0,4$.

Таблица 7.9. Нормы для расчета цеховых складов

Наименование склада	Нормы запаса хранения (календарные дни) при серийности производства								Нормы грузонапряжённости полезной площади при хранении чёрных металлов (уд. вес 7,2...8,0 т/м³), т/м²		
	нос	и	мел	дне	сер	про	сер	масс	сов	в штабелях	в стеллажах
										Высота хранения, м	

					До 2,5 (поштучно)	До 3,0 (в таре)	2,5...4,0	4,0...6,0	6,0...8,0
Склад материалов и заготовок:									
крупных и тяжёлых	15	8	3	1	3,0	-	-	-	-
средних и мелких	20	12	5	3	-	4,0	2,8	4,0	5,5
Межоперационный склад для полуфабрикатов:									
крупных и тяжёлых	10	6	2	-	2,5	-	-	-	-
средних и мелких	20	12	3	-	-	3,5	2,2	3,0	4,2
Склад готовых деталей:									
крупных и тяжёлых	10	6	2	1	2,0	-	-	-	-
средних и мелких	25	15	5	3	-	2,5	1,8	2,2	3,0

Хранение деталей в процессе их изготовления, т.е. между операциями обработки, производится на специально отведенных для этого площадках между станками. На этих же площадках производится также контроль деталей. Вместо таких площадок иногда (в единичном, серийном и крупносерийном производстве) устраиваются так называемые *межоперационные* склады для хранения полуфабрикатов. Площадь межоперационного склада:

$$S_{м.о} = \frac{Q_{г} \cdot K_{о} \cdot a_{ср} \cdot i}{\Phi \cdot g_{ср} \cdot K_{и}}, \quad (7.4)$$

где $Q_{г}$ – чистый вес готовых деталей, т; $K_{о}$ – коэффициент, учитывающий вес отходов за прошедшие операции обработки ($K_{о} = 1,07$); i – среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад (в серийном производстве $i = 5 \dots 6$ операций).

Площади складского хозяйства цеха могут быть определены укрупненно с использованием данных таблицы 7.10.

Таблица 7.10. Укрупненные нормы расчета площадей складского хозяйства цеха

Наименование склада	Показатель для расчета площадей	Норма площади
Склады материалов заготовок	в % от производственной площади	10...15%
Межоперационные склады (площадки)		7...10%
Промежуточные склады готовых деталей и узлов, покупных изделий		10%

Склад вспомогательных материалов	на 1 станок цеха	0,2...0,1 м ²
----------------------------------	------------------	--------------------------

Таблица 7.11. Нормы расчета подсобных площадей

Наименование отделения	Показатель для расчета площадей	Норма площади
Отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем	в % от площади ремонтной базы	35...40 %
Склад (кладовая) запасных частей		25...30 %
Склад масла	на 1 обслуживаемый станок	0,1...0,12 м ²
Помещения компрессорных установок	в % от производственной площади цеха	0,8...6 %
Помещения вентиляционных систем		5...7,5%

Подсобная площадь (*энергетическая*), занимаемая участками, на которых размещены генераторные вентиляционные установки, установки для кондиционирования воздуха, цеховые трансформаторные подстанции, распределительные устройства и т.д., определяется в процентном отношении 10...12 % к площади, занимаемой основным оборудованием или по нормам, приведенным в таблице 7.11.

4.4. Расчет площадей санитарно-бытовых помещений

Состав санитарно-бытовых помещений механосборочных и вспомогательных цехов промышленных предприятий регламентируется в зависимости от санитарной характеристики технологических процессов. По санитарной характеристике технологические процессы разделяют на следующие группы и подгруппы: 1а, 1б, 1в, 2а, 2б, 2в.

1 группа включает технологические процессы, сопровождаемые загрязнением тела и спецодежды работающих малоопасными веществами:

1а – сопровождаемые загрязнением только рук (точное приборостроение);

1б – сопровождаемое загрязнением тела и спецодежды, которые удаляются без применения специальных моющих средств (сборка, холодная обработка металлов (кроме чугунных заготовок) без применения СОЖ);

1в – сопровождаемые загрязнением тела и спецодежды особозагрязняющими веществами, которые могут быть удалены только с применением специальных моющих средств (холодная обработка металлов с применением СОЖ и чугуна без применения СОЖ).

2 группа включает технологические процессы, протекающие при избытке явного тепла или при неблагоприятных метеорологических условиях:

2а – при избытке явного конвекционного тепла (термические отделения);

2б – при избытке явного лучистого тепла (термические отделения);

2в – связанные с воздействием влаги, вызывающие намокание спецодежды и обуви (моечные отделения).

В состав санитарно-бытовых помещений входят:

- гардеробные и умывальные – для всех групп (для групп 1б, 1в и 2 гардеробные домашней и спецодежды должны предусматривать двойные шкафы на каждого работающего);
- душевые для всех групп за исключением 1а;
- помещения для сушки рабочей одежды – 2в;
- комната личной гигиены женщин (при численности среди работающих свыше 50 женщин);
- санузлы,
- курительные,
- устройства питьевого водоснабжения (располагаются на расстоянии от рабочих мест не более 75 м);
- медицинские пункты (при численности работающих от 50 до 300 человек, свыше 300 – фельдшерский здравпункт);
- помещения ручных ванн (при производственных процессах, связанных с вибрацией, передающейся на руки);
- помещения ножных ванн (установки гидромассажа ног, предусматриваются при производственных процессах, связанных с работой стоя, или связанных с вибрацией, передающейся на ноги);
- камеры сухого жара (сауны);
- помещения общественного питания: при числе работающих в смену более 200 человек – столовую, при числе работающих в смену менее 30 человек – комнату приема пищи (не менее 12 м²).

Норма расчета площадей санитарно-бытовых служб приведена в таблице 7.12.

Таблица 7.12. Норма расчета санитарно-бытовых помещений цеха

Помещение	Нормы для определения потребного количества расчетных единиц	Норма площади, м ²
Гардеробная	Один шкаф на каждого рабочего цеха	0,43
Санузел	1 кабина на 12 женщин или на 18 мужчин в многочисленной смене	2,6
Душевые	1 кабина на 3 чел. гр. 2б; на 5 чел. гр. 1в, 2в; 7 чел. гр. 2а; 15 чел. гр. 1б; 20 чел. гр. 1а (по многочисленной смене и группе с наиболее высокими требованиями)	1,62

Место для переодевания (преддушевая)	3 места на 1 кабину	1,7
Умывальная	1 кран на 7 чел. гр. 1а; 10 чел. гр. 1б; 20 чел для остальных групп (по многочисленной смене и группе с наиболее высокими требованиями)	1,05-1,75
Сауна	1 место на 20 чел. работающих в многочисленной смене	0,6
Для отдыха	на 1 работающего в многочисленную смену	0,2
Общественного питания	1 посадочное место на 4 чел. работающих в многочисленной смене	1,0
Медицинского пункта	при численности работающих в многочисленной смене от 50 до 150 чел. от 150 до 300 чел.	12 18

4.5. Расчет площадей административно-канторских помещений

Площадь административно-канторских помещений определяют из расчета:

- рабочих комнат административно-канторского персонала и инженерно-технических служб – 4 м² на одного работающего в этом помещении в наибольшую смену;
- залов совещаний вместимостью до 100 чел. - 1,2 м² на одно место, вместимостью более 100 чел. - 0,9 м² на каждое место;
- кабинетов начальников цехов - 18...24 м²;
- кабинетов заместителей начальников цехов 9...10 м².

Площадь кабинетов руководителей должна составлять не более 15% общей площади рабочих помещений. При кабинетах руководителей цехов и их заместителей следует предусматривать приемные. Допускается устраивать общую приемную на два кабинета.

Площади отдельных рабочих помещений и кабинетов должны быть не менее 9 м. Площади, занимаемые коридорами и проходами, составляют 25% от общей площади служебных помещений.

5. Контрольные вопросы

1. Входят ли в состав производственных площадей МСЦ площади для проездов между производственными участками?

2. Относятся ли к производственным площадям ИЦ площади складов материалов, заготовок, готовых и ремонтируемых изделий?

3. Является ли определение производственной площади по величинам удельной площади, приходящейся на единицу производственного оборудования и на одного слесаря-сборщика, основанием для окончательного принятия решения о размерах проектируемого цеха?

4. Входят ли в состав удельной производственной площади, приходящейся на единицу технологического оборудования, площади, занятые транспортными средствами для межоперационного перемещения заготовок?

5. Есть ли какие-либо отличия в определении производственных площадей МСЦ и РМЦ?

6. Включают ли в состав производственной площади цеха площади промежуточных складов, складов готовых деталей, узлов, покупных изделий?

7. Относятся ли площади станочных отделений цеховых ремонтных баз к вспомогательным площадям цеха?

8. Зависят ли площади цеховых инструментальных кладовых от типа производства?

9. Является ли количество производственных рабочих сборочного цеха показателем для подсчета площадей цеховых инструментальных кладовых?

10. Можно ли определить площадь цехового склада вспомогательных материалов в процентах от станочной площади цеха?

Практическая работа №8

Выбор типа здания для размещения площадей и разработка компоновочного плана цеха

1. Цель практической работы

Цель работы – выбор типа здания и изучение методики разработки компоновочного плана проектируемого цеха для размещения производственных, вспомогательных, санитарно-бытовых и административно-конторских площадей.

2. Содержание отчета

Компоновочный план цеха, выполненный на миллиметровой бумаге.

3. Последовательность выполнения работы

1. Выбираются основные параметры унифицированной типовой секции (УТС) и их количество.

2. Наносятся оси колонн, их обозначение, указываются шаг колонн и ширина пролетов, габаритные размеры здания. Сплошной линией вычерчиваются наружные стены здания.

3. Согласно рассчитанным площадям цеха размещаются производственные участки и вспомогательные службы с указанием их названия.

4. Наносятся магистральные проезды, проходы с указанием их ширины.
5. С помощью условных обозначений показывают подъемно-транспортные средства.

4. Теоретические положения

4.1. Выбор типа зданий для размещения площадей цеха

При проектировании новых цехов механосборочного производства производственные участки и вспомогательные службы рекомендуется располагать в производственных (одно- и многоэтажных) зданиях.

Санитарно-бытовые и административно-конторские помещения размещают, как правило, во вспомогательном (многоэтажном) здании, пристраиваемом к основному производственному, или в многоэтажных вставках, расположенных перпендикулярно продольной стене производственного здания.

Механические, сборочные, МСЦ, ИЦ, РМЦ среднего, тяжелого и особо тяжелого машиностроения располагают, как правило, в одноэтажных промышленных зданиях (рис. 8.1). Эти здания могут быть:

- бескаркасными и каркасными,
- одно- и многопролетными,
- бескрановыми и оборудованными легкими или тяжелыми кранами,
- со светоаэрационными фонарями и бесфонарными,
- безоконными с искусственным микроклиматом и освещением.

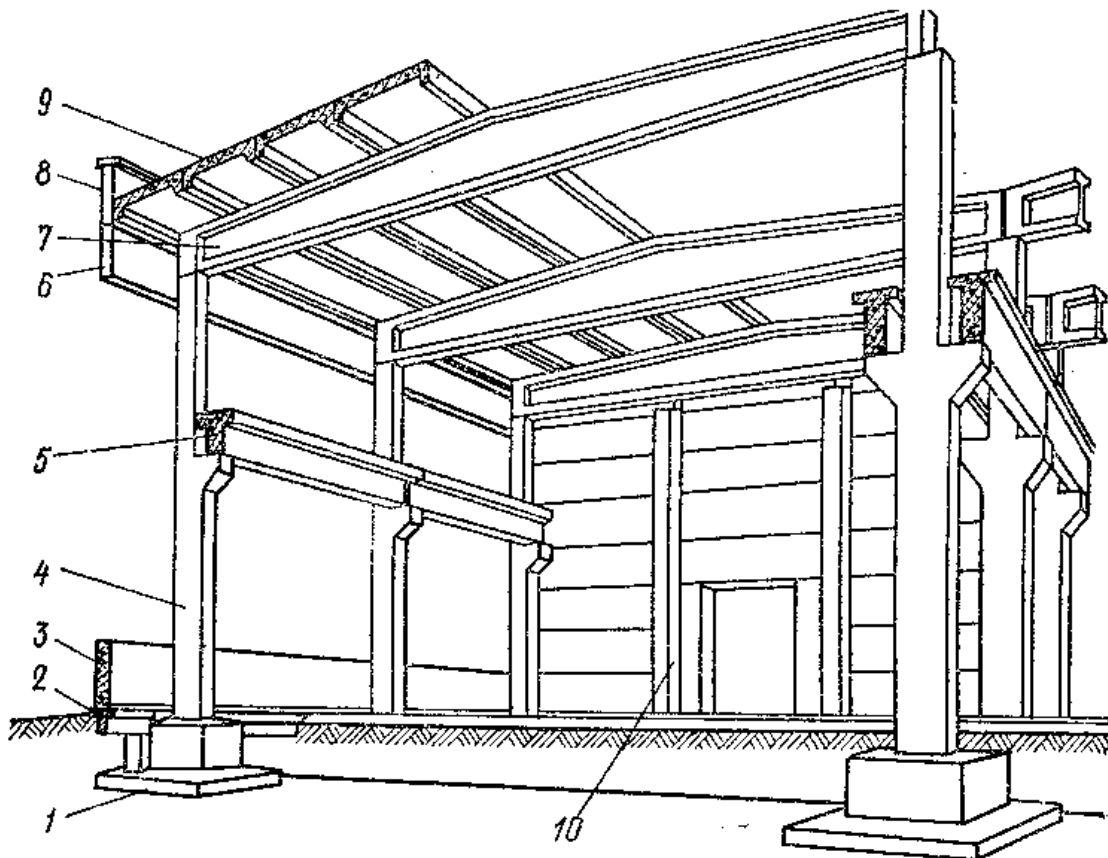


Рисунок 8.1. Основные элементы промышленного здания:

- 1 - фундамент; 2 - фундаментная балка; 3 - цокольная панель; 4 – колонна;
5 - подкрановая балка; 6 - перемычная панель; 7 - стропильная балка;
8 - парапетная панель; 9 - плита покрытия; 10 - фахверковая коле.

Основными параметрами здания каркасного типа являются ширина пролетов и их количество, шаг колонн, высота пролетов, длина и ширина здания (рисунок 8.1).

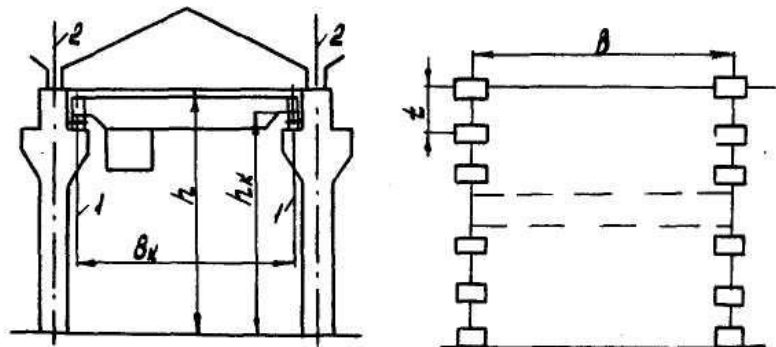


Рисунок 8.2. Основные размеры пролета здания и сетки колонн:

- 1 - ось подкрановых путей; 2 - разбивочная ось здания; B_k - пролет мостового крана; h_k - высота расположения подкрановых путей

Ширина пролетов B – расстояние между осями продольно располагаемых колонн.

Шаг колонн t – расстояние между осями колонн в направлении продольной оси пролета.

Высота пролета h – расстояние от уровня пола до низа несущих конструкций покрытий на опоре.

Унифицированные размеры пролетов, шаг колонн и высоту одноэтажных промышленных зданий следует выбирать из таблицы 8.1.

Таблица 8.1. Основные параметры УТС одноэтажных промышленных зданий машиностроения

Длина, м	Ширина, м	Пролет, м	Шаг колонны, м	Шаг ферм, м	Высота, м
Основные секции для бескрановых зданий с подвесным транспортом					
72	144	24	12	6; 12	6; 7,2
72	72	24	12	6; 12	6; 7,2
72	144	12	12	6; 12	6; 7,2
72	72	12	12	6; 12	6; 7,2
Основные секции для крановых зданий					
72	144	24	12	12	10,8; 12,6
72	72	24	12	12	10,8; 12,6
72	144	18	12	12	10,8; 12,6
72	72	18	12	12	10,8; 12,6

Дополнительные секции для крановых зданий					
72	30	30	6	6	16,2; 18
72	48	24	12	6; 12	10,8; 12,6
72	24	24	6	6	10,8; 12,6

Цехи предприятий среднего и тяжелого машиностроения размещают в одноэтажных промышленных зданиях, komponуемых из основных и дополнительных унифицированных типовых секций (УТС).

Пролеты меньшей длины используют для цехов с малогабаритным оборудованием. Для производств с крупногабаритным оборудованием ширина пролетов может быть увеличена до 30 или даже до 36 м.

Для сборочных пролетов используют дополнительные (крановые) секции размерами 24×72 м, 48×72 м и 30×72 м.

В легком машиностроении и в приборостроении наибольшее распространение получили многоэтажные производственные здания. Такие здания komponуют из унифицированных типовых секций размерами 48×24, 48×36 и 48×48 м. Обычно эти здания имеют от 2 до 5 этажей.

Основные секции (для продольных пролетов) имеют размеры 144×72 м и 72×72 м; дополнительные секции (для поперечных пролетов) – 24×72 м, 48×72 м; 30×72 м. Сетки колонн для одноэтажных многопролетных зданий составляют 18×12 м и 24×12 м, где 12 – шаг колонны, 18, 24 – ширина пролетов (рисунок 8.3).

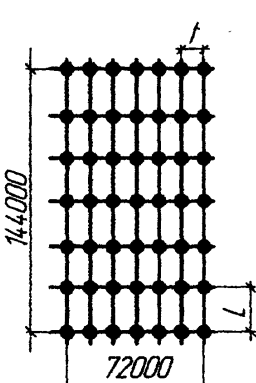
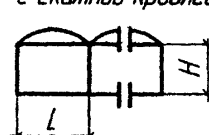
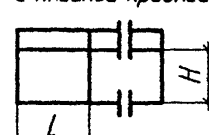
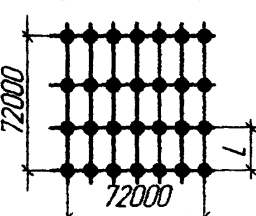
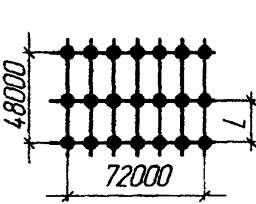
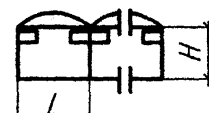
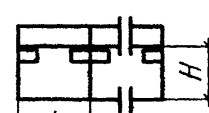
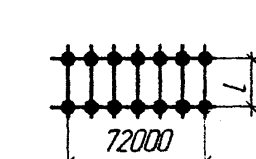
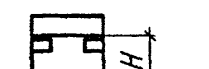
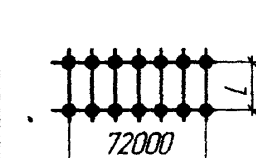
Секция	План секции	Сетка колонн, м	Площадь секции, м ²	Обеспеченность ПТУ	Схемы поперечных разрезов секций	Высота пролета, м Грузоподъемность ПТУ, т
Основная		$L \times t =$ 18×12 или 24×12	10368	Бескрановые	С скатной кровлей  С плоской кровлей 	$\frac{6 \text{ и } 7,2}{5T}$ (подвесное)
		5184				
Дополнительная		24×12	3456	Крановые	   	$10,8 (20T)$ или $12,6 (30T)$ $\frac{10,8}{20T}$
		24×12	1728		 	$\frac{12,6}{30T}$
		30×12	2160		 	$\frac{16,2 \text{ и } 18}{30T}$

Рисунок 8.3. Схематические планы и разрезы УТС промышленных зданий

Широко распространены многоэтажные здания с сеткой колонн 6×12 , 6×18 и 6×24 м. Укрупненные сетки колонн увеличивают емкость здания на 8...15 %.

Ширину корпуса принимают, как правило, 24 м. Увеличение ширины здания приводит к плохой освещенности средней зоны и допускается в случае размещения вспомогательных и бытовых помещений в средних пролетах, а также при использовании комбинированного освещения – естественного у наружных стен и искусственного в средней части здания. Высота здания колеблется от 3,6 м (для бескрановых этажей) до 6 м (верхние этажи с мостовыми кранами) и даже до 7,2 м (нижние этажи).

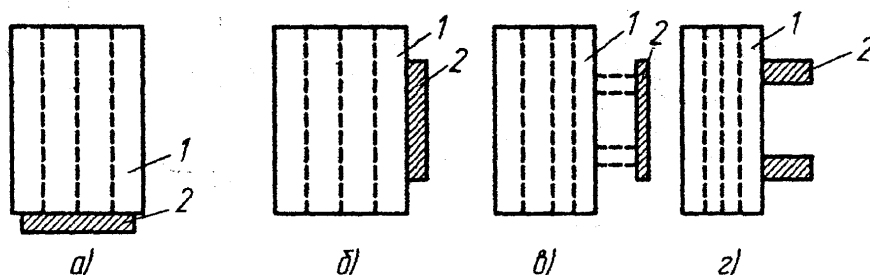


Рисунок 8.4. Схемы взаимного размещения основного и вспомогательного зданий

Помещения санитарно-бытового и административно-конторского обслуживания рабочих и служащих на машиностроительных заводах располагают в пристройках к производственным зданиям. Пристройки примыкают либо со стороны торцовых, либо со стороны продольных стен. Предпочтителен первый вариант (рисунок 8.4).

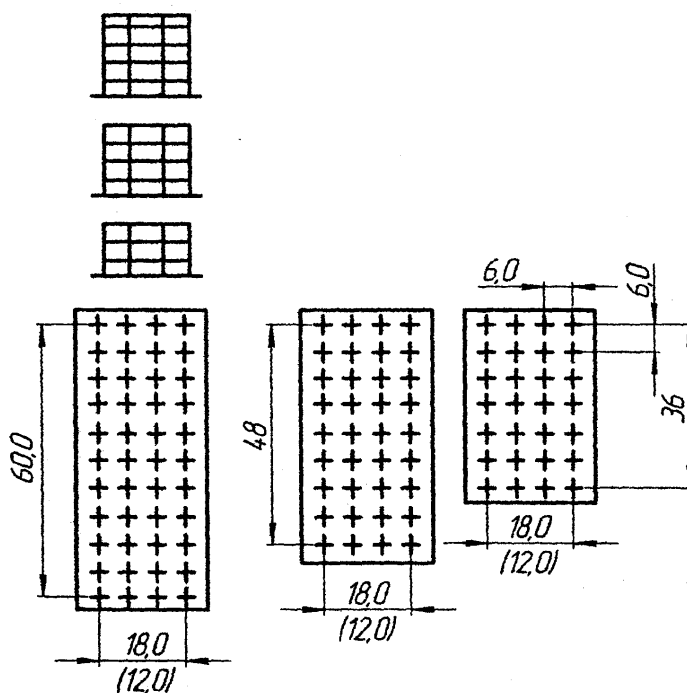


Рисунок 8.5. Схемы вспомогательных зданий из УТС

Объемно-планировочные решения административно-конторских и санитарно-бытовых помещений пристраиваемых или отдельно стоящих вспомогательных зданий унифицированы. Они компоуются из УТС длиной

36, 48, 60 м и шириной 12 или 18 м (рисунок 8.5). В основу этих УТС положены сетки колонн 6×6 м.

Вспомогательные здания для размещения административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха обычно строят 2-4 этажными (высота этажа – 3,3 м), что обеспечивает максимальное приближение общецеховых служб к производственным участкам. Свободные площади (на верхних этажах) используют для размещения общезаводских и общекорпусных служб.

4.2. Компоновка цехов механосборочного и вспомогательного производства

Компоновка – это чертеж с изображением на нем в плане производственных участков, вспомогательных служб, магистральных проездов, входных и въездных проемов, административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха или нескольких цехов, размещенных в одном корпусе, без пространственного размещения оборудования.

Компоновку выполняют в масштабе 1:200 или 1:500 (1:400) в зависимости от размера цеха в соответствии с правилами и условными обозначениями ЕСКД.

К компоновке может быть приложен поперечный разрез здания с указанием высоты пролетов до нижнего пояса ферм, а для крановых пролетов – до отметки головки кранового рельса. Все высотные отметки должны быть даны относительно пола первого этажа здания. При наличии подвальных, вторых и последующих этажей их компоновочные планы, как и план 1 этажа, располагают на чертеже.

При разработке компоновки отделения и участка цеха необходимо располагать в определенной технологической последовательности производственного процесса.

В основу компоновки цеха закладывают следующие принципы:

- кратчайший путь перемещения заготовок и деталей;
- движение заготовок и деталей в одном направлении без перекрестных и возвратных перемещений;
- непосредственная близость конечных пунктов линий изготовления деталей к рабочим местам узловой или общей сборки;
- рациональное использование всей площади цеха. Высоту здания следует использовать для размещения транспортных устройств и складов заготовок, деталей и комплектующих изделий;
- максимальные удобства для работы и отдыха производственного персонала при одновременном обеспечении высокой производительности технологических процессов и техники безопасности;
- возможность создания общекорпусных вспомогательных баз (заточного отделения, мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента, ремонтной базы и др.).

Производственные и вспомогательные цехи можно размещать в отдельно стоящих или сблокированных зданиях. Цех размещают в отдельно стоящем здании, как правило, только в тяжелом и особотяжелом машиностроении.

Объединение цехов, связанных общим производственным процессом, и размещение их в одном здании обеспечивает более высокие технологические показатели и уменьшает площадь заводской территории.

В цехах с поточной формой организации производства вспомогательные службы располагают, как правило, в стороне от потока на границе с соседним цехом или вдоль торцовых или продольных стен производственного здания. Последнее в ряде случаев нецелесообразно, так как при этом ухудшается естественная освещенность рабочих мест.

В крупносерийном и массовом производствах **производственные участки** специализируют на изготовлении и сборке отдельных агрегатов или узлов машин с законченным производственным циклом. В серийном производстве организуют специализированные предметно-замкнутые участки по изготовлению деталей типа валов, шестерен, болтов, корпусных и других деталей.

В мелкосерийном и единичном производствах **вспомогательные службы** занимают в цехе центральное положение по отношению к обслуживаемым участкам.

Склады материалов и заготовок размещают в начале цеха, смежно или вместе с заготовительным участком или отделением.

При проектировании новых цехов **административно-конторские и санитарно-бытовые помещения** следует размещать во вспомогательном здании, примыкающем к основному производственному зданию или расположенному во вставках производственного корпуса. При этом следует руководствоваться приведенными ниже рекомендациями:

- гардеробные располагают близко к входам в здание;
- в гардеробных предусматривают запасные выходы на случай пожара;
- каждый этаж многоэтажного вспомогательного здания должен иметь вдоль торцовых стен лестничные клетки;
- душевые следует располагать смежно с гардеробными;
- душевые и преддушевые не рекомендуется располагать у наружных стен;
- умывальные необходимо размещать смежно с гардеробными. Расстояние от умывальников до шкафов не должно быть меньше 2 м;
- ножные ванны следует размещать в преддушевых или в умывальных;
- санузлы в многоэтажных зданиях должны быть на каждом этаже; курительные следует размещать смежно с санузлами;
- расстояние от рабочих мест до помещений общественного питания при продолжительности обеда 30 мин не должно превышать 300 м;
- медицинский пункт располагают на первом этаже вспомогательного здания вблизи наиболее многолюдных участков;
- административно-конторские помещения в многоэтажном здании следует располагать на 2-3 этаже;

- контору цеха размещают вблизи кабинетов начальника цеха и его заместителей.

Техника выполнения компоновок сводится к следующему:

- наносят в масштабе сетку колонн, стены выбранного здания, помечают границы цеха, магистральных проездов, места размещения компрессорных и трансформаторных станций;

- определяют границы производственных участков и отделений проектируемого цеха исходя из последовательности выполнения технологических процессов и наличия вспомогательных служб, необходимых для обслуживания производства;

- в соответствии с выбранным направлением грузопотоков и людских потоков устанавливают внутрицеховые технологические и противопожарные проезды и проходы;

- определяют местоположение вспомогательного здания и наносят его на план.

Пример компоновки механического цеха представлен на рисунке 8.6.

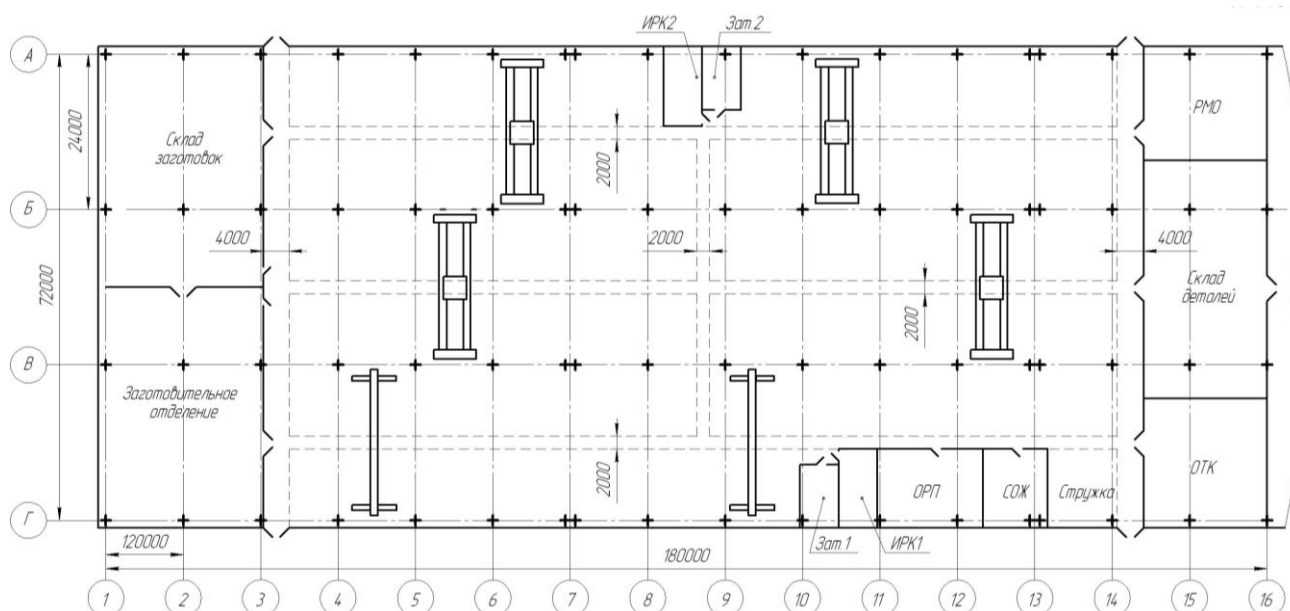


Рисунок 8.6. Компоновка механического цеха

При размещении вспомогательных отделений учитывают следующие положения:

а) **Заточное отделение** всегда располагают смежно с инструментальной кладовой и кладовой приспособлений в боковом пролете у стены, ближе к середине производственного отделения. Не рекомендуется располагать ИРК в конце цеха. В случае если в цехе имеется по два заточных отделения и по две кладовых, то их располагают в боковых пролетах у стен ближе к середине производственного отделения так, чтобы расстояние от наиболее удаленного рабочего места до одного из них не превышало 100 м и не было бы разрыва между ними и другими вспомогательными отделениями, расположенными у стены в одном из боковых пролетов.

б) *Заготовительное отделение* и *склад заготовок* располагают смежно в начале цеха. Они отделяются от станочных отделений поперечным магистральным проездом шириной не менее 4 м.

в) Помещение *ОТК* смежно или совместно со *складом деталей* располагают за станочным отделением. Между ними и станочным отделением устраивают поперечный магистральный проезд шириной не менее 4 м. Контроль крупных деталей должен осуществляться непосредственно на станках или на площадках у этих станков. Центральный проезд пролета, где размещены крупные станки, должен быть свободным до начала сборочного цеха.

г) Если в цехе имеется *отделение переработки стружки*, то его располагают в конце цеха у въездных ворот.

д) *Ремонтно-механическое отделение*, где может производиться сварка и газовая резка, располагают у наружной стены в торце здания или на боковом пролете, где расположены участки крупных станков.

Если расстояние между двумя поперечными магистральными проездами более 60 м, то для сообщений между пролетами создают через каждые 40...60 м дополнительные поперечные проезды шириной 2 м. Эти проезды связывают крайние продольные проезды боковых пролетов.

На компоновочном плане надо показать въездные ворота в здание, совмещенные с магистральными проездами. Кроме того, следует указать эвакуационные и транспортные двери во всех вспомогательных отделениях.

На компоновочном плане указываются длина и ширина цеха, сетка и нумерация колонн, названия вспомогательных отделений. Можно обозначить вспомогательные отделения римскими цифрами с их расшифровкой.

На компоновочном плане указывается место расположения проектируемого участка поточной линии.

5. Контрольные вопросы

1. Оказывает ли влияние на состав санитарно-бытовых помещений цехов механосборочного производства характер протекающих технологических процессов?

2. Имеется ли какая-либо взаимосвязь между высотой выбранного производственного здания и массой заготовок?

3. Могут ли на верхних этажах многоэтажных производственных зданий располагаться пролеты с мостовыми кранами?

4. Существуют ли какие-либо ограничения длины вспомогательных зданий?

5. Возможно ли размещение вспомогательных служб в центре цеха с поточной формой организации производства?

Практическая работа №9 Разработка плана расположения оборудования

механического участка

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение методики разработки планировки технологического оборудования механического участка в зависимости от принципа его формирования.

2. Содержание отчета

Планировка технологического оборудования механического участка, выполненная на миллиметровой бумаге.

3. Последовательность выполнения работы

1. План цеха выполняется в масштабе 1:100. На планировке вычерчивается все оборудование и все устройства, относящиеся к рабочему месту, а именно:

- металлорежущие станки и другое производственное оборудование;
- место расположения рабочего места у станка во время работы;
- верстаки, рабочие столы, подставки;
- места у станков для обработанных деталей, заготовок и материалов;
- транспортные устройства, относящиеся к рабочему месту (наклонные скаты, склизы и т.д.);
- площадки для контроля и временного хранения деталей;
- места для мастеров.

2. Все виды оборудования нумеруются сквозной нумерацией слева направо сверху вниз. Нумерация подъемно-транспортного оборудования дается после технологического и продолжает нумерацию последнего. Производственный инвентарь (плиты разметочные, верстаки, столы, стеллажи) изображаются на плане по контуру габарита с простановкой внутри контура условных обозначений.

3. К плану прилагается спецификация.

4. В строительной части изображаются:

- колонны с осями и обозначением;
- наружные и внутренние стены, перегородки, окна, ворота, двери;
- на плане даются все необходимые размеры: ширина пролета, шаг колонн, ширина поперечных и продольных проходов и проездов.

5. Выполняется привязка оборудования.

4. Теоретические положения

При формировании участков, построенных по *линейному принципу*, желательно количество основного оборудования на них принимать с учетом полного изготовления одного или нескольких изделий на участке. При *технологическом принципе* формирования стремятся создавать равновеликие (по количеству основного оборудования) участки, создавая в ряде случаев участки с двумя и более различными типами станков, например, фрезерно-сверлильный, токарно-расточный участок и т.п. Несколько сложнее формирование участков, построенных по *предметному принципу*. В этом случае подбирают группы изделий с целью создания равновеликих участков:

$$C_y(1 \pm 0,1) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{N_i \cdot \sum_{j=1}^{P_i} t_{шт.ij}}{F_{д.о} \cdot 60},$$

где n - число групп изделий, закрепляемых за участком; m - число наименований изделий в k -ой группе; N_i - годовой объём выпуска i -го изделия; P_i - число операций изготовления i -го изделия; $t_{шт.ij}$ - штучно-калькуляционное время j -ой операции изготовления i -ого изделия; $F_{д.о}$ - эффективный годовой фонд времени работы оборудования.

После того как будет распределена номенклатура изготавливаемых изделий по участкам и определён состав и количество основного оборудования на них, переходят к построению схемы расположения технологического оборудования на участках.

При планировке оборудования используют *темплеты*, представляющие собой плоские модели станков, выполненные в определённом масштабе. При планировке показывают условными обозначениями рабочего у станка, места для заготовок, инструментальные тумбочки и т.п. В ходе планировки всё это размещают в соответствии с принятой организационной формой механической обработки на компоновочном плане участка или цеха, закрепляя их тем или иным способом.

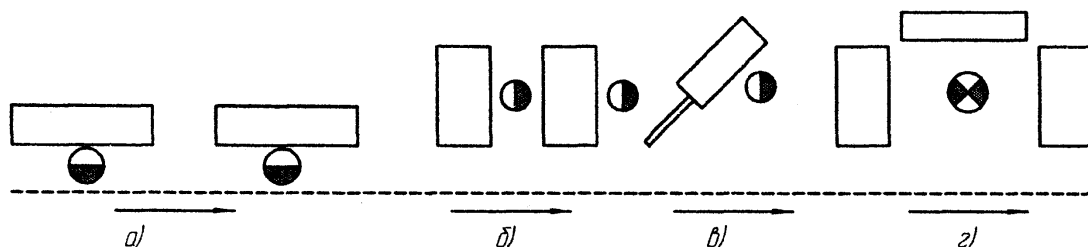


Рисунок 9.1. Вариант размещения станков относительно транспортных средств:
а) продольное; б) поперечное; в) угловое; г) кольцевое

Расположение станков на участках зависит от организационной формы обработки, числа станков, средств межоперационного транспорта и способа удаления стружки от мест образования.

Относительно транспортного средства или цехового проезда возможно продольное, поперечное, угловое и кольцевое размещение станков (рисунок 9.1).

Фронтальное *продольное* расположение станков создаёт благоприятные условия для механизации и автоматизации средств межоперационного транспортирования и обслуживания рабочих мест. *Поперечное* размещение оборудования ухудшает условия для обслуживания оператором за счёт большого удаления зоны загрузки-выгрузки станка от средств транспортирования. Расположение станков *под углом* характерно для станков, имеющих большую длину (продольно-фрезерные и продольно-строгальные, протяжные, прутковые автоматы и полуавтоматы). При таком размещении более рационально используется площадь цеха. *Кольцевое* расположение создаёт лучшие условия для многостаночного обслуживания.

4.1. Планировка поточных линий

Планировка поточных линий имеет свои особенности. Станки устанавливаются по ходу технологического процесса, предусматривают необходимые заделы и места для хранения заделов. При проектировании многопредметных поточных линий следует избегать включать в линию детали с возвратным движением. На рисунке 9.2 показаны наиболее распространённые варианты планировок поточных линий.

В варианте *а)* станки расположены в порядке последовательности операций, передача полуфабриката осуществляется с помощью конвейеров. При обработке тяжёлых деталей каждый станок обслуживается поворотным краном или электротельфером на монорельсе.

Во втором варианте *б)* станки также размещены в порядке операций, но в два ряда. Оба ряда работают самостоятельно. Станки обслуживаются двойным рольгангом, а иногда и тройным. Средний рольганг служит для передачи деталей в обход какой-либо операции. Вместо рольгангов можно использовать пластинчатые или подвесные конвейеры. Такую планировку принимают тогда, когда для каждой операции требуется не один, а два станка. В этом случае будут две параллельные линии для обработки одинаковой детали. Подобную планировку можно использовать и при обработке различных деталей на каждом из потоков.

Третий вариант *в)* принимают при значительной (более 40...50 м) длине поточной линии. Станки устанавливают в два ряда, а детали переходят их одного ряда в другой.

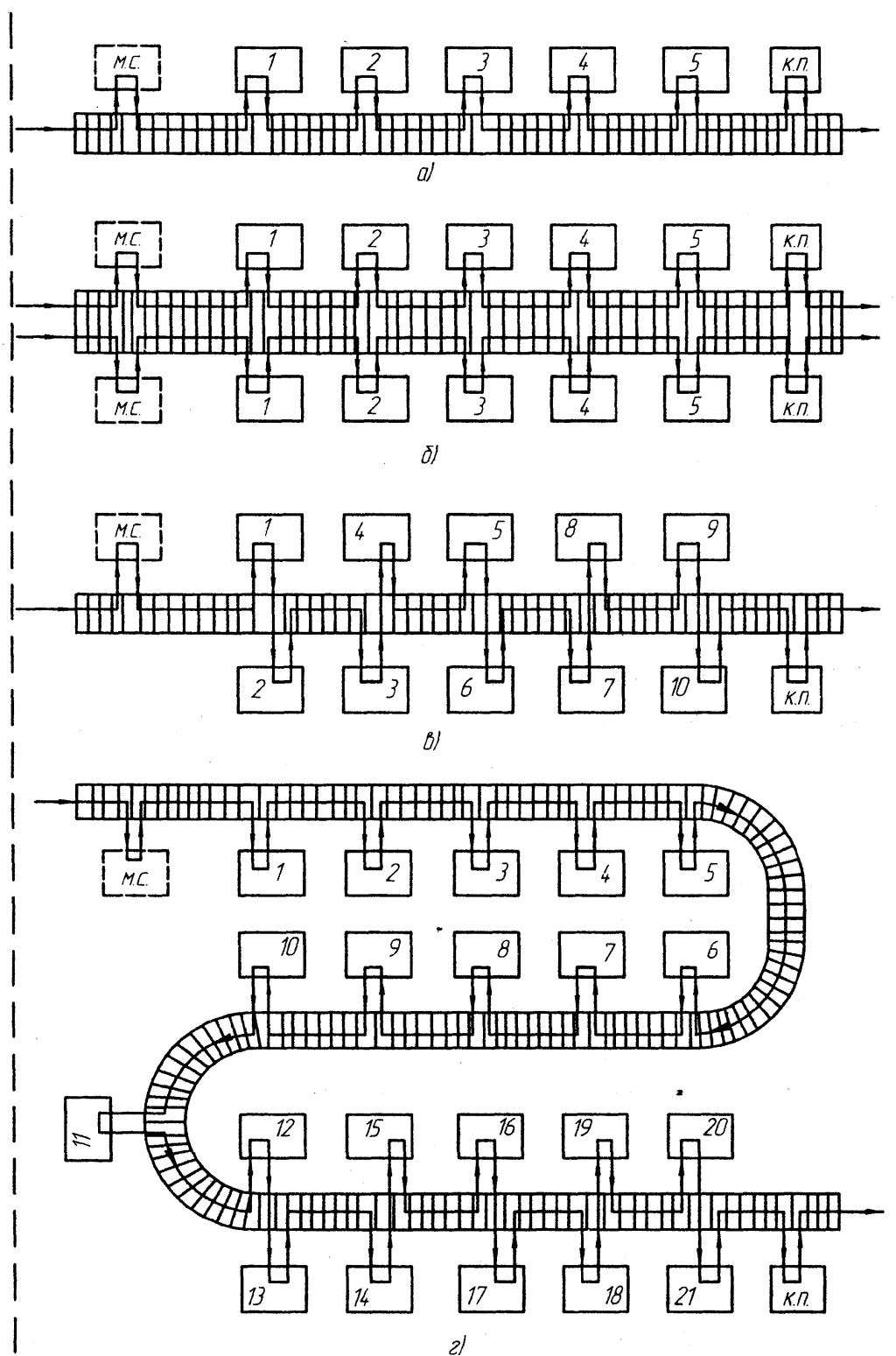


Рисунок 9.2. Варианты планировок поточных линий

Если сдвигание оборудования не обеспечивает необходимой длины ветви поточной линии, её выполняют из отдельных участков или делают с поворотом таким образом, чтобы вход на линию заготовок и выход обработанных деталей были с разных сторон (рисунок 9.2, г).

4.2. Нормы технологического проектирования при размещении технологического оборудования

При размещении технологического оборудования должны быть соблюдены нормы технологического проектирования, регламентирующие ширину проходов и проездов между рядами станков, расстояния как между станками, так и от станков до стен и колонн здания.

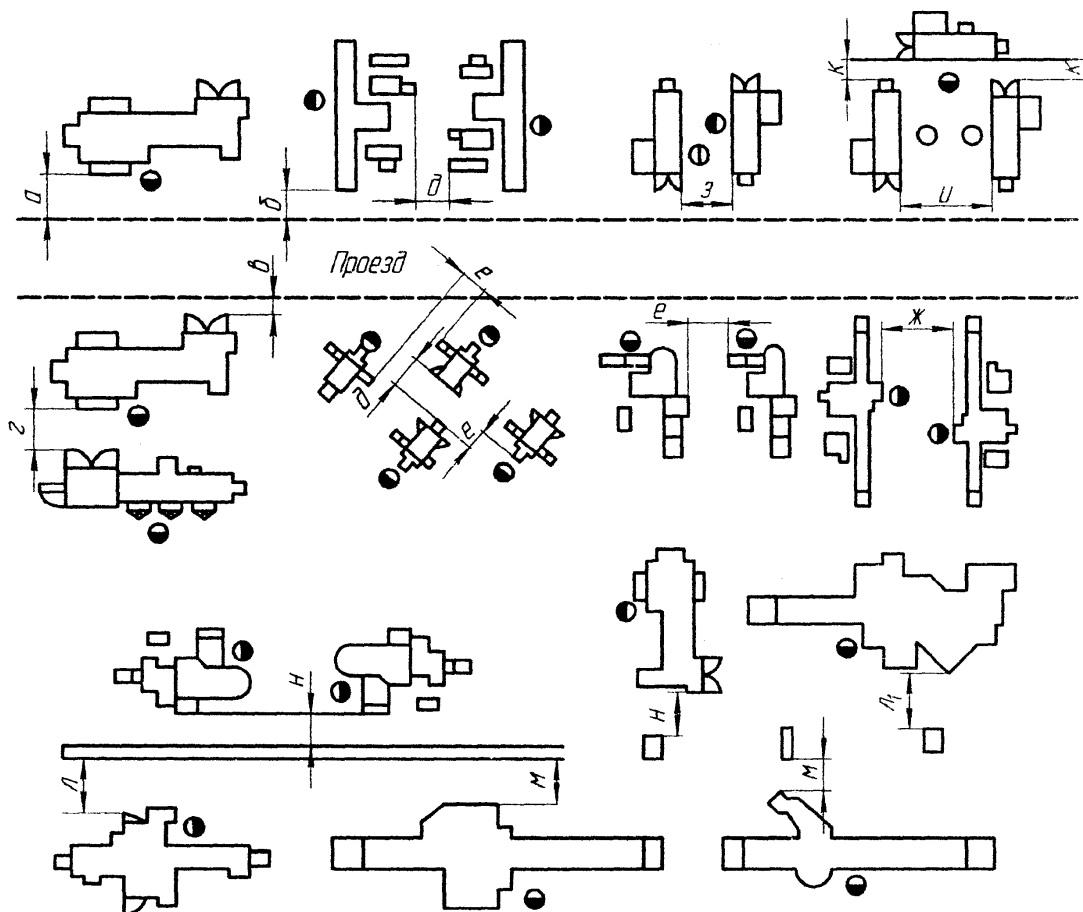


Рисунок 9.3. Схемы размещения станков

В таблице 9.1 даны расстояния (рисунок 9.3):

- a — между проездом и станками расположенными фронтально;
- b — между проездом и боковой стороной станка;
- $в$ — между проездом и тыльной стороной станка;
- $д$ — между станками, установленными в «затылок»;
- $е$ — между станками, установленными боковыми сторонами;
- $ж$ — между станками, установленными фронтально, при обслуживании одним оператором одного станка;
- $з$ — между станками, установленными фронтально, при обслуживании одним оператором двух станков;

и, к — между станками при П-образном расположении трех станков, обслуживаемых одним оператором;

л, л₁ — от стен и колонн до станка, расположенного фронтально;

ж — от колонн и стен до станка, расположенного тыльной стороной;

н — от колонн и стен до станка, расположенного боковой стороной.

Таблица 9.1. Нормы расстояний станков от проезда, между станками, а также от станков до стен и колонн здания

Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане, не более мм		
	1800	4000	8000
От проезда до: фронтальной стороны станка (а)	1600/1000		2000/1000
боковой стороны станка (б)	500		700/500
тыльной стороны станка (в)	500		500
Между станками при расположении их: "в затылок" (г)	1700/1400	2600/1600	2600/1800
тыльными сторонами друг к другу (д)	700	800	1000
боковыми сторонами друг к другу (е)	900		1300/1200
фронтальными сторонами друг к другу и при обслуживании одним рабочим: одного 1 станка (ж)	2100/1900	2500/2300	2600
двух станков (з)	1700/1400	1700/1600	
по кольцевой схеме (и)	2500/1400	2500/1600	
От стен, колонн до: фронтальной стороны станка (л)	1600/1300		1600/1500
боковой стороны станка (н)	1300	1300/1500	1500
тыльной стороны станка (м)	700	800	900
Примечание. Расстояние между станками <i>к</i> при размещении их по кольцевой схеме принимается не менее 700 мм. Расстояние от колонн до боковой стороны станков <i>н</i> установлено 1200/900. В знаменателе приведены нормы расстояний для цехов крупносерийного и массового производства, когда они отличаются от соответствующих норм для условий единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства. Для станков, установленных на индивидуальные фундаменты, расстояние между фундаментами должно быть не менее, м: при транспортировании дробленой стружки — 0,8, витой стружки — 1,0.			

Расстояние в таблице 9.1 включает крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений. Нормы расстояний между станками с разными габаритными размерами выбирают по большему из этих станков. При обслуживании станков подвесными транспортными средствами расстояния от стен и колонн до станков принимают с учётом возможности их обслуживания подвесным транспортом.

При расположении канала для транспортировки стружки между тыльными сторонами двух рядов станков установленных на общей фундаментальной плите, расстояние между ними принимается при транспортировании дробленой стружки ($\varnothing$), витой стружки ($\varnothing + 0,4$ м).

4.3. Нормы расстояний между оборудованием при использовании автоматизированных транспортных средств

В таблице 9.2 даны нормы расстояний между оборудованием при использовании автоматизированных транспортных средств:

Д - между станком и передвижной консольной секцией приемопередаточного стола,

Е - от станка до оснастки или транспортного средства,

Г - между приемно-передаточными столами,

Ж - между транспортными средствами.

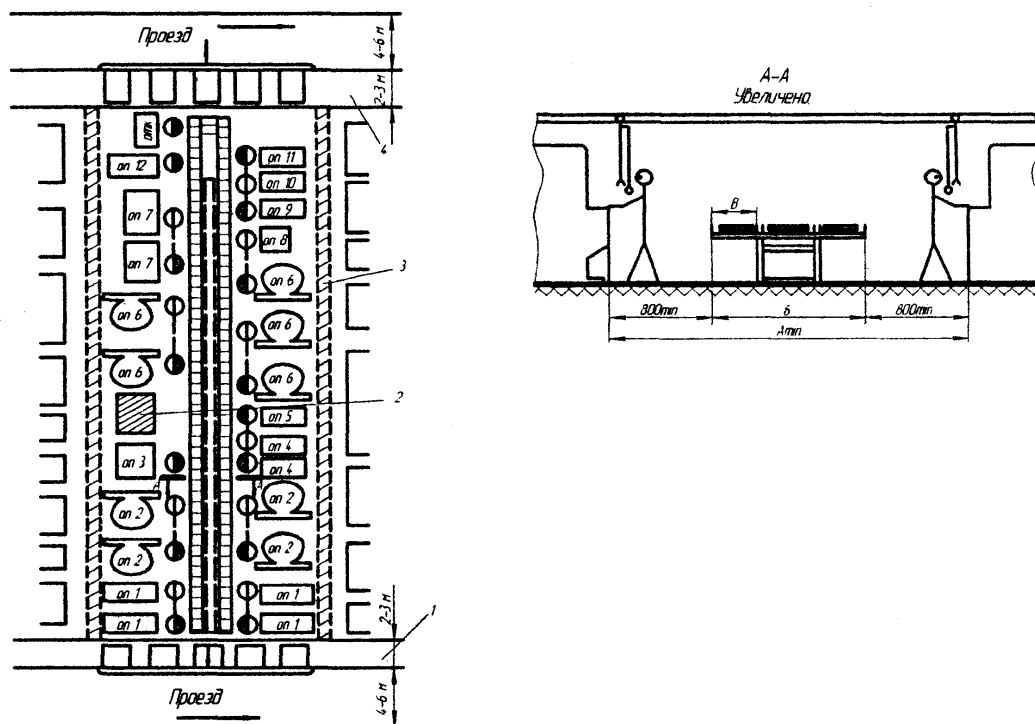


Рисунок 9.4. Схемы планировки участка с применением роликового трехрядного конвейера:

- 1 – зона заготовок; 2 – резервная площадь; 3 – транспортеры под стружку;
4 – зона готовой продукции

Ширину К межоперационного транспорта и ширину В приемопередаточных столов стеллажного оборудования принимают в соответствии с габаритными размерами обрабатываемых заготовок. Ширина A_2 пешеходного прохода между тыльными сторонами станков, встроенных в автоматизированные участки, должна быть 1,6 м.

Таблица 9.2. Нормы расстояний при применении автоматизированного транспорта

Транспорт	Д	Е	Г	Ж	Эскизы
Автоматизированная напольная транспортная система	0,4	1,07	0,9	-	
Роликовый или пластинчатый конвейер	-	0,9	-	Не менее 0,1	
Подвесной конвейер	-	0,9	-	Не менее 0,3	

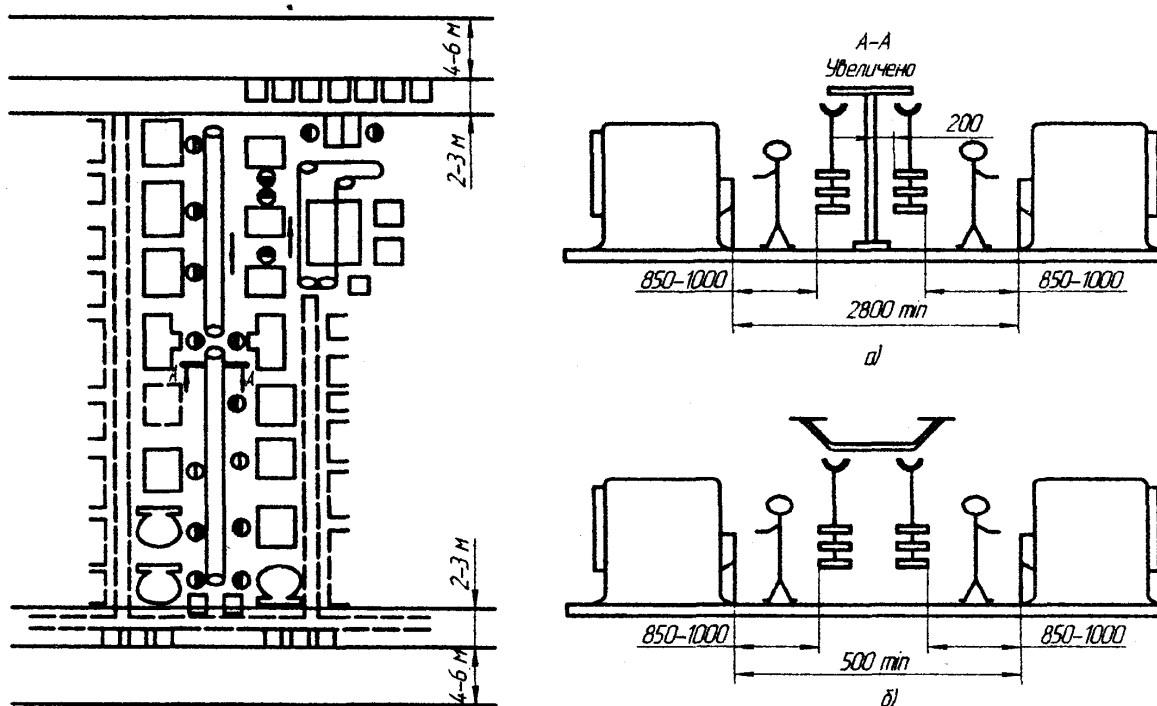


Рисунок 9.5. Планировка поточной линии при применении подвесных грузонесущих конвейеров:

а), б) – варианты крепления конвейеров

5. Контрольные вопросы

1. Что такое темплет?
2. От чего зависит расположение станков на участках?
3. Какие существуют варианты расположения станков относительно транспортных средств или цеховых проездов?
4. Каковы особенности планировки поточных линий?

Практическая работа №10

Расчёт высоты пролёта цеха

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение методики расчета высоты пролета цеха в зависимости от вида применяемого подъемно-транспортного оборудования и разработка поперечного разреза здания.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Поперечный разрез пролета цеха, выполненный на миллиметровой бумаге.

3. Последовательность выполнения работы

1. Устанавливают тип кранового оборудования, размещаемого в пролете цеха.
2. Определяют высоту станка с наибольшим вертикальным габаритом, а также максимальный габарит транспортируемого груза.
3. По формулам (10.1) или (10.2) рассчитывают высоту пролета здания, которую затем округляют до ближайшего унифицированного размера высоты крановых пролётов цеха.

4. Теоретические положения

Высоту помещений (от поверхности чистого пола до низа несущих конструкций покрытия на колонне) H в зданиях без мостовых кранов или с подвесным подъёмно-транспортным оборудованием следует назначать для пролётов 18 и 24 м — 6,0; 7,2; 8,4; 9,6 м.

Высота помещений (пролётов), оборудованных катучими **мостовыми кранами**, зависит от грузоподъемности и типа грузов.

Высота кранового пролета H (рисунок 10.1) складывается из высоты подкранового пути H_1 и габарита крана H_2 . Высота H_1 отсчитывается от уровня чистого пола до верха головки подкрановых путей и зависит от высоты оборудования и габаритов транспортируемых над оборудованием предметов с учётом наивысшего положения крюка крана и необходимых зазоров, отвечающих требованиям охраны труда.

Высота H_2 включает габаритные размеры крана от головки подкранового рельса до верхней точки тележки крана с учётом добавочного зазора 100 мм между верхней точкой тележки крана и нижней точкой покрытия и 200...400 мм (в зависимости от величины пролета здания) — размера возможного

прогиба нижнего пояса или затяжки покрытия. Полезная высота пролёта (помещения):

$$H = H_1 + H_2. \quad (10.1)$$

Высота подкранового пути определяется по формуле

$$H_1 = k + z + e + f + c,$$

где k — высота станка с наибольшим вертикальным габаритом; если станки невысокие, то этот размер принимают не менее 2,3 м;

z — промежуток между транспортируемым предметом, поднятым в верхнее крайнее положение и верхней точкой наиболее высокого станка; $z = 0,5 \dots 1,0$ м;

e — высота наибольшего транспортируемого предмета;

f — высота стропальных устройств; $f = 1,0$ м;

c — расстояние от предельного верхнего положения крюка до линии, проходящей через головки подкрановых рельсов; принимается по стандартам мостовых кранов и колеблется в пределах от 0,5 до 1,6 м.

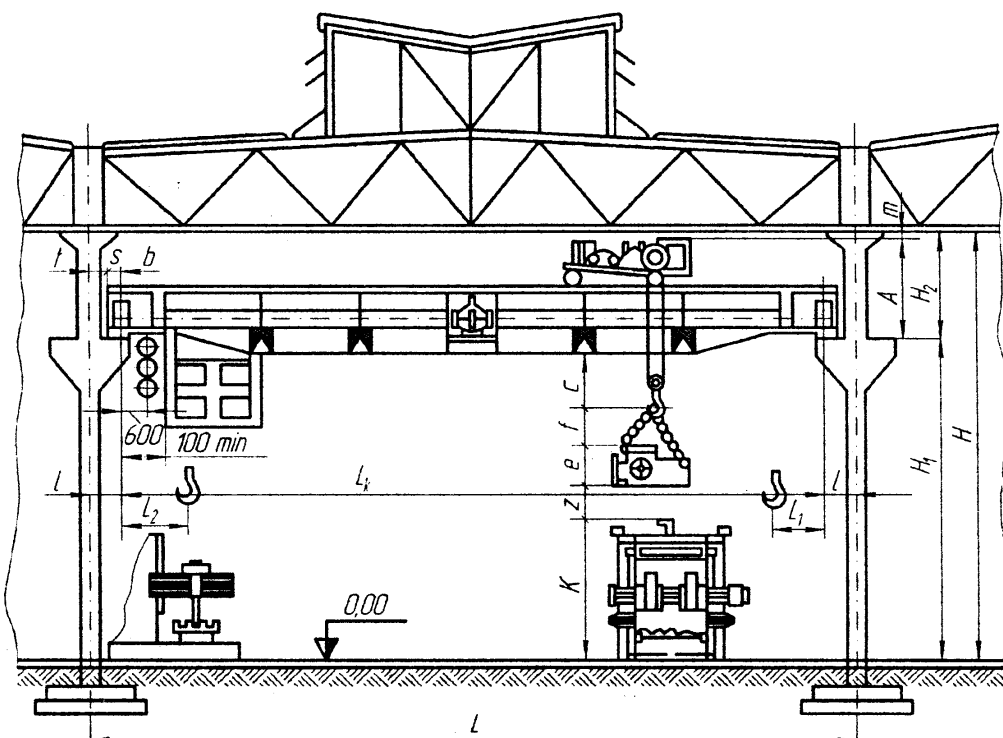


Рисунок 10.1 - Схема расчета высоты кранового пролета

Габарит крана можно определить по формуле

$$H_2 = A + m + (200 \dots 400) \text{ мм},$$

где A — габаритная высота крана. Величина A установлена ГОСТом в зависимости от грузоподъёмности крана и колеблется в пределах от 2100 мм

(для кранов грузоподъёмностью 10 т) до 5200 мм (для кранов грузоподъёмностью 250 т);

m — расстояние между верхней точкой крана и нижней поверхностью покрытия. Значение m не должно быть менее 100 мм.

Таблица 10.1. Унифицированные размеры высоты крановых пролётов цеха

Высота помещения (пролёта) до низа конструкции покрытия H , м	8,4	9,6	10,8	12,6	14,4	16,2	18,0
Отметка головки подкранового рельса H_1 , м	6,15	6,95	8,15	9,65	11,45	12,65	14,45

После расчётов значение высоты пролёта H в проекте здания необходимо принять ближайшее из унифицированных параметров, приведённых в таблице 10.1.

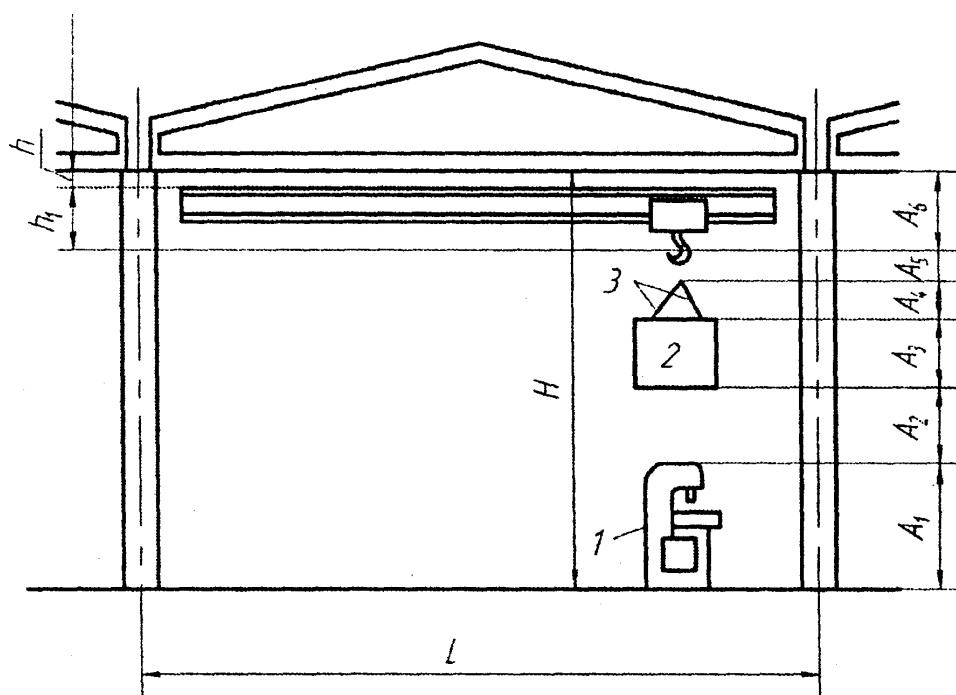


Рисунок 10.2. Схема расчёта высоты бескранового пролёта
1 — оборудование, 2 — груз, 3 — стропы

Высоту пролёта здания, оснащённого **подвесными однобалочными кранами** (рисунок 10.2), определяют по формуле

$$H = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6, \quad (10.2)$$

где A_1 — высота станка с максимальным вертикальным габаритом;

A_2 — страховой запас между грузом и верхним габаритом станка; $A_1 + A_2 = 2000$ мм при транспортировке груза вдоль цехового прохода или проезда;

A_3 — максимальный габарит транспортируемого груза, мм;

A_4 — высота строп, зависящая от размеров транспортируемых грузов и угла наклона строп (обычно $\alpha = 30...45^\circ$); A_4 не менее 1 м;

A_5 — страховой резерв 300...500 мм при крайнем верхнем положении крюка;

$$A_6 = h_1 + h,$$

где h_1 — расстояние от оси крюка при его крайнем верхнем положении до нижней плоскости крановой балки. Значение h_1 принимается по ГОСТ 7890-84. Для однопролётных кранов, обслуживающих пролёты шириной $L = 18$ м, при высоте подъёма груза до 6 м и грузоподъёмности крана $Q = 1$ т величина $h_1 = 1310$ мм. Для кранов грузоподъёмностью 2 т и 3,2 т $h_1 = 1685$ мм и 1955 мм соответственно;

h — вертикальный габарит крановых путей (двутаковых балок).

Унифицированная высота пролёта с подвесными кранами может быть 6 м, 7,2 м, 8,4 м при ширине пролёта $L = 18$ м и $H = 7,2$ м или 8,4 м при $L = 24$ м.

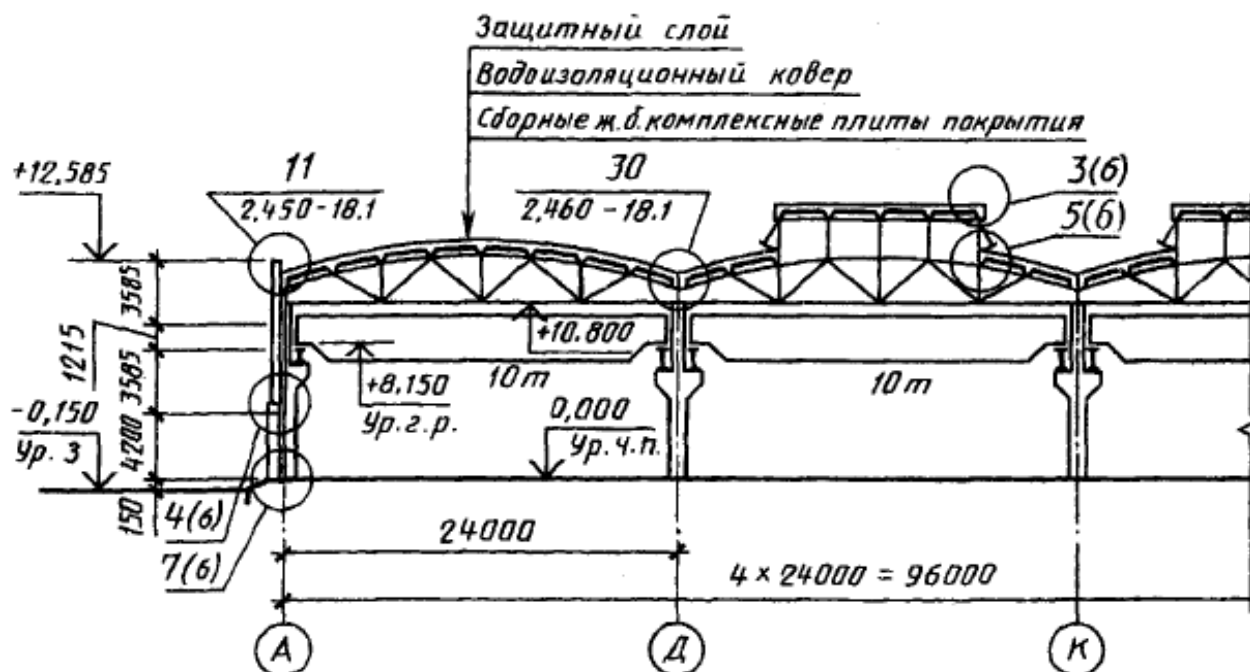


Рисунок 10.3. Пример выполнения разреза одноэтажного производственного здания

5. Контрольные вопросы

1. Что называют высотой производственного помещения?
2. Зависит ли высота пролета от вида подъемно-транспортного оборудования?
3. Являются ли размеры высоты крановых пролетов цеха унифицированными?
4. Будет ли различаться высота пролетов, оснащенных катучими мостовыми и подвесными кранами с одинаковой грузоподъемностью?

Практическая работа №11

Расчёт грузооборота цеха и транспортных устройств

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение состава и методики расчета межцехового и межоперационного грузопотоков, составляющих грузооборот цеха, а также применяемых в цехе транспортных устройств.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Сводная таблица по грузообороту цеха.

3. Последовательность выполнения работы

1. Составляют и рассчитывают межцеховой и межоперационный грузопотоки, используя формулы (11.1) и (11.2).
2. Заполняют сводную таблицу 11.1 по грузообороту цеха.
3. Устанавливают применяемые в цехе транспортные устройства и определяют по формулам (11.3)...(11.6) их требуемое количество.

4. Теоретические положения

4.1. Грузооборот цеха

Грузооборот цеха (табл. 11.1) состоит из межцехового и межоперационного грузопотока.

Таблица 11.1 - Грузооборот цеха

Наименование груза	Откуда	Куда	Вид транспорта	Масса в год, т
Межцеховой грузопоток				
Основные материалы	Кузнечный, литейный цехи	Складочные площадки,	Электрокары	4765
			Итого	
Межоперационный грузопоток				
			Итого	
Итого				34790,5

К межцеховому грузообороту относятся заготовки, обрабатываемые детали, готовые детали, оснастка, вспомогательные материалы, стружка и отходы, К межоперационному грузопотоку относятся обрабатываемые детали, перемещаемые с операции на операцию и т.д.

Годовой расход основных материалов может быть взят из производственной программы цеха как суммарная годовая масса всех заготовок. Годовой расход вспомогательных материалов по табл. 11.2.

Таблица 11.2 Примерные нормы годового расхода и цены вспомогательных материалов при работе в две смены

Материал	Расчетная единица	Нормы расхода на расчетную единицу, кг
Обтирочные материалы	Станок	40
	Разметочная плита	65
	Слесарь (производственный рабочий)	20
	Слесарь по ремонту	20
	Крановщик	20
Керосин	Станок, кран	18
Бензин		7
Масло машинное		120
Солидол		120
Масло веретенное	Шлифовальный станок	100
Эмульсол	Станок	130
Сульфобрезол*		900
Технический вазелин		5
Кальцинированная сода**		100
Мазь для ремней		6
Мазь для тросов	Кран	20
Мыло	Списочный рабочий***	10

*Для одношпиндельных и многошпиндельных автоматов, резбобрезерных, резбонарезных, зуборезных и протяжных станков.

**Для шлифовальных станков.

***Под списочным числом рабочих подразумевают общее количество производственных и вспомогательных рабочих.

Масса грузопотока стружки, образующаяся в отделениях за 1 час при обработке нескольких деталей

$$Q_c = \frac{\sum_{i=1}^m [(G_i - q_i) D_i]}{F_d}, \quad (11.1)$$

где m - число наименований обрабатываемых деталей в отделении; q_i - чистовая масса детали, кг; G_i - черновая масса детали, кг.

Межоперационный грузопоток рассчитывается по следующей формуле:

$$q = \sum_{i=1}^n q_i \cdot D_i, \quad (11.2)$$

где n - число наименований деталей, перевозимых на одном конвейере или другими видами транспорта; q_i - чистовая масса транспортируемых деталей (для всех операций, кроме первой и второй, для которых необходимо принимать черновую массу деталей), кг.

Межцеховой грузопоток (*поступление в цех на электрокарах*) составляют:

- основные материалы (поступают из кузнечного и литейного цеха на складочные площадки, ремонтные, заточные отделения)
- вспомогательные материалы (с центрального склада к рабочим местам);
- инструмент, приспособления (с центрального склада в ИРК) (табл. 5.4);
- обрабатываемые детали (из термического цеха, цеха покрытия к станкам).

Межцеховой грузопоток (*отправление из цеха на электрокарах*) составляют:

- готовые детали (в сборочный цех (без запасных частей);
- запасные части (на склад);
- обрабатываемые детали (в цеха покрытия и термический);
- стружка с центрального скребкового транспортера;
- стружка из заточных и ремонтных отделений;
- отходы (на переработку).

Межоперационный грузопоток составляют:

- обрабатываемые детали до закалки, перемещаемые между станками цепным подвесным конвейером, те же детали, после закалки, но перемещаемые между станками ленточным напольным транспортером;
- обрабатываемые детали, перемещаемые между станками на электрокарах;
- обрабатываемые детали, перемещаемые на электрокарах от станков к моечным машинам;
- обрабатываемые детали, перемещаемые от станка к гидравлическому прессу;
- стружка, перемещаемая от станков на отводящие скребковые транспортеры;
- стружка, перемещаемая с отводящих скребковых транспортеров на центральный скребковый транспортер.

Общий грузопоток определяется как сумма межцехового и межоперационного грузопотоков.

4.2. Выбор и расчет транспортных устройств

В качестве межцехового транспорта применяются: конвейеры, однорельсовые подвесные дороги, автотягачи с прицепными тележками, электрокары, автокары и электропогрузчики.

В качестве межоперационного транспорта – конвейеры, скаты, склизы, краны, электрокары и ручные тележки, электроштабеллеры напольные, пневматические подъемники, электрические тали на подвесных монорельсах.

Количество мостовых кранов можно принять укрупненно - один кран на 40-80 м длины пролета.

Количество необходимого транспорта определяется отношением необходимого грузооборота Q к годовой производительности Q_{Γ} .

Годовая производительность транспортируемых *машин периодического действия* (электрокар, автокар, автотягачей, однорельсовых тележек и др.) определяется по формуле

$$Q_{\Gamma} = \frac{60F_{\Gamma} q K_{\Gamma} K_{\Gamma}}{T_{\Gamma}}, \quad (11.3)$$

где F_{Γ} - номинальный годовой фонд времени работы машин, ч; q - номинальная грузоподъемность, т; K_{Γ} - коэффициент использования машин по времени; K_{Γ} - коэффициент использования машин по грузоподъемности; T_{Γ} - продолжительность транспортного цикла, мин.

Продолжительность транспортного цикла

$$T_{\Gamma} = 2 \left(t_n + t_p + \frac{l_{cp}}{V_{cp}} \right), \quad (11.4)$$

где t_n и t_p - время на прицепку и расцепку с учетом маневрирования, мин; l_{cp} - средняя длина пути, м; V_{cp} - средняя скорость, м/мин.

Значения V_{cp} , K_{Γ} , K_{Γ} принимаются по табл. 11.3.

Таблица 11.3 Данные для расчета производительности транспортных устройств

Транспортные устройства	V_{cp}	K_{Γ}	K_{Γ}
Электрокары и автокары	100	0,6	0,7
Автотягачи	200	0,6	0,6
Электротягачи	165	0,6	0,7
Однорельсовые тележки	100	0,8	0,7

Годовая производительность транспортирующих *машин непрерывного действия* (конвейеров, транспортеров)

$$Q_z = Q_{\text{ч}} F_n K_{\text{в}}, \quad (11.5)$$

где $Q_{\text{ч}}$ - часовая производительность, т/ч; $K_{\text{в}}$ - коэффициент использования по времени ($K_{\text{в}} = 0,9$).

Часовая производительность

$$Q_{\text{ч}} = \frac{60qVK_z}{l}, \quad (11.6)$$

где q - грузоподъемность одной подвески, т; V - скорость конвейера, м/мин; $K_{\text{г}}$ - коэффициент использования подвески по грузоподъемности ($K_{\text{г}} = 0,8$); l - шаг между подвесками, м.

Для конвейеров, обслуживающих станочные линии, скорость конвейера определяется тактом выпуска и равна 1 – 6 м/мин (при массе деталей 30 - 50кг скорость не превышает 3 м/мин).

Транспортировка стружки к местам сбора и переработки может производиться с использованием одной из трех систем:

- **автоматизированной**, с применением средств непрерывного транспорта с помощью линейных магистральных конвейеров;

- **механизированной**, с использованием ручного труда, средств малой механизации и колесного транспорта с транспортировкой стружки в конвейерах, ящиках, на тележках;

- **комбинированной**, когда имеются только магистральные конвейеры, а удаление стружки из станков происходит вручную или встроенными в них конвейерами, либо когда установлены линейные конвейеры, которыми стружка перемещается в тару, расположенную в конце конвейера, а заполненная стружкой тара выводится на переработку колёсным транспортом.

Выбор необходимых решений по транспортировке стружки зависит от вида стружки (см. табл. 11.4 и 11.5), её количества и площади, на которой она образуется.

Таблица 11.4. Типы конвейеров для транспортирования металлической стружки в зависимости от ее группы

Тип конвейера	Группа стружки					
	I	II	III	IV	V	VI
Скребковый	+	+	-	-	-	-
Одновинтовой	+	+	-	-	-	-
Двухвинтовой	-	+	+	-	-	-
Пластинчатый	-	-	+	+	+	+
Ершово-штанговый	-	-	+	+	+	-

Таблица 11.5. Примерная классификация металлической стружки, образующейся в цехах при обработке металлов резанием

Группа стружки	Вид стружки	Плотность, т/м ³	Оборудование, на котором образуется стружка данного вида
I	Элементобразная (мелкая крошка, кусочки, высечка)	Чугун ковкий 1,6-1,7 Чугун серый 1,9-2,0	Все виды металлорежущих станков
		Сталь 1,0-1,5 Алюминий 0,75	Фрезерные, протяжные, зубообрабатывающие и строгальные станки, дисковые пилы, строгальные, долбежные, холодновысадочные, автоматы
II	Элементобразная (в виде витков, нагартованная, колечки)	Сталь -0,6 Алюминий 0,207 Бронза -0,7	Токарные, карусельные, револьверные сверлильные и другие станки при силовом резании
III	Автоматный жгут, мелкий вьюн	Сталь 0,5-0,6 Алюминий 0,17-0,20 Бронза 0,6-0,7	Токарные автоматы, полуавтоматы, револьверные станки
IV	Средний вьюн длиной 100-200 мм, сечением 20-30 мм ²	Сталь 0,3-0,5	Сверлильные, револьверные, токарные, карусельные, расточные и строгальные
V	Крупный вьюн сечением 40-60 мм ²	Сталь 0,2-0,25 Алюминий 0,07	Крупные токарные и карусельные станки
VI	Саблевидная с однослойными витками диаметром до 1 м сечением 100 мм ²	Сталь 0,15-0,2	Крупные токарные и карусельные станки

5. Контрольные вопросы

1. Из чего состоит грузооборот цеха?
2. Что составляет межцеховой и межоперационный грузопоток?
3. Какие транспортные устройства применяются в качестве межцехового и межоперационного транспорта?
4. Из чего складывается продолжительность транспортного цикла?
5. Каким образом осуществляется транспортировка стружки от рабочих мест к месту ее сбора и переработки?

Практическая работа №12

Определение уровня автоматизации производства

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение методики определения уровня автоматизации производства и удельного веса рабочих, занятых ручным трудом, а также сопоставление расчетных значений с рекомендуемыми значениями для различных типов производств.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.

3. Последовательность выполнения работы

1. Определяют уровень автоматизации производства, используя формулы (12.1), (12.2), а также данные табл. 12.1.
2. Определяют удельный вес рабочих, занятых ручным трудом по формуле (12.3).
3. Сопоставляют расчетные значения с рекомендуемыми, которые приведены в табл. 12.2.

4. Теоретические положения

4.1. Уровень автоматизации производства

Уровень автоматизации производства согласно [] по формуле:

$$K_A = \frac{\sum_{z=3,5}^{z=5} Z \cdot m_{z1}}{Z_{\max} \cdot \sum_{z=0}^{z=5} m_{z2}}, \quad (12.1)$$

где K_A - уровень автоматизации производства; Z - звенность оборудования; m_{z1} - количество используемых машин-орудий со звенностью от $Z = 3,5$ до $Z = 5$; m_{z2} - количество используемых машин-орудий со звенностью от $Z = 0$ до $Z = 5$; $Z_{\max} = 5$ - максимальная величина звенности оборудования; m_{z1} , m_{z2} - определяются по формуле:

$$m_{z2} = M \cdot K_u, \quad (12.2)$$

где M - количество машин-орудий (число шпинделей (позиций) имеющихся в принятом оборудовании) принятых по расчету; K_u - коэффициент использования оборудования.

Таблица 12.1

Применение металлорежущего оборудования	Уровень автоматизации	Звень- ность	Количество машин орудий
1. Metallорежущие станки с ручным управлением	РУ	3	1
2. Metallорежущие станки с программным управлением	ПУ	3,25	Количество машин орудий соответствует количеству шпинделей
3. Metallорежущие полуавтоматы	ПА	3,5	То же
4. То же с ПУ	ПУ	3,75	“
5. Metallорежущие автоматы одношпиндельные	А	4,0	1
6. То же с ПУ	ПУ	4,25	1
7. Одношпиндельный автомат, гибкий производственный модуль	ГПМ	4,5	1
8. Metallорежущие многошпиндельные автоматы	А	4,0	Количество машин орудий соответствует количеству шпинделей
9. То же с ПУ	ПУ	4,25	Количество машин орудий соответствует количеству шпинделей
10. Многошпиндельный автомат, гибкий производственный модуль	ГПМ	4,5	“
11. Робототехнический комплекс	РК	4,5	Количество машин орудий соответствует количеству станков, обслуживаемых одним роботом
12. Гибкая автоматизированная линия	ГАЛ	4,75	Количество машин орудий соответствует количеству станков, входящих в линию

13. Гибкий, автоматизированный участок, цех, завод	ГАУ ГАЦ ГАЗ	5,0	Количество машин и орудий соответствует количеству станков (шпинделей), входящих в участок, цех, завод
--	-------------------	-----	---

Виды автоматизации производства в зависимости от количества замещаемых и заменяемых функций имеют звенность:

$Z = 0$ - ручные орудия труда;

$Z = 1$ - машины ручного действия;

$Z = 2$ - механизированные ручные машины;

$Z = 3$ - механизированные машины;

$Z = 3,5$ - машины полуавтоматы;

$Z = 4$ - машины автоматы;

$Z = 4,5$ - машины гибких производственных модулей;

$Z = 4,75$ - машины гибких автоматизированных участков;

$Z = 5$ - машины гибких автоматизированных участков, цехов и заводов.

Данные по звенности металлорежущих станков для расчета уровня автоматизации приводятся в табл. 12.1.

При использовании на станках вспомогательных средств автоматизации и механизации, которые замещают или облегчают вспомогательные рабочие функции установки и закрепления заготовки, замены орудия труда (пристаночные подъемные устройства, станочные приспособления или механизмы зажима заготовки, механизмы замены инструмента, устройства активного контроля и др.) следует увеличить звенность станков на величину $\Delta Z = 0,25$.

4.2. Удельный вес рабочих, занятых ручным трудом

Удельный вес рабочих, занятых ручным трудом, определяется по формуле:

$$Y_p = \frac{P_p}{P}, \quad (12.3)$$

где Y_p - удельный вес рабочих, занятых ручным трудом в механических и сборочных цехах; P - общее количество рабочих в цехе; P_p - количество рабочих, выполняющих работу вручную при машинах и механизмах, и вручную не при машинах и механизмах.

К рабочим, выполняющим работу вручную при машинах и механизмах, относятся рабочие, занятые постоянно при машинах и механизмах, но не по управлению и не по наблюдению за ними, а выполняющие только функции обслуживания по загрузке и выгрузке вручную (например: стропальщик и т.п.).

К рабочим, выполняющим работу вручную, относятся: слесари-сборщики без механизированного инструмента, уборщики производственных и бытовых

помещений, выполняющие уборку вручную, кладовщики без средств механизации и т.п.

Рекомендуемые средние уровни автоматизации по цехам (участкам) и удельный вес рабочих, занятых ручным трудом, приводятся в таблице 12.2.

Таблица 12.2

Показатель	Тип производства			
	единичное и мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
Уровень автоматизации	0,4-0,5	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9
Удельный вес рабочих, занятых ручным трудом	0,2-0,3	0,15-0,2	0,1-0,15	0,05-0,1

5. Контрольные вопросы

1. Как связаны виды автоматизации производства с величиной звенности?
2. Что понимают под понятием «машин-орудий»?
3. Как связаны типы производства с уровнем автоматизации и удельным весом рабочих, занятых ручным трудом?

Практическая работа №13

Расчет энергетики цеха

1. Цель практической работы

Цель работы – изучение методики определения расхода основных видов потребляемой цехом энергии, к которым относятся электроэнергия, сжатый воздух, вода, пар.

2. Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчетные формулы и результаты расчетов.
3. Сводная ведомость энергетических затрат цеха.

3. Последовательность выполнения работы

1. Определяют расход силовой электроэнергии, используя формулы (13.1), (13.2) и данные табл. 13.2, а также электроэнергии на освещение – формула (13.3).
2. Определяют расход сжатого воздуха по формуле (13.3) с использованием данных табл. 13.3 и 13.4.
3. Определяют расход воды на производственные и бытовые нужды, используя соответственно формулы (13.5) и (13.6).
4. Определяют расход пара на производственные нужды по формулам (13.7) и (13.8), а на отопление и вентиляцию по формуле (13.9).
5. Составляют сводную ведомость энергетических затрат цеха по форме табл. 13.1.

Таблица 13.1. Ведомость энергетических затрат цеха

Вид энергоресурса	Единица измерения	Объем затрат
Электроэнергия	кВт	
Сжатый воздух	м ³ /Год	
Вода	м ³ /Год	
Пар	м ³ /Год	

4. Теоретические положения

При проектировании цехов разрабатывают ведомости оборудования и других установок с указанием видов потребляемой энергии.

Основными видами потребляемой цехом энергии являются электрическая, сжатый воздух, пар и горячая вода.

4.1. Расход электроэнергии

Годовая потребность в электроэнергии подсчитывается на основании суммарной, установленной мощности оборудования цеха, а также мощности, затрачиваемой на освещение [].

Годовой расход *силовой электроэнергии* для цеха

$$W = K_c \sum P_{уст} F_{\partial} \eta_{з.ср}, \quad (13.1)$$

где K_c - коэффициент спроса (при укрупненном проектировании величина общезаводского $K_c=0,3-0,35$, а для механических цехов $K_c=0,4-0,5$); $\sum P_{уст}$ - установленная мощность всего оборудования цеха.

При укрупненном проектировании

$$\sum P_{уст} = W_{уд} (S + T), \quad (13.2)$$

где $W_{уд}$ - удельная мощность на единицу оборудования, принимается по табл. 13.2 [].

Таблица 13.2. Данные для укрупненного расчета активной мощности токоприемников по отраслям машиностроения

Заводы	Средняя установленная мощность на единицу производственного оборудования, кВт
Автомобильные	
Грузовые автомобили:	
цех шасси и цех двигателей	9...12
цех коробок передач и автоматный цех	6...8
Легковые автомобили:	
цех шасси и цех двигателей	8...10
цех коробок передач и автоматный цех	7...9
Станкостроительные	
Отделения механического цеха:	
а) крупных деталей	15...18
б) средних и мелких деталей	8...10
в) нормалей	7...9

Среднего машиностроения	
Инструментальные цехи заводов машиностроения	3...5
Ремонтно-механические цехи	7...9

Годовой расход электроэнергии *на освещение* равен произведению площади цеха F_o , среднего расхода электроэнергии на 1 м² площади цеха ($W_{уд1}=0,015\text{кВт}$) и годового количества часов осветительной нагрузки ($H_o=2100$ ч)

$$W = F_o W_{уд} H_o . \quad (13.3)$$

4.2. Расход сжатого воздуха

Годовой расход цехом сжатого воздуха определяется по формуле

$$B_{сж} = 1,5 B_{св,ч} N K_u F_d \eta_{з,ср} , \quad (13.4)$$

где $B_{св,ч}$ - средний часовой расход свободного воздуха на одного потребителя (табл. 13.4), м³/ч; N - число потребителей (табл. 13.3), шт.; K_u - коэффициент использования воздухоприемников (табл. 13.4).

Таблица 13.3. Ориентировочное число потребителей сжатого воздуха в механическом цехе

Потребители сжатого воздуха	Обслуживаемое оборудование	Число потребителей сжатого воздуха по отношению к установленному числу единиц оборудования или рабочих мест в зависимости от серийности производства, %		
		Массовое, крупно-серийное	Средне-серийное	Мелко-серийное, единичное
Патроны	Токарные станки	60	40	25
	Токарные патронные полуавтоматы и токарно-револьверные станки и полуавтоматы:			
	одношпиндельные	100	70	50
	двухшпиндельные	200	140	-

Приспособления (зажимы, кондукторы, тиски и пр.)	Сверлильные, фрезерные поперечно- строгальные долбежные и алмазно-расточные	80	60	25
---	--	----	----	----

Таблица 13.4. Расход воздуха потребителями в механическом цехе

Потребители	$V_{св.ч}, \text{ м}^3/\text{ч}$	Рабочее давление воздуха, атм	$K_{и}$
Пневматические патроны	1,6	6	1
Пневматические приспособления (зажимные устройства, кондукторы, тиски)	0,9		

Максимальный часовой расход сжатого воздуха равен $V_{сж.ч_{\max}} = 1,3 \cdot 1,5 \cdot V_{св.ч}$. По этому расходу подбирается оборудование компрессорной установки.

4.3. Расход воды

Вода в цехах употребляется на производственные и бытовые нужды. Годовой расход воды на *производственные нужды* определяется по формуле

$$B_g = B_{в.ч} N F_{\partial} \eta_{з.ср}, \quad (13.5)$$

где $B_{в.ч}$ - средний часовой расход воды (максимальный часовой расход воды равен $1,3 B_{в.ч}$), $\text{м}^3/\text{ч}$; N - число потребителей воды, шт.

- Для приготовления СОЖ $B_{в.ч} = 0,0006 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Для промывки деталей в баках $B_{в.ч} = 0,03 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Для промывки деталей в моечных машинах $B_{в.ч} = 0,05 \dots 0,06 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Для установок токов высокой частоты $B_{в.ч} = 2 \dots 8 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Годовой расход воды на *бытовые нужды* (для душевых, групповых умывальников, для хозяйственно-питьевых нужд) определяется из расчета $0,03 \dots 0,035 \text{ м}^3$ в смену на одного работающего с учетом количества рабочих дней в году Φ и количества работающих в цехе

$$B_b = (0,03 \dots 0,035) \Phi \cdot P. \quad (13.6)$$

4.4. Расход пара

Пар расходуется на производственные нужды цеха (давлением 1,5-3 ат). Расход пара на подогрев охлаждающих смесей (давление 1,5 ат) составляет 0,16-0,19 кг/ч на каждый литр расходуемой в час воды для приготовления СОЖ. Годовой расход пара равен

$$P = P_{\text{ч}} \cdot B_{\text{в.ч}} \cdot F_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{з.ср}}. \quad (13.7)$$

Расход пара (давление 3-4 ат) для нагревания сушильных камер и воды в моечных машинах принимается в пределах 45-100 кг/ч на 1 т обрабатываемых и транспортируемых деталей. Годовой расход равен

$$P = (45 \dots 100) \cdot Q \cdot F_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{з.ср}}, \quad (13.8)$$

где Q - масса деталей.

Годовой расход пара на отопление и вентиляцию составляет

$$P = \frac{P_{\text{уд}} \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000}, \quad (13.9)$$

где $P_{\text{уд}}$ - расход тепла на 1 м³ здания, ккал/ч; H - количество часов в отопительном периоде ($H=180\text{дн} \cdot 24\text{ч}=4320\text{ч}$), ч; V - объем здания, м³; i - теплота испарения ($i=540$ ккал/кг), ккал/кг.

Расход тепла на 1 м³ здания $P_{\text{уд}}=25-35$ ккал/ч вместе на отопление и вентиляцию при искусственной вентиляции в цехе. Если искусственная вентиляция отсутствует, то $P_{\text{уд}}$ берется суммарной на отопление в пределах 15-20 ккал/ч и в тех же пределах на вентиляцию.

5. Контрольные вопросы

1. Какие основные виды энергии потребляются цехом?
2. Что является основными потребителями электрической энергии в цехе?
3. На какие нужды расходуется в цехе вода?
4. Из чего складывается годовой расход пара в цехе?

Варианты заданий

Вариант 1 ($N_{сб} = 15000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , шт	m_d , кг	Модель оборудования					
		$n_{зч}$, %	m_3 , кг	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин					
1	Валик	1	12,0	2A911	1A730	6M82	2H135	3A151	
		20%	13,5	4,27	5,6	3,3	4,4	3,8	
2	Маховик	3	16,0	2A911	1A730	2H135	3A151	6M83	3B722
		16%	18,2	8,7	5,2	6,2	9,6	9,2	6,3
3	Фланец	4	8,0	2A911	1A730	3B722			
		7%	8,8	9,6	8,34	9,7			
4	Ось	3	13,0	2A911	3B722				
		9%	14,2	9,63	8,7				
5	Крышка	4	20,0	2A911	1A730	6M82	2H135	3A151	3B722
		4%	21,1	9,6	6,2	7,2	6,2	8,2	6,4
6	Палец	4	4,0	2A911	1A730	3A151	3B722		
		14%	4,7	5,6	8,9	5,2	5,9		
7	Стакан	3	12,0	2A911	1A730	6M82	3A151	6M83	3B722
		12%	13,9	10,4	9,9	8,5	4,8	9,1	7,4

Вариант 2 ($N_{сб} = 30000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , шт	m_d , кг	Модель оборудования					
		$n_{зч}$, %	m_3 , кг	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин					
1	Палец	1	9,5	16K20	2H55	3A151	6M83		
		10%	10,2	3,8	4,7	3,2	14,4		
2	Маховик	2	15,0	16K20	2H55	7Д37	3A151	3K227A	6M83
		8%	18,1	12,5	4,1	6,3	2,6	5,2	5,3
3	Вал	2	14,0	16K20	2H55	6P13	3A151	3K227A	6M83
		17%	15,4	10,4	3,4	8,5	4,8	3,1	7,4
4	Корпус	3	11,5	2H55	6P13	7Д37			
		6%	13,9	6,8	8,2	5,1			
5	Фланец	4	9,0	16K20	2H55	6M83			
		5%	10,1	9,6	6,2	2,7			
6	Крышка	4	8,5	16K20	2H55	6P13	7Д37	3A151	6M83
		3%	9,3	9,7	2,1	7,2	6,2	8,2	4,4
7	Ось	3	8,0	16K20	6M83				
		13%	8,8	5,2	3,7				

Вариант 3 ($N_{сб} = 20000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , ШТ	m_d , КГ	Модель оборудования					
		$n_{зч}$, %	$m_{з}$, КГ	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин					
1	Корпус	1	8,0	2А911	1А730	6Р13	6М83	16К20	
		7%	10,5	1,6	3	4,8	4	5	
2	Вал червячный	1	9,5	2А911	1А730	6Р13	3А151	16К20	5К301П
		8%	11,7	0,37	2,06	0,45	1,89	8,03	1,05
3	Червяк	1	13,5	2А911	1А730	6Р13	3А151	16К20	5К301П
		2%	14,1	0,8	7,5	1,2	4,8	12,15	3
4	Стакан	2	14,0	1А730	6Р13	3А151	6М83	16К20	
		6%	15,9	2,4	1,1	0,5	4,64	1	
5	Винт	1	2,5	2А911	1А730	6Р13	3А151	5К310	6М83
		2%	3,2	1	7,45	2,15	7,15	8,55	0,64
6	Червяк	1	12,5	2А911	1А730	6Р13	3А151	16К20	5К301П
		2%	13,8	1,34	7,22	1,73	5,26	11,42	3,61
7	Толкатель	6	10,0	2А911	1А730	3А151	5К301П	6М83	16К20
		13%	11,3	4,6	1,8	0,9	3,8	2	1,4
8	Плунжер	4	13,0	2А911	1А730	6Р13	3А151		
		12%	15,1	0,5	2,4	0,5	1,7		
9	Вал	1	19,0	2А911	1А730	6Р13	3А151	16К20	
		15%	20,8	1,3	8,4	1,8	5,6	9	
10	Вал ведущий	1	10,5	2А911	1А730	6Р13	3А151	5К301П	6М83
		14%	11,9	1,8	10,4	2,2	12	3,2	7,15

Вариант 4 ($N_{сб} = 20000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , ШТ	m_d , КГ	Модель оборудования				
		$n_{зч}$, %	m_z , КГ	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин				
1	Тяга	1	5,6	16A20Ф3С39	2A554Ф1	6Т12-29	3В161	
		10%	6,2	5,5	5,56	2,5	4,1	
2	Шестерня	2	9,4	16A20Ф3С39	53A50Н			
		8%	10,8	6,7	12			
3	Вал	2	13	16A20Ф3С39	6Т12-29	3В161	7Б35	53A50Н
		17%	13,9	10,4	2,8	4,8	6,3	13
4	Ось	1	8,5	16A20Ф3С39	2A554Ф1	3В161	7Б35	53A50Н
		6%	9,1	9,8	2,2	7,2	3,2	10,5
5	Кронштейн	2	9,3	2A554Ф1	6Т12-29	7Б35	2М614	
		5%	10,2	9,6	2,5	2,4	14,2	
6	Корпус	1	15	2A554Ф1	6Т12-29	7Б35	2М614	
		3%	17,4	3,8	8,1	3,8	18,1	
7	Фланец	2	10	16A20Ф3С39	2A554Ф1	6Т12-29	3В161	
		13%	10,9	9,6	6,5	3,9	4,6	

Вариант 5 ($N_{сб} = 20000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , шт	m_d , кг	Модель оборудования					
		$n_{зч}$, %	m_3 , кг	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин					
1	Крышка	1	13	6P82	1A730	6T83Г-1	2H125	3Б12	
		20%	14,3	4,27	5,6	3,3	4,4	3,8	
2	Маховик	2	18	6P82	1A730	2H125	3Б12	6H81Г	3Б740
		16%	19,7	8,7	5,2	6,2	9,6	9,2	6,3
3	Фланец	3	9,7	6P82	1A730	3Б740			
		7%	10,2	9,6	8,34	9,7			
4	Ось	1	6,7	6P82	3Б740				
		9%	7,4	9,63	8,7				
5	Валик	2	6,4	6P82	1A730	6T83Г-1	2H125	3Б12	3Б740
		4%	7,1	9,6	6,2	7,2	6,2	8,2	6,4
6	Стакан	3	11	6P82	1A730	3Б12	3Б740		
		14%	13,3	5,6	8,9	5,2	5,9		
7	Палец	2	15	6P82	1A730	6T83Г-1	3Б12	6H81Г	3Б740
		12%	16,9	10,4	9,9	8,5	4,8	9,1	7,4

Вариант 6 ($N_{сб} = 10000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , ШТ	m_d , КГ	Модель оборудования				
		$n_{зч}$, %	m_3 , КГ	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин				
1	Фланец	4	9,2	16A20Ф3С39	16K20	6P13	2K522	7Б56
		7%	10,1	8,26	5,13	1,26	4,9	0,42
2	Фланец	4	6,5	16A20Ф3С39	16K20	2K522	7Б56	
		8%	7,2	8,55	3,13	4,43	1	
3	Фланец	5	12,5	16K20	2K522	7Б56		
		6%	13,3	6,12	3,2	1,2		
4	Фланец	4	5,5	16A20Ф3С39	16K20	2K522	7Б56	
		2%	6,4	6,24	3,08	1,3	0,78	
5	Рычаг	3	8,4	16K20	2K522	6P13		
		13%	9,7	1,79	4,18	1,86		
6	Наконечник	4	7,5	6P13	2K522	6Т83Г-1		
		12%	8,6	1,734	2,76	4,8		
7	Рычаг	3	6,8	16A20Ф3С39	2K522	6P13		
		15%	7,6	3,83	3,42	4,57		
8	Корпус	2	14	6P13	2М614	6Т83Г-1	2Д450	
		9%	16,2	6,55	3,3	1,94	11,58	
9	Корпус	3	2,8	6P13	2М614	6Т83Г-1		
		14%	3,9	5,98	8,85	1,73		
10	Корпус	4	6	6P13	2М614	2Д450		
		14%	7,4	5,98	15,8	4,68		

Вариант 7 ($N_{сб} = 15000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , ШТ	m_d , КГ	Модель оборудования					
		$n_{зч}$, %	m_3 , КГ	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин					
1	Корпус	2	6,5	6М82	1М425	6Р12	6Н81	16К20	
		7%	7,7	1,6	3	4,8	4	5	
2	Полуось	2	10	6М82	1М425	6Р12	3Б12	1М63МФ101	5Б312
		8%	10,8	0,37	2,06	0,45	1,89	8,03	1,05
3	Червяк	1	8,2	6М82	1М425	6Р12	3Б12	1М63МФ101	5Б312
		2%	9,1	0,8	7,5	1,2	4,8	12,15	3
4	Фланец	3	11	1М425	6Р12	3Б12	6Н81	16К20	
		6%	12,2	2,4	1,1	0,5	4,64	1	
5	Винт	1	4,1	6М82	1М425	6Р12	3Б12	5Б312	6Н81
		2%	9,9	1	7,45	2,15	7,15	8,55	0,64
6	Червяк	1	12	6М82	1М425	6Р12	3Б12	1М63МФ101	5Б312
		2%	13,3	1,34	7,22	1,73	5,26	11,42	3,61
7	Вал	8	9,4	6М82	1М425	3Б12	5Б312	6Н81	16К20
		13%	10,6	4,6	1,8	0,9	3,8	2	1,4
8	Плунжер	8	2,2	6М82	1М425	6Р12	3Б12		
		12%	2,8	0,5	2,4	0,5	1,7		
9	Муфта	2	9,8	6М82	1М425	6Р12	3Б12	16К20	
		15%	11,1	1,3	8,4	1,8	5,6	9	
10	Вал ведущий	2	9,6	6М82	1М425	6Р12	3Б12	5Б312	6Н81
		14%	10,5	1,8	10,4	2,2	12	3,2	7,15

Вариант 8 ($N_{сб} = 15000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , шт	m_d , кг	Модель оборудования					
		$n_{зч}$, %	m_z , кг	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин					
1	Палец	1	5,1	1М63МФ101	2А554Ф1	3М151Е	6Р82		
		20%	5,8	3,8	4,7	3,2	14,4		
2	Ступица	2	18	1М63МФ101	2А554Ф1	7Д36	3М151Е	3К227А	6Р82
		16%	19,5	12,5	4,1	6,3	2,6	5,2	5,3
3	Вал	2	8,7	1М63МФ101	2А554Ф1	6Р13	3М151Е	3К227А	6Р82
		7%	9,8	10,4	3,4	8,5	4,8	3,1	7,4
4	Корпус	2	14	2А554Ф1	6Р13	7Д36			
		9%	17,3	6,8	8,2	5,1			
5	Фланец	2	9,7	1М63МФ101	2А554Ф1	6Р82			
		4%	10,6	9,6	6,2	2,7			
6	Суппорт	2	17	1М63МФ101	2А554Ф1	6Р13	7Д36	3М151Е	6Р82
		14%	19,8	9,7	2,1	7,2	6,2	8,2	4,4
7	Ось	2	7,8	1М63МФ101	6Р82				
		12%	9,4	5,2	3,7				

Вариант 9 ($N_{сб} = 20000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , шт	m_d , кг	Модель оборудования				
		$n_{зч}$, %	m_3 , кг	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин				
1	Крышка	2	9	1М63МФ101	1М63	6Р82	2К522	7Б56
		7%	10,2	8,26	5,13	1,26	4,9	0,42
2	Фланец	2	5,6	1М63МФ101	1М63	2К522	7Б56	
		8%	6,4	8,55	3,13	4,43	1	
3	Маховик	2	4,7	1М63МФ101	1М63	2К522	7Б56	
		6%	5,9	6,24	3,08	1,3	0,78	
4	Крышка	3	5,5	1М63МФ101	2К522	7Б56		
		2%	6,8	4,42	7,5	0,69		
5	Рычаг	2	6	1М63	2К522	6Р82		
		13%	7,3	1,79	4,18	1,86		
6	Рычаг	3	7,2	6Р82	2К522	6Т83Г-1		
		12%	9,1	1,734	2,76	4,8		
7	Наконечник	2	7,4	1М63МФ101	2К522	6Р82		
		15%	9,8	3,83	3,42	4,57		
8	Кронштейн	2	8	6Р82	2М614	6Т83Г-1	2Д450	
		9%	9,5	6,55	3,3	1,94	11,58	
9	Корпус	2	8,5	6Р82	2М614	6Т83Г-1		
		14%	10,2	5,98	8,85	1,73		
10	Корпус	1	11	6Р82	2М614	2Д450		
		14%	13,6	5,98	15,8	4,68		

Вариант 10 ($N_{сб} = 20000$ шт)

№ п/п	Деталь	n_d , шт	m_d , кг	Модель оборудования				
		$n_{зч}$, %	m_3 , кг	Штучное время на каждую операцию $T_{шт}$, мин				
1	Рычаг	2	8,4	1П365	2Н55	6Р13	3В161	
		10%	10,2	4,7	5,56	6,8	4,1	
2	Шестерня	1	7,3	1П365	53А50Н			
		8%	8,5	6,7	12			
3	Крышка	2	11,9	1П365	6Р13	3В161	7Б35	53А50Н
		17%	13,2	6,5	4,9	4,8	6,3	13
4	Валик тормозной	2	5,3	1П365	2Н55	3В161	7Б35	53А50Н
		6%	6,2	9,8	2,2	7,2	3,2	10,5
5	Кронштейн	1	12	2Н55	6Р13	7Б35	2М614	
		5%	14,3	12,6	5,2	2,4	14,2	
6	Корпус	2	16,2	2Н55	6Р13	7Б35	2М614	
		3%	18,5	3,8	8,1	3,8	18,1	
7	Фланец	2	11	1П365	2Н55	6Р13	3В161	
		13%	12,6	5,2	6,5	3,9	4,6	

Список литературы

1. Киселев Е.С. Проектирование механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий: учебное пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 1999. - 118 с.
2. Киселев Е.С. Практические и тренировочные задания по проектированию механосборочных, инструментальных и ремонтно-механических цехов: учебно-практическое пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 1999. - 48 с.
3. Балашов В.М. Проектирование машиностроительных производств: учебное пособие / В.М. Балашов, В.В. Мешков, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2006. – 200 с.
4. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи. ОНТП-14-93. - М.: АО «Институт Гипростанок», 1995. - 127 с.
5. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Фонды времени работы оборудования и рабочих. ОНТП-15-93. - М.: АО «Институт Гипростанок», 1995. - 15 с.
6. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Ремонтно-механические цехи. ОНТП-09-93. - М.: АО «Институт Гипростанок», 1993. - 26 с.
7. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Цехи по производству инструмента и технологической оснастки. ОНТП-11-93. - М.: Роскоммаш, 1995. - 82 с.
8. Строительные нормы и правила СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. - М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1987. - 50 с.
9. Строительные нормы и правила СНиП 2.09.02-85. Производственные здания. - М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1985. - 14 с.
10. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. - М.: Высшая школа, 1963. - 480 с.
11. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник. В 6 т. / Б.Н.Айзенберг, М.Е.Зельдис, Ю.Л.Казарновский и др.; Под ред. Е.С.Ямпольского. - М.: Машиностроение, 1974. – 75 с.
12. Вороненке В.П., Мельников Г.Н. Проектирование механосборочных цехов. - М.: Машиностроение, 1990. - 351 с.
13. Проектирование автоматизированных участков и цехов/В.П. Вороненко, В.А. Егоров, М.Г. Косов и др. - М.: Машиностроение, 1992. - 272 с.
14. Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. - М.: Машиностроение, 1974. - 290 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Средняя точность и шероховатость обработки на металлорежущих станках

№	Способ обработки	Квалитет	Шероховатость Ra , мкм
1	Точение (обтачивание)		
	черновое	12...13	6,3...10,0
	чистовое	10...11	3,2...6,3
	тонкое	7...8	0,63...1,0
2	Растачивание		
	черновое	12...13	6,3...10,0
	чистовое	10...11	3,2...6,3
	тонкое	8	1,0...1,6
3	Фрезерование и строгание		
	черновое	12...14	3,2...12,5
	получистовое	11...12	1,6...3,2
	чистовое	10	0,8...1,6
	тонкое	8	0,32...0,8
4	Шлифование		
	черновое	7...8	0,63...1,0
	чистовое	6...7	0,25...0,8
	тонкое	5...6	0,1...0,2
5	Сверление	12	12,5...25
6	Зенкерование	11	3,2...6,3
7	Развертывание		
	предварительное	9...10	1,0...2,0
	чистовое	7...8	0,4...0,8
8	Хонингование	6...7	0,025...0,1
9	Протягивание		
	предварительное	10...11	1,6...3,2
	чистовое	7...8	0,63...1,0
10	Суперфиниширование, притирка	5...6	0,1...0,63
11	Долбление	10...12	2,0...6,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Характеристика металлорежущих станков

№ п/п	Станки	Модель	Габаритные размеры станка (длина×ширина×высота), мм	Мощность, кВт
1	2	3	4	5
1.	Токарно-винторезный	16K20 1M63	3195×1198×1810 3530×1680×1290	6 13
2.	Токарно-винторезный с ЧПУ	16A20Ф3С39 1M63МФ101	3700×2260×1650 3655×1590×1420	11 18,5
3.	Токарный многорезцовый полуавтомат	1A730	2625×1825×1360	13
4.	Токарно-револьверный полуавтомат	1M425	2570×2500×2200	13
5.	Токарно-револьверный универсальный	1П365	3430×1500×1655	13
6.	Полуавтомат центрально-подрезной двусторонний	2A911	2790×960×1670	2
7.	Координатно- расточной универсальный	2Д450	3305×2705×2800	2
8.	Горизонтально- расточной с поворотным столом	2M614	4330×2590×2585	4,5
9.	Вертикально- сверлильный	2Н125 2Н135	1130×805×2290 2760×1170×1632	2,2 4
10.	Радиально- сверлильный с ЧПУ	2A554Ф1	2665×1030×3430	5,5
11.	Радиально- сверлильный	2K522 2Н55	1480×940×1990 2670×1000×3320	1,5 4
12.	Внутришлифовальный особо высокой точности	3K228A 3K227A	3535×1460×1870 2885×1900×1750	7,5 4
13.	Круглошлифовальный полуавтомат	3В161 3A151	3320×2235×1480 3100×2100×1500	13 7,5
14.	Плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем	3Б740 3Б722	2055×1565×1935 3300×2020×2290	7,5 10

15.	Круглошлифовальный универсальный	3Б12 3М151Е	2650×1750×1750 3184×3255×2175	3 10
16.	Зубофрезеровальный универсальный	5Б312	1790×1000×2200	7,5
17.	Зубофрезеровальный полуавтомат	53А50Н	2670×1810×2250	12,5
18.	Полуавтомат зубофрезерный вертикальный повышенной точности	5К301П	1268×812×1720	2,2
19.	Горизонтально- фрезерный консольный	6Н81Г	2100×1940×1600	4
		6Н81	2060×1940×1600	4
		6Т83Г-1	2570×2252×1770	11
		6Р82	2305×1950×1680	7,5
		6М83	2565×2135×1770	10
		6М82	2260×1745×1660	7,5
20.	Вертикально- фрезерный	6Р13	2560×2260×2430	11
		6Т12-29	2280×1965×2265	7,5
		6Р12	2305×1950×2245	7,5
21.	Поперечно- строгальный	7307Г	2790×1235×1665	5,5
		7Б35	2335×1355×1540	5,5
		7Д36	2850×1680×1840	7,5
		7Д37	3700×1850×1920	10
22.	Горизонтально- протяжной	7Б56	7200×2135×1810	30
23.	Фрезерно- центровальный полуавтомат	МР-76М	3550×1550×1720	7

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Нормы многостаночного обслуживания по группам оборудования

Группы станков	Количество станков, обслуживаемых одним рабочим, K_m		
	Тип производства		
	единичное и мелко- серийное	средне- серийное	Крупно- серийное и массовое
Неавтоматизированные станки широкого применения (кроме уникальных) токарно-револьверные, токарно-карусельные, токарные, сверлильные, расточные, кругло-шлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные (стол до 200х630 или до 0 400), продольно-шлифовальные, бесцентрошлифовальные с ручной загрузкой заточные, фрезерные, фрезерно-центровальные, строгальные, долбежные, протяжные плоскошлифовальные двухшпиндельные, полуавтоматы непрерывного действия с ручной загрузкой	1	1	1
Токарные и токарно-револьверные одношпиндельные прутковые автоматы	3-4	5-6	7-8
Токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые автоматы	2	3-4	4-5
Токарные многошпиндельные горизонтальные и вертикальные патронные полуавтоматы	1-2	2-3	3-4
То же для подшипниковой промышленности	-	-	2
Токарные многорезцовые копировальные полуавтоматы	2	2-3	3-4
Трубо- и муфтообрабатывающие полуавтоматы	2	2-3	2-3
Трубоотрезные	2-3	3-4	3-4
Токарные доделочные автоматы	2-3	3-4	4-5
Токарно-карусельные: диаметр обрабатываемой детали от 4000 до 8000 мм	0,5	0,5	-
диаметр обрабатываемой детали свыше 8000 мм	0,33	0,33	-

Токарные:			
диаметр обрабатываемой детали 1250 и более, длина обрабатываемой детали от 5000 до 20000 мм	0,5	0,5	-
-диаметр обрабатываемой детали свыше 1500, длина обрабатываемой детали свыше 20000 мм	0,33	0,33	-
Агрегатно-сверлильные и агрегатно- расточные	-	1-2	2-3
Станки для глубокого сверления и расточивания	1-2	1-2	1-2
Горизонтально-расточные (колонковые) диаметр шпинделя 200 и более	0,5	0,5	-
Бесцентрошлифовальные с загрузочным устройством, внутришлифовальные с автоматической правкой круга, шлицешлифовальные суперфинишные и хонинговальные одношпиндельные и многошпиндельные полуавтоматы	-	2-3	3-4
Кругло шлифовальные, внутришлифовальные, суперфинишные полуавтоматы и автоматы для обработки дорожек качения и отверстий	-	-	2-4
Шарикоопиловочные автоматы	-	-	10-12
Шарикошлифовальные автоматы	-	-	8-10
Шариководочные автоматы и полуавтоматы	-	-	20-26
Плоскошлифовальные с прямоугольным и круглым столом (свыше 200х630 или 0 400 мм)	1-2	2-3	3-4
Продольно-шлифовальные (размеры рабочей поверхности стола свыше 2000х8000)	0,5	0,5	0,5
Плоскошлифовальные полуавтоматы и двухсторонние торцешлифовальные полуавтоматы	-	2-3	3-4
Заточные автоматы и полуавтоматы для инструмента	2-3	3-4	3-4
Зубофрезерные, зубодолбежные, зубострогальные, шлицефрезерные полуавтоматы	2-3	3-4	4-5
Зубошевинговальные с загрузочным устройством, зубонакатные	2-3	3-4	4-5
Зубошлифовальные, зубопритирочные, резьбошлифовальные полуавтоматы	2-3	3-4	4-5
Зубообрабатывающие тяжелые и уникальные (крупные)	3-4	4-5	3-8
Продольно-фрезерные:			

размеры рабочей поверхности стола от 2000х6300 до 4000х10000;	0,5	0,5	-
размеры рабочей поверхности стола свыше 4000х10000	0,33	0,33	-
Продольно-строгальные (размеры рабочей поверхности стола 2000х8000 и более)	0,5	0,5	-
Агрегатные, отрезные круглопильные полуавтоматы и автоматы	1-2	2-3	2-3
Электрофизические и электрохимические станки и полуавтоматы	2-3	3-4	3-4
Резьбонакатные, шлиценакатные и гайконарезные автоматы с автоматической загрузкой	-	3-4	4-5
Все станки с программным управлением и с автоматической сменой инструмента, модули	2-3	2-3	2-3
Специальные станки	-	1-2	2-3
Роботизированные технологические комплексы	-	2-3	3-4

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Нормы для расчета количества наладчиков оборудования

Группа станков	Характеристика	Количество станков, обслуживаемых одним наладчиком в смену, по типам производства		
		Тип производства		
		единичное и мелко-серийное	средне-серийное	Крупно-серийное и массовое
Токарные и токарно-револьверные автоматы прутковые Токарно-револьверные и токарные полуавтоматы многорезцовые копировальные Токарные полуавтоматы Трубо и муфтообрабатывающие полуавтоматы и токарно-доделочные автоматы Токарно-револьверные (прутковые и патронные)	Одношпиндельные	5-6	6-7	7-8
	Многошпиндельные		4-5	4-5
	Одношпиндельные	-	5-6	7-8
	Многошпиндельные	-	4-5	5-6
	Все типоразмеры		8-10	8-10
Токарно-карусельные	Все типоразмеры	8-9	9-10	10-12
	Наибольший диаметр обрабатываемой детали до 2500	-	9-10	10-12
Токарные	Наибольший диаметр обработки 400	-	14-16	16-18
	630	-	11-12	12-14
	Одношпиндельные	-	14-16	16-18
Сверлильные	Многошпиндельные	-	10-11	11-12
	Число шпинд. до 15	-	8-10	10-12
Агрегатные сверлильные	Число шпинд. св.15	-	5-6	7-8
	Одношпиндельные	-	8-10	10-12
Фрезерно-центровальные	Многошпиндельные	-	5-6	7-8

Алмазно-расточные	Одношпиндельные	-	14-16	16-18
	Многошпиндельные	-	8-9	9-10
Агрегатные горизонтально-расточные, агрегатные резьбонарезные	Все размеры с числом инструментов в наладке 40 и более	2-3	2-3	2-3
Кругло шлифовальные универсальные, резьбошлифовальные, плоскошлифовальные, одношпиндельные	Все типоразмеры	-	14-16	16-18
Круглошлифовальные с загрузочным устройством, бесцентрошлифовальные, шлицешлифовальные, суперфинишные и хонинговальные одношпиндельные полуавтоматы	Все типоразмеры	8-9	9-10	11-12
Круглошлифовальные специальные, плоскошлифовальные двухшпиндельные и специальные, внутришлифовальные с автоматической правкой круга и специальные, хонинговальные многошпиндельные шлифовальные автоматы разных типов	Все типоразмеры		3-5	6-7
Бесцентрово-шлифовальные с загрузочным устройством	Все типоразмеры	4-5	4-5	4-5
Зубофрезерные полуавтоматы многошпиндельные, зубошвинговальные с загрузочным устройством, зубонакатные	Все типоразмеры	4-5	4-5	5-6
Зуборезные, шлицефрезерные	Одношпиндельные	5-6	7-10	10-12
полуавтоматы	Многошпиндельные	4-5	6-7	8-9

Зубодолбежные, зуборезные для конических колес, зубошевинговальные, зубофрезерные полуавтоматы одношпиндельные	Все типоразмеры	4-5	6-9	10-12
Зубопротяжные, зубострогальные полуавтоматы	Все типоразмеры	-	7-8	9-10
Горизонтальные, вертикальные и универсальные фрезерные, шпоночнофрезерные, резьбофрезерные	Все типоразмеры	-	10-12	13-14
Карусельно-фрезерные, барабанно-фрезерные, вертикально-фрезерные с копировальным устройством, продольно- фрезерные	Все типоразмеры		8-9	10-11
Протяжные для внутренних поверхностей	Одноплунжерные Двухплунжерные	-	15-16	16-17
Вертикально-протяжные для наружных поверхностей	Одноплунжерные	-	10-11	11-12
Вертикально-протяжные для наружных поверхностей многоплунжерные, специальные вертикально- и горизонтально- протяжные	Все типоразмеры	-	6-7	7-8
Специальные резьбонарезные	Одно- и двухшпиндельные	-	11-12	13-14
Резьбонакатные	Многошпиндельные	-	6-7	7-8
Автоматы и полуавтоматы суперфинишные	Все типоразмеры	-	6-7	7-8
Шарикопилочные автоматы		-	6-7	10-12
Шарикошлифовальные автоматы		-	-	8-10
Шарикодоводочные автоматы и полуавтоматы		-	-	20-26

Токарные с программным управлением	Наибольший диаметр обработки, мм			
	400	5-6	7-8	9-10
	630	4-5	6-7	6-7
Сверлильные с программным управлением	Все типоразмеры	10-12	12-14	15-16
Универсальные, вертикальные, горизонтальные фрезерные с программным управлением	Все типоразмеры	8-9	9-10	11-12
Станки типа "Обрабатывающий центр", ГП "Модуль", РТК	Все типоразмеры	3-4	4-5	5-6

Примечания. 1. Наладчиков не предусматривать для следующих групп станков: требующих простых наладок (отрезные, заточные, точильно-шлифовальные, полировочные и др.), требующие для своего обслуживания рабочих-станочников высокой квалификации (горизонтально- и координатно-расточные, продольно-шлифовальные, тяжелые карусельные, тяжелые токарные, лоботокарные и др.)

2. При расчете количества потребных наладчиков для их более полной загрузки применять принцип совмещения профессий, при котором один и тот же наладчик обслуживает несколько различных групп станков.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Перечень профессий рабочих и должностей служащих

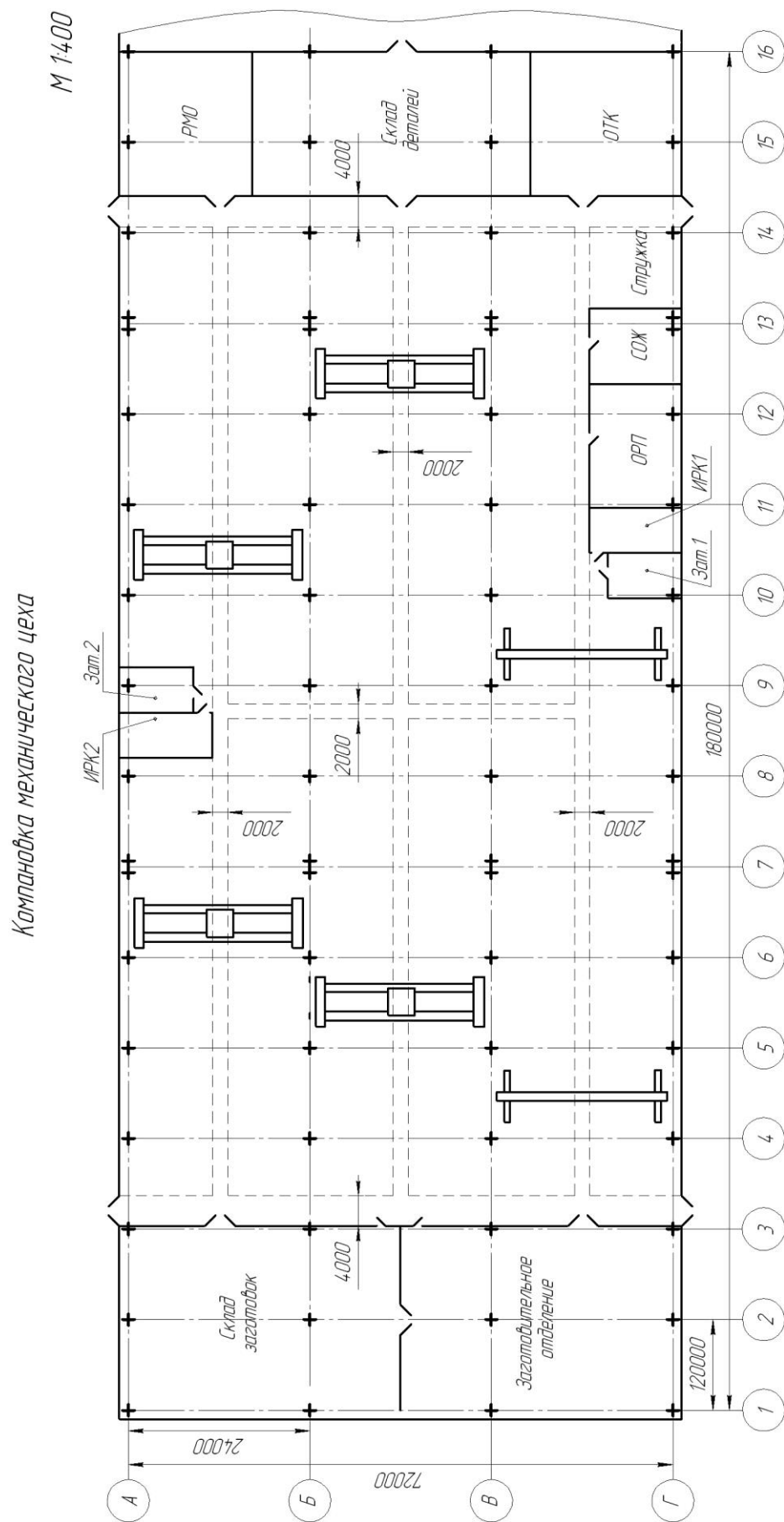
1. Рабочие	2. Служащие
Автоматчик Аппаратчик приготовления компаундов Водитель погрузчика Водитель транспортно-уборочной машины Водитель электро и автотележки Гравер Грузчик Доводчик-притирщик Долбежник Заточник Зуборезчик Зубошлифовщик Испытатель деталей и приборов Испытатель приборов Испытатель агрегатов, приборов и чувствительных элементов Кладовщик Клеевар Комплектовщик изделий и инструмента	2.1. Руководители Мастер Мастер вспомогательного участка Мастер производственного участка Мастер смены Мастер цеха Начальник смены Начальник участка Начальник цеха
	2.2 Специалисты Диспетчер Инженер Инженер по механизации и автоматизации

Контролер деталей и приборов	производственных процессов
Контролер измерительных приборов и специального инструмента	Инженер по механизации
Контролер материалов, металлов, полуфабрикатов и изделий	трудоемких процессов
Контролер станочных и слесарных работ	Инженер по комплектованию
Контролер электромонтажных работ	оборудования и материалов
Машинист-крановщик	Инженер по метрологии
Мойщик-сушильщик металла	Инженер-конструктор
Монтажник приборов	Инженер-контролер
Наладчик автоматических линий и агрегатных станков	Инженер по инструменту
Наладчик автоматов и полуавтоматов	Инженер по наладке и испытаниям
Наладчик зубофрезерных автоматов и полуавтоматов	Инженер по нормированию труда
Наладчик зуборезных и резьбофрезерных станков	Инженер по организации труда
Наладчик контрольно-измерительных приборов и автоматики	Инженер-технолог
Наладчик-монтажник испытательного оборудования	Инженер-электроник
Наладчик сборочных автоматов, полуавтоматов и автоматических линий	Инженер по качеству
Наладчик станков и манипуляторов с ПУ	Конструктор
Наладчик технологического оборудования	Механик
Наладчик шлифовальных станков	Механик цеха (участка)
Насекальщик напильников, рашипелей и пил	Техник
Оператор автоматических и полуавтоматических линий, станков и установок	Техник-конструктор
Оператор механизированных и автоматизированных складов	Техник по механизации
Оператор моечной установки	трудоемких процессов
Оператор станков с программным управлением	Техник по нормированию труда
Паяльщик	Техник-технолог
Подсобный рабочий	Технолог
Полировщик	Экономист
Правильщик вручную	
Правильщик на машинах	
Промывщик деталей и узлов	
Протяжник	
Разметчик	
Резчик на пилах, ножовках и станках	
Резьбонарезчик на специальных станках	
Резьбофрезеровщик	
Резьбошлифовщик	
Сборщик	
Сверловщик	
Слесарь механосборочных работ	
Слесарь по контрольно-измерительным приборам и	

автоматике Слесарь-сборщик приборов Слесарь-электромонтажник Станочник широкого профиля Строгальщик Стропальщик Токарь Токарь-затыловщик Токарь-карусельщик Токарь-расточник Токарь-револьверщик Точильщик Транспортировщик Уборщик производственных помещений Уборщик служебных помещений Фрезеровщик Чистильщик металла, отливок, изделий и деталей Шевинговальщик Шлифовщик Электрозаточник Электромонтажник-наладчик Юстировщик деталей и приборов	2.3. Другие служащие Архивариус Кассир Копировщик технической документации Оператор диспетчерской службы Секретарь Табельщик Учетчик Чертежник
---	---

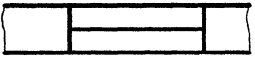
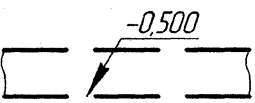
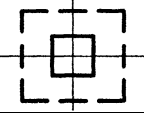
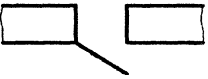
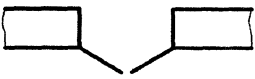
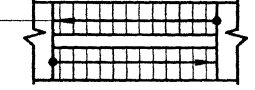
ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Пример компоновки механического цеха

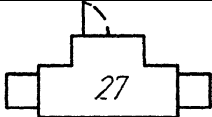
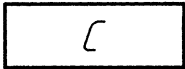
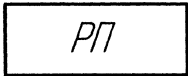
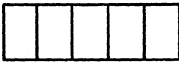
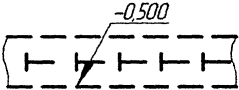
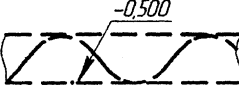
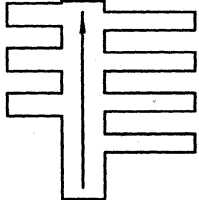


ПРИЛОЖЕНИЕ 7

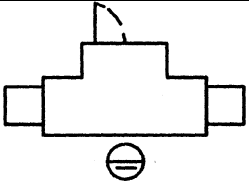
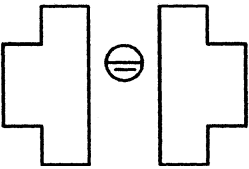
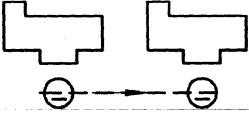
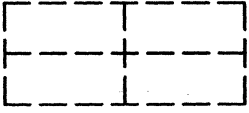
Условные графические обозначения

1. Строительные элементы	
Стена (допускается бледно затушевывать)	
Перегородка	
Перегородка сетчатая	
Перегородка из светопрозрачных материалов (стеклоблоков)	
Капитальная стена, сплошная перегородка на компоновочных планах	
Лёгкие перегородки всех видов на компоновочных планах	
Проём оконный	
Канал подпольный	
Колонна с фундаментом	
Колонна здания на компоновочных планах	
Ворота, дверь, проём на компоновочных планах	
Дверь (ворота) однопольная, левая	
Дверь (ворота) двупольная	
Дверь (ворота) откатная, двупольная	
Лестница в плане, верхний марш	

Продолжение приложения 7

2. Технологическое оборудование	
Оборудование (с номером по плану)	
Верстак	
Контрольная плита (контрольный стол)	
Рабочий стол	
Разметочная плита	
Стеллаж	
Скребковый транспортер для удаления стружки	
Шнековый транспортер для удаления стружки	
Автоматическая линия	

Продолжение приложения 7

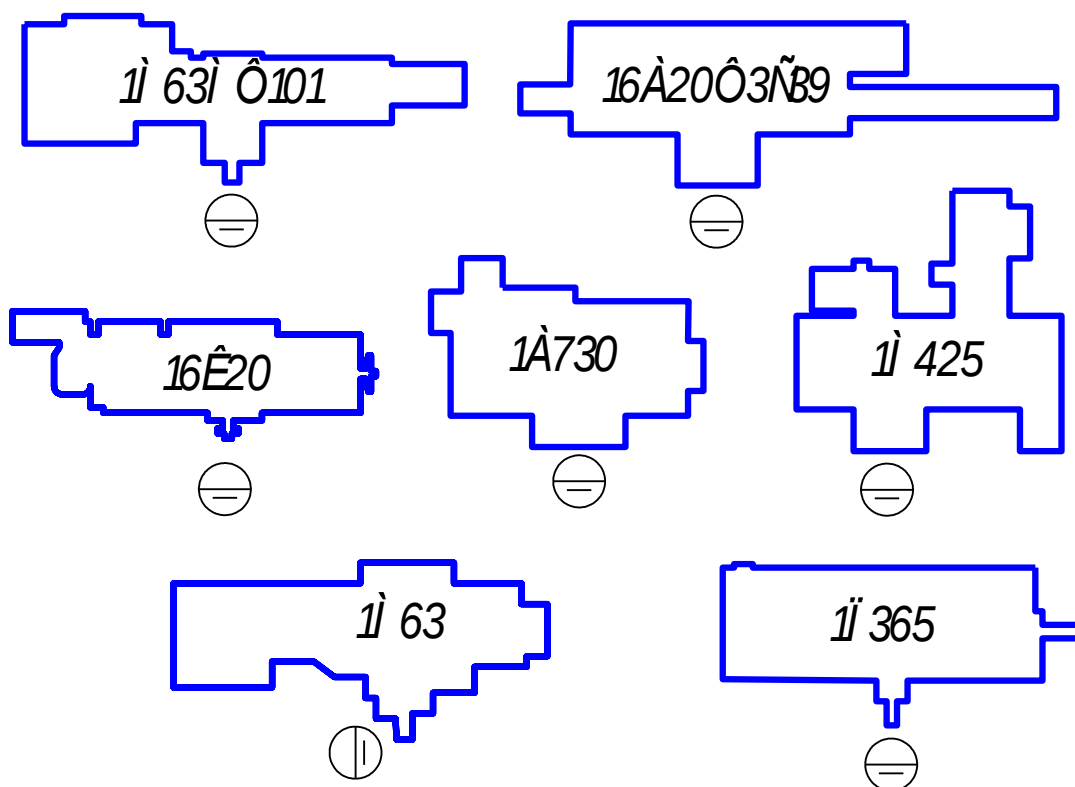
3. Места обслуживающего персонала	
Место обслуживающего персонала у станка	
Место обслуживающего персонала при двухстороннем обслуживании	
Место обслуживающего персонала при многостаночном обслуживании	
Место обслуживающего персонала	
Границы участков	
Место хранения, складирования деталей и заготовок	
Проходы, проезды (допускается затушевывать сплошную или точками)	

Продолжение приложения 7

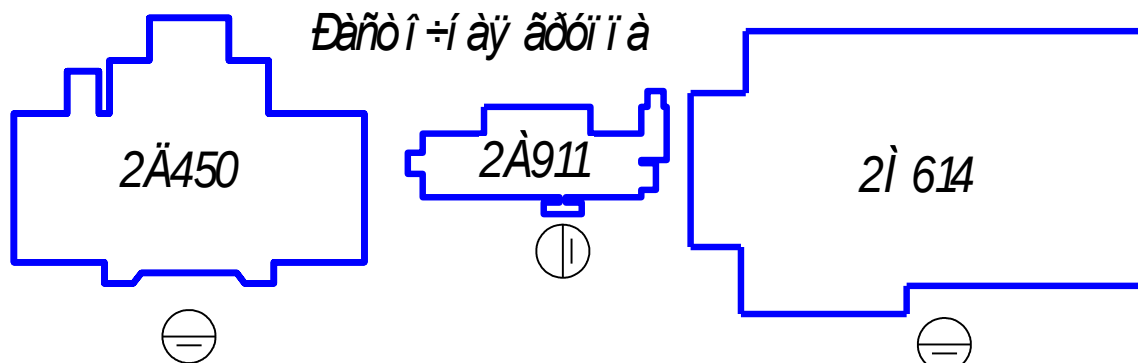
4. Подъемно-транспортное оборудование	
Путь подкрановый – монорельс	
Кран мостовой на плане	
Кран мостовой на разрезе	
Кран подвесной на плане	
Кран подвесной на разрезе	
Кран поворотный	
Электротельфер на монорельсе	
Манипулятор	
Промышленный робот	
Автоматизированная транспортная тележка	
Конвейер пластинчатый	
Конвейер роликовый	
Конвейер тележечный	
Скат, склиз, желоб	

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Темплеты металлорежущего оборудования (М 1:100)

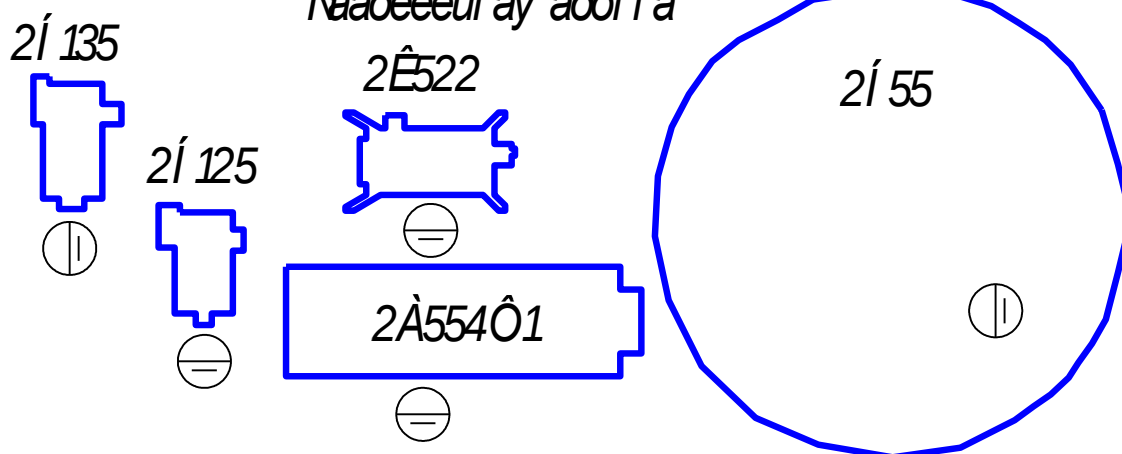
Ò èàđí àÿ ãđóĩ ĩ à



Đàñò ĩ ÷ĩ àÿ ãđóĩ ĩ à

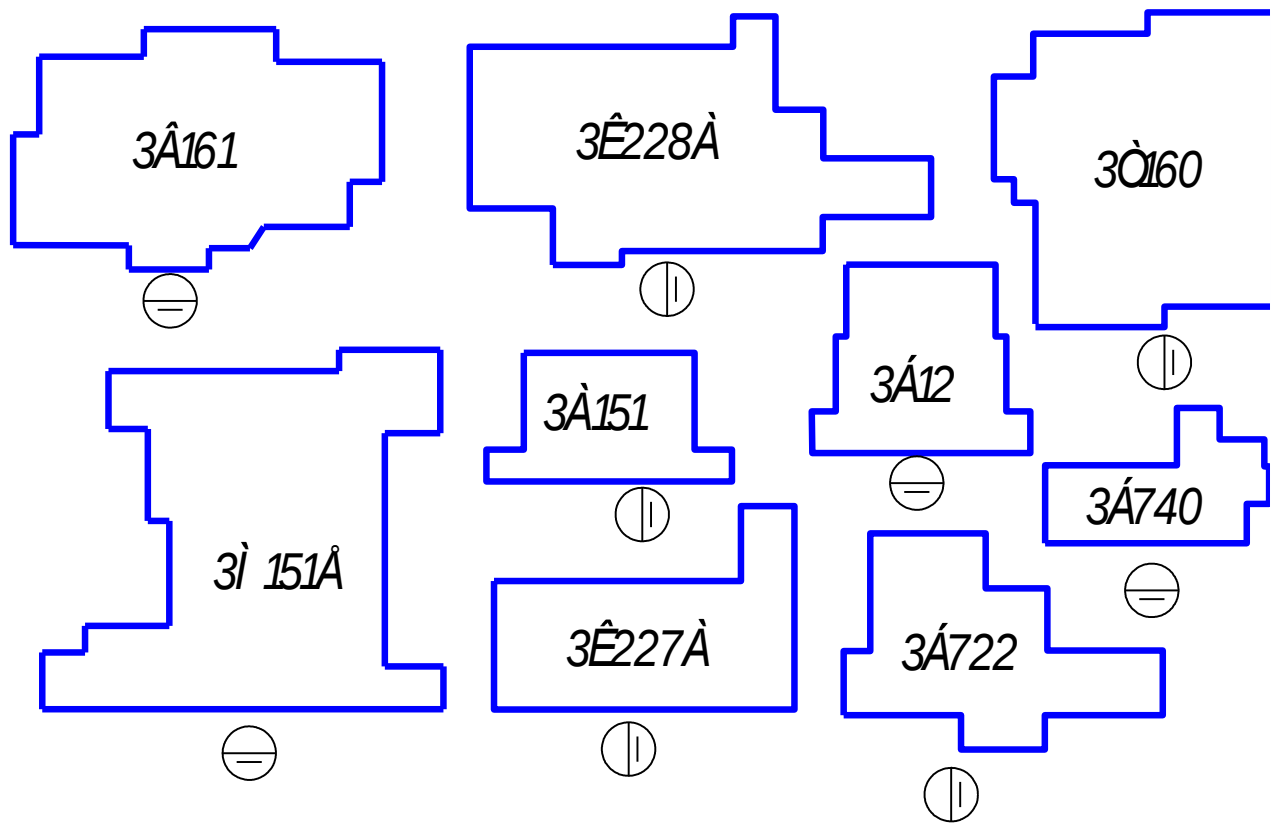


Ñãđëëëüĩ àÿ ãđóĩ ĩ à

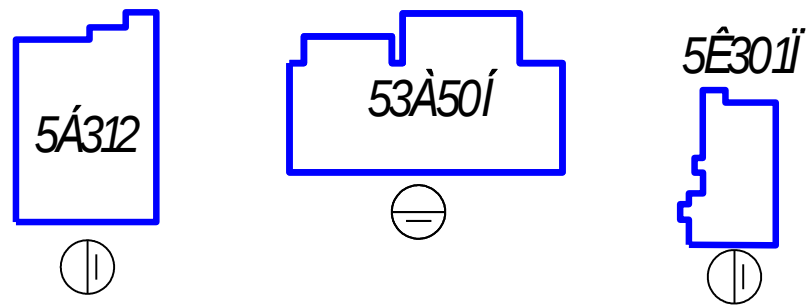


Продолжение приложения 8

Øëèòî ààëüí àÿ ãðóíî à

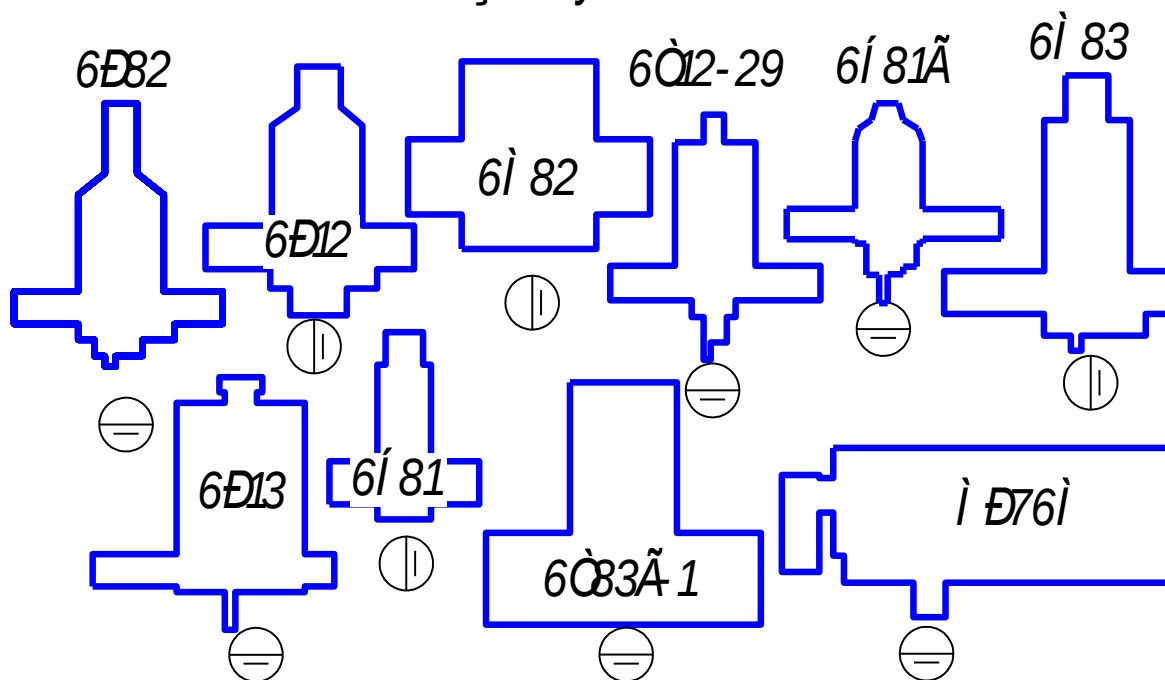


Çóáíî áðàáàò ùâàðò àÿ ãðóíî à



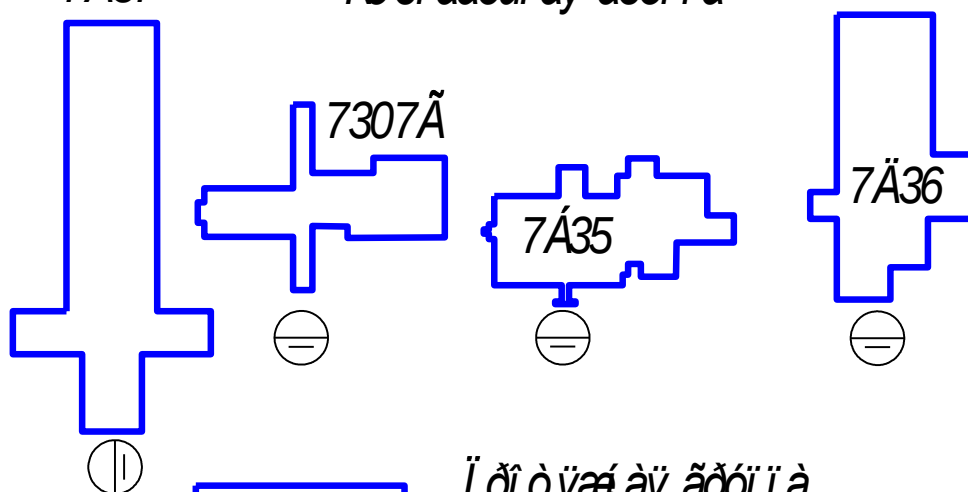
Продолжение приложения 8

Ôđăçăđí àÿ ãđđí ï à

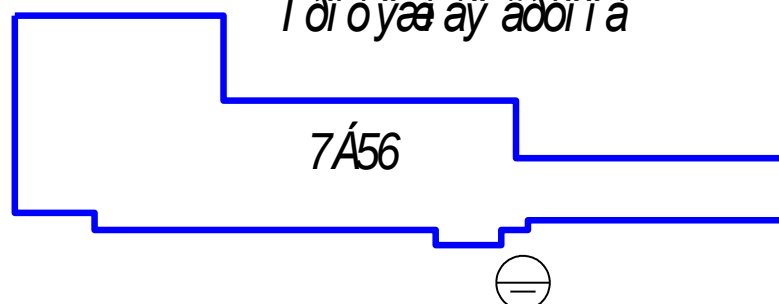


7Ã37

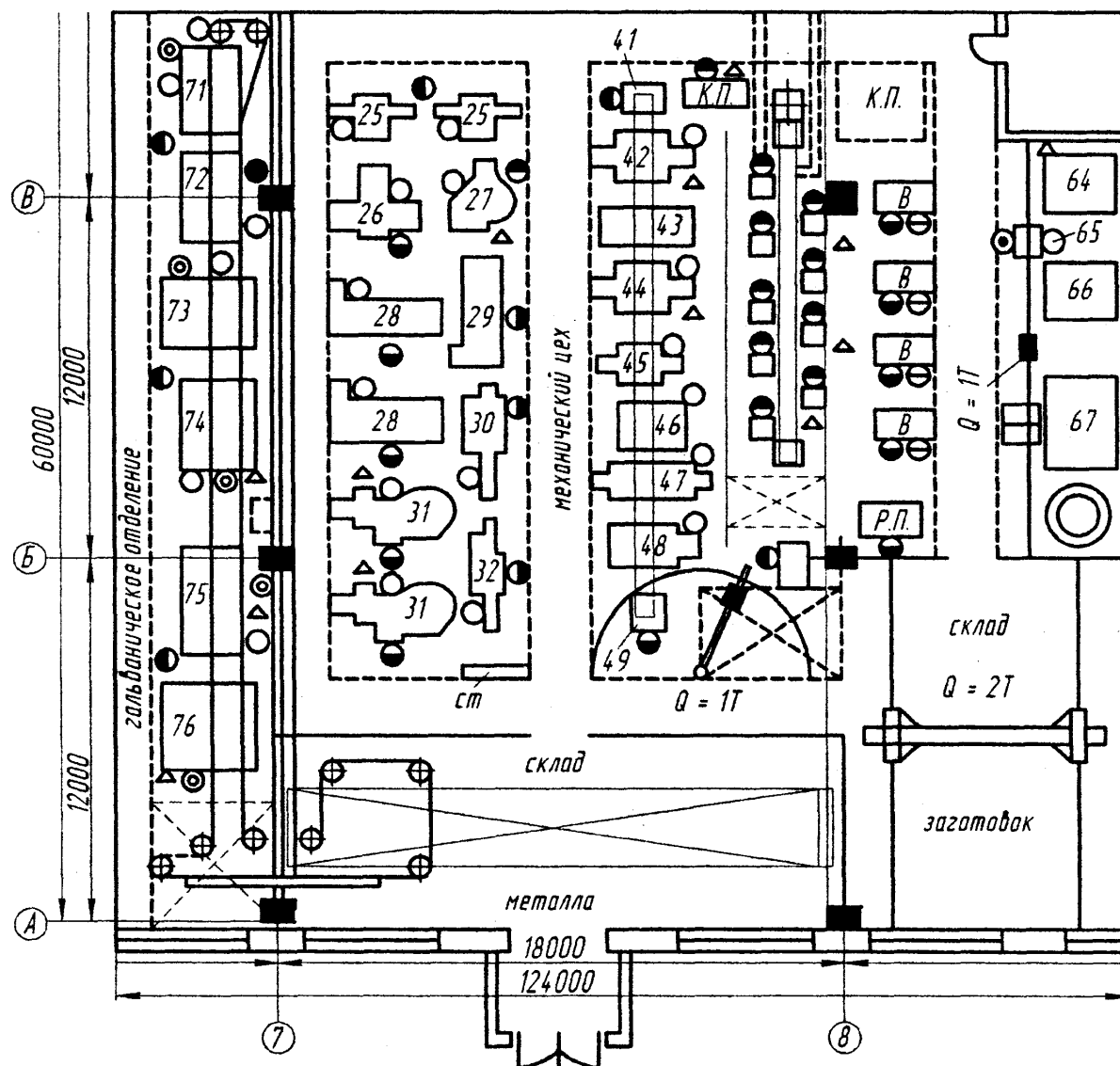
Ñđ đĩ ãàèüí àÿ ãđđí ï à



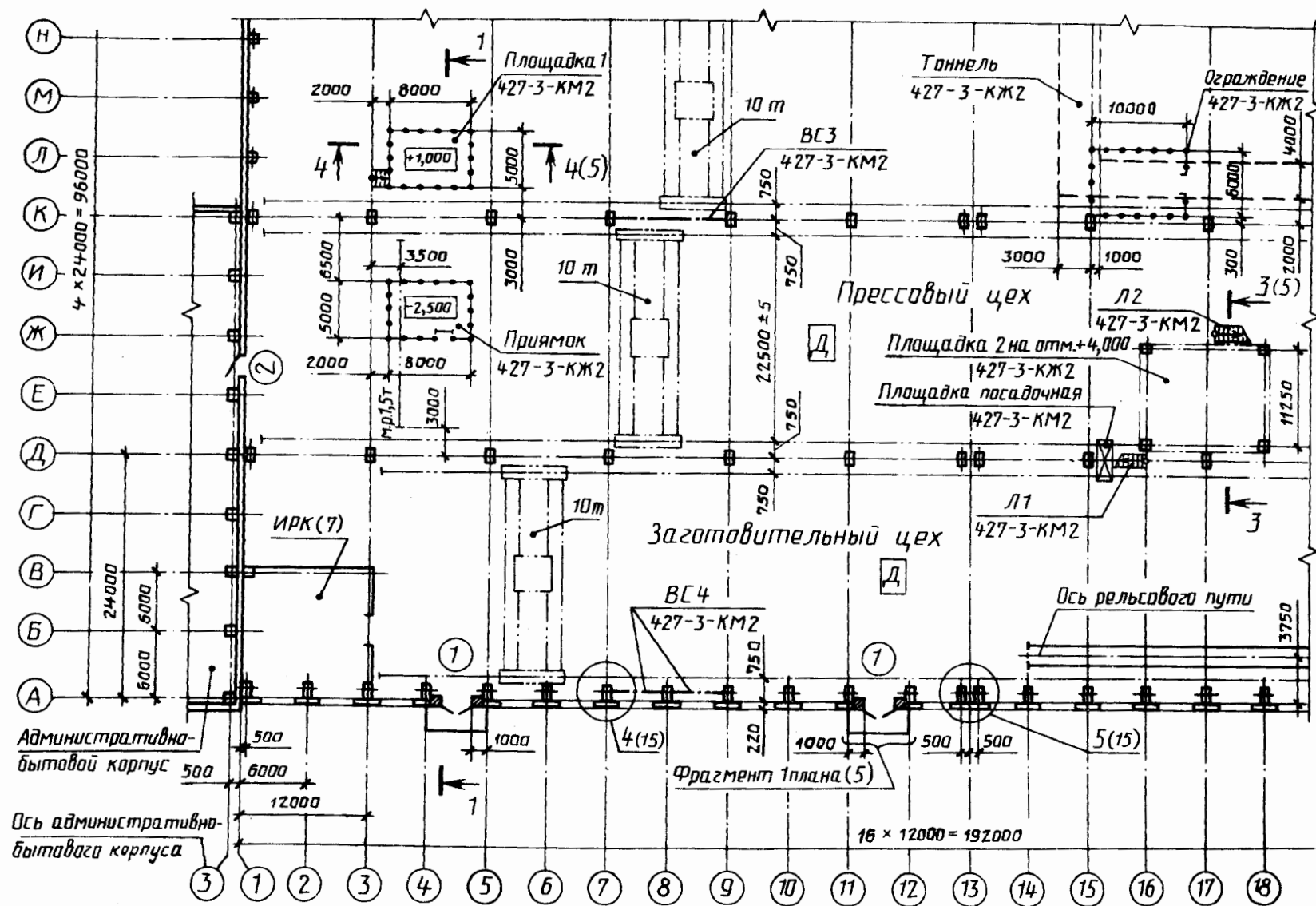
Ĭ đĩ ò ÿæ àÿ ãđđí ï à



Пример планировки оборудования цеха



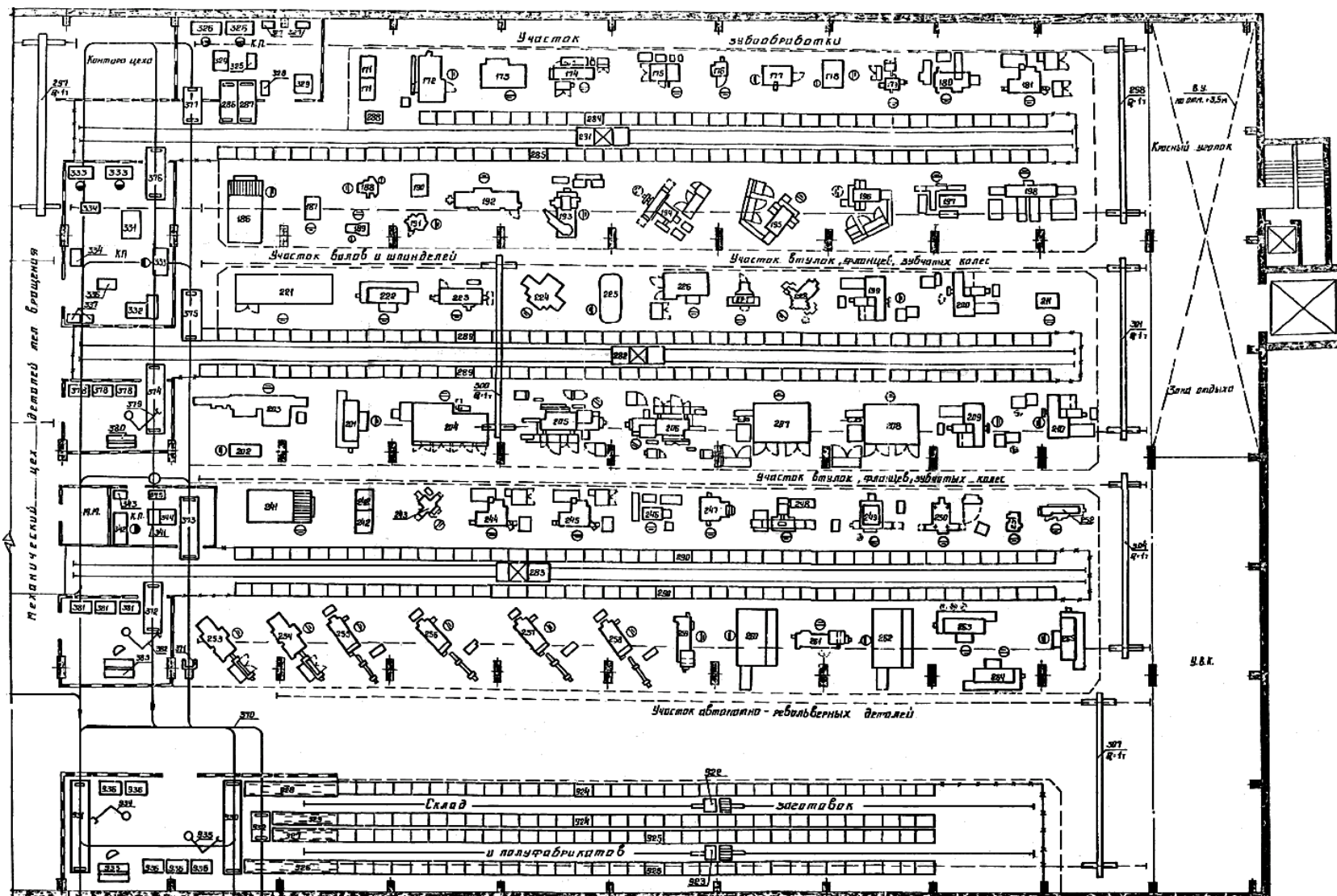
ПРИЛОЖЕНИЕ 10



Пример выполнения плана одноэтажного производственного здания

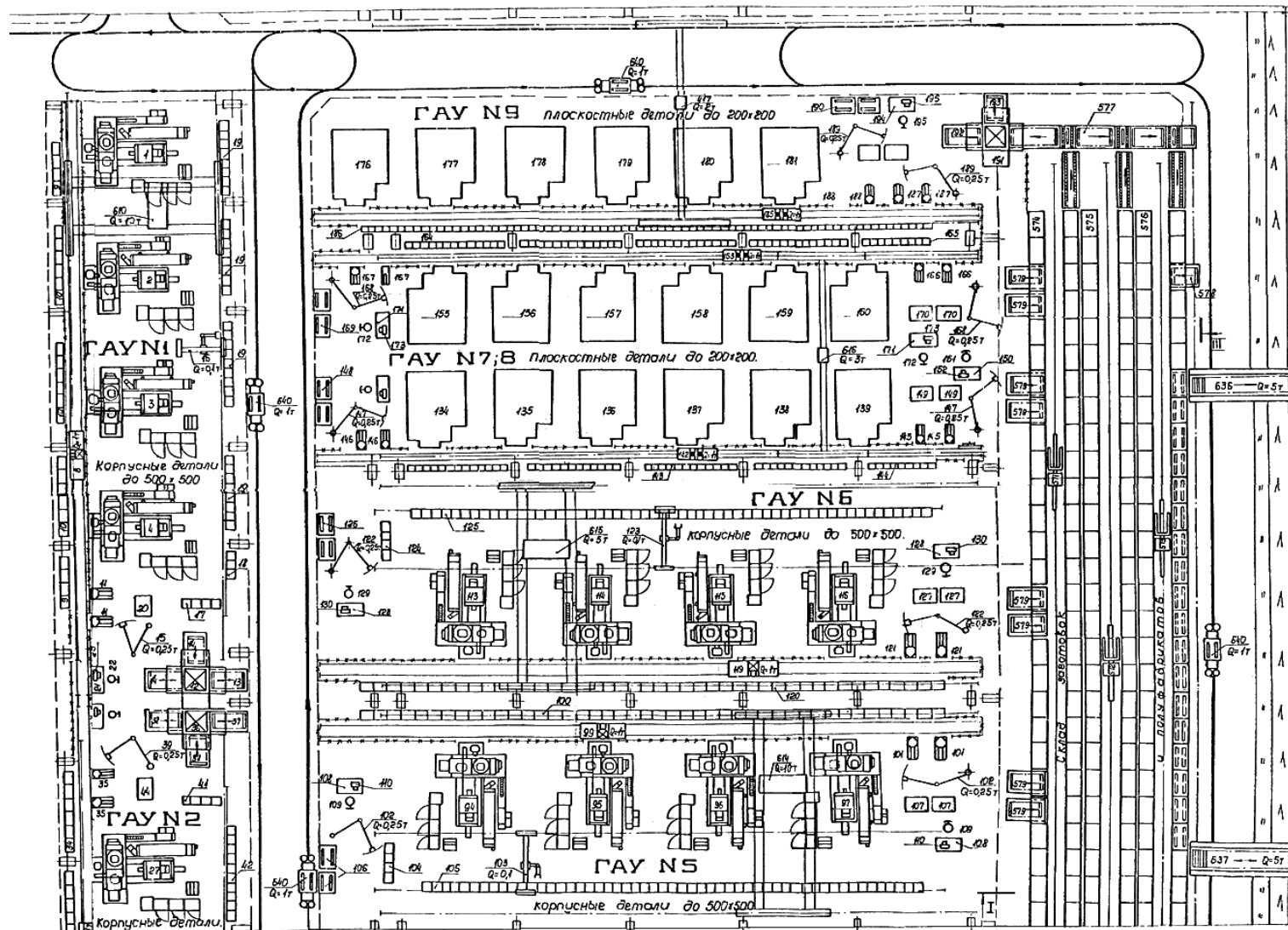
ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Фрагмент расположения оборудования на Одесском заводе прецизионных станков

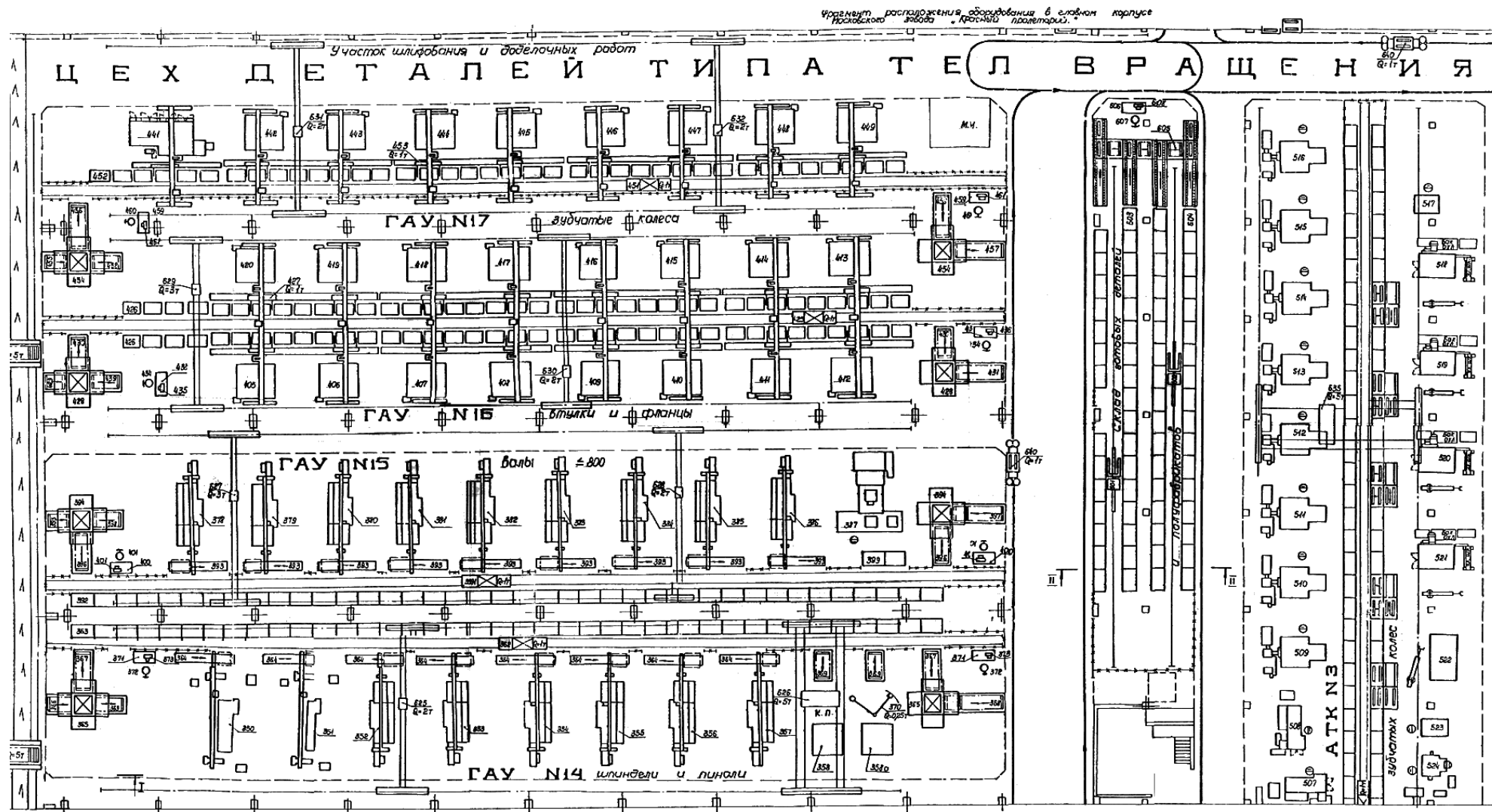


ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Фрагмент расположения оборудования в главном корпусе завода «Красный пролетарий»

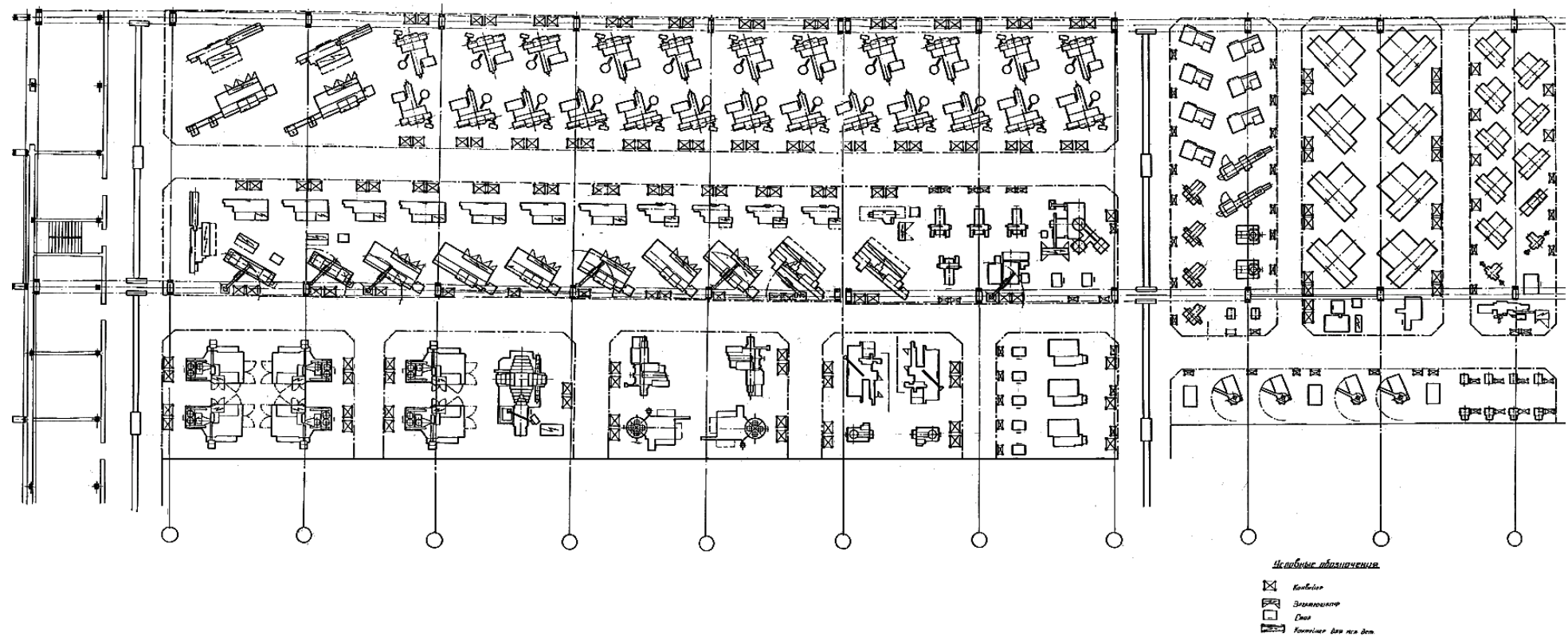


Продолжение приложения 12



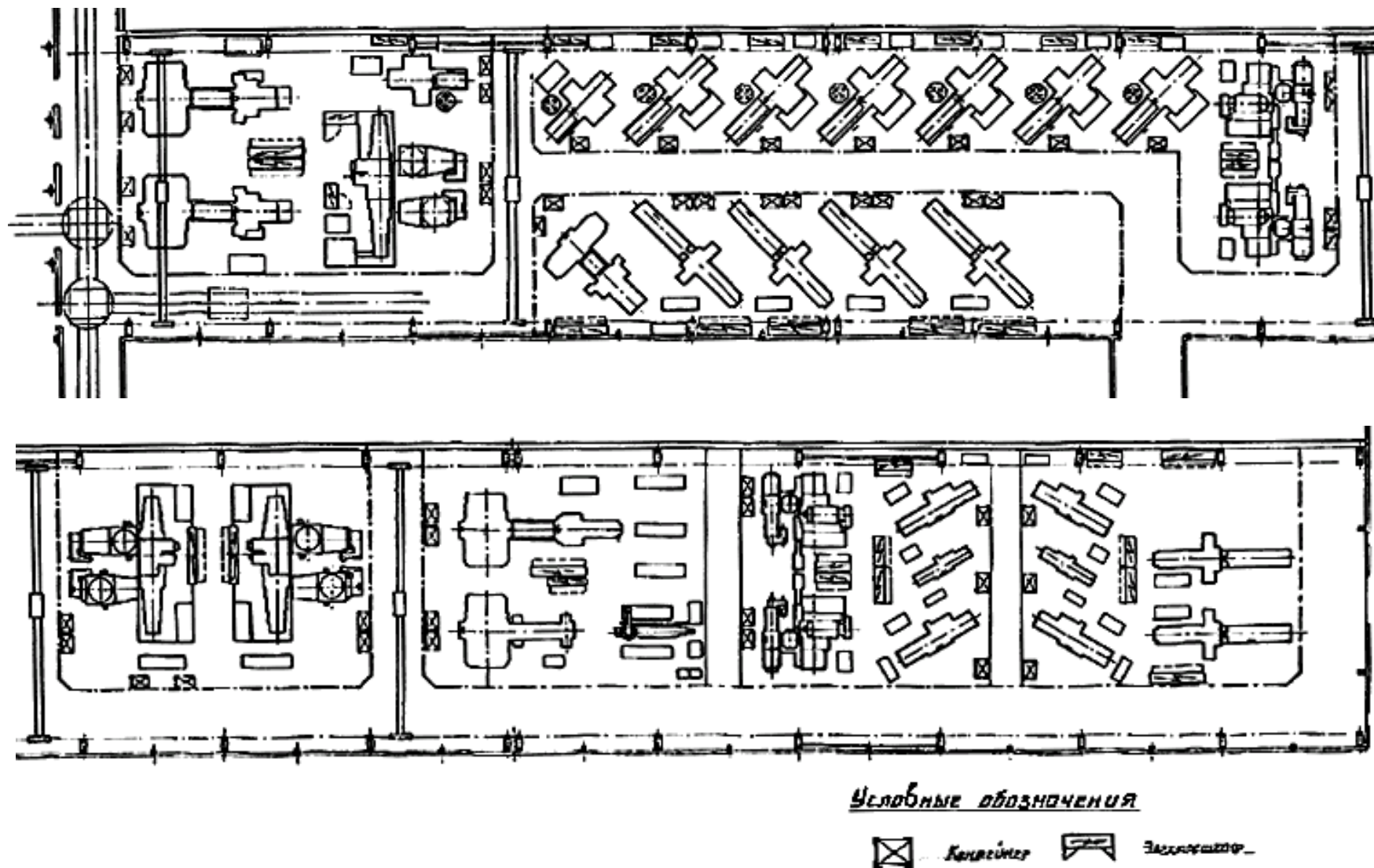
ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Фрагмент механообрабатывающего оборудования механического цеха



ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Механический участок



ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Термины и определения основных понятий

Машиностроительное производство - производство с преимущественным применением *методов технологии машиностроения* при выпуске *изделий*.

Производственная структура - состав *цехов* и служб предприятия с указанием связей между ними.

Производственный участок - группа *рабочих мест*, организованных по принципам: предметному, технологическому или предметно-технологическому.

Цех - совокупность *производственных участков*.

Рабочее место - элементарная единица структуры предприятия, где размещены исполнители работы, обслуживаемое *технологическое оборудование*, часть конвейера, на ограниченное время *оснастка* и *предметы труда*.

Коэффициент закрепления операций - отношение числа всех различных *технологических операций*, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу *рабочих мест*.

Коэффициент использования материала - отношение номинального значения массы *материала* в *изделии* к соответствующей норме расхода *материала* определенной марки и сортамента.

Тип производства - классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и *объема выпуска продукции*.

Вид производства - классификационная категория производства, выделяемая по признаку применяемого *метода изготовления изделия*.

Пр и м е ч а н и я . Примерами видов производства являются литейное, сварочное и т. д.

Единичное производство - производство, характеризуемое малым *объемом выпуска* одинаковых *изделий*, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается.

Серийное производство - производство, характеризуемое изготовлением или ремонтом *изделий* периодически повторяющимися *партиями*.

Пр и м е ч а н и я :

1. В зависимости от количества изделий в партии или серии и значения коэффициента закрепления операций различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство.

2. Коэффициент закрепления операций в соответствии с ГОСТ 3.1108—74 принимают равным:

- для мелкосерийного производства — свыше 20 до 40 включительно;
- для среднесерийного производства — свыше 10 до 20 включительно;
- для крупносерийного производства — свыше 1 до 10 включительно.

Массовое производство - производство, характеризуемое большим *объемом выпуска изделий*, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых

продолжительное время, в течение которого на большинстве *рабочих мест* выполняется одна рабочая *операция*.

Примечание. Коэффициент закрепления операций в соответствии с ГОСТ 3.1108—74 для массового производства принимают равным 1.

Основное производство - производство товарной продукции.

Вспомогательное производство - производство средств, необходимых для обеспечения функционирования *основного производства*.

Инструментальное производство - производство *технологической оснастки*.

Опытное производство - производство образцов, партий или серий *изделий* для проведения исследовательских работ или разработки конструкторской и технологической документации для *установившегося производства*.

Установившееся производство - производство *изделий* по окончательно отработанной конструкторской и технологической документации.

Групповое производство - производство, характеризуемое совместным изготовлением или ремонтом групп *изделий* с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Поточное производство - производство, характеризуемое расположением *средств технологического оснащения* в последовательности выполнения *операций технологического процесса* и определенным интервалом выпуска *изделий*.

Объем выпуска продукции - количество *изделий* определенных наименований, типоразмеров и исполнений, изготавливаемых или ремонтируемых предприятием или его подразделением в течение планируемого периода времени.

Программа выпуска продукции - установленный для данного предприятия перечень изготавливаемых или ремонтируемых *изделий* с указанием *объема выпуска* по каждому наименованию на планируемый период времени.

Производственная партия - *предметы труда* одного наименования и типоразмера, запускаемые в обработку в течение определенного интервала времени, при одном и том же *подготовительно-заключительном времени* на *операцию*.

Производственный цикл - интервал времени от начала до окончания *производственного процесса* изготовления или ремонта *изделия*.

Производственная мощность - расчетный максимально возможный в определенных условиях *объем выпуска изделий* в единицу времени.

Такт выпуска — интервал времени, через который периодически производится выпуск *изделий* или *заготовок* определенных наименований, типоразмеров и исполнений.

Ритм выпуска - количество *изделий* или *заготовок* определенных наименований, типоразмеров и исполнений, выпускаемых в единицу времени.

Средства технологического оснащения — совокупность орудий производства, необходимых для осуществления *технологического процесса*.

Технологическое оборудование - *средства технологического оснащения*, в которых для выполнения определенной части *технологического*

процесса размещают материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическую оснастку.

Примечание. Примерами технологического оборудования являются литейные машины, прессы, станки, печи, гальванические ванны, испытательные стенды и т. д.

Технологическая оснастка - *средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.*

Производственный процесс – совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта продукции.

Технологический процесс – *часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.*

Примечания:

1. Технологический процесс может быть отнесен к изделию, его составной части или к методам обработки, формообразования и сборки.

2. К предметам труда относятся заготовки и изделия.

Технологическая операция – законченная часть *технологического процесса*, выполняемая на одном *рабочем месте*.

Технологический метод – совокупность правил, определяющих последовательность и содержание действий при выполнении *формообразования, обработки или сборки*, перемещения, включая *технический контроль, испытания в технологическом процессе* изготовления или ремонта, установленных безотносительно к наименованию, типоразмеру и исполнению изделия.

Формообразование – изготовление *заготовки или изделия* из жидких, порошковых или волокнистых материалов.

Примечание. Примерами формообразования являются литье, формование, спекание, гальванопластика.

Обработка – действие, направленное на изменение свойств *предмета труда* при выполнении *технологического процесса*.

Примечание. Примерами обработки являются механическая, термическая, электрофизическая, электрохимическая, слесарная, нанесение покрытия.

Механическая обработка – *обработка давлением или резанием.*

Обработка давлением – *обработка*, заключающаяся в пластическом деформировании или разделении *материала* без образования стружки.

Примечание. Примерами обработки давлением являются ковка, штамповка, поверхностное пластическое деформирование.

Обработка резанием - *обработка*, заключающаяся в образовании новых поверхностей отделением поверхностных слоев *материала* с образованием стружки.

Слесарная обработка – *обработка*, выполняемая ручным инструментом или машиной ручного действия.

Сборка – образование соединений составных частей *изделия*.

Примечания:

1. Примеров видов сборки является клепка, сварка, пайка, склеивание.

2. Соединение может быть разъемным и неразъемным.

Технический контроль – проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

Примечание. Примерами объектов технического контроля являются продукция, процессы ее создания, применения, транспортирования, хранения, технического обслуживания и ремонта, а также соответствующая техническая документация.

Испытания – экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействия.

Подготовительно-заключительное время - интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя или исполнителей и *средств технологического оснащения* к выполнению *технологической операции* и приведению последних в порядок после окончания смены и (или) выполнения этой операции для *партии предметов труда*.

Штучное время - интервал времени, равный отношению *цикла технологической операции* к числу одновременно изготавливаемых или ремонтируемых *изделий* или равный календарному времени сборочной операции.

Примечание. Составными частями штучного времени являются основное, вспомогательное, время обслуживания рабочего места и время на личные потребности.

Цикл технологической операции - интервал календарного времени от начала до конца периодически повторяющейся *технологической операции* независимо от числа одновременно изготавливаемых или ремонтируемых *изделий*.

Материал - исходный *предмет труда*, потребляемый для изготовления *изделия*.

Основной материал – *материал* исходной заготовки.

Примечание. К основному материалу относится материал, масса которого входит в массу изделия при выполнении технологического процесса, например материал сварочного электрода, припоя и т.д.

Вспомогательный материал - *материал*, расходуемый при выполнении *технологического процесса* дополнительно к *основному материалу*.

Примечание. Вспомогательными могут быть материалы, расходуемые при нанесении покрытия, пропитке, сварке (например, аргон), пайке (например, канифоль), закалке и т. д.

Полуфабрикат - *предмет труда*, подлежащий дальнейшей *обработке* на предприятии-потребителе.

Заготовка – *предмет труда*, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и (или) *материала* изготавливают деталь.

Изделие – единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках (экземплярах).

Примечание. К изделиям допускается относить завершенные и незавершенные предметы труда, в том числе заготовки.

Комплектуемое изделие – *изделие* предприятия-поставщика, применяемое как составная часть изделия, выпускаемого предприятием-изготовителем.

Примечание. Составными частями изделия могут быть детали и сборочные единицы.

Механизация технологического процесса – применение энергии неживой природы в технологическом процессе или его составных частях, *полностью управляемых людьми*, осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства, повышения объема выпуска и качества продукции.

Автоматизация технологического процесса – применение энергии неживой природы в технологическом процессе или его составных частях *для их выполнения и управления ими без непосредственного участия людей*, осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства, повышения объема выпуска и качества продукции.