

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ

Методические указания
к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине
для студентов направления
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»



Севастополь
СевГУ
2023

УДК [658.23:658.5]:621](076)

ББК 34.5-4-022я73

О-75

Р е ц е н з е н т:

П. А. Новиков – канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры «Технологии машиностроения»

Составители: В.Б. Богуцкий, А.Г. Колесов

О-75 Основы проектирования машиностроительных цехов : методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производств» / Севастопольский государственный университет, Политехнический институт ; сост. : В. Б. Богуцкий, А. Г. Колесов. – Севастополь : СевГУ, 2023. – 68 с. – Текст : электронный.

Предназначены для учебно-методического обеспечения дисциплины «Основы проектирования машиностроительных цехов» Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении расчетно-графической работы расчетно-графической работы по дисциплине и раздела выпускной квалификационной работы бакалавра. Излагается последовательность проектирования и расчета компоновки цеха и участка машиностроительного производства, приведены основные расчетные формулы и справочные данные.

УДК [658.23:658.5]:621](076)

ББК 34.5-4-022я73

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Технология машиностроения», протокол № 2 от 14 сентября 2022 г.

Изд. № 212/2022. Объем 4,25 п.л. Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 4,17.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Определение производственной программы проектируемого цеха	5
2. Расчет количества основного оборудования проектируемого цеха и определение его номенклатуры.....	6
3. Расчет производственных площадей проектируемого цеха.....	8
4. Определение количества вспомогательного оборудования и расчет вспомогательных площадей проектируемого цеха.....	9
5. Определение численности и состава работающих в проектируемом цехе.....	16
6. Расчет площадей административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха.....	19
7. Выбор конструкции здания и проектирование компоновочного плана цеха.....	23
8. Выбор конструкции здания и проектирование компоновочного плана административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха.....	28
9. Проектирование производственного участка машиностроительного цеха.....	31
10. Энергетический расчет цеха.....	37
11. Последовательность выполнения расчетно-графической работы...	40
Рекомендуемая литература.....	42
Приложение А.....	43
Приложение Б.....	45
Приложение В.....	47
Приложение Г.....	51
Приложение Д.....	53
Приложение Е.....	61
Приложение Ж.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Расчетно-графическая работа является самостоятельной творческой работой студента, способствующей развитию его инициативы в решении технических и организационных задач.

В процессе выполнения расчетно-графической работы студент закрепляет, расширяет и обобщает знания, полученные в процессе обучения по общеинженерным и специальным дисциплинам, и приобретает практические навыки решения задач, возникающих при проектировании цехов машиностроительного производства, пользования технической и справочной литературой, стандартами и ПК. При выполнении расчетно-графической работы особое внимание уделяется самостоятельности работы студента и обоснованности принимаемых им решений. Задача руководителя расчетно-графической работы - указать студентам методы нахождения решений, на отрицательные стороны предлагаемых ими решений, побуждать студентов к критическому анализу возможных решений.

Расчетно-графическая работа состоит из пояснительной записки и чертежа компоновки цеха машиностроительного производства с подробной планировкой технологического участка цеха. В пояснительной записке должны быть освещены все основные вопросы, проработанные студентом.

Пояснительная записка должна быть набрана студентом на ПК, распечатана на принтере и содержать 20...25 страниц текста с необходимыми схемами, таблицами, иллюстрациями и приложениями. Содержание пояснительной записки должно иметь конкретный характер.

Графическая часть работы должна содержать разработки, самостоятельно выполненные студентом в процессе проектирования, в объеме 1...1,5 листа формата А1. Чертежи должны быть выполнены с использованием машинной графики в соответствии с ЕСКД и действующими ГОСТами. Листы должны иметь штамп установленного образца с подписями студента и руководителя проекта. Содержание графической части работы обуславливается заданием и может уточняться руководителем в процессе проектирования.

Исходными данными (задаются преподавателем в задании на проектирование) к выполнению расчетно-графической работы являются:

- вариант задания;
- тип цеха: механический, сборочный, инструментальный, ремонтно-механический;
- распределение трудоемкости по видам работ.

1. Определение производственной программы проектируемого цеха

Для определения производственной программы проектируемого цеха в расчетно-графической работе рекомендуется использовать метод проектирования по приведенной программе.

При проектировании по приведенной программе определяется только трудоемкость обработки изделия-представителя T_{np} .

$$T_{np} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{um.k_i,j}$$

где n – число деталей в изделии; m – число операций изготовления i -й детали; $t_{um.k_i,j}$ – штучное и штучно-калькуляционное время выполнения j -й операции обработки i -й детали (исходные данные для изделия-представителя принимаются по таблице А1, приложение А).

Трудоемкость обработки остальных деталей определяется с помощью коэффициента приведения K_{np} :

$$T_i = T_{np} \cdot K_{np}.$$

где K_{np} – коэффициент приведения (значения K_{np} для каждого изделия принимаются по таблице А1, приложение А).

Общая производственная программа проектируемого цеха рассчитывается как

$$T_{np\text{ общ}} = \sum_{i=1}^k T_i.$$

где k – номер обрабатываемого изделия.

Распределение производственной программы проектируемого цеха по видам работ рассчитывается как:

$$T_{вр_i} = c \cdot T_{np\text{ общ}}.$$

где c – % трудоемкости в зависимости от вида работ (принимается по заданию на проектирование).

Результаты расчетов рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 1.).

Таблица 1. Результаты расчетов трудоемкости по видам работ (пример).

№	Вид работ	% трудоемкости	$T_{вр_i}$
1	Механическая обработка	60	141418,97
2	Демонтаж	3	7070,95
3	Слесарная обработка	10	23569,83
4	Сборка	18	42425,69
5	Окраска	3	7070,95
6	Сварка	6	14141,90
	Всего	100	235698,28

2. Расчет количества основного оборудования проектируемого цеха и определение его номенклатуры

К основному оборудованию производственного цеха машиностроительного предприятия относится оборудование, выполняющее технологические операции по обработке деталей, сборке сборочных единиц и изделий.

Для определения количества основного оборудования проектируемого цеха в расчетно-графической работе рекомендуется использовать укрупненный способ расчета количества оборудования по технико-экономическим показателям.

Предварительно необходимо определить номинальный и эффективный годовые фонды времени работы оборудования.

Номинальный фонд времени работы оборудования в год определяется:

$$\Phi_n = m(\Phi \cdot t_{см} - d_{np} \cdot t_n)$$

где: m – количество рабочих смен; Φ – количество рабочих дней в году (принимается по производственному календарю на текущий год или рассчитывается самостоятельно); $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, час.; d_{np} – количество рабочих (сокращенных) предпраздничных дней в текущем году; t_n – количество нерабочих часов в предпраздничные дни ($t_n=1$ час.).

Эффективный годовой фонд времени работы оборудования $\Phi_{д.ст}$ с учетом регламентированных простоев оборудования в ремонте и по технологическим причинам определяется:

$$\Phi_{д.ст} = \Phi_n \left(1 - \frac{P_p}{100} \right)$$

где Φ_n – номинальный фонд времени работы оборудования в год, час; P_p – регламентированный процент простоев оборудования по технологическим причинам и по причинам ремонта (5...10%).

Общее количество оборудования C_p определяется по суммарной станкочемкости изготовления годовой программы выпускаемых изделий:

$$C_p = \frac{T_{np\text{ общ}}}{\Phi_{д.ст} \cdot m \cdot K_z}$$

где K_z – нормативный коэффициент загрузки оборудования (рекомендуемые значения коэффициента K_z приведены в таблице Б.1, Приложение Б).

Полученное расчетное количество оборудования C_p округляют до ближайшего большего целого числа C_{p-np} и определяют коэффициент загрузки.

Затем определяют количество оборудования по видам работ:

$$C_{p_i} = \frac{T_{вр_i}}{\Phi_{д.ст} \cdot m \cdot K_3}.$$

Полученное расчетное количество оборудования по видам работ C_{pi} округляют до ближайшего большего целого числа C_{pi-np} . (при этом должно выполняться условие $\sum C_{pi-np} = C_{p-np}$).

Для определения номенклатуры оборудования машиностроительного цеха полученное общее число оборудования распределяют по группам и типам в соответствии со структурой оборудования в ранее выполненных проектах аналогичных цехов. При этом производится корректировка структуры в зависимости от намеченных в проекте технологических решений.

Для каждого вида работ принятое количество оборудования C_{pi-np} распределяют по типам:

$$C_{pi-npA_i} = C_{pi-np} \frac{A_i}{100}.$$

где A_i – процент оборудования данного вида от общего количества оборудования.

Распределение трудоемкости по группам технологического оборудования в % от общей трудоемкости приведен в таблице Б.2, Приложение Б. Процентный состав оборудования для некоторых отраслей машиностроения приведен в таблице Б.3, Приложение Б.

Полученное расчетное количество оборудования C_{pi-npA_i} округляют до ближайшего большего целого числа $C_{np.A_i}$ и окончательно определяют общее количество оборудования в цехе.

$$C_{об} = \sum C_{np.A_i}$$

Результаты расчетов рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 2.).

Таблица 2. Результаты расчета количества оборудования по группам (пример).

№ пп	Группа оборудования	Станкоемкость $T_{с\Sigma}$, ст/час	C_p	C_{np}	K_3
1	Токарные универсальные	12884,15676	3,4063	4	0,852
2	Токарные револьверные	16398,0177	4,3353	5	0,867
...	Сверлильные	12884,15676	3,4063	4	0,852
...	Сверлильные с ЧПУ	4685,147914	1,2387	2	0,619
...					
...	Верстаки	19521,45	10,322	11	0,94
n	Печи термические	9370,295827	2,4773	3	0,826
	Всего	235698,28		37	

Определения номенклатуры оборудования цеха.

При определении номенклатуры оборудования в первую очередь следует ориентироваться на тип производства и технологические процессы

обработки и сборки. Тип производства определяют для каждого участка цеха, при этом может оказаться, что на различных участках получают различные типы производства. В этом случае тип производства цеха принимают по участку с наибольшим количеством рабочих мест (оборудования).

Выбор оборудования должен отвечать следующим требованиям:

1. Соответствие основных размеров станка габаритным размерам обрабатываемой детали;

2. Высокая производительность оборудования;

3. Использование станка по мощности, скорости резания и подаче;

4. Минимальные затраты на обработку изделия;

Для массового типа производства, при механической обработке применяют специальное оборудование: автоматические линии, автоматы и полуавтоматы, роторные станки и линии. В сборочном производстве, применяют автоматические сборочные установки, сборочные стенды, линии и конвейеры.

При крупносерийном типе производства применяют автоматизированное, автоматическое, специализированное и специальное оборудование, оборудование агрегатно-модульного типа, РТК, промышленные роботы.

Для серийного типа производства характерно применение станков с ЧПУ, агрегатных станков и иногда универсальных. В сборочном производстве в качестве оборудования применяют сборочные стенды, верстаки, столы, оснащенные необходимыми механизированными приспособлениями и инструментами.

Для единичного типа производства характерно применение универсальных и широко универсальных металлорежущих станков. В сборочном производстве применяют универсальное сборочное оборудование.

Гибкие производственные системы (ГПС) применяют при мелкосерийном, среднесерийном и крупносерийном типах производства. В сборочном производстве применяют ГПС сборки.

После определения номенклатуры оборудования заполняется заявочная ведомость основного оборудования цеха (таблица Б.4, Приложение Б).

3. Расчет производственных площадей проектируемого цеха

Производственная площадь цеха $S_{пр}$ включает площади, занятые производственным оборудованием и рабочими местами около этого оборудования, верстаками, стендами, а также рабочими местами для выполнения слесарных, сборочных и вспомогательных производственных операций рабочими местами мастеров и контролеров, средствами механизации и автоматизации, межоперационным транспортом, складами заделов, проходами и проездами между рядами станков (за исключением магистральных).

Расчет производственных площадей проектируемого цеха выполняется по площади, приходящаяся на единицу оборудования или одно рабочее место (удельная площадь).

В зависимости от габаритов используемого оборудования и транспортных средств, определяющих ширину проездов, удельные площади участков механической обработки могут приниматься:

- для оборудования с габаритами до 1800×800 $S_{уд.}=10...12 \text{ м}^2$;
- для оборудования с габаритами до 4000×2000 $S_{уд.}=15...25 \text{ м}^2$;
- для оборудования с габаритами до 8000×4000 $S_{уд.}=30...50 \text{ м}^2$;
- для оборудования с габаритами до 16000×6000 $S_{уд.}=70...150 \text{ м}^2$.

Значения удельных площадей машиностроительных цехов в зависимости от вида обрабатываемых деталей приведены в таблице Б.5, Приложение Б.

Результаты расчетов производственных площадей проектируемого цеха рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 3.).

Таблица 3. Результаты расчетов производственных площадей цеха (пример).

№	Группа оборудования	Количество	Уд. площадь, м^2	Общая площадь, м^2
1	Токарные универсальные	4	20	80
2	Токарные револьверные	5	36	180
3	Сверлильные	4	16	64
...	Сверлильные с ЧПУ	2	50	100
...	Фрезерные с ЧПУ	2	56	112
...	Расточные	4	30	120
...				
...	Камера окрасочная	2	24	48
...	Верстак слесарный	7	11	77
...	Стенды сборочные	5	22	110
	Всего $S_{пр\Sigma}$	67		1875

4. Определение количества вспомогательного оборудования и расчет вспомогательных площадей проектируемого цеха

В состав вспомогательных отделений цеха машиностроительного предприятия могут входить:

- заготовительное отделение;
- цеховой склад материалов, полуфабрикатов и заготовок;
- заточное отделение;
- межоперационный и промежуточный склады;
- контрольное отделение;
- инструментальное отделение (монтаж, настройка, восстановление инструмента);

- инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) и кладовая вспомогательных материалов;
- склад технологической и инструментальной оснастки;
- ремонтное отделение;
- отделение приготовления и раздачи СОТС;
- отделение сбора и переработки стружки и горюче-смазочных материалов.

Заготовительное отделение.

Служит для резки, отрезки, центровки, правки и обдирки прутковых материалов, может быть совмещено со складом материалов и заготовок, на крупных предприятиях может быть самостоятельным цехом. В качестве оборудования в заготовительных отделениях используют: отрезные станки, дисковые пилы, приводные ножовки, центровальные и фрезерно-центровальные станки, правильные и обдирочные станки, прессы для правки, гильотинные ножницы и др.

Определение потребного количества оборудования $S_{\text{заг}}$ производится либо на основании среднестатистических норм для аналогичных предприятий, либо на основании разработанного технологического процесса на заготовительные операции.

Площадь заготовительного отделения $S_{\text{заг}}$ рассчитывается укрупненно, по значениям удельной площади $S_{\text{заг-уд}}$ (25...30 м² на единицу оборудования).

$$S_{\text{заг}} = C_{\text{заг}} S_{\text{заг-уд}}, \text{м}^2.$$

Цеховой склад материалов и заготовок.

Предназначен для хранения запасов пруткового и другого материала и штучных заготовок и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением. Запас материалов и заготовок должен содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков. Нормы запаса приведены в таблице В.1, Приложение В.

При определении общей площади склада $S_{\text{ск-заг}}$ расчет выполняется по средним значениям:

$$S_{\text{ск-заг}} = \frac{m_{\Sigma} \cdot t_{\text{ср}}}{\Phi_p \cdot q_{\text{ср}} \cdot K_u}, \text{м}^2.$$

где m_{Σ} – общий черновой вес материалов, заготовок и полуфабрикатов, подлежащих механической обработке в течение года, т; $t_{\text{ср}}$ – средний нормативный запас хранения, календарные сутки; Φ_p – число рабочих дней в году; $q_{\text{ср}}$ – средняя грузонапряженность площади склада, т/м²; K_u – коэффициент использования площади склада, ($K_u=0,25...0,4$). Нормы грузонапряженности приведены в таблице В.2, Приложение В.

Заточное отделение.

Предназначено для повторной заточки, доводки и текущего ремонта металлорежущих инструментов, используемых в цехе. Оборудование отделения – универсально-заточные станки;

Площадь заточного отделения $S_{\text{зат}}$ определяется по площади, приходящаяся на единицу оборудования. Средняя удельная площадь участка заточки составляет: при крупных изделиях 12...14 м² на 1 станок, при средних – 10...12 м², при малых – 8..10 м².

$$S_{\text{зат}} = C_{\text{зат-пр}} S_{\text{зат-уд}}, \text{м}^2.$$

Количество станков для отделения $C_{\text{зат}}$ в расчетно-графической работе рекомендуется определять методом укрупненного расчета, при котором необходимое количество заточных станков принимают в процентном отношении (%) от числа обслуживаемых станков основного производства и округляют до ближайшего большего целого числа.

$$C_{\text{зат}} = (0,03...0,05)N_n$$

где N_n – количество обслуживаемых станков цеха (станки, работающие абразивным инструментом, червячными фрезами, долбьяками, протяжками, шеверами и т.п. в число обслуживаемых не входят).

Межоперационный и промежуточный склады.

Межоперационный склад предназначен для создания заделов заготовок между операциями технологического процесса и хранения полуфабрикатов.

Площадь межоперационного склада $S_{\text{мс}}$ определяется по формуле:

$$S_{\text{мс}} = \frac{m_{\Sigma \text{ч}} \cdot K_o \cdot t_{\text{ср}} \cdot i}{\Phi_p \cdot q_{\text{ср}} \cdot K_u}, \text{м}^2.$$

где $m_{\Sigma \text{ч}}$ – чистый вес готовых деталей, т. (в расчетно-графической работе принимаем, что один металлорежущий станок обрабатывает 15...30 тонн металла в год); K_o – коэффициент, учитывающий вес отходов за прошедшие операции обработки ($K_o=1,07...1,08$); $t_{\text{ср}}$ – количество дней хранения грузов на складе (в мелкосерийном производстве – 6; в среднесерийном – 4; в крупносерийном и массовом – 2); i – среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад ($i=5...6$ операций) Φ_p – количество рабочих дней в году; $q_{\text{ср}}$ – средняя грузонапряженность площади пола, т/м²; K_u – коэффициент использования площади склада ($K_u \approx 0,4$).

Промежуточный склад предназначен для хранения готовых деталей и узлов и снабжения ими сборочного цеха. Площадь промежуточного склада $S_{\text{пс}}$ определяется по тем же формулам, что и для цехового склада материалов и заготовок.

Запас готовых сборочных узлов при поточной сборке составляет 1...2 дня, при стендовой сборке – 0,5...1 день. Нормы запаса готовых деталей приведены в таблице В.3, Приложение В.

Нормы запаса комплектующих изделий: для серийного производства 4 дня; для крупносерийного – 2...2,5 дня; для массового – 1...1,5 дня. Нормы грузонапряженности площади пола промежуточных складов приведены в таблице В.4, Приложение В.

Контрольное отделение.

Контрольное отделение является частью общезаводской системы контроля качества и выполняет следующие функции: контроль качества материала изделия; проверка размеров, геометрической формы и качества обработанной поверхности деталей. В сборочных цехах устанавливают правильность соединения и взаимодействие деталей и узлов, качество сборки всей машины и проверяют соответствие этих соединений техническим условиям приемки.

Площадь контрольных пунктов и контрольного отделения можно определить по планировкам всех рабочих мест работников контроля, оборудования и инвентаря, учитывая, что площадь стандартного контрольного пункта составляет 6 м² или укрупненно:

Укрупненно площадь контрольного отделения $S_{ко}$ определяют по формуле

$$S_{ко} = R_k \cdot S_{уд} \cdot K_p, \text{ м}^2.$$

где R_k – количество контролеров; $S_{уд} = 5...6$ м² на одного работника контрольного отделения; $K_p = 1,5...1,75$ – коэффициент, учитывающий расположение оборудования инвентаря и проходов.

Инструментальное отделение.

Служит для обслуживания всего технологического оборудования цеха заранее подготовленными инструментами и выполняет следующие функции: монтаж и демонтаж инструментов, настройку инструмента вне станка; восстановление инструмента. К оборудованию отделения относятся приборы для настройки инструмента, стеллажи для его хранения, контрольные плиты, верстаки, тележки.

Число приборов для настройки определяется по формуле:

$$C_{II} = \frac{N_{об} \cdot N_{и.см} \cdot t_H \cdot K_a}{\Phi_{см} \cdot K_z},$$

где $N_{об}$ – число обслуживаемых станков; $N_{и.см}$ – число инструментов, которые требуется настроить за смену, из расчета на один станок; t_H – время настройки одного режущего инструмента (≈ 5 минут); $\Phi_{см}$ – время одной смены, мин; K_z – коэффициент загрузки станка; K_a – коэффициент, учиты-

вающий возможность автоматической настройки инструмента непосредственно на станке ($K_a \approx 0,5$).

Площадь секции настройки инструмента $S_{ни}$ определяется по удельной площади из расчета 10 м^2 на один настроенный прибор.

В участке восстановления режущего инструмента выполняют централизованную повторную заточку и текущий ремонт используемого инструмента (*при числе обслуживаемых станков менее 150 восстановление выполняют в инструментальном цехе*). Оборудование участка: специальные станки для заточки червячных фрез, протяжек, долбяков; электроимпульсные станки для обработки закаленных элементов инструментальной оснастки; установки для напыления износостойких покрытий; верстаки; плиты поверочные.

Укрупненно площадь восстановления режущего инструмента $S_{ври}$ определяют по формуле

$$S_{ври} = C_{сзт} \cdot S_{уд}, \text{ м}^2.$$

где $C_{сзт}$ – количество специальных заточных станков, $S_{уд}$ – удельная площадь на единицу оборудования (при крупных изделиях $S_{уд} = 12 \dots 14 \text{ м}^2$, при средних – $10 \dots 12 \text{ м}^2$, при малых – $8 \dots 10 \text{ м}^2$).

Количество специальных заточных станков $C_{сзт}$ определяют в среднем из расчета один станок на $4 \dots 20$ станков основного производства, использующих данный инструмент. При малой загрузке специального станка заточку выполняют в инструментальном цехе. Станки, работающие с абразивным инструментом, в число обслуживаемых не входят.

Примерное процентное соотношение специальных заточных станков и станков основного производства приведено в таблице В.5, Приложение В. Полученное количество станков распределяют по типам в соответствии с отраслевыми нормами (таблица В.6, Приложение В).

Инструментально-раздаточная кладовая.

Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) служит для обеспечения рабочих мест станочников и слесарей инструментом. Она находится в ведении инструментальной службы предприятия.

Площадь ИРК определяется по числу обслуживаемых рабочих мест. Нормы удельных площадей из расчета на одно рабочее место обслуживаемого цеха приведены в таблице В.7, Приложение В.

Склад технологической и инструментальной оснастки.

Склад служит для обеспечения рабочих мест станочников и слесарей технологической и инструментальной оснасткой. Он находится в ведении инструментальной службы предприятия.

Площадь склада определяется по числу обслуживаемых рабочих мест. Нормы удельных площадей из расчета на один производственный металл-

орежущий станок обслуживаемого цеха приведены в таблице В.8, Приложение В.

Ремонтное отделение.

Предназначается для поведения межремонтного обслуживания производственного оборудования и технологической оснастки, а также для проведения мелкого и среднего ремонта.

Общая площадь ремонтного отделения $S_{\text{рем}}$ определяется как сумма площади занимаемой основным оборудованием (станками) $S_{\text{рем-ст}}$, площади $S_{\text{рем-сл}}$ занимаемой рабочими местами слесарей-ремонтников и слесарей-сборщиков, площади занимаемой дополнительным оборудованием $S_{\text{рем-доп}}$, площади занимаемой отделением по ремонту электрооборудования $S_{\text{эл-рем}}$ и площади занимаемой складом запчастей $S_{\text{рем-зп}}$.

$$S_{\text{рем}} = S_{\text{рем-ст}} + S_{\text{рем-сл}} + S_{\text{рем-доп}} + S_{\text{эл-рем}} + S_{\text{рем-зп}}$$

Площадь занимаемая производственным оборудованием ремонтного отделения $S_{\text{рем-ст}}$

$$S_{\text{рем-ст}} = C_{\text{рем-ст}} S_{\text{уд-ст}}, \text{м}^2.$$

где $C_{\text{рем-ст}}$ – количество станков в ремонтном отделении (таблица В.9, Приложение В., но не менее 3-х единиц); $S_{\text{уд-ст}}$ – удельная площадь на единицу оборудования (таблица В.10, Приложение В).

Площадь занимаемая рабочими местами слесарей-ремонтников и слесарей-сборщиков $S_{\text{рем-сл}}$

$$S_{\text{рем-сл}} = C_{\text{рем-сл}} S_{\text{уд-сл}}, \text{м}^2.$$

где $C_{\text{рем-сл}}$ – количество рабочих мест слесарей в ремонтном отделении (таблица В.9, Приложение В., но не менее 3-х единиц); $S_{\text{уд-сл}}$ – удельная площадь на одно рабочее место слесаря (таблица В.10, Приложение В).

Помимо основного оборудования (станков), в ремонтном отделении предусматривается дополнительное оборудование: настольные сверлильные станки, гидравлические и ручные прессы, наждаки, сварочные трансформаторы, моечная ванна. Количество этого оборудования $C_{\text{рем-доп}}$ составляет 30...100% от основного.

Площадь занимаемая дополнительным оборудованием $S_{\text{рем-доп}}$

$$S_{\text{рем-доп}} = C_{\text{рем-доп}} S_{\text{уд-доп}}, \text{м}^2.$$

где $C_{\text{рем-доп}}$ – количество дополнительного оборудования в ремонтном отделении; $S_{\text{уд-доп}}$ – удельная площадь на единицу оборудования (таблица В.10, Приложение В).

Участок ремонта электрооборудования (периодический осмотр и ремонт электродвигателей, вентиляционных систем, устройств электроавтоматики и электроники и пр.).

Площадь, занимаемую участком ремонта электрооборудования $S_{\text{эл-рем}}$ укрупненно можно определить как

$$S_{\text{эл-рем}} = (0,25...0,40)(S_{\text{рем-сл}} + S_{\text{рем-доп}}), \text{м}^2.$$

Площадь склада запчастей $S_{\text{рем-зп}}$ определяется как

$$S_{\text{рем-зп}} = C_{\text{рем-ст}} S_{\text{уд-зп}}, \text{м}^2.$$

где $S_{\text{уд-зп}}$ – удельная площадь склада запчастей на единицу основного оборудования (станков) ремонтного отделения (таблица В.10, Приложение В).

Отделение приготовления и раздачи СОТС.

Установка для приготовления и подачи СОТС к станкам располагается в здании механического цеха, в котором отводится для этого специальное помещение. В этом помещении для приготовления эмульсии и содового раствора ставятся смесители, к которым подводятся вода, пар и сжатый воздух.

Укрупненно площадь отделения приготовления и раздачи СОТС $S_{\text{СОТС}}$ определяется в зависимости от количества металлорежущих станков. Нормы площади $S_{\text{уд-СОТС}}$ приведены в таблице В.11, Приложение В.

$$S_{\text{СОТС}} = C_{\text{ст}} S_{\text{уд-СОТС}}, \text{м}^2.$$

Склад смазочных материалов и помещение для работы смазчиков.

Площадь склада смазочных материалов $S_{\text{СМ}}$ определяется из расчета 0,1...0,12 м² на один обслуживаемый станок. Площадь помещения для работы смазчиков $S_{\text{р-СМ}}$ составляет 10...20 м². В этом помещении располагаются верстаки и шкафы для хранения масленок.

$$S_{\text{СМ}} = (0,1...0,12)C_{\text{ст}} + (10...12), \text{м}^2.$$

Отделение удаления и переработки стружки.

Организация сбора и транспортировки стружки зависит от годового количества стружки, образуемого на 1 м² площади цеха. Рекомендации по выбору способа сбора стружки в проектируемом цеху приведены в таблице В.12, Приложение В.

Площадь отделения для сбора и переработки стружки $S_{\text{стр}}$ определяется в зависимости от количества обслуживаемых станков цеха, *исключая шлифовальные*. Нормы площади приведены в таблице В.13, Приложение В.

$$S_{\text{стр}} = C_{\text{ст}} S_{\text{уд-стр}}, \text{м}^2$$

Общая площадь, необходимая для размещения вспомогательных отделений и участков цеха определяется как

$$S_{\text{всп}} = S_{\text{заг}} + S_{\text{ск-заг}} + S_{\text{зат}} + S_{\text{мс}} + S_{\text{ко}} + S_{\text{ври}} + S_{\text{рем}} + S_{\text{СОТС}} + S_{\text{СМ}} + S_{\text{стр}}$$

После определении номенклатуры дополнительного оборудования в заполняется заявочная дополнительного оборудования вспомогательных отделений цеха (таблица В.14, Приложение В).

После выполнения расчетов производственных площадей и площадей для размещения вспомогательных отделений и участков цеха рассчитывается общая площадь здания цеха

$$S_{\text{цех-расч}} = S_{\text{пр}\Sigma} + S_{\text{всп}\Sigma}$$

5. Определение численности и состава работающих в проектируемом цехе

В штатное расписание машиностроительного цеха входят:

- *производственные рабочие*, занятые непосредственно изготовлением изделий, выпускаемых данным предприятием. К ним относятся: станочники, наладчики станков с ЧПУ и автоматических линий, слесари механо-сборочных работ;
- *вспомогательные рабочие*, выполняющие техническое обслуживание производственных участков. К ним относятся: рабочие ремонтных, инструментальных отделений и службы энергетика, транспортные рабочие, наладчики неавтоматизированного оборудования, кладовщики, контролеры ОТК, рабочие складов и кладовых, уборщики стружки;
- младший обслуживающий персонал (уборщики бытовых и служебных помещений, курьеры, уборщики стружки);
- *инженерно-технические работники* (ИТР). К ним относятся: руководители цехов и подразделений (начальник цеха, его заместители, начальники служб и участков, мастера), инженеры-технологи, инженеры-конструкторы, механики, энергетики.
- *служащие* (счетно-конторский персонал). К ним относятся: бухгалтера, экономисты, нормировщики, секретари.

Расчет количества производственных рабочих.

При выполнении расчетно-графической работы число производственных рабочих $R_{\text{пр}}$ определяется по общему нормировочному времени

$$R_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{пр-общ}}}{\Phi_{\text{д.р.}} \cdot 60 \cdot K_{\text{м}}},$$

где $\Phi_{\text{д.р.}}$ – действительный годовой фонд времени работы рабочего; $K_{\text{м}}$ – коэффициент многостаночности (для мелкосерийного и единичного производства $K_{\text{м}} = 1,1 \dots 1,35$, для среднесерийного $K_{\text{м}} = 1,3 \dots 1,5$, для крупносерийного и массового $K_{\text{м}} = 1,9 \dots 2,2$); $T_{\text{пр-общ}}$ – производственная программа проектируемого цеха (мин).

Полученное расчетное количество производственных рабочих $R_{\text{пр}}$ округляют до ближайшего большего целого числа $R_{\text{пр-п}}$, к которому, при необходимости, добавляют операторов-наладчиков станков с ЧПУ и ГПС (один оператор-наладчик может обслуживать: токарных ГПМ – 3...5,

сверлильно-фрезерно-расточных – 2...3) после чего окончательно определяют общее количество производственных рабочих $R_{\text{пр-общ}}$.

По окончании расчета оформляется сводная ведомость производственных рабочих (Приложение Г, таблица Г.1), в которой указывается количество рабочих каждого разряда по всем специальностям и выполняется разбивка по сменам в соответствии с нормами. При двухсменном режиме работы численность рабочих в первой смене составляет: для единичного и мелкосерийного производства – 60% от общего количества производственных рабочих, для среднесерийного – 55%, для крупносерийного и массового – 50%.

Расчет количества вспомогательных рабочих.

При укрупненном проектировании количество вспомогательных рабочих $R_{\text{всп-общ}}$ определяют как сумму

$$R_{\text{всп-общ}} = R_{\text{всп-уч}} + R_{\text{рем-ст}} + R_{\text{рем-сл}} + R_{\text{СОТС}} + R_{\text{клад}} + R_{\text{конт}}$$

где $R_{\text{всп-уч}}$ – вспомогательные рабочие обслуживающие участки цеха; $R_{\text{рем-ст}}$ $R_{\text{рем-сл}}$ – рабочие-станочники и слесаря ремонтного отделения цеха; $R_{\text{СОТС}}$ – рабочие в отделении приготовления и раздачи СОТС; $R_{\text{клад}}$ – кладовщики склада материалов и заготовок, промежуточных и межоперационных складов, инструментально-раздаточной кладовой и др.; $R_{\text{конт}}$ – контролеры.

При выполнении расчетов количества вспомогательных рабочих полученное расчетное количество рабочих округляют до ближайшего большего целого числа.

Число вспомогательных рабочих обслуживающих участки цеха определяют в процентном соотношении от числа производственных рабочих.

$$R_{\text{всп-уч}} = (0,2...0,3)R_{\text{пр-общ}}$$

Число рабочих-станочников ремонтного отделения $R_{\text{рем-ст}}$ определяется по числу основных станков ремонтного отделения:

$$R_{\text{рем-ст}} = \frac{C_{\text{рем-ст}} \cdot \Phi_{\text{д.ст}} \cdot K_z \cdot K_u}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_m},$$

где $K_z, K_u=0,5...0,7$ – коэффициенты загрузки и использования оборудования; $K_m=1,05...1,1$ – коэффициент многостаночного обслуживания; $C_{\text{рем-ст}}$ – количество основного оборудования ремонтного отделения.

Число слесарей ремонтного отделения $R_{\text{рем-сл}}$ определяется в процентах от числа станочников $R_{\text{рем-ст}}$ с учетом формы организации ремонтных работ:

$$R_{\text{рем-сл}} = (1,0...1,2)R_{\text{рем-ст}}$$

Количество рабочих в отделении приготовления и раздачи СОТС $R_{\text{СОТС}}$ обычно составляет 2...4 человека.

Число кладовщиков цехового склада материалов и заготовок $R_{\text{клад-заг}}$ промежуточных и межоперационных складов $R_{\text{клад-скл}}$, инструментально-

раздаточной кладовой $R_{\text{клад-ИРК}}$ и др. определяют по нормативам в зависимости от числа производственных станков. Нормы приведены в таблице Г.2, Приложение Г.

Число контролеров принимают укрупненно в процентном отношении от количества оборудования основного производства

$$R_{\text{конт}} = (0,05 \dots 0,09) C_{\text{об}}$$

По окончании расчета составляют сводную ведомость вспомогательных рабочих (Приложение Г, таблица Г.3), в которой указывается количество рабочих каждого разряда по всем специальностям и выполняется разбивка по сменам в соответствии с нормами. При этом количество рабочих в первой смене принимается: для единичного и мелкосерийного производства – 65% от общего количества вспомогательных рабочих, для среднесерийного – 60%, для крупносерийного и массового – 55%.

Расчет численности инженерно-технических работников.

При укрупненном проектировании численность инженерно-технических работников (ИТР) $R_{\text{ИТР}}$ определяют в зависимости от количества основного технологического оборудования цеха.

$$R_{\text{ИТР}} = k_{\text{ИТР}} C_{\text{об}}$$

Для единичного и мелкосерийного производства $k_{\text{ИТР}} = 18 \dots 24\%$, среднесерийного $k_{\text{ИТР}} = 16 \dots 22\%$, крупносерийного $k_{\text{ИТР}} = 15 \dots 21\%$, массового $k_{\text{ИТР}} = 15 \dots 20\%$. Большие значения норм соответствуют количеству основного технологического оборудования менее 50 единиц.

При выполнении расчетов количества инженерно-технических работников, полученное расчетное количество ИТР округляют до ближайшего большего целого числа.

Численность и штатное расписание ИТР уточняется в соответствии с разработанной структурой цеха. При распределении по сменам считается, что в первую смену выводятся 70% общей численности ИТР. По окончании расчета составляют сводную ведомость инженерно-технических работников (Приложение Г, таблица Г.4), в которой указываются должности занимаемые ИТР и их количество.

Расчет численности служащих и младшего обслуживающего персонала.

Количество служащих $R_{\text{служ}}$ определяют по нормам в зависимости от количества производственных рабочих.

$$R_{\text{служ}} = k_{\text{служ}} R_{\text{пр-общ}}$$

Для единичного и мелкосерийного производства $k_{\text{служ}} = 1,2 \dots 2,2\%$, для среднесерийного $k_{\text{служ}} = 0,9 \dots 1,9\%$, для крупносерийного $k_{\text{служ}} = 0,6 \dots 1,6\%$, для массового $k_{\text{служ}} = 0,1 \dots 1,4\%$. При этом большие значения норм принимаются для тех цехов, в которых количество производственных рабочих

составляет менее 75 человек. При распределении по сменам считается, что в первую смену выводятся 100% общей численности служащих. По окончании расчета составляют сводную ведомость служащих (Приложение Г, таблица Г.5).

Численность младшего обслуживающего персонала определяют по нормам уборки площади служебно-бытовых помещений из расчета один человек на 500...600 м².

По окончании расчета численности и формирования состава работающих в проектируемом цехе заполняется сводная ведомость штатного состава цеха (Приложение Г, таблица Г.6).

6. Расчет площадей административно-канторских и санитарно-бытовых помещений цеха

Административно-канторские помещения цеха.

В состав административно-канторских помещений цеха входят помещения для административно-канторского персонала и инженерно-технических служб.

К административно-канторским помещениям относятся кабинеты начальника и заместителей начальника цеха с помещениями для их секретарей, помещения для планово-диспетчерского бюро (ПДБ), бухгалтерии, табельной и других структурных подразделений цеха. В состав инженерно-технических служб входят помещения технологического бюро или отдела цеха, конструкторского бюро, цеховых лабораторий, кабинетов по технике безопасности (включается в состав административно-канторских помещений при необходимости), технической документации (архива) и другие помещения.

Площадь административно-канторских помещений $S_{ад-к}$ определяют по СНиП 2.09.04-87. По установленным нормам площади служебных помещений следует принимать из расчета:

- рабочие кабинеты руководителей (начальника цеха и его заместителей) $S_{ад-р}$ – 15...25 м² и 3 м² на каждое посадочное место при проведении совещаний;
- приемная начальника цеха и его заместителей $S_{ад-пр}$ – не менее 9 м².
- рабочие кабинеты счетно- канторского персонала $S_{ад-кп}$ – 4 м², на одного работающего в этом помещении;
- рабочие комнаты конструкторских и технологических бюро $S_{ад-кб}$, $S_{ад-тб}$ – 6 м² на одно рабочее место;
- рабочие комнаты мастеров участков $S_{ад-м}$ – 4 м², на одного мастера участка;
- рабочие кабинеты старших мастеров $S_{ад-см}$ – 6...10 м², на одного работающего в этом помещении;

➤ рабочие кабинеты службы механика (энергетика) цеха $S_{ад-мех}$ – 10...12 м², и 4 м² на одного работающего в этом помещении;

➤ архив технической документации $S_{ад-арх}$ – 0,2 м² на единицу производственного оборудования цеха.

Площади отдельных рабочих помещений и кабинетов должны быть не менее 9 м².

Результаты расчетов рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 4.).

Таблица 4. Результаты расчета административных (служебных) помещений цеха.

№	Помещение	Принятое значение, м ²	Кол-во раб. мест	Кол-во доп. мест	$S_{уд}$, м ²	S_i , м ²
1.	Кабинет начальника цеха $S_{ад-р}$	25	1	8	3	49
2.	Кабинет заместителя начальника цеха $S_{ад-р}$	15	1	6	3	33
3.	Конструкторское бюро $S_{ад-кб}$	-	5	-	6	30
4.	Технологическое бюро $S_{ад-тб}$	-	12	-	6	72
5.	Кабинет мастеров участков $S_{ад-м}$	-	8		4	32
6.	Кабинет старших мастеров $S_{ад-см}$	-	2	-	8	16
7.	Кабинет ПДО (счетно- контрольный персонал) $S_{ад-кп}$	-	4	-	4	16
8.	Кабинет службы механика (энергетика) цеха $S_{ад-мех}$	11	1	3	4	23
9.	Архив технической документации $S_{ад-арх}$	-	65 (произв. оборудование)	-	0,2	13
10.	Приемная начальника цеха и его заместителей $S_{ад-пр}$	7	1	2	3	12
...						
	Всего $S_{ад-к\Sigma}$					296

Санитарно-бытовые помещения цеха.

Состав санитарно-бытовых помещений механосборочных и вспомогательных цехов промышленных предприятий определяется, исходя из типа и мощности предприятия, списочного состава работающих, процентного соотношения мужчин и женщин и регламентируется строительными нормами и правилами СНиП 2.09.04-87.

В состав санитарно-бытовых помещений входят:

- гардеробные блоки (хранение уличной, домашней и рабочей одежды);
- умывальные;
- душевые;
- комната личной гигиены женщин;
- санузлы;

- помещение для курения (если курение не запрещено правилами техники безопасности и внутренними актами предприятия);
- медицинские пункты (при численности работающих от 50...300 человек);
- помещение общественного питания: комната приема пищи (при числе работающих в смену до 50 человек) или столовая (при числе работающих в смену более 200 человек).

Предварительно, для выполнения расчетов площадей санитарно-бытовых помещений необходимо распределить работающих в цеху на мужчин и женщин, а так же определить количество работающих в первую и вторую смену.

Для цехов машиностроительного производства количество работающих мужчин при выполнении расчётно-графической работы можно принимать 55...75% от штата цеха.

Распределение по сменам производственных и вспомогательных рабочих определено в сводных ведомостях производственных и вспомогательных рабочих, распределение по сменам инженерно-технических работников рекомендуется принимать 68...75% – в первую смену, остальные во вторую, счетно-конторский персонал – как правило работает в первую смену, младший обслуживающий персонал 60...70% – в первую смену, остальные во вторую.

Например, штат цеха – 217 человек, принимаем что в первую смену работает 72% работающих в цехе, из них 68% мужчины.

Результаты расчетов рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 5).

Таблица 5. Распределение работающих в цеху мужчин и женщин по сменам (пример).

№	Специальность работников	Кол. чел.	I смена			II смена		
			Σ	М	Ж	Σ	М	Ж
1	Основные и вспомогательные рабочие	183	132	90	42	51	35	16
2	Инженерно-технические работники (ИТР)	24	17	12	5	7	5	2
3	Счетно-конторский персонал (служащие)	5	5		5			
4	Младший обслуживающий персонал	5	3		3	2		2
	Всего	217	157	102	55	60	40	20

Укрупненный расчет площадей санитарно-бытовых помещений цеха выполняется в следующем порядке:

- площадь для размещения гардеробных (двойной закрытый шкаф) $S_{сб-г}$ – 0,43 м² на один шкаф на каждого рабочего (основные и вспомогательные рабочие) цеха;
- площадь для размещения умывальных $S_{сб-у}$ – 1 кран на 10 чел. в наиболее многочисленной смене (рассчитывается для основных и вспомогательных рабочих цеха – 1,05...1,75 м² на 1 кран);

➤ площадь для размещения душевых (рассчитывается для основных и вспомогательных рабочих цеха) $S_{сб-д}$ – 1 кабина на 15 чел. в наиболее многочисленной смене ($1,6...1,7 \text{ м}^2$ на 1 кабину) и место для переодевания (3 места на 1 кабину по $1,7 \text{ м}^2$);

➤ площадь для размещения комнаты личной гигиены женщин (рассчитывается для всех женщин в наиболее многочисленной смене) $S_{сб-лг}$ – 1 кабина на 50 женщин ($4,6 \text{ м}^2$ на 1 кабину);

➤ площадь для размещения санузлов (рассчитывается для всех работающих в наиболее многочисленной смене) $S_{сб-сн}$ – 1 кабина на 12 женщин или на 18 мужчин ($2,6 \text{ м}^2$ на 1 кабину);

➤ площадь для размещения помещения для курения (рассчитывается для всех работающих в наиболее многочисленной смене) $S_{сб-кур}$ – $0,03 \text{ м}^2$ на 1 мужчину и $0,01 \text{ м}^2$ на 1 женщину;

➤ площадь для размещения медицинского пункта (назначается по количеству работающих в наиболее многочисленной смене) $S_{сб-мед}$: при списочном составе от $50...150$ чел. – 12 м^2 , при списочном составе $151...300$ чел. – 18 м^2 .

➤ площадь для размещения помещения общественного питания 1 посадочное место на 4 чел. работающих в наиболее многочисленной смене ($1,0...1,2 \text{ м}^2$ на 1 посадочное место).

Результаты расчетов рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 6.).

Таблица 6. Результаты расчета площадей санитарно-бытовых помещений цеха (пример).

№	Помещение	Принятое кол-во, чел		Кол-во сан-тех устройств		$S_{уд}, \text{ м}^2$	$S_i, \text{ м}^2$	
		М	Ж	М	Ж		М	Ж
1.	Гардеробные $S_{сб-г}$	125	58	125	58	0,43	53,75	24,94
2.	Умывальные $S_{сб-у}$	90	42	9	5	1,5	13,5	7,5
3.	Душевые $S_{сб-д}$	90	42	6	3	1,7/1,7	20,4	10,2
4.	Комната личной гигиены женщин $S_{сб-лг}$	-	55	-	2	4,6	-	9,2
5.	Санузлы $S_{сб-сн}$	102	55	6	5	2,6	15,6	13
6.	Помещение для курения $S_{сб-кур}$	102	55	-	-	0,03 0,01	3,61	
7.	Медицинский пункт $S_{сб-мед}$	157				18,0	18	
8.	Помещение общественного питания $S_{сб-оп}$	157		40		1,0	40	
...								
	Всего $S_{сб\Sigma}$							

После выполнения расчетов площадей административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха рассчитывается площадь здания административно-бытового назначения

$$S_{адм-бып\Sigma} = S_{ад-к\Sigma} + S_{сб\Sigma}$$

7. Выбор конструкции здания и проектирование компоновочного плана цеха

Компоновочным планом, или компоновкой цеха называется план, выполненный в заданном масштабе (обычно 1:100, 1:200 или 1:400, в зависимости от размера принятого здания) с нанесенными на нем границами производственных и вспомогательных участков, служебно-бытовых помещений, магистральных проездов, но без изображения детального расположения оборудования.

Выбор конструкции здания цеха.

Выбор конструкции здания цеха определяют такие факторы как: характер и размеры объектов производства, объем производства, характер технологического процесса и применяемого оборудования; типы и грузоподъемность подъемно-транспортных средств и пр..

Промышленные здания состоят из железобетонных или металлических конструкций. Стандартами предусматриваются здания прямоугольной формы, состоящие из нескольких параллельных пролетов.

Основные объемно-планировочные параметры здания: ширина пролета, шаг колонн и высота пролета.

Ширина пролета (расстояние между осями колонн в поперечном направлении) принимается равным: для легкого машиностроения – 12 и 18 м, для среднего – 18 и 24 м, для тяжелого – 24, 30 и 36 м).

Шаг колонн (расстояние между осями колонн в продольном направлении) принимается равным 6, 9 или 12 м).

Расстояние между осями колонн в поперечном и продольном направлении образует сетку колонн (рисунок 1). В механических, механосборочных и сборочных цехах наиболее часто применяются сетки 12×6, 18×6, 24×6, 18×12 и 24×12. В тяжелом машиностроении применяются сетки 30×6 и 36×6.

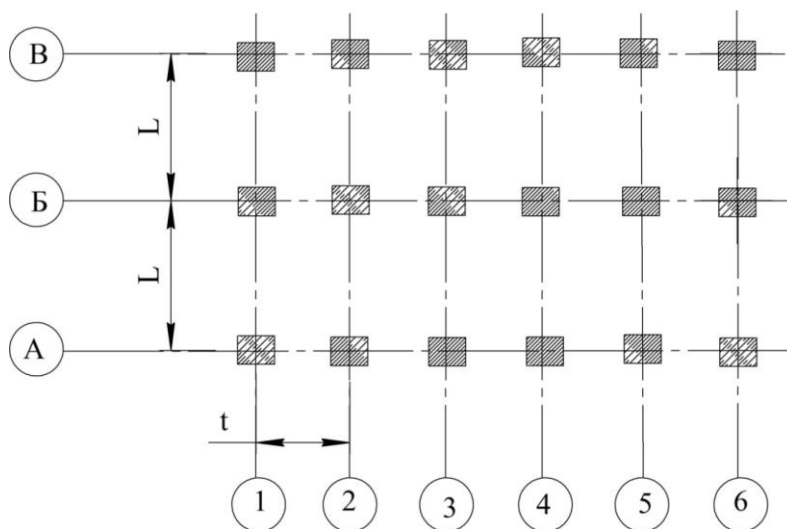


Рисунок 1. Сетка колонн (план пролета)

Так как общая площадь здания цеха $S_{\text{цех-расч}}$ известна, следует задаться размерами сетки колонн и рассчитать варианты количества сеток исходя из следующих условий:

1. Здание цеха должно иметь прямоугольную форму, вытянутую вдоль пролетов;

2. Площадь здания цеха $S_{\text{зд-пр}} \geq S_{\text{цех-расч}}$

Например, расчетная площадь здания цеха $S_{\text{цех-расч}} = 3154,6 \text{ м}^2$. Рассмотрим варианты применения сеток колонн 12×6 , 18×6 , 18×12 и 24×6 . Результаты сведем в таблицу 7.

Таблица 7. Определение размера здания производственной части цеха (пример).

Характеристика здания	Значение			
	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4
Сетка	12×6	18×6	18×12	24×6
Ширина пролета L , м	12	18	18	24
Шаг колонн t , м	6	6	12	6
Площадь сетки, м.кв. $S_{\text{сет}} \text{ м}^2$	72	108	216	144
Количество сеток в цехе $n_{\text{расч}}$	43,8	29,2	14,6	21,9
Количество сеток в цехе $n_{\text{прин}}$	44	30	15	22
Сетка колонн $N_{\text{прол}} \times N_{\text{шаг}}$	4×11	3×10	3×5	2×11
Ширина здания	48	54	54	48
Длина здания	66	60	30	66
Площадь здания $S_{\text{зд-пр}}$	3168	3240	3240	3168
Превышение площади, м^2	+14	+86	+86	+14

Анализ таблицы 7 показывает:

- при использовании варианта 3 первое условие не выполняется;
- при использовании варианта 2 превышение принятой площади над расчетной больше чем при вариантах 1 и 4.

Варианты сеток колонн 1 и 4 по площади здания одинаковы, однако при варианте 4 для конструкции здания цеха требуется 36 колонн (3 ряда по 12 колонн), а для конструкции здания цеха варианту 1 – 60 колонн (5 рядов по 12 колонн) и соответственно, целесообразно использовать для конструкции здания цеха сетку колонн 24×6 .

Высота пролета (расстояние от пола до нижней части несущей конструкции). Выбирается из ряда унифицированных значений по высоте расположения H_1 головки кранового рельса (рисунок 2).

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4.$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, м, но не менее 2,3 м; h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, не менее 0,4 м; h_3 – высота перемещаемого груза с учетом средств его крепления, м; h_4 – высота крана (кран-балки) м, принимается по стандартам

электрических мостовых кранов в пределах 1,2...2,3 метров в зависимости от грузоподъемности крана.

Высота бескрановых пролетов составляет 6...8,4 м, крановых – 10,8...19,8 м.

Каждое здание состоит из отдельных конструктивных элементов. К ним относятся несущие конструкции здания: фундаменты, стены, колонны, перекрытия, покрытия (крыши), лестницы, и ограждающие конструкции здания: перегородки, двери, окна, фонари, ворота и др.

Параметры унифицированных типовых секций промышленных зданий приведены в таблице Д.1, Приложение Д.

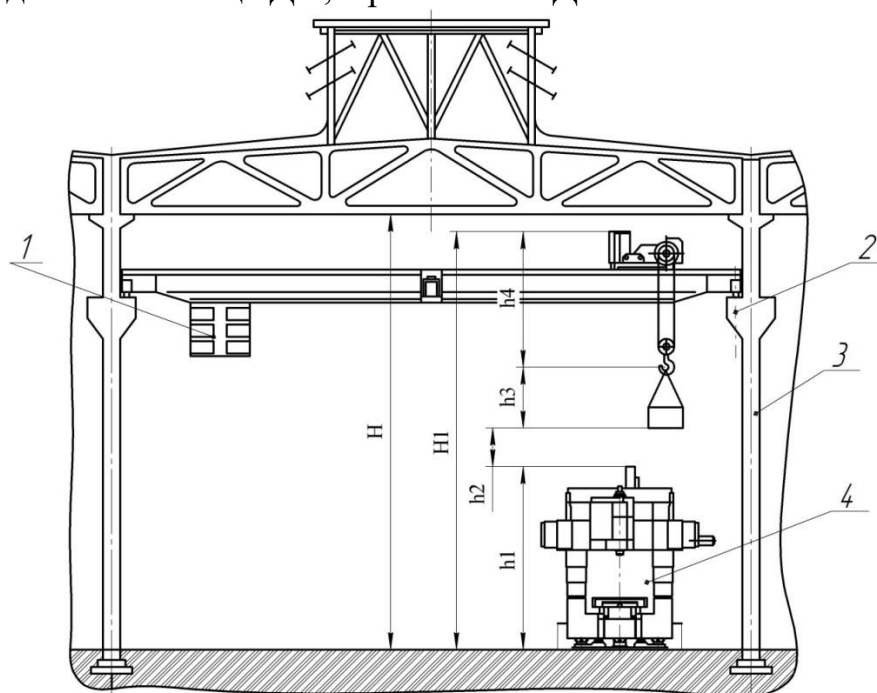


Рисунок 2. Поперечный разрез пролета: 1 – кабина крана; 2 – ось подкрановых путей; 3 – продольная разбивочная ось (колонна); 4 – технологическое оборудование.

Основные элементы конструкции здания

Перекрытия. Наибольшее распространение получили перекрытия балочной конструкции из сборных железобетонных плит шириной от 600 до 2000 мм и длиной 6000 и 12000 мм.

Стены. По материалу стены делят на стены из различных видов каменной кладки, крупнопанельные и облегченные из различных материалов. Промышленные здания с крупнопанельными стенами чаще всего выполняют с ленточным остеклением фасада.

Двери. Двери подразделяются на внутренние и наружные, они могут быть глухими или остекленными, имеют номинальные размеры: от 1 до 2 м по ширине и 1,8...2,4 м – по высоте. Открываются двери только на выход.

Фонари (рисунок 3) устанавливаются на покрытиях промышленных зданий и предназначены для освещения рабочих мест, удаленных от окон, и вентиляции помещений и располагаются вдоль пролета цеха. Размеры и конструкции фонарей унифицированы и принимаются: шириной 6 м для пролетов 12 и 18 м, шириной 12 м для пролетов 24, 30 и 36 м. Номинальную высоту остекления принимают для фонарей шириной 6 м – 1500, 1750 и 2х1250 мм, а для фонарей шириной 12 м – 1750, 2х1250 и 2х1500 мм. Длина фонарей, как правило, не превышает 84 м.

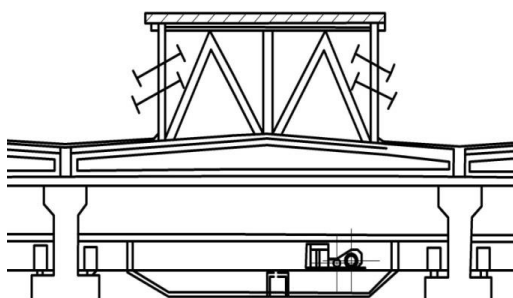


Рисунок 3. Аэрационный фонарь

Окна имеют значительные размеры и предназначены для освещения и вентиляции. Для остекления проемов в стенах производственных зданий устанавливают окна размерами (Д×В) 1790×1770; 2390×1770; 2966×1770 и др. или заполняют проемы стеклоблоками. Низ окна располагают на 1,2 м от пола.

Перегородки. Чаще всего в производственных помещениях устраивают перегородки, высота которых не превышает 2.. 2,5 м (для цеховых конторок, инструментальных и т. д.).

Ворота. Размеры ворот зависят от габаритов грузов и транспортных средств, для пропуска которых эти ворота предназначены. В зависимости от требований заводской технологии размеры ворот должны приниматься и с учетом действующих типовых размеров, мм: 2,4 х 2,4; 3,0 х 3,0; 3,6 х 3,0; 3,6 х 3,6; 3,6 х 4,2; 4,8 х 5,4. Во всех случаях размеры проемов ворот кратны 600 мм. Наименьшая ширина ворот не менее 1,8 м и должна превышать наибольшую ширину транспортных средств не менее чем на 400 мм. Высота ворот не менее 2,4 м и должна превышать высоту транспортных средств не менее чем на 200 мм.

Проектирование компоновочного плана цеха.

На компоновочном плане цеха указывают габариты здания маркировку осей здания, стены капитальные наружные и внутренние перегородки, сетку колонн пролетов, отметки фундаментов колонн; границы между участками; вспомогательные службы, помещения, двери, ворота, окна, магистральные проезды, цеховые подъемно-транспортные средства.

Требования к размещению участков, подразделений и служб цеха при разработке компоновочного плана.

- обеспечение прямоточности производственного процесса, начиная от склада или места поступления заготовок и заканчивая отправкой готовой продукции;
- минимизация путей движения продукции на всем протяжении процесса производства;
- использование наиболее экономичных видов транспорта;
- компактное расположение участков и цехов;
- размещение участков с вредными выделениями и пожароопасных у наружных стен здания, наличие у них дополнительного выхода за пределы здания.

Рекомендации по размещению участков, подразделений и служб цеха при разработке компоновочного плана.

➤ При единичном и серийном производстве цеховой склад металла и заготовок вместе или смежно с заготовительным отделением размещают в начале цеха (поперек пролетов цеха или в отдельном пролете, перпендикулярном к пролетам цеха);

➤ Заготовительное отделение размещают в начале цеха смежно с цеховым складом металла и заготовок. Отделяется сплошными перегородками или перегородками из металлической сетки;

➤ Вдоль склада или складских площадок поперек пролетов цеха устраивают магистральный проезд шириной от 4 м и более в зависимости от применяемых транспортных средств.

➤ Станочные участки располагают на основной площади цеха; при значительной длине технологической линии устраивают поперечные проходы шириной не менее 3...4 м.

➤ В конце цеха поперек всех пролетов устраивают поперечный магистральный проезд шириной не менее 4 м в зависимости от применяемых средств транспорта.

➤ Контрольное отделение располагается перед промежуточным складом или складом готовой продукции в конце цеха, отделяется сплошными перегородками или перегородками из стеклоблоков.

➤ Промежуточный склад располагается в конце пролетов цеха за контрольным отделением, по пути движения деталей из механического цеха в сборочный. Отделяется сплошными перегородками.

➤ В единичном и серийном производствах параллельно контрольному отделению, поперек пролетов, размещают склад готовых деталей и смежно с ним – межоперационный. Отделяется сплошными перегородками.

➤ Заточное отделение размещается в центральной части цеха и должно находиться в крайнем пролете с боковыми окнами. В заточном отделении обязательно должно быть предусмотрено ограждение и вытяжная вентиляция. Отделяется сплошными перегородками.

➤ Инструментально-раздаточная кладовая располагается рядом с заточным отделением в центральной части цеха. Отделяется сплошными перегородками или перегородками из стеклоблоков. Наиболее удобной формой ИРК является вытянутый прямоугольник, поперек которого располагаются стеллажи с инструментом, а по длинной стороне – окна раздачи.

➤ Инструментальное отделение следует располагать как можно ближе к инструментально-раздаточной кладовой и должно находиться в крайнем пролете с боковыми окнами. В секции заточки обязательно должно быть предусмотрено ограждение и вытяжная вентиляция. Отделяется сплошными перегородками.

➤ Склад технологической и инструментальной оснастки располагается как можно ближе к инструментально-раздаточной кладовой. Отделяется сплошными перегородками. Наиболее удобной формой склада является вытянутый прямоугольник, поперек которого располагаются стеллажи с технологической оснасткой и стойки (шкафы) с инструментальной оснасткой.

➤ Ремонтное отделение располагается у наружной стены здания цеха. Отделяется сплошными перегородками или перегородками из металлической сетки;

➤ Моечное отделение располагается в конце цеха рядом с промежуточным складом или складом готовой продукции. Отделяется сплошными перегородками или перегородками из металлической сетки;

➤ Эмульсионная станция и склад масел являются пожароопасными, поэтому они должны располагаться в помещениях у наружной стены с отдельным выходом наружу. Отделяется сплошными перегородками.

➤ Внутрицеховые проезды и проходы совмещают с основными архитектурными осями интерьера или располагают параллельно этим осям.

➤ Вспомогательные отделения механического цеха располагают вдоль наружных стен.

Примеры компоновок механических цехов и поперечного сечения пролетов цеха показаны на рисунках Д.1...Д.4, Приложение Д.

8. Выбор конструкции здания и проектирование компоновочного плана административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха.

Проектирование административно-конторских и санитарно-бытовых помещений помещений ведут на основе норм проектирования (СНиП 2.09.04-87), руководящих материалов и типовых решений.

Размещение административно-конторских и санитарно-бытовых помещений производится с учетом санитарных норм и минимальной затраты времени работающими на выполнение всех надобностей, не связанных с непосредственной работой.

На предприятиях машиностроения вспомогательные помещения располагаются в зданиях, пристраиваемым к основным: в пристройках, примыкающих торцами (рисунок 4, а); в пристройке к торцовой части здания (рисунок 4, б); в пристройке к продольной части здания (рисунок 4, в).

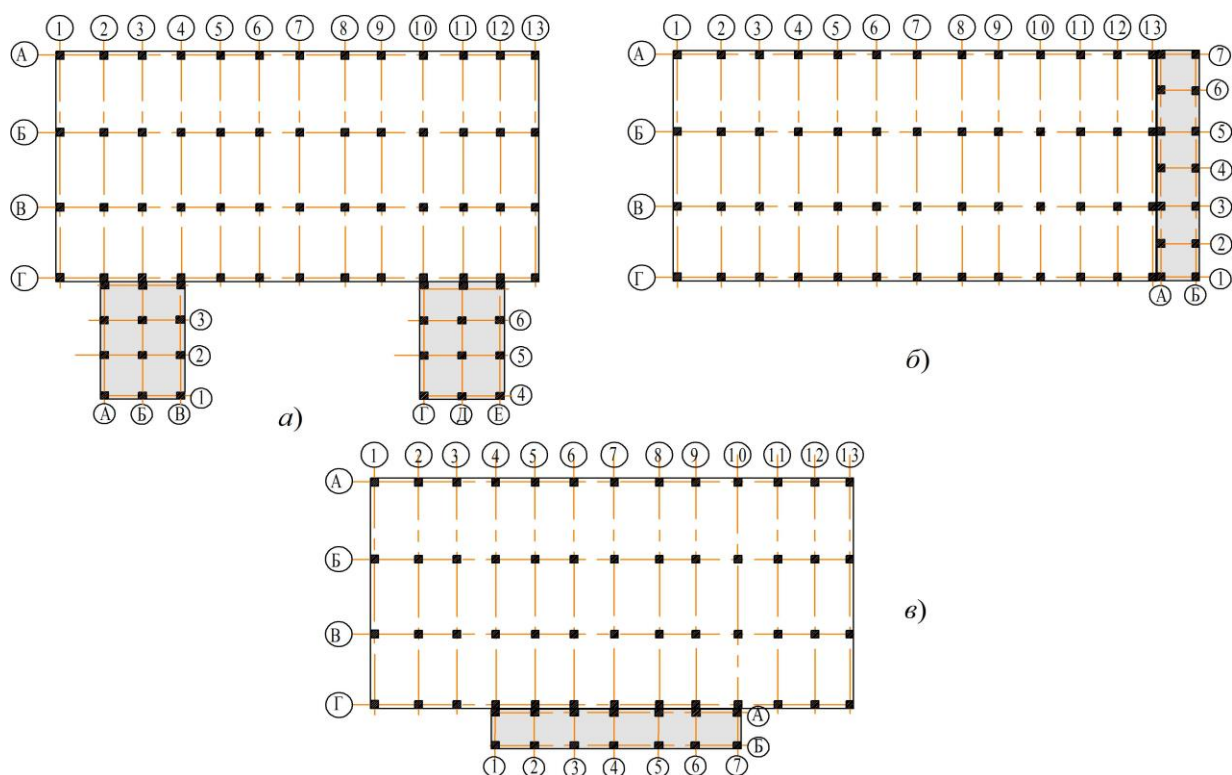


Рисунок 4. Варианты расположения служебно-бытовых помещений относительно производственных.

Расстояние от рабочих мест до бытовых помещений не должно быть более 75 м. Отдельно стоящие вспомогательные здания строятся для производств со значительными вредностями.

Пристраиваемые и отдельно стоящие вспомогательные здания административно-бытового назначения komponуются из унифицированных типовых секций, которые характеризуются шириной 6 и 8 м, длиной 36, 48 и 60 м, сеткой колонн 6х6 м, 6х8 и числом этажей 1, 2, 3 и 4. Высота этажей принимается равной 3,3 и 4,2 м. Высота 4,2 м принимается: при размещении лабораторий и вспомогательных отделений на первом этаже; при площади помещений более 300 м²; при глубине помещений конструкторских бюро более 6 м.

На первом этаже обычно располагают умывальные, пункты питания, уборные, медпункты, гардеробные и душевые, часть вспомогательных отделений цехов и лаборатории, а в верхних этажах административно-конторские и инженерные службы.

Общие правила планировки санитарно-бытовых помещений.

1. Гардеробные для домашней и рабочей одежды, умывальные, душе-

вые и уборные должны быть отдельными для мужчин и женщин.

2. Гардеробные блоки проектируются по зальной системе из расчета обслуживания в каждом зале не более 400...500 человек. В блоках размещены двойные шкафы для хранения уличной и домашней одежды и одинарные шкафы для хранения рабочей одежды. Габаритные размеры двойных шкафов 350 x 500 x 1800 мм; одинарных — 250x500x1800 мм.

3. Гардеробные блоки для работающих в термоконстантных помещениях должны располагаться в непосредственной близости от производственных помещений и соединяться с ними посредством тамбуров – шлюзов. Проход из гардеробных блоков в термоконстантные помещения через другие «не режимные» помещения не допускается.

4. Рекомендуется блокирование гардеробных с умывальными и душевыми помещениями. Душевые кабины устанавливают закрытого типа с местами для переодевания.

5. Душевые, умывальные и уборные не допускается размещать над рабочими помещениями административно-конторских и инженерных служб, пунктов питания и тому подобные.

6. Не допускается установка санитарных приборов (умывальников, душевых кабин и так далее) у наружных стен здания.

7. Должна быть продумана четкая схема движения рабочих через бытовые помещения к рабочим местам и обратно, исключая встречу людей, одетых в загрязненную (рабочую) и чистую одежду.

8. Пункты питания, здравпункты, как правило, должны освещаться естественным светом. В остальных помещениях допускается освещение вторым светом или искусственное освещение.

9. Необходимо стремиться к уменьшению потерь рабочего времени из-за излишней протяженности путей до уборных, душевых, умывальных, здравпунктов и др.

10. Устройства питьевого водоснабжения размещают в проходах производственных помещений, в помещениях для отдыха, в вестибюлях и других местах на расстоянии от рабочих мест не более 75 м.

11. Здравпункты (фельдшерский пункт) располагаются на первых этажах вспомогательных или производственных зданий, вблизи цехов с наибольшим количеством работающих.

12. Курительные помещения предусматриваются в тех случаях, когда курение не запрещено правилами техники безопасности и внутренними актами предприятия, и располагаются на первом этаже у выхода наружу.

13. В здании должно быть не менее двух лестниц, устроенных по правилам пожарной безопасности. Ширина марша лестницы - не менее 1,15 м.

14. Коридоры должны быть шириной не менее 1,4...1,8 м с выходом непосредственно наружу или на лестничные клетки.

Примеры планировок бытовых и служебных помещений показаны на рисунках Д.5, Д.6 Приложение Д. Пример выполнения поперечного сечения пристройки для размещения бытовых и служебных помещений показаны на рисунках Д.7, Приложение Д.

9. Проектирование производственного участка машиностроительного цеха

Исходными данными к проектированию производственного участка машиностроительного цеха (задаются преподавателем в задании на проектирование) являются:

- трудоемкость обработки;
- вес обрабатываемой детали;
- тип участка.

При проектировании производственного участка машиностроительного цеха выполняется:

- расчет количества основного оборудования производственного участка и определение его номенклатуры;
- определение количества и номенклатуры производственного инвентаря;
- расчет площадей производственного участка;
- определение численности и состава работающих на производственном участке;
- разработка планировки производственного участка.

Расчет количества основного оборудования производственного участка и определение его номенклатуры.

Общее количество оборудования участка C_{p-y} определяется:

$$C_{p-y} = \frac{T_{y-общ}}{\Phi_{д.ст} \cdot m \cdot K_z}$$

где $T_{y-общ}$ – общая станкоемкость годовой программы изделий обрабатываемых на участке, н-час.; K_z – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Полученное расчетное количество оборудования C_{p-y} округляют до ближайшего большего целого числа $C_{p-y-пр.}$ и определяют коэффициент загрузки.

Затем определяют количество оборудования по технологическим операциям C_{pi-y} :

$$C_{pi-y} = \frac{T_{pi-оп}}{\Phi_{д.ст} \cdot m \cdot K_z}.$$

где $T_{pi-оп}$ – станкоемкость годовой программы изделий обрабатываемых на данной операции, н-час.

Полученное расчетное количество оборудования по технологическим операциям округляют до ближайшего большего целого числа $C_{\text{ри-у-пр}}$. (должно выполняться условие $\sum C_{\text{ри-у-пр}} = C_{\text{р-у-пр}}$).

Номенклатура оборудования участка определяется согласно технологическим процессам, реализуемым на проектируемом участке.

Результаты расчетов рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 8.).

Таблица 8. Результаты расчета количества оборудования участка (пример).

№	Оборудование	Модель	$T_{\text{ри-оп}} \text{ м. час}$	$C_{\text{ри-у}}$	$C_{\text{ри-у-пр}}$	K_3
1	Токарные	C6163B	1987,6	0,60	1	0,60
		16K20	2354,7	0,71	1	0,71
2	Токарные с ЧПУ	TK36	2689,7	0,81	1	0,81
		HK80	2938,56	0,89	1	0,89
3	Сверлильный с ЧПУ	PZ1610	3124,2	0,94	1	0,94
		BMD703-400CNC	2998,23	0,91	1	0,91
4	Фрезерные с ЧПУ	ГФ-2171	2879,54	0,87	1	0,87
5	Зуборезный	5C280П	3025,9	0,92	1	0,92
6	Кругошлифовальный	3M175	5468,32	1,65	2	0,88
7	Внутришлифовальный	3K229A	2554,36	0,77	1	0,77
			30021,1		11	

Номенклатура (инструментальные тумбы, инструментальные шкафы для хранения инструмента ЧПУ, тара для заготовок, готовых деталей (полуфабрикатов) и для стружки, столы, стеллажи и пр.) и количество производственного инвентаря участка определяется согласно технологическим процессам, реализуемым на проектируемом участке, количеству и моделям технологического оборудования участка.

По окончании расчета числа и определения номенклатуры производственного оборудования и производственного инвентаря для проектируемого участка заполняется заявочная ведомость оборудования участка (см. Приложение Е, таблица Е.1).

Расчет площади производственного участка выполняется по площади, приходящаяся на единицу оборудования или одно рабочее место (удельная площадь) в зависимости от вида обрабатываемых деталей аналогично расчету площади цеха (см. таблицу Б.5, Приложение Б.).

Результаты расчетов площади производственного участка рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 9.).

Определение численности и состава работающих на производственном участке.

При выполнении расчетно-графической работы число производственных рабочих участка $R_{\text{пр-у}}$ определяется по общему нормировочному времени годовой программы изделий обрабатываемых на участке, н-час.

$$R_{\text{пр-у}} = \frac{T_{\text{у-общ}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_{\text{м}}},$$

где $\Phi_{\text{др}}$ – действительный годовой фонд времени работы рабочего, час.; $K_{\text{м}}$ – коэффициент многостаночности (для мелкосерийного и единичного производства $K_{\text{м}}=1,1\dots1,35$, для среднесерийного $K_{\text{м}}=1,3\dots1,5$, для крупносерийного и массового $K_{\text{м}}=1,9\dots2,2$).

Таблица 9. Результаты расчетов площади производственного участка (пример).

Наименование	Модель	Кол-во	Габариты	$S_{\text{уд}}, \text{м}^2$	$S_{\text{общ}}, \text{м}^2$
Токарные станки	C6163B	1	4378x1206	35	35
	16K20	1	2812x1166	25	25
Токарные с ЧПУ	TK36	1	2305x1258	35	35
	HK80	1	4280x2170	35	35
Сверлильные с ЧПУ	PZ1610	1	3600x1950	25	25
	BMD703-400CNC	1	1217x1251	25	25
Фрезерные с ЧПУ	ГФ-2171	1	3100x3135	35	35
Зуборезные	5C280П	1	3170x2180	35	35
Кругошлифовальные	3M175	2	8220x2620	45	45
Внутришлифовальные	3K229A	1	4165x1730	35	35
Всего	-	11	-	-	365

Полученное расчетное количество производственных рабочих $R_{\text{пр-у}}$ округляют до ближайшего большего целого числа $R_{\text{пр-у-п}}$, к которому, при необходимости, добавляют операторов-наладчиков станков с ЧПУ и ГПС после чего окончательно определяют общее количество производственных рабочих $R_{\text{пр-у-общ}}$.

Затем определяют количество производственных рабочих по технологическим операциям $R_{\text{при-у}}$

$$R_{\text{при-у}} = \frac{T_{\text{т-оп}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_{\text{м}}}$$

где $T_{\text{т-оп}}$ – трудоемкость годовой программы изделий обрабатываемых на данной операции, н-час.

Полученное расчетное количество производственных рабочих по технологическим операциям округляют до ближайшего большего целого числа $R_{\text{при-у-пр}}$.

Результаты расчетов рекомендуется свести в таблицу (см. таблица 10).

Число вспомогательных рабочих обслуживающих участок цеха определяют в процентном соотношении от числа производственных рабочих.

$$R_{\text{всп-уч}} = (0,2\dots0,3)R_{\text{пр-у-общ}}$$

Руководит работой участка мастер участка (ИТР).

По окончании расчета численности и формирования состава работающих на участке заполняется сводная ведомость штатного состава участка (Приложение Е, таблица Е.2).

Таблица 10. Результаты расчетов численности и состава работающих на производственном участке (пример).

№	Специальность рабочего	$T_{\text{ти-оп. час}}$	$R_{\text{при-у}}$	$R_{\text{при-у-пр}}$
1	Токарь	4342,3	2,68	3
2	Оператор токарных станков с ЧПУ	5628,26	2,93	3
3	Оператор сверлильных станков с ЧПУ	6122,43	3,17	4
4	Оператор фрезерных станков с ЧПУ	2879,54	1,49	2
5	Зуборезчик	3025,9	1,87	2
6	Шлифовщик	8022,68	4,97	5
	Всего	30021,1		19

Планировка участка – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов, проходов и т. д. Технологическая планировка производится при проектировании участков и коренной перестройке (реконструкции) технологического процесса. Планировка выполняется в масштабах 1:50, 1:100 или 1:200.

Оборудование производственный инвентарь и на планировке участка изображают условным упрощенным контуром (*темплетом*) в предельных размерах с учетом крайних положений движущихся частей станка, открывающихся дверей и кожухов. Внутри контура оборудования (а для мелкого оборудования – вне контура на выносной полке) указывают модель оборудования. Темплеты выбираются из библиотеки темплетов, справочной литературы или создаются проектировщиком.

На планировке должны быть указаны: длина и ширина пролета, шаг колонн, ширина поперечных проходов и проездов; общая длина и ширина участка; привязка оборудования к элементам здания.

Общие требования к планировке участка машиностроительного цеха:

- размещение оборудования производится в соответствии с принятой формой организации технологических процессов и принятым принципом его расположения;
- расположение оборудования, проходов и проездов должно гарантировать удобство и безопасность работы; возможность монтажа и демонтажа, ремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструмента; удобство уборки отходов.
- расположение оборудования должно быть увязано с применяемыми подъемно-транспортными средствами.
- в планировках должны быть предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключаящие

возвратные движения. Грузопотоки не должны пересекаться между собой, а также не пересекать и не перекрывать основные проезды, проходы и дороги

- на планировке должно быть показано все оборудование и устройства, относящиеся к рабочему месту: производственное оборудование; место расположения рабочего у станка во время работы; верстаки, рабочие столы, подставки; места для производственного инвентаря; транспортные устройства, относящиеся к рабочему месту; площадки для контроля деталей и др..

- на планировке должны быть показаны: строительные элементы: стены наружные и внутренние, колонны, перегородки (с указанием их типа), дверные и оконные проемы, ворота, и т. п., а также магистральные и внутрицеховые проезды;

- оборудование на планировке изображают условным упрощенным контуром (*темплетом*) в предельных размерах с учетом крайних положений движущихся частей станка, открывающихся дверей и кожухов. Внутри контура габарита оборудования (а для мелкого оборудования – вне контура на выносной полке) указывают модель оборудования;

- производственный инвентарь (инструментальные тумбы, тара для заготовок и готовых деталей (полуфабрикатов), плиты разметочные, верстаки, столы, стеллажи, тара для стружки) изображаются на плане по контуру габарита с простановкой внутри контура условных обозначений.

- технологическое оборудование на планировке должно быть привязано размерами (минимум двумя) к неподвижным элементам строительных конструкций здания цеха.

Варианты расположения технологического оборудования.

При создании производственных участков возможны два варианта размещения технологического оборудования: линейный и круговой. Типовые схемы линейного варианта расположения технологического оборудования приведены на рисунке рисунках Е.1, Приложение Е.

Линейный вариант размещения оборудования может быть реализован при расположении оборудования вдоль, поперек трассы межоперационного транспорта и под углом к ней. Наиболее удобное и распространенное расположение технологического оборудования — вдоль транспортной трассы. Поперечное расположение применяют в случае, когда достигается лучшее использование площади или когда при продольном расположении получаются слишком длинные линии.

Кольцевое расположение технологического оборудования целесообразно для многостаночного обслуживания с помощью промышленных роботов, работающих в цилиндрической системе координат, но создает трудности для использования межоперационного транспорта и инженерных коммуникаций, а также требует больших площадей.

Основные принципы размещения станков:

➤ Участки, занятые станками, должны быть, по возможности, наиболее короткими. В машиностроении (40...80 м). Зоны заготовок и готовых деталей включаются в длину участка.

➤ Технологические линии могут располагаться как вдоль пролетов, так и поперек.

➤ Станки вдоль участка могут располагаться в два, три и более рядов. При расположении станков в более чем один ряд между ними должен быть предусмотрен проход (проезд) для транспорта. Схемы расположения станков вдоль участка при расположении станков в более чем один ряд приведены на рисунках Е.2, Приложение Е.

➤ Станки на участке, по отношению к проезду могут располагаться вдоль, поперек, и под углом. Схемы расположения станков на участке по отношению к проезду вдоль, поперек и под углом приведены на рисунках Е.3, Приложение Е.

➤ Для лучшего использования площади револьверные станки, прутковые автоматы, протяжные, расточные, продольно-фрезерные и продольно-шлифовальные станки располагают под углом или в шахматном порядке. Схемы расположения станков на участке по отношению к проезду под углом или в шахматном порядке приведены на рисунках Е.4, Приложение Е.

➤ Станки по отношению друг к другу могут располагаться фронтально, «в затылок» или тыльными сторонами (рисунок Е.5, Приложение Е.).

➤ Крупные станки не следует размещать у окон, чтобы избежать затемнения цеха;

➤ При поперечном расположении станков затруднено их обслуживание (подача заготовок, обмен инструментов, приемка деталей и т.д.) так как приходится предусматривать поперечные проходы для доставки деталей на тележках или электрокарах к рабочим местам.

➤ Станки в поточных линиях с применением рольгангов или других конвейеров могут устанавливаться относительно них параллельно (рисунок Е.6, а, Приложение Е), перпендикулярно (рисунок Е.6, б, Приложение Е), либо могут быть встроены в линию рольганга или конвейера (рисунок Е.6, в, Приложение Е).

Расстояние между станками, а также между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширина проездов в зависимости от различных видов транспорта (см. рисунок Е.5, Приложение Е) регламентированы нормами технологического проектирования, приведенными в таблицах Е.3, Е.4, Е.5, Приложение Е.

Примеры выполнения планировки участка механической обработки показаны на рисунках Е.7, Е.8, Приложение Е.

10. Энергетический расчет цеха

Проектирование машиностроительного цеха заканчивается в определении его технико-энергетических показателей.

Для разработки энергетической части проекта машиностроительного цеха необходимы исходные данные по отдельным видам энергии: электроэнергии, сжатого воздуха, воды, пара, топлива и др.

Расчет расхода электроэнергии.

Для расчета расхода электроэнергии предварительно составляется спецификация электропотребителей цеха. При ее составлении потребители разбиваются на группы, однородные по характеру потребления энергии. По каждой группе определяется суммарная установленная мощность и коэффициент спроса (таблица Ж.1, Приложение Ж).

Годовой расход силовой электроэнергии определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_c = \sum_1^n (K_c \sum_1^m w_y) \cdot \Phi_d \cdot m \cdot K_3$$

где w_y - установленная мощность-го потребителя, кВт; n - число групп однородного режима потребления; Φ_d - действительный годовой фонд времени работы при m сменном режиме, ч; K_3 - средний коэффициент загрузки оборудования по цеху.

Расход электроэнергии на освещение $-\mathcal{E}_o$ определяется исходя из норм расхода на освещение одного m^2 площади пола и продолжительности осветительного периода Φ_o в часах.

$$\mathcal{E}_o = \sum S_{\Pi} \Phi_{oi} w_{\Pi}$$

где S_{Π} - площадь пола i -того помещения, m^2 ; Φ_{oi} - продолжительность осветительного периода, ч. (для складских, административных помещений и цеховых бюро $\Phi_o=500$ ч; для производственных, вспомогательных и бытовых - $\Phi_o=2100$ ч.); w_{Π} - норма расхода на освещение одного m^2 площади пола.

Нормы расхода электроэнергии на освещение приведены в таблице Ж.2, Приложение Ж.

Для местностей, расположенных на широте $40...60^\circ$, принимают следующие величины годовой осветительной нагрузки (ч):

- для основных производственных и вспомогательных цехов, транспортных устройств и бытовых помещений - 2100;
- для энергетических устройств - 4000...5000;
- для лабораторий, конструкторских и технологических отделов, складских зданий, заводоуправлений - 500.

Воздухоснабжение.

Сжатый воздух применяется для обдувки станков от стружки, деталей после мойки, узлов и изделий при сборке, для пневматических зажимов технологической оснастки, пневматических инструментов, пневматических прессов и молотов, дробеструйных аппаратов, распылителей краски, пневматических толкателей, подъемников и др. Годовой расход сжатого

воздуха рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{св}} = \Phi_{\text{д}} \sum_{i=1}^n q_i K_{\text{з}} K_{\text{н}} \cdot 10^{-3}$$

где q_i – расход воздуха при непрерывной работе (таблица Ж.3, Приложение Ж) м³/ч; $K_{\text{н}}$ – коэффициент использования воздухоприемника; $\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работа оборудования с учетом сменности; $K_{\text{з}}$ – средний коэффициент загрузки станков по времени. Максимальный часовой расход воздуха определяется по номинальному расходу с учетом одновременности включения воздухоприемников (таблица Ж.4, Приложение Ж).

Для укрупненных расчетов можно принимать следующие данные при определении потребности в сжатом воздухе:

- Обдувка станков. Количество станков, подлежащих обдувке, принимается 10...15% от общего количества станков цеха; расход сжатого воздуха в среднем 1,5...2,0 м³/ч на каждый станок, потребляющий воздух.

- Обдувка деталей после мойки в баках и узлов и изделий при сборке. В среднем расход 1,0...1,2 м³/ч на одно установленное сопло.

- Пневматические зажимы. Количество станков, на которых применяются приспособления с пневматическими зажимами, в зависимости от типа производства принимают 15...30% и более от общего количества станков цеха. На один станок с пневматическим зажимом в приспособлениях расходуется в среднем до 4 м³/ч.

- Пневматические инструменты. Расход сжатого воздуха зависит от типоразмера пневматического инструмента и коэффициента его использования. При непрерывной работе инструмента расход воздуха принимается по паспортным данным инструмента. Коэффициент использования инструмента 0,2...0,5 и выше. Для укрупненных расчетов средний расход сжатого воздуха можно принимать 2,5...4,5 м³/ч на каждый присоединенный инструмент.

- Пневматические подъемники. Для укрупненных расчетов расход сжатого воздуха в подъемниках грузоподъемностью 170...1700 кг можно принимать 0,07...0,4 м³ на один подъем.

- Распылители краски. Расход воздуха распылителями зависит от типа распылителя и диаметра сопла. При укрупненных расчетах средний расход сжатого воздуха можно принять 2,0...2,5 м³/ч. в зависимости от выбранного типа распылителя.

Водоснабжение.

Вода в цехах употребляется на производственные и бытовые нужды.

Вода на производственные нужды идет на приготовление охлаждающих смесей, промывку деталей, охлаждение и закалку в установках токов высокой частоты, испытание узлов и изделий, для гидрофильтров распылительных камер и т. д.

- в среднем на каждый установленный станок расходуется 0,6 л/ч воды. Максимальный часовой расход рассчитывают исходя из емкости системы

охлаждения и времени ее наполнения после очистки и промывки. Время наполнения принимается 1 ч.

➤ промывка деталей в баках. Расход воды зависит от емкости бака и габаритов деталей, для баков емкостью 1,5...2,5 м³ средний часовой расход составляет 10...13 л, а максимальный часовой расход – 2000 л.

➤ промывка деталей в машинах. Расход воды принимается по паспортным данным моечных машин. Ориентировочно средний часовой расход воды 0,12...0,5 м³ на 1 т промываемых деталей.

➤ гидравлические испытания. Расход воды зависит от размеров деталей (емкости полости детали, заполняемой водой), условий и длительности испытания. Например, для испытания блока цилиндров двигателей расходуется 2 л воды на блок.

➤ гидрофильтры в распылительных камерах. Вода применяется для осаждения распыленной в воздухе краски. Расход воды принимается по паспортным данным камер. При укрупненных расчётах можно принимать расход воды в гидрофильтрах 0,01...0,02 м³ на 1 м³ объема распылительной камеры.

➤ установки ТВЧ. При укрупненных расчётах можно принимать следующий среднечасовой расход воды в установках токов высокой частоты:

Мощность установки, кВт	15...30	60...100	100
Средний расход воды, м ³	2...4	4...6	6...8

Общий годовой расход воды на производственные нужды:

$$Q_{\text{в}}^{\text{п}} = \Phi_{\text{д}} \sum_{i=1}^n q_i C_i K_{\text{зи}} \cdot 10^{-3}$$

где $\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования; n – количество типов оборудования; q_i – расход воды на единицу оборудования; C_i – количество потребителей данного типа; $K_{\text{зи}}$ – средний коэффициент загрузки оборудования по времени.

Вода на бытовые нужды. Определение годового расхода воды ведется из расчета:

➤ для хозяйственно-питьевых нужд: в цехах со значительными тепловыделениями $q_{\text{хп}}=35$ л, в остальных цехах $q_{\text{хп}}=25$ л в смену;

➤ для душевых в производствах, связанных с загрязнением тела, $q_{\text{д}}=40$ л; в производствах с выделением большого количества загрязняющей пыли или пыли и влаги, а также связанных с обработкой ядовитых веществ, $q_{\text{д}}=60$ л на процедуру;

➤ для групповых умывальников: при загрязненных производствах $q_{\text{у}}=5$ л, при чистых производствах – 3 л на процедуру.

Общий годовой расход воды на бытовые нужды:

$$Q_{\text{в}}^{\text{б}} = \Phi_{\text{рд}} (q_{\text{хп}} P + q_{\text{д}} P_{\text{р}} + q_{\text{у}} P_{\text{р}}) \cdot 10^{-3}$$

где $\Phi_{\text{рд}}$ – число рабочих дней в году; P – общая численность персонала цеха; $P_{\text{р}}$ – списочное число рабочих в цехе.

Общий годовой расход воды

$$Q_B = Q_B^u + Q_B^6$$

Теплоснабжение.

Машиностроительные цеха потребляют тепловую энергию в виде пара для производственных и хозяйственно-бытовых нужд (отопление и вентиляцию).

Пар на производственные нужды расходуют на подогрев смесей при приготовлении СОТС, воды в моечных машинах, обогрев сушильных камер и т. п.

Средний расход пара:

➤ на подогрев смесей при приготовлении СОТС $q_{oc}=0,16...0,19$ кг/ч на каждый литр расходуемой воды;

➤ для нагревания сушильных камер при температуре сушки $100...110^{\circ}\text{C}$: камер периодического действия $q_{суш}=80...100$ кг/ч, для конвейерных камер $q_{суш}=45...75$ кг/ч

➤ для нагревания воды в моечных машинах (на 1 т обрабатываемых деталей и транспортирующих устройств) $q_m=50...75$ кг/час.

Количество пара для технологических потребителей (в моечных машинах, для приготовления СОТС) в тоннах в год можно рассчитать как:

$$Q_{пт} = 25,5 \cdot G \cdot 10^{-3}.$$

где G – масса деталей (чистый вес) обрабатываемых в цеху в год, кг.

Пар для отопления и вентиляции. Расход пара определяют из расчета возмещения тепловых потерь здания, которые составляют $62...85$ кДж /ч на 1 м^3 здания. Если здание имеет искусственную вентиляцию, то тепловые потери принимаются суммарно по отоплению и вентиляции в размере $104...146$ кДж /ч на 1 м^3 здания.

Годовая потребность пара на отопление и вентиляцию в тоннах составляет

$$Q_{по} = \frac{q_t \Phi_{от} V}{j} \cdot 10^{-3}$$

где V – объем здания по наружным размерам, м^3 ; q_t – расход тепла на 1 м^3 объема здания, кДж/ч (принимается 147 кДж/час); $\Phi_{от}$ – длительность отопительного периода, час; j – теплота испарения, кДж /кг (принимается 2260 кДж/кг).

Общий расход пара по цеху

$$Q_{пар} = Q_{пт} + Q_{по}.$$

Результаты расчетов технико-энергетических показателей цеха рекомендуется свести в таблицу (см. таблица Ж.5, Приложение Ж).

11. Последовательность выполнения расчетно-графической работы.

1. Получить у преподавателя вариант задания для выполнения расчетно-графической работы.

2. По таблице А.1, Приложение А, выбрать исходные данные для расчета производственной программы механического цеха, рассчитать суммарные трудоемкость и станкоемкость деталей, обрабатываемых в цехе.

3. Рассчитать общее количество основного оборудования проектируемого цеха.

4. Используя данные таблицы Б.2 Приложение Б, для полученного варианта задания определить станкоемкость по группам оборудования, рассчитать количество единиц основного оборудования по группам и определить его номенклатуру. Заполнить заявочную ведомость основного оборудования цеха (см. таблицу Б.4, Приложение В).

5. Рассчитать производственную площадь цеха.

6. Определить состав вспомогательных отделений цеха, количество и номенклатуру вспомогательного оборудования, рассчитать вспомогательные площади проектируемого цеха. Заполнить заявочную ведомость дополнительного оборудования (см. таблицу В.14, Приложение В).

7. Рассчитать численность и состав работающих в проектируемом цехе. Рассчитать количество производственных рабочих, вспомогательных рабочих, вспомогательных рабочих, контролеров, ИТР, служащих и МОП. Заполнить сводные ведомости производственных рабочих, вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников, служащих и сводную ведомость штатного состава цеха (см. таблицы Г.1, Г.3, Г.4, Г.5, Г.6, Приложение Г).

8. Составить перечень необходимых административно-бытовых помещений цеха и выполнить расчет площадей, необходимых для их размещения.

9. Выбрать схему и конструкцию производственного здания цеха. Рассчитать высоту производственного здания.

10. Выбрать схему и конструкцию здания для административно-бытовых помещений цеха. Назначить высоту административно-бытовых помещений.

11. Составить перечень производственных участков цеха.

12. Рассчитать характеристики заданного производственного участка цеха (количество и типы станков, площадь участка, штат участка). Заполнить заявочную ведомость оборудования участка и сводную ведомость штатного состава участка (см. таблицы Е.1, Е.2, Приложение Е).

13. Выполнить энергетический расчет проектируемого цеха и заполнить таблицу технико-экономических показателей спроектированного цеха (см. таблицу Ж.5, Приложение Ж).

14. С применением программного обеспечения (программа КОМПАС-3D V16 и выше) разработать проект компоновки зданий машиностроительного цеха и административно-бытовых помещений.

15. На компоновке производственного здания цеха определить расположение проектируемого производственного участка и разработать планировку производственного участка цеха.

Рекомендуемая литература

1. Вороненко В.П. Проектирование машиностроительного производства [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Вороненко, М.С. Чепчуров, А.Г. Схиртладзе; под ред. В. П. Вороненко. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93588>.
2. Горохов В.А. Проектирование механосборочных участков и цехов [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе. Минск: Новое знание, 2014. – 540 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/49454>.
3. Киселев Е.С. Выполнение технологических планировок механосборочных и вспомогательных цехов на ПЭВМ: учебное пособие / Е.С.Киселев, В.В Богданов. Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 96 с
4. Киселев Е.С. Проектирование механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий: учебное пособие. / Е.С. Киселев. Ульяновск: УлГТУ, 1999. – 118 с.
5. ОНТП 09-93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Ремонтно-механические цехи. Роскоммаш, 1993. – 28 с.
6. ОНТП-14-93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообработывающие сборочные цехи. – М. : Роскоммаш, 1995. – 67 с.
7. ПОТ Р М-006-97. Межотраслевые правила по охране труда при холодной обработке металлов. Санкт-Петербург, ЦОТНБСП, 2003. – 216 с.
8. Проектирование механосборочных участков и цехов [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г.; Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. – М.:НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2015. – 540с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/483198>
9. Смирнов, А.М. Организационно– технологическое проектирование участков и цехов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Смирнов, Е.Н. Сосенушкин. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 228 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93717>.
10. СП 44.13330.2011. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменениями № 1, 2). – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 34 с.
11. Усачёв Ю.И. Разработка планировочных решений механосборочных цехов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.И. Усачёв. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 88 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103278>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1. Варианты индивидуальных заданий для определения производственной программы проектируемого цеха.

12	Вариант		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																							Изделие – представитель								Изде- лие 2	Изде- лие 3	Изде- лие 4	Изде- лие 5	Изде- лие 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
																							$T_{ит}$ на операцию, мин																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
47800	58200	74560	57200	71200	64200	45500	39000	47000	47000	52000	87000	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4,36	6,35	4,68	4,65	1,56	3,56	2,56	3,09	2,89	3,28	4,56	3,16	Операция 005	Операция 010	Операция 015	Операция 020	Операция 025	Операция 030	Операция 035	Операция 040	Программа выпуска	$K_{нр}$	Программа выпуска	$K_{нр}$	Программа выпуска	$K_{нр}$	Программа выпуска	$K_{нр}$	Программа выпуска	$K_{нр}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
4,58	5,78	5,56	5,87	2,65	3,98	2,89	2,24	2,47	2,47	2,47	0,98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	1
50000	74200	47800	74560	45500	75000	50000	27500	25000	18600	47500	74200	87500	50000	36000	21500	21500	18000	2
2,89	4,36	2,56	4,68	3,56	3,89	4,23	4,87	3,45	7,41	3,56	3,56	3,56	2,89	3,56	4,57	5,47	8,98	3
2,89	5,56	4,58	3,25	2,98	3,25	4,51	4,56	4,56	8,12	4,52	3,25	3,25	2,98	3,24	2,15	3,29	5,16	4
2,97	5,47	4,61	3,98	2,87	3,74	4,56	5,41	5,41	6,14	5,45	3,98	3,98	2,87	3,65	2,39	6,41	2,39	5
3,56	4,56	4,87	3,45	2,96	3,69	4,57	4,23	4,23	5,64	4,31	3,45	3,45	2,96	3,68	3,45	6,45	8,77	6
2,99	6,12	4,25	3,78	2,65	3,68	4,51	4,69	3,87	6,17	6,17	3,78	3,78	2,65	3,34	3,69	2,58	11,23	7
3,41	6,08	4,68	3,21	2,67	3,9	4,75	5,45	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	2,67	3,61	2,88	3,51	9,54	8
5,23	7,84	4,05	3,45	2,81	4,05	4,78	5,45	5,45	5,45	4,14	3,45	3,45	2,81	3,87	2,87	3,69	4,81	9
5,12	6,97	4,13	3,58	2,84	4,06	4,24	5,12	4,78	4,78	4,78	3,58	3,58	2,84	3,14	3,14	3,96	3,96	10
56000	62300	88500	39000	56400	80000	55600	28600	18600	18600	38900	88500	90000	56000	54200	41200	23300	23300	11
3,4	1,25	1,58	1,31	1,8	0,89	1,45	2	1,95	1,47	2,14	1,31	1,6	1,8	2,2	2,45	2,38	1,58	12
71300	49500	47550	23000	47600	78450	58300	30000	36800	19000	71300	71300	78500	49500	47800	42300	19800	18800	13
2,9	0,97	2,3	0,9	1,9	1,98	1,98	1,98	1,98	2,8	0,8	0,9	1,54	1,9	2,6	2,87	2,88	2,3	14
42300	39200	27780	86500	58200	98600	54000	41200	39000	21300	42300	95210	77800	52000	45000	45000	32450	17900	15
3,41	1,97	0,88	1,12	2,2	1,56	2,14	2,05	2,5	2,45	1,89	1,12	1,42	2,2	2,76	2,76	2,9	3,14	16
31500	38450	58600	95210	52000	94500	58800	33500	32000	14800	34600	86500	69000	58200	42310	38800	27700	17750	17
2,68	1,53	1,1	1,41	2,3	1,48	2,54	2,7	2,9	3,12	2,54	1,41	1,65	2,3	3,1	3,23	2,98	1,56	18
68500	34650	42800	34150	81500	87600	56450	34700	28900	18000	57200	81500	74500	68500	41800	38750	31600	14600	19
3,54	1,41	0,87	1,53	2,2	1,86	3,1	2,8	2,84	3,14	3,14	1,53	1,63	2,2	2,2	2,31	1,78	1,47	20

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Таблица Б.1. Значения коэффициентов загрузки оборудования

Группа оборудования		K_u	K_z	
Универсальные станки		0,90	0,95...1,0	0,80
Станки с ЧПУ		0,85	0,95	0,90
Автоматы и полуавтоматы	одношпиндельные	0,85	0,95...1,0	0,85
	многошпиндельные	0,80	0,90	0,90
Агрегатные станки		0,80	0,90	0,90
Автоматические линии		0,75	0,95...1,0	0,90

Таблица Б.2. Распределение трудоемкости по группам технологического оборудования в % от общей трудоемкости.

№ варианта	Тип оборудования												
	Токарные универс.	Токарные с ЧПУ	Токарно-револьв.	Сверлильные	Сверлильные ЧПУ	Фрезерные	Фрезерные с ЧПУ	Расточные	Шлифовальные	Протяжные	Зубообрабатываю-	Специальные	Агрегатные
1	14	6	10	12	7	14			10		19	8	
2	6	4	11	8	9	11	5	2	14		12	9	9
3	21	11	10	11	5	9	8	5	11	4	5		
4	9	9	17	7	6	12	7		8	8	10		7
5	18		8	9	11	7	7	12	5		12	11	
6	10	8	14	5	14	6	10	12	4	2	12		3
7	14		11	14	11		14	8			8	9	11
8	11	4		10	17	8	10	10		6	10	5	9
9	8	8	10		9	9	15	7	9		7	6	12
10	5	11	12		18		8	9	12		9	9	7
11	11	7	7	10	9	14				14	6	10	12
12	14	6	10	6	12	12	2	14		8		8	8
13	11		14	11	4		5	11	4	21	8		11
14	15	8	10	8	8	2		5	8	9	9	11	7
15	9	9	17	5		12	12	5		18		4	9
16	18		8	10		19	7	14		10	7	7	
17	10	12		14		17	9	11		14	6	7	
18	14	8	16	11	9		8	9		11		14	
19	10	10		9	8	10		14		21	8	10	
20	17	7	14	9		12	6			9	9	17	
21	14		11	7	7	8	12	7	14	12		8	
22	11	7	10	6	9	7	6	9	6	7	14		8
23	7	14	11		10	8	8	5	9	9	11		8
24	9	11	13	8	10	5	7	6	7	5	9	10	
25	5	9	9	9	17		9	11	7	2	8	7	7
26	11	9	21	14	11	7	5	2	14	1	3		2
27	10	6	10	10	15	8	8	4	9	2	9	7	2
28	11	8	14	10	6	10	6	2	8	1	12	8	4
29	19	8	10		18		7	12	9		8	4	5
30	9	9	17	10	9	14	10	6	7	3		5	1

Таблица Б.3. Процентный состав основного оборудования.

Типы станков	% состав оборудования механических цехов			
	Приборостроение	Станкостроение	Автомобилестроение	Тяжелое машиностроение
Токарные, токарно-револьверные	28	23	25	23
Расточные	10	3	2	35
Сверлильные	15	10	21	17
Агрегатные	5	3	10	—
Строгальные, долбежные	1	4	—	5
Фрезерные	15	15	7	7
Протяжные	—	1	3	2
Зубообрабатывающие	8	6	9	1
Шлифовальные	10	12	11	1
Резьбонарезные	2	3	1	1
Отрезные	1	1	—	1
Автоматы и полуавтоматы	5	10	11	7

Таблица Б.4. Пример заполнения заявочной ведомости основного оборудования цеха.

Заявочная ведомость основного оборудования					Ф.2.1
Наименование	Модель	Кол-во	Мощность		Габариты
			Единицы	Всего	
Токарно-винторезные	1A616	7	4,5	31,5	2135x1225
	16K20	4	11	44	2812x1166
Токарные ЧПУ	KDCK-40F CNC	6	15	90	3375x2250
Вертикально-сверлильные	2H125	2	2,2	4,4	2350x785
	2H135	3	4	12	2385x825
	2H150	1	7,5	7,5	2930x890
Сверлильные с ЧПУ	BHX-050 Weeke	7	2,3	16,1	2920x1658
Фрезерные с ЧПУ	VCenter-H630	3	7	21	3978x5396
	VCenter-H1000	2	9	18	4580x8400
Круглошлифовальные	3M152B	3	10	30	4365x2165
Внутришлифовальные	3K228A	1	14,5	14,5	3535x1460
Горизонтально-фрезерные	HBF206	3	13,1	39,3	5250x1850
Универсальные фрезерные	FPKS	2	4,5	9	1980x1350
Координатно-расточные	2A430	6	2	12	1340x1500
Зубообрабатывающие	SF500 CNC	7	26	182	2260x1650
Верстаки слесарные	BCO-02	9	-	-	1500x750
	BM-02	5	-	-	1100x700
Сварочные полуавтоматы	ПКЭ-25	4	3,5	14	620x520
И т.д.					
Итого:		75		653,3	

Таблица Б.5. Нормы удельной площади для механических цехов серийного производства

Участки обработки технологических групп деталей	Габаритные размеры (длина×ширина), мм		Удельная общая площадь, м ²
Базовые детали (плиты, станины)	до 4000×2000		150
	до 3000×1500		100
Корпусные детали	до 2000×1000		40
	до 700×500		30
Планки, кронштейны, вилки	Диаметр		Длина
Тела вращения	320..1000	700..3000	120
	200..320	до 700	80
	до 65	до 100	45

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Таблица В.1. Нормы запаса материалов и заготовок на складе в зависимости от типа производства

Вид материала и заготовок	Нормы запаса, сутки				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
Сортовой материал; мелкие и средние отливки и поковки	10	8	6	4	2 (на площадках)
Крупные отливки и поковки (свыше 100 кг)	10	8	6	1,5	0,5 (на площадках)

Таблица В.2. Нормы грузонапряженности площади склада в зависимости от вида и размеров заготовок

Удельный вес материала, т/м ³	Виды и размеры заготовок		
	Сортовой материал	Отливки, поковки и штамповки	
		Мелкие и средние	Крупные
Менее 4	1,2	0,7	1,2
4 и более	2,5...3	2...3	1,5...2

Таблица В.3. Нормы запаса готовых изделий на промежуточном складе в зависимости от типа производства

Размер деталей	Нормы запаса, сутки				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
Мелкие и средние	15	10	7	4	2
Крупные (>100 кг)	6	4	2	1	0,5

Таблица В.4. Нормы грузонапряженности площади промежуточных и межоперационных складов в зависимости от размеров деталей

Удельный вес материала, т/м ³	Нормы грузонапряженности площади складов			
	промежуточных		межоперационных	
	мелких и средних деталей	крупных деталей	мелких и средних деталей	крупных деталей
Менее 4	0,4	0,6	0,3	0,6
4 и более	1	1,5	0,9	1,7

Таблица В.5. Нормы использования специальных заточных станков.

Наименование спец. заточного станка	% от числа обслуживаемых станков
Станок для заточки червячных фрез	10
Станок для заточки резцовых головок	5
Станок для заточки долбяков	5
Станок для заточки протяжек	5
Станок для заточки циркулярной пилы	1

Таблица В.6. Нормы распределения станков по типам.

Наименование заточного станка	% от общего числа заточных станков
Универсальные заточные станки	40...50
Заточные станки для резцов из быстрорежущей стали	12...20
Спец. станки для заточки твердосплавных резцов	12...20
Заточные станки для сверл	10...20
Универсальные круглошлифовальные	6...10
Универсальные плоскошлифовальные	6...10
Наждак	0,5...1

Таблица В.7. Нормы для расчета площади цеховых инструментально-раздаточных кладовых при двухсменной работе.

Кладовые	Объекты хранения	Тип производства			
		массовое	крупносерийное	среднесерийное	мелкосерийное
Инструментально-раздаточные	Режущий и вспомогат. инструмент	0,1...0,2	0,2...0,6	0,25...0,7	0,4...0,9
	Измерительный инструмент	0,1...0,2	0,1...0,2	0,15...0,3	0,3...0,5
	Режущий, вспомогат. и измерительный инструмент	0,2...0,3	0,3...0,8	0,4...1,0	0,7...1,4
Абразивов	Шлифовальные и полировальные круги	0,4...0,5	0,4...0,6	0,45...0,7	0,5...0,8
Вспомогательных материалов	Обтирочные и хозяйственные материалы	0,1	0,1	0,1	0,1

Таблица В.8. Нормы для расчета площади склада технологической и инструментальной оснастки при двухсменной работе (меньшие значения относятся к малым станкам, большие – к крупным).

Технологической оснастки	Оснастка для установки деталей на станках	0,15...0,2	0,25...0,6	0,35...0,5	0,6...1,2
Инструментальной оснастки	Оснастка и все виды инструмента	0,35...0,5	0,55...1,4	0,75...1,9	1,3...2,6

Таблица В.9. Количество оборудования и рабочих мест слесарей ремонтного отделения в зависимости от количества основного оборудования цеха.

Количество оборудования в цехе	Количество оборудования в ремонтном отделении	Количество оборудования в цехе	Количество рабочих мест слесарей в ремонтном отделении
до 150	3...5	до 150	3...4
200	4...6	200	3...5
300	4...7	300	4...7
400	5...8	400	4...7
500	6...8	500	5...8
600	7...9	600	6...8
700	9...12	700	7...10
800	10...13	800	9...12

Таблица В.10. Показатели удельной площади для ремонтного отделения.

Количество оборудования в ремонтном отделении	$S_{уд-ст}$ на единицу оборудования, м ²	$S_{уд-сл}$ на одно рабочее место слесаря, м ²	$S_{уд-доп}$ на единицу оборудования, м ²	$S_{уд-зп}$, площадь склада запчастей.
3...6	31...32	28...30	15...18	4
7...10	29...30	26...29	13...15	3,5
11...15	27...28	25...27	11...13	3

Таблица В.11. Нормы определения площади отделения для приготовления и раздачи СОТС в зависимости от количества станков

Количество станков	30...60	60...100	100...200	200...300	300...400
$S_{уд-СОТС}$, м ²	35...40	40...50	50...75	75...100	100...120

Таблица В.12. Рекомендации по выбору способа сбора стружки.

Количество стружки	до 0,3 т в год/1 м ²	0,3...0,65 т в год/ 1 м ²	0,65...1,2 т в год/1 м ²
Метод сбора	в специальные емкости, установленные на механических участках	линейные конвейеры, расположенные вдоль станочных линий и специальная тара конце конвейера	система конвейеров, транспортирующих стружку на накопительную площадку

Таблица В.13. Нормы площади цеховых отделений сбора и переработки стружки в зависимости от числа станков.

Количество станков	до 60	60...100	100...200	200...300	300...400
$S_{сбр.}$, м ²	65...75	75...85	85...105	110...125	130...180

Таблица В.14. Пример заполнения заявочной ведомости дополнительного оборудования вспомогательных отделений цеха.

Заявочная ведомость дополнительного оборудования					Ф.3.1
Наименование	Модель	Кол -во	Мощность		Габариты, мм
			Ед.	Всего	
Универсальные заточные	PP-6025W	3	0,55	1,65	730x710
Оборудование ремонтного отделения					
Токарный станок	16K20	1	11	11	2110x1020
Фрезерный станок	6K81Ш	1	9,3	9,3	2135x1725
Шлифовальный станок	3Л722А	1	11	11	4810x2630
Пресс гидравлический	П6332Б	1	15	15	1250x2090
И.т.д.					
Оборудование заготовительного отделения					
Отрезные	GD-3006	3	0,75	2,25	630x520
Абразивно-отрезные	GD-6006	2	1,1	2,2	530x520
Лентопильные	МАСС 350 А	3	6,2	12,4	2300x1600
Лентопильные	МСК 1000 NH	3	7,5	22,5	5300x1960
Гибочные	WC67Y-100	2	7,5	15	2600x1750
Сортовые ножницы	НГ1430А	2	5,5	11	1530x1490
И.т.д.					
Оборудование отделения удаления и переработки стружки					
Пресс для брикетирования стружки	AMD-16	4	3	12	2500x1150
Оборудование отделения приготовления и раздачи СОТС					
Смеситель для эмульсии	Nimatic A-900	2	1,0	2	680x700
И.т.д.					
Итого:		26		125,3	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

Таблица Г.1. Сводная ведомость производственных рабочих (пример).

Сводная ведомость производственных рабочих									Ф.5.1		
Наименование профессии	Оборудование	Кол-во	Деление по разрядам						Всего раб. чел	I смена	II смена
			1	2	3	4	5	6			
Токари	Токарные	9			8	5	4		17	9	8
Оператор ЧПУ	Фрезерные ЧПУ	2			1	1			2	1	1
Оператор ЧПУ	Сверлильные ЧПУ	2			1	1			2	1	1
Сверловщики	Сверл., расточн.	8			8	4	4		16	8	8
Шлифовщики	Шлифовальные	2				2	1		3	2	1
Протяжники	Протяжные	7			7	5	1		13	7	6
Зуборезчики	Зуборезные	3				3	2		5	3	2
Станочники	Агрегат. станки	4				4	2		6	4	2
Слесари	Верстаки	11			2	5	4		11	11	0
Сборщик	Сборочный стенд	5			10	9	2		21	12	9
Сварщик	Сварочный пост	4			2	4	1		7	4	3
Маляр	Покрасочная камера	3			5	1	2		8	5	3
Итого:		60		0	44	44	23	0	111	67	44

Таблица Г.2. Нормативы для определения числа кладовщиков.

Тип склада	Тип производства		
	Единичное и мелко-серийное	Среднесерийное	Крупносерийное
Материалов и заготовок	125 станков	135 станков	180 станков
Промежуточные и межоперационные	65 станков	80 станков	105 станков
Инструментально-раздаточной кладовая	35...40 станков	55...65 станков	75...85 станков

Таблица Г.3. Сводная ведомость вспомогательных рабочих (пример).

Сводная ведомость вспомогательных рабочих								Ф.5.2	
Профессия	Численность рабочих по разрядам						Всего чел.	I смена	II смена
	1	2	3	4	5	6			
Комплектовщик		1	2				3	2	1
Транспортные рабочие		3	4				4	5	2
Дежурные слесари			3				3	2	1
Дежурные электрики			3				3	2	1
Станочники-ремонтники			2	1	1		4	3	1
Слесари-ремонтники			2	2			2	3	1
Слесари СОТС			2				2	2	
Кладовщики			2				2	2	
Контролеры			1	3			4	3	1
Итого:	0	4	21	6	1	0	32	24	8

Таблица Г.4. Сводная ведомость ИТР (пример).

Сводная ведомость инженерно-технических работников		Ф.5.3
Категория персонала	Кол. чел.	Удельный вес %
Начальник цеха	1	4,55
Зам. начальника	1	4,545
Сменные мастера	8	36,36
Технологи	7	26,22
Конструктора	5	22,73
Старший мастер	1	4,545
Итого:	23	100

Таблица Г.5. Сводная ведомость служащих (пример).

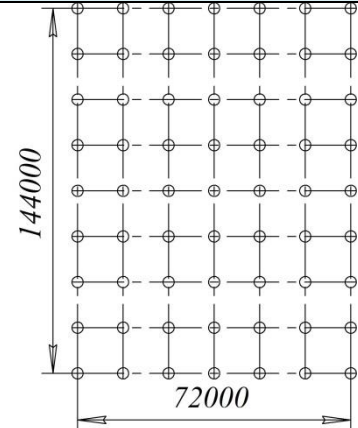
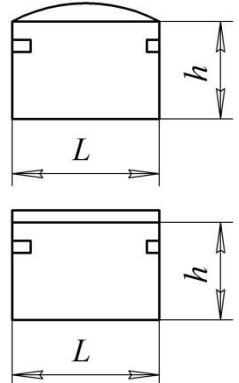
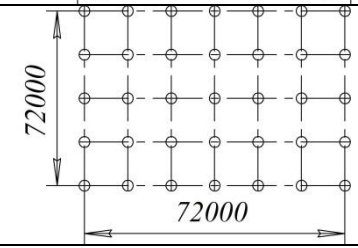
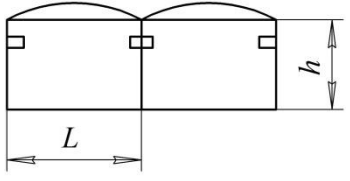
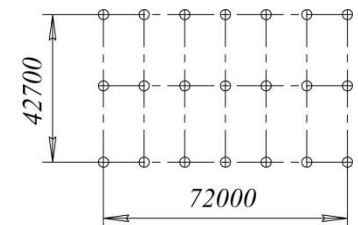
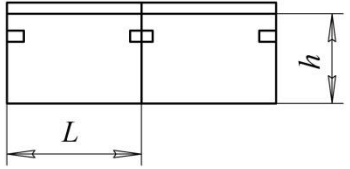
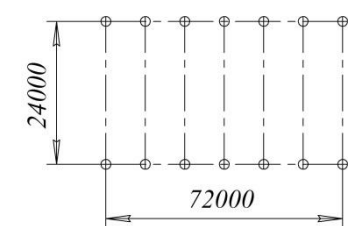
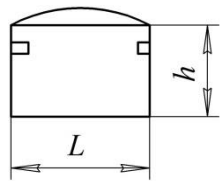
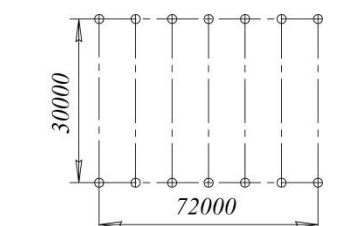
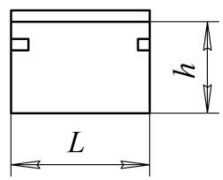
Сводная ведомость служащих			Ф.5.4
№	Категория персонала	Кол. чел.	Удельный вес %
1	Бухгалтерия	1	25
2	Табельщик	1	25
3	Нормировщик	1	25
4	Секретарь	1	25
	Итого:	4	100

Таблица Г.6. Сводная ведомость штатного состава цеха (пример).

Сводная ведомость штатного состава цеха			Ф.5.5
№	Специальность работников	Кол. чел.	Удельный вес %
1	Основные рабочие	107	66,9
2	Вспомогательные рабочие	24	15
3	Инженерно-технические работники (ИТР)	22	13,8
4	Счетно-контторский персонал (служащие)	4	2,5
5	Младший обслуживающий персонал	3	1,88
	Итого:	160	100

ПРИЛОЖЕНИЕ Д.

Таблица Д.1. Параметры унифицированных типовых секций.

Категория секций	Планы секций	Сетка колонн, м	Площадь секций, м ²	Наличие кранов	Схема поперечных разрезов секций	Высота пролета, грузоподъемность
Основные		18×12	10368	Бескрановые		6; 7,2 м (5 т)
		24×12	5184	Крановые		10,8 (20 т); 16,2 (30 т)
Дополнительные		24×12	3456			10,8 (20 т)
		24×12	1728	Крановые		16,2 (30 т)
		30×12	2160			16,2; 18 (50 т)

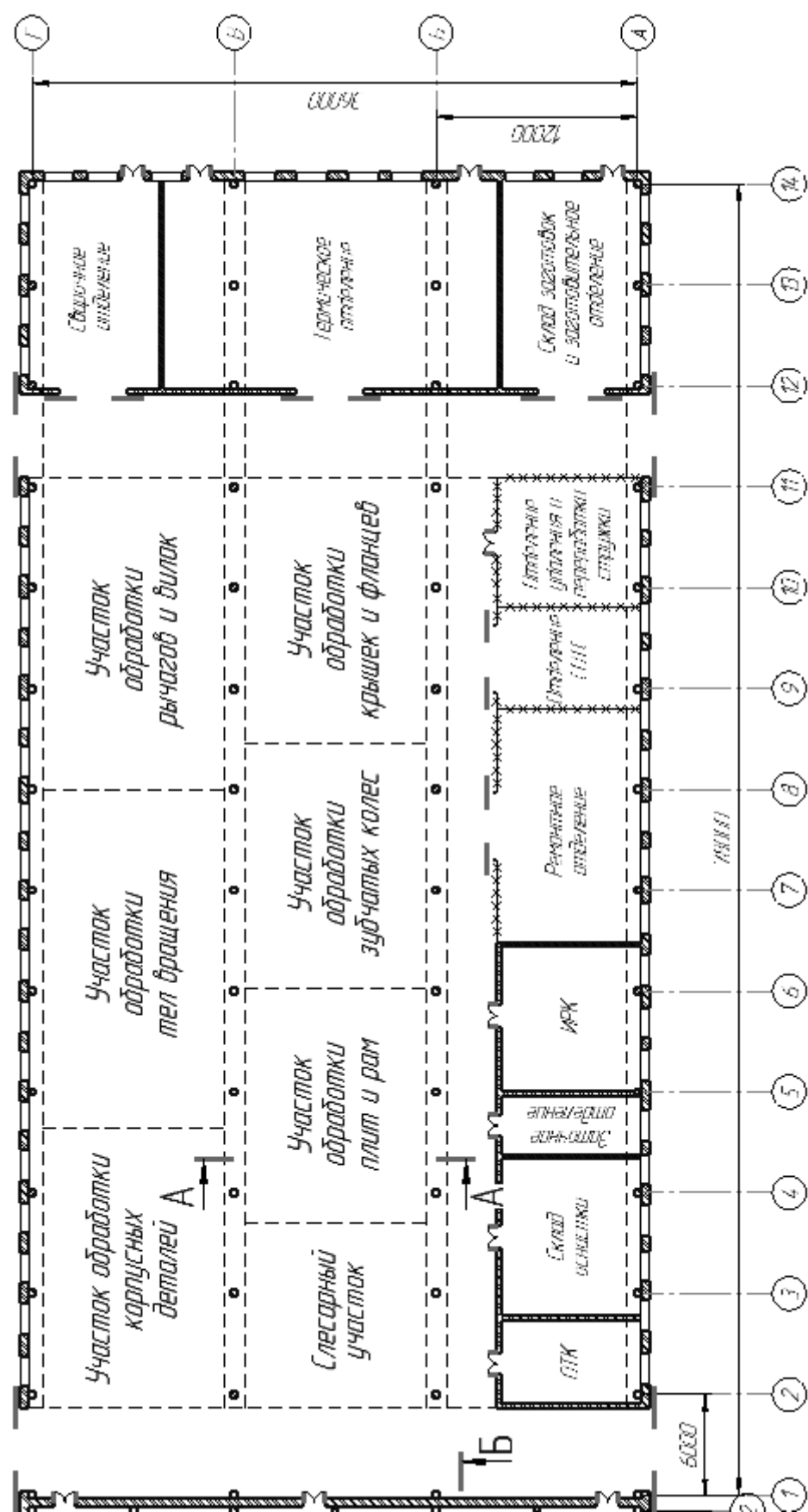


Рисунок Д.1. Пример компоновки механического цеха для условий серийного производства

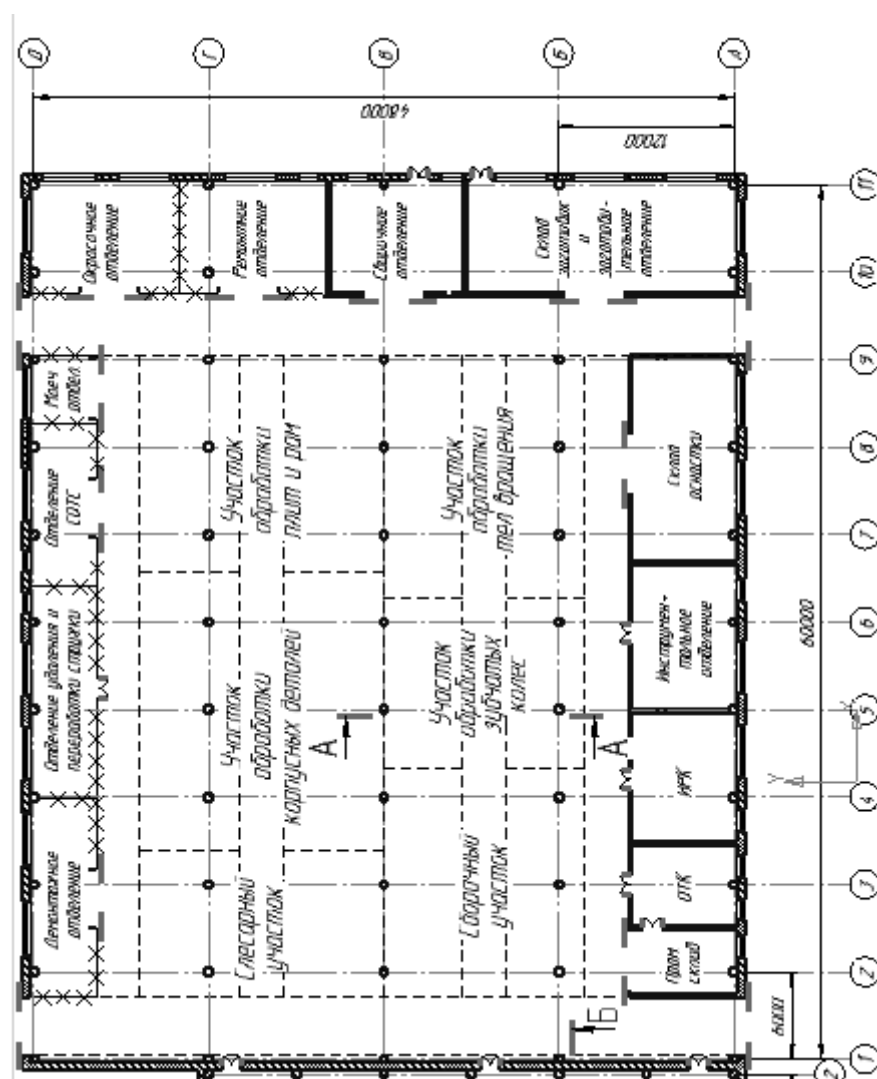


Рисунок Д.3. Пример компоновки механосборочного цеха для условий серийного производства

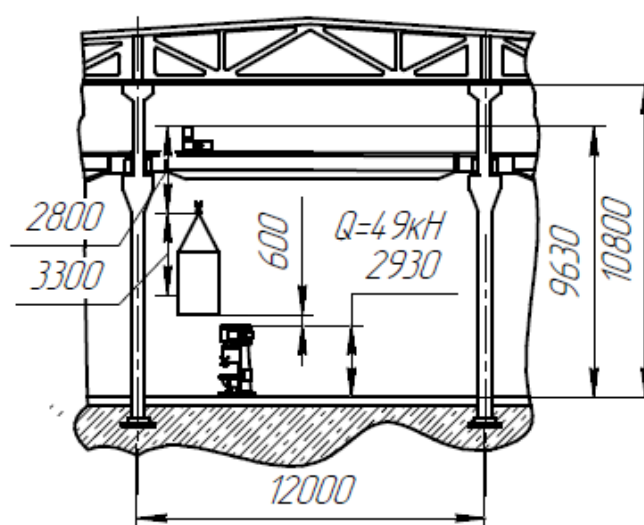
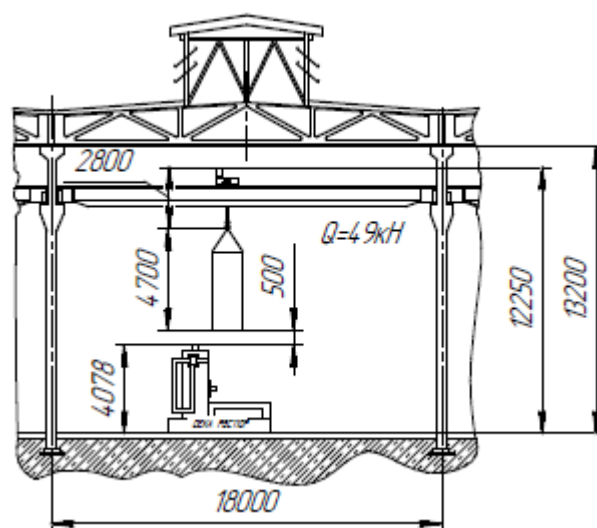
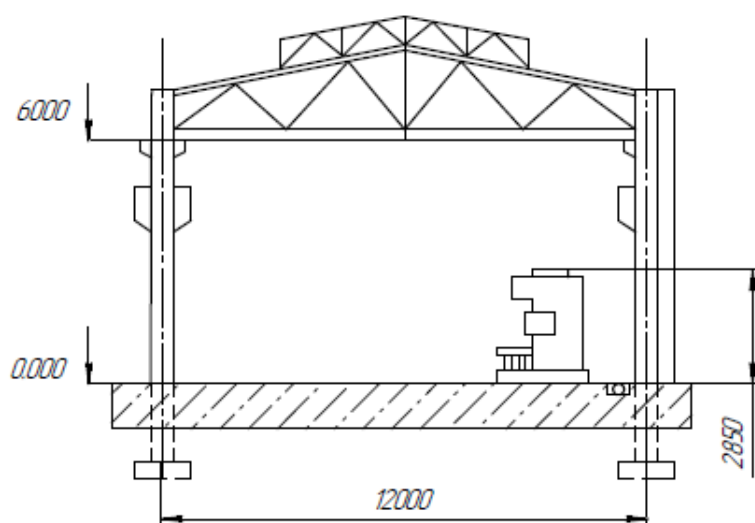


Рисунок Д.4. Примеры выполнения поперечного сечения центрального пролета цеха.

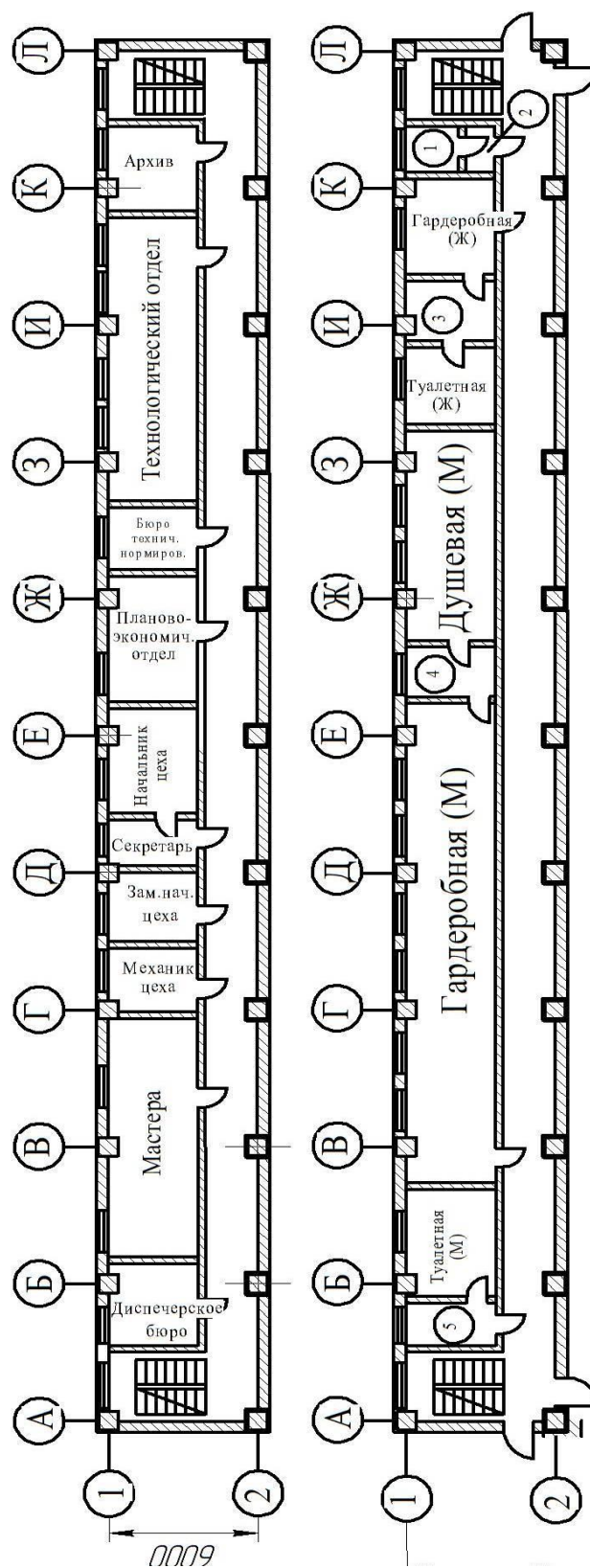


Рисунок Д.5. Примеры планировок бытовых и служебных помещений

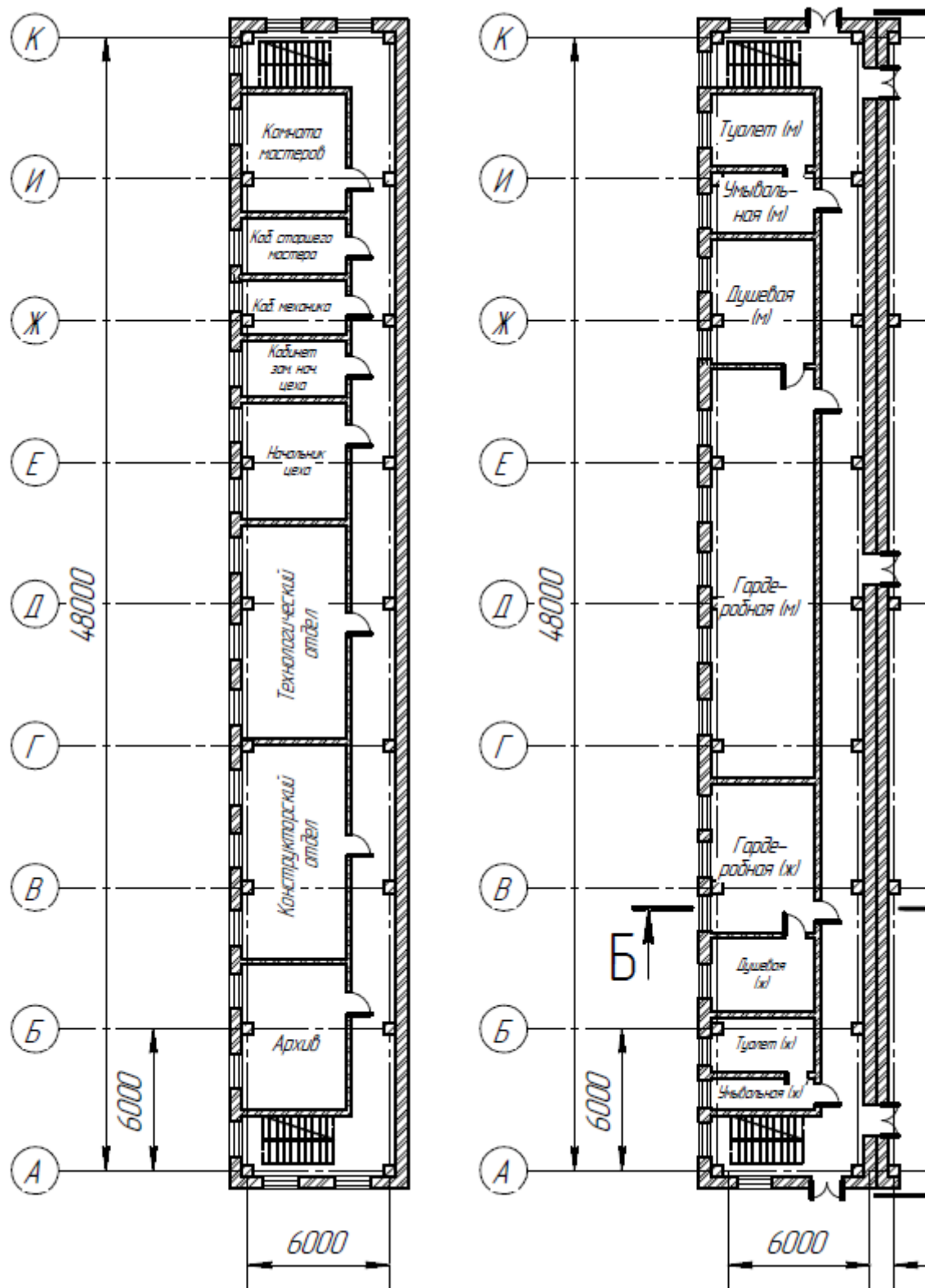


Рисунок Д.6. Примеры планировок бытовых и служебных помещений

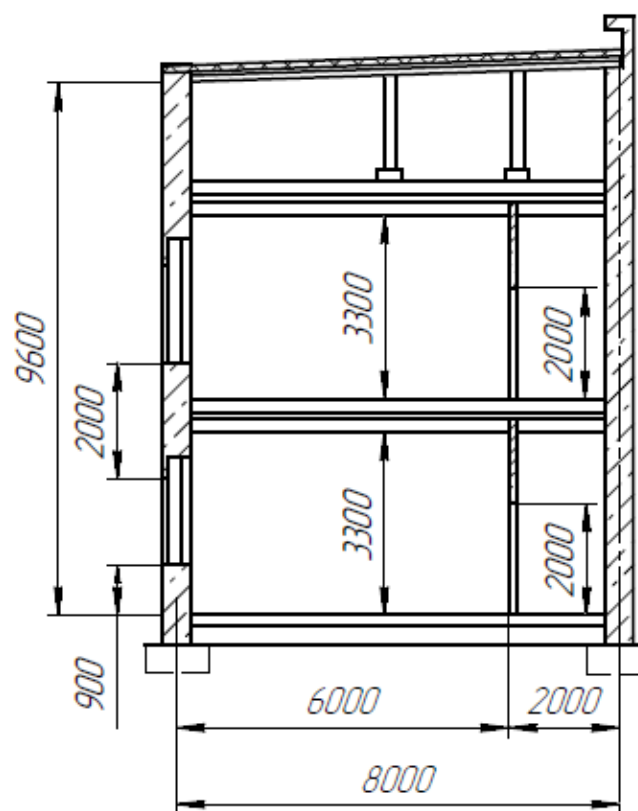
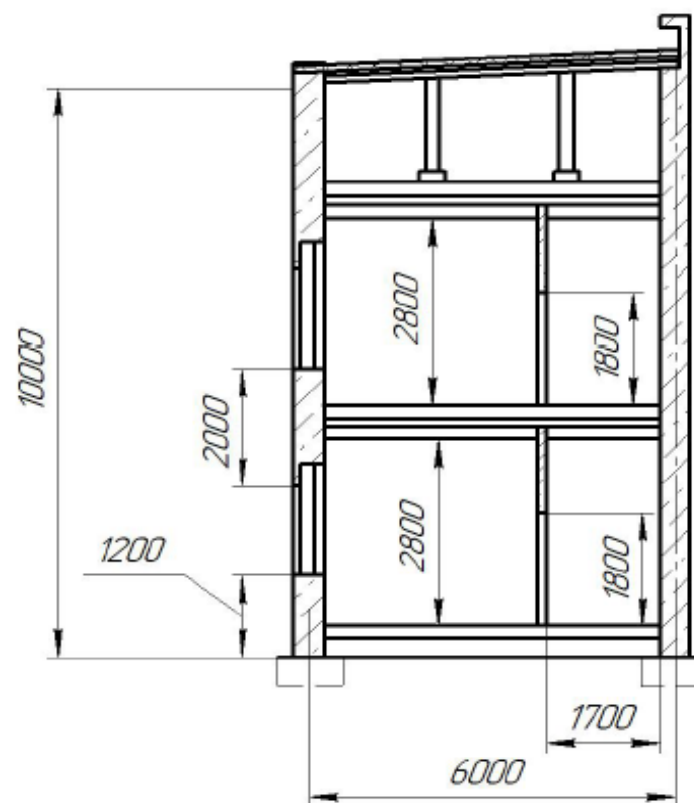


Рисунок Д.7. Примеры выполнения поперечного сечения бытовых и служебных помещений цеха.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е.

Таблица Е.1. Заявочная ведомость оборудования _____ участка (пример).

Заявочная ведомость оборудования _____ участка					Ф.2.1
Наименование	Модель	Кол-во	Мощность		Габариты
			Единицы	Всего	
Токарные станки	C6163B	1	6	6	2135x1225
	16K20	1	11	11	2812x1166
Токарные ЧПУ	TK36	1	7	7	2305x1258
	HK80	1	8,5	8,5	4280x2170
Сверлильные с ЧПУ	PZ1610	1	3	3	3600x1950
	BMD703-400CNC	1	3,5	3,5	1217x1251
Фрезерные с ЧПУ	ГФ-2171	1	6,5	6,5	3100x3135
Зуборезные	5C280П	1	3	3	3170x2180
Круглошлифовальные	3M175	2	17	34	8220x2620
Внутришлифовальные	3K229A	1	7,5	7,5	4165x1730
Тумба инструментальная	Д6 RAL5005	6			830x500
Инструментальный шкаф для станков ЧПУ	SK40	5			1050x625
Тара для заготовок/ полуфабрикатов	ТМП-12	22			1200X800
Итого:		33		90	

Таблица Е.2. Сводная ведомость штатного состава _____ участка (пример).

Сводная ведомость работающих _____ участка				Ф.5.6
№	Категории персонала	Количество человек	Удельный вес, %	
1	Основные рабочие	19	86,36	
	- токарь	3	13,64	
	- оператор станка с ЧПУ	9	40,9	
	- зуборезчик	2	9,1	
	- шлифовщик	5	22,72	
2	Вспомогательные рабочие	2	9,1	
3	ИТР (мастер участка)	1	4,54	
	Итого:	22	100%	

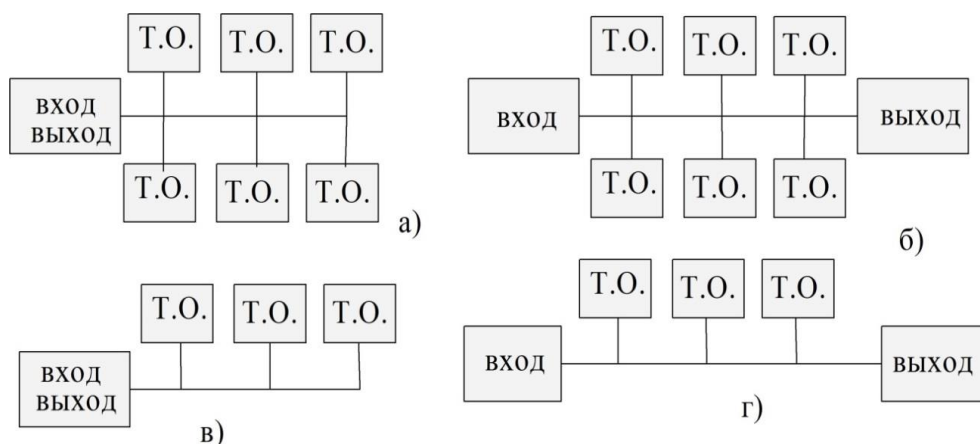


Рисунок Е.1. Типовые схемы линейного варианта расположения технологического оборудования.

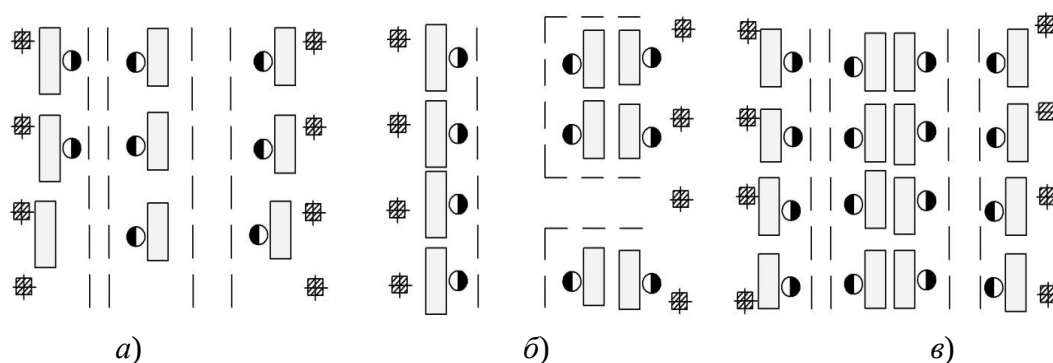


Рисунок Е.2. Типовые схемы расположения станков вдоль участка при расположении станков в более чем один ряд: а) трехрядное с двумя проходами; б) трехрядное с одним проходом; в) четырехрядное с двумя проходами.

Примечание. При трехрядном размещении станков возможны либо два (рисунок Е.2, а), либо один проход, который находится между одинарными и сдвоенными рядами станков (рисунок Е.2, б). Для подхода к станкам сдвоенного ряда (станки при этом расположены друг к другу тыльными сторонами), расположенным у колонн, между станками оставляют поперечные проходы. При четырехрядном расположении устраивают два прохода: у колонн станки располагают в один ряд, а сдвоенный ряд – посередине (рисунок Е.2, в).

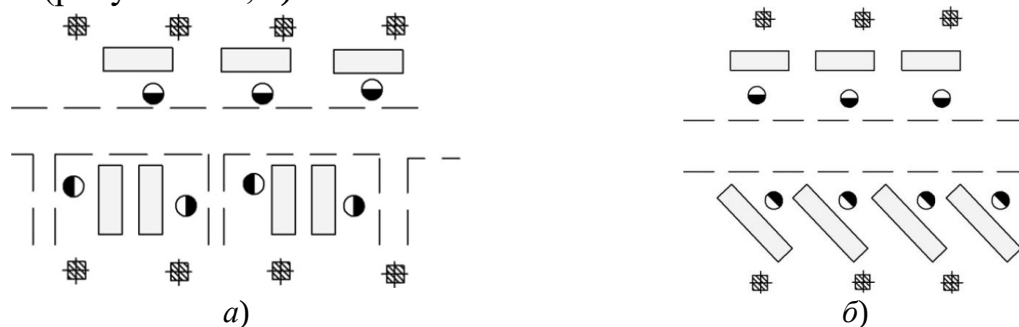
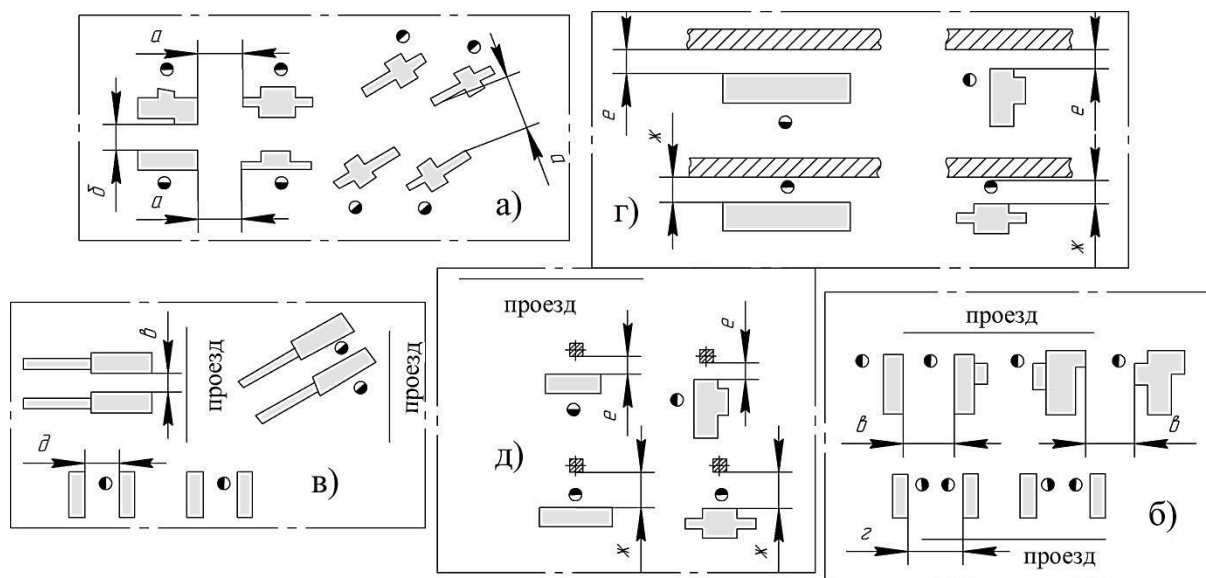


Рисунок Е.3. Схемы расположения станков на участке по отношению к проезду: а) вдоль и поперек; б) под углом.

Figure 1 consists of two parts, (a) and (b), illustrating the two-dimensional Ising model. Part (a) shows four configurations of a single spin (black circle) interacting with four nearest neighbors (hatched squares). Part (b) shows four configurations of a pair of spins (black and white circles) interacting with four nearest neighbors (hatched squares).

Примечание. Расположение станков на участке по отношению к проезду под углом (рисунок Е.4, а) или в шахматном порядке. (рисунок Е.4, б) применяют для револьверных станков, прутковых автоматов, протяжных, расточных, продольно-фрезерных и продольно-шлифовальных станков.



63

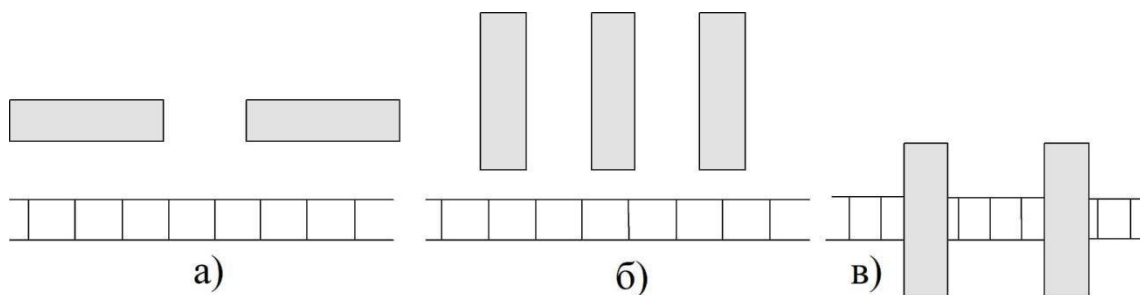


Рисунок Е.6. Расположение станков в конвейерных поточных линиях

Таблица Е.3. Нормы расстояний между станками и от станков до стен и колонн зданий.

Расстояния			Габариты станков, мм			
			до 1800× 800	до 4000× 2000	до 8000× 4000	до 16000× 6000
Между станками по фронту «а»			700	900	1500	2000
Между тыльными сторонами станков «б»			700	800	1200	1500
Между станками при поперечном расположении к проезду	При расположении станков «в затылок» «в»		1300	1500	2000	—
	При расположении станков фронтом друг к другу и обслуживании одним рабочим	одного станка «г»	2000	2500	3000	—
		двух станков «д»	1300	1500	—	—
От стен или колонн здания до	тыльной или боковой стороны станка «е»		700	800	900	1000
	фронта станка «ж»		1300	1500	2000	—

Таблица Е.4. Нормы ширины магистральных проездов в механических и сборочных цехах.

Схема	Вид транспорта	Грузоподъемность, т.	Расстояние	
			А, мм	Б, мм
	Электрокары	до 1	3000	3400
		до 3	3500	4000
		до 5	4000	4500
	Электропогрузчики с подъемными вилами	до 0,5	3500	4000
		до 1	4000	4500
	Грузовые автомашины	до 3	5000	5500
		до 5	4500	5000
		до 5	5500	6500

Таблица Е.5. Нормативные расстояния между станками (к рисунку Е.5).

Расстояние	Наибольший из габаритных размеров станка в плане			
	до 1,8 м	1,8...4,0 м	4,0...8,0 м	св. 8,0 м
а	1,6/1,0	1,6/1,0	2,0/1,0	2,0/1,0
б	0,5	0,5	0,5	0,5
в	0,5	0,5	0,7/0,5	1,0/0,5
г	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,8	2,6/1,8
д	0,7	0,8	1,0	1,3/1,0
е	0,9	0,9	1,3/1,2	1,8/1,2
ж	2,1/1,9	2,5/2,3	2,6	2,6
з	1,7/1,4	1,7/1,6	1,7	1,7
и	2,5/1,4	2,5/1,6	—	—
к	0,7	0,7	—	—
л	1,6/1,3	1,6/1,5	1,6/1,5	1,6/1,5
м	0,7	0,8	0,9	1,0/1,9
н	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9

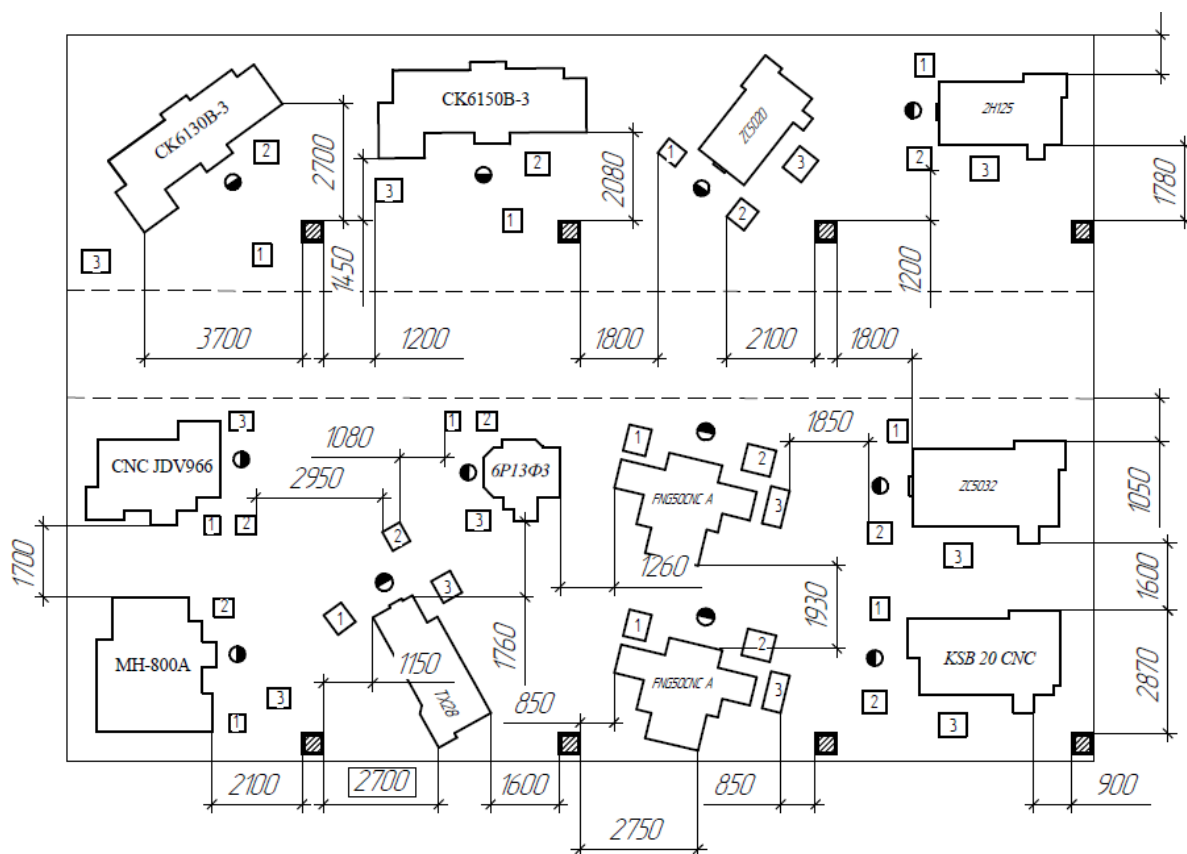


Рисунок Е.7. Пример выполнения планировки участка механической обработки.

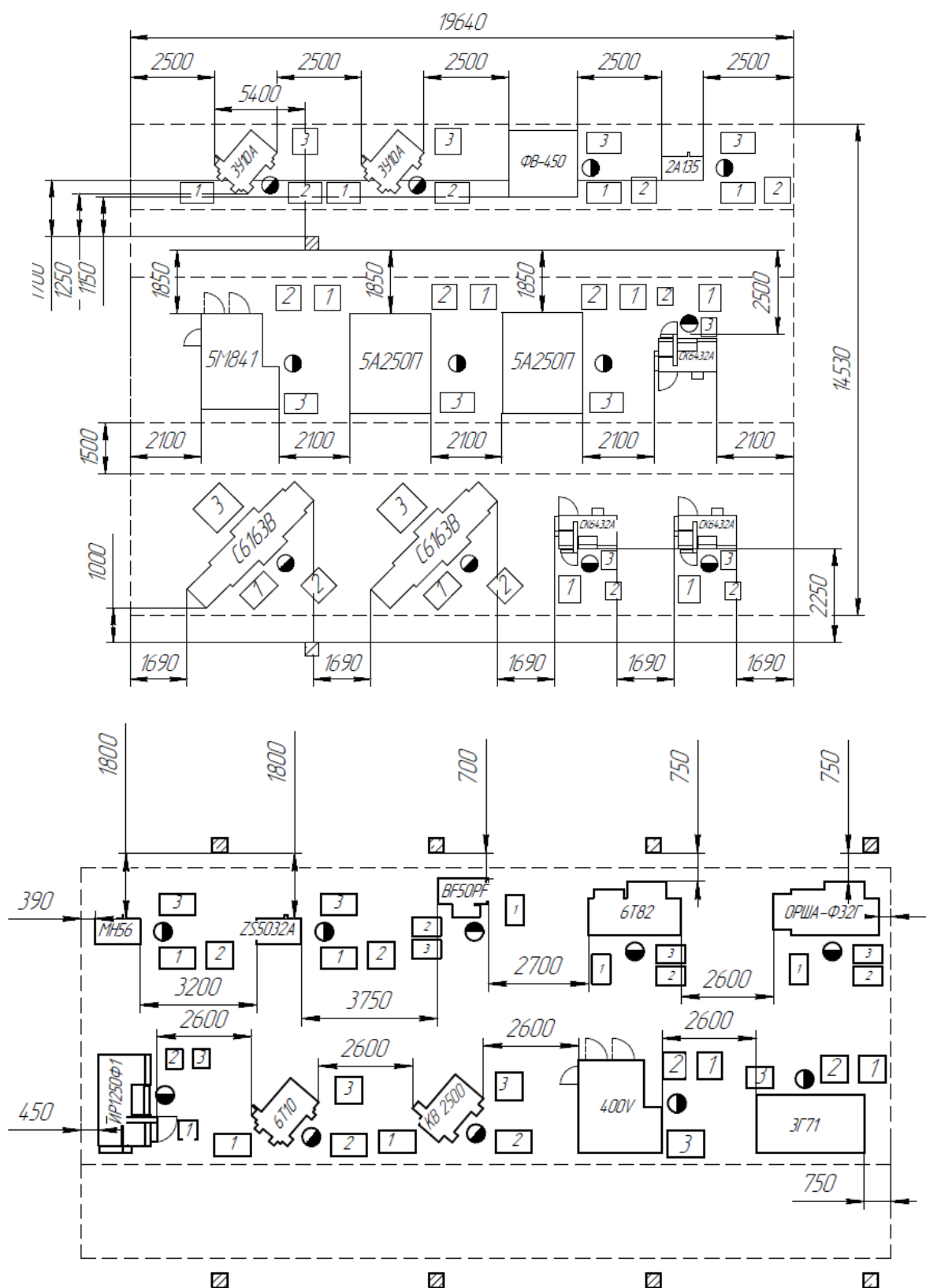


Рисунок Е.8. Примеры выполнения планировок участков механической обработки.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.

Таблица Ж.1. Средние величины коэффициентов спроса.

Группы потребителей	Коэффициент спроса K_c
Электродвигатели металлорежущих станков	0,2
Электродвигатели автоматов, револьверных, обдирочных, зуборезных станков, штамповочных прессов	0,25
Электродвигатели подъемных кранов и тельферов	0,15
Электродвигатели приводных молотов, ГKM, кривошипных прессов, очистных барабанов	0,45
Нагревательные устройства, печи сопротивления, сушильные шкафы	0,60
Сварочные трансформаторы дуговой сварки и наплавки	0,45
Сварочные трансформаторы стыковой и точечной сварки	0,40
Установки ТВЧ	0,30
Стенды	0,1
Вентиляторы, насосы, конвейеры, транспортеры, компрессоры	0,75
Освещение	0,8

Таблица Ж.2. Нормы расхода электроэнергии на освещение.

Тип помещения	Вт/м ²
Механические, механосборочные, инструментальные участки	20...22
Ремонтно-механические, кузнечно-штамповочные, литейные участки	16...18
Транспортные устройства	10...12
Конструкторские и технологические отделы	20...24
Цеховые лаборатории и контрольные отделения	18...22
Административные помещения	14...16
Бытовые помещения	10...12
Складские помещения и кладовые	8...12
Термические и сварочные участки	16...20

Таблица Ж.3. Нормы расхода сжатого воздуха.

Наименование потребителя	Расход		Коэффициент использования
	м ³ /мин	м ³ /час	
Пневматические приспособления	0,03 на один зажим	0,9	1,0
Сопла для обдувки	0,5	10	0,1
пневматические подъемники	0,23 на один подъем	4,0	1,0
Шлифовальные машины	1,2	72	0,15...0,2

Таблица Ж.4. Коэффициент одновременности.

Количество воздухоприемников	2...4	5...9	10...14	15...29	30...40	Св.40
Коэффициент одновременности	0,9	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5

Таблица Ж.5. Техничко-экономические показатели цеха.

№ п/п	Наименование	Ед. измерен.	Количество
1	Оборудование		
	- технологическое	шт.	
	- вспомогательное	шт.	
2	Рабочий состав цеха		
	Производственных, из них:		
	- станочников	чел.	
	- слесарей	чел.	
	- наладчиков	чел.	
	и.т.д.	чел.	
	- вспомогательных	чел.	
	- СКП и МОП	чел.	
	- ИТР	чел.	
3	Площадь		
	- расчетная/принятая производственная	м ²	
	- расчетная/принятая вспомогательная	м ²	
	- административно бытовых помещений	м ²	
	Площадь производственного здания		
	Площадь проектируемого участка	м ²	
4	Объем помещений		
	- производственных	м ³	
	- вспомогательных отделений	м ³	
	- административно-бытовых	м ³	
5.	Энергия		
	- электрическая	кВт/час	
	- сжатый воздух	м ³	
	- вода	м ³	
	- пар	т	