

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Южно-Уральский государственный университет  
Кафедра «Физическое металловедение и физика твердого тела»

621.78(07)

К709

Ю.Д. Корягин, Н.А. Шабурова

## **Основы проектирования термических цехов**

Ученое пособие

Челябинск  
Издательство ЮУрГУ  
2009

УДК [621.78:669](075.8)+669.02/09.002.72(075.8)  
К709

*Одобрено*  
*учебно-методической комиссией физико-металлургического факультета*

*Рецензенты:*  
*проф., д.т.н. А.В. Выдрин, проф., д.т.н. И.В. Рябчиков*

Корягин Ю.Д.  
К709 Основы проектирования термических цехов: Учебное пособие / Ю.Д. Корягин, Н.А. Шабурова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. – 102 с.  
ISBN

Изложены основы проектирования цехов в металлургии и машиностроении в составе инвестиционно-строительного процесса и отражением взаимосвязи проектирования цехов с другими видами проектирования.

Показана схема цикла инвестиционно-строительного процесса, состав и содержание его этапов и требующихся для этого видов деятельности, включая примеры разработок.

Рассмотрены основные положения рабочего проектирования термических цехов.

Учебное пособие предназначено для студентов специальностей металлургического профиля и может полезно инженерно-техническим работникам металлургической и машиностроительной промышленности.

УДК[621.78:669](075.8)+669.02/09.002.72(075.8)

ISBN

©Издательство ЮУрГУ, 2009

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Основные принципы проектирования .....	5
1.2. Исходные материалы для проектирования.....	6
1.3. Виды проектирования.....	7
1.4. Инновации, инновационный процесс и деятельность .....	7
1.4.1. Содержание, виды и субъекты инновационных проектных разработок.....	9
1.4.1.1. Инновационный проект .....	9
1.4.1.2. Техническое предложение (ТП) на инновации объекта .....	10
1.4.1.3. Технологическое задание (ТЛЗ) .....	12
1.5. Периоды проектирования промышленных объектов и их состав.....	12
1.5.1. Мероприятия предпроектного периода .....	13
1.5.2. Период строительного проектирования.....	15
1.5.2.1. Строительство и его виды .....	15
1.5.2.2. Состав и содержание технико-экономического обоснования (ТЭО) ..	17
1.5.2.3. Рабочая документация .....	21
1.5.2.4. Рабочий проект .....	22
1.6. Технологическое проектирование .....	22
1.6.1. Основные понятия и определения.....	22
1.6.2. Режим работы и фонды времени работы .....	24
<b>2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>26</b>
<b>3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ЦЕХОВ.....</b>	<b>33</b>
3.1. Классификация термических цехов.....	33
3.2. Показатели для проектирования термических подразделений .....	34
3.2.1. Разработка технологии .....	34
3.2.2. Выбор источника тепловой энергии .....	36
3.2.3. Составление программы для проектирования .....	37
3.2.4. Режим работы цеха .....	37
3.2.5. Годовой фонд времени работы оборудования .....	38
3.3. Выбор и расчет термического оборудования .....	41
3.3.1. Характер производства .....	41
3.3.2. Выбор оборудования.....	42
3.3.2.1. Выбор и расчет количества потребного основного оборудования.....	43
3.3.2.2. Выбор и расчет количества дополнительного и вспомогательного оборудования .....	47
3.3.2.3. Расчет количества электроэнергии, воды, воздуха, пара, газа, технологических материалов и приспособлений.....	48
3.4. Выбор зданий и элементы их конструкций .....	51
3.4.1. Типы зданий, площади и параметры зданий цеха .....	51

3.4.2. Элементы промышленных зданий термических цехов.....	55
<b>3.5. Планировка оборудования в термических цехах .....</b>	<b>67</b>
3.5.1. Общие соображения по планировке оборудования.....	67
3.5.2. Планировка участков, отделений и цехов .....	70
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>73</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>75</b>
Приложение 1 .....	75
Приложение 2 .....	76
Приложение 3 .....	77
Приложение 4 .....	82
Приложение 5 .....	84
Приложение 7 .....	98
Приложение 8 .....	100

# 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Название «проект» происходит от латинского слова «projectus» – «устремление вперед» и в общем случае означает комплекс технической и технико-экономической документации (чертежи, схемы, расчеты, пояснительные записки и т.д.), содержащий проектные решения по всем техническим, организационным, социальным и экономическим вопросам, необходимым для сооружения (реконструкции) и последующей эксплуатации промышленного объекта или осуществления процесса.

Проект должен обеспечить создание цеха (участка) с технологией, оборудованием и сооружениями, соответствующими более высокому техническому уровню, чем современный.

Соответственно проектирование – это прикладная деятельность по разработке проектов по созданию (совершенствованию) определенных объектов или процессов.

Существует ряд общих для любого проекта исходных положений или принципов проектирования.

## 1.1. Основные принципы проектирования

– *Принцип объективности*, выражающий необходимость всесторонней и объективной оценки всех разрабатываемых проектных решений, их объективного сопоставления и сравнения с известными решениями, что должно обеспечить обоснованность принимаемых решений и возможность успешной их реализации;

– *Принцип прогрессивности* – решения должны отвечать последним достижениям в соответствующей области. Осуществление этого принципа должно сводиться к тому, чтобы к моменту окончания строительства и ввода цеха в эксплуатацию реализованные проектные решения были бы на более высоком уровне, чем соответствующие решения в передовых цехах (на момент пуска);

– *Принцип экономичности* – решение должно обеспечить минимальные затраты на единицу продукции;

– *Принцип комплексности* – необходимость взаимной увязки в процессе проектирования отдельных проектных решений;

– *Принцип перспективности*, предполагающий обязательность учета возможности в будущем расширения цеха, модернизации и интенсификации производства с увеличением мощности проектируемого цеха (резервирование территории, коммуникаций и мощности обслуживающих отделений);

– *Принцип учета территориальности*, предполагающий необходимость учета факторов, определяемых особенностями территориального расположения места сооружения цеха; учет наличия источников снабжения, наличия потребителей производимой продукции, природных условий, особенность площадки (характер грунта, состав вод и т.д.);

– *Принцип долговечности* – задача которого обеспечить длительную и безотказную службу и работу сооружений, агрегатов, систем коммуникации с минимальными расходами на их ремонт. Правильный и обоснованный выбор материалов и элементов для сооружения объекта;

– *Принцип безопасности* – отражает обязательность разработки мер по обеспечению безопасных и по возможности комфортных условий труда на всех участках и рабочих местах, а также защиты окружающей среды от вредных производственных выделений;

– *Принцип нормативности* заключается в необходимости использования в проектировании нормативных документов (общегосударственные нормы проектирования, стандарты, ТУ на материалы и другие документы);

– *Принцип типизации* отражает необходимость использования в проекте различных типовых проектных решений ( типовые проекты зданий и сооружений, типовые агрегаты и оборудование...);

– *Принцип эстетичности* – выражает необходимость создания в цехе и на рабочих местах наиболее благоприятной внешней обстановке и психофизиологических условий труда;

– *Принцип поэтапности* и определения рационального объема реконструкции действующего цеха в условиях действующего предприятия (при ограниченном объеме финансирования);

## 1.2. Исходные материалы для проектирования

Исходные материалы, используемые при проектировании цехов можно разделить на следующие группы:

1. Результаты обобщения передового отечественного и зарубежного опыта проектирования и эксплуатации цехов соответствующего профиля;

2. Результаты научно-исследовательских работ, конструкторских разработок и изобретений в области технологии производства, оборудования, строительных конструкций и материалов;

3. Нормативные и инструктивные акты и документы;

4. Типовые проекты.

Применение нормативных и инструктивных материалов и типовых проектов имеет цель обеспечить единообразие, оптимизацию, прогрессивность и высокую экономическую эффективность проектных решений, создание удобных условий труда, защиту окружающей среды, упрощение и ускорение выполнения проекта.

Следует выделить следующие разновидности исходных материалов, используемых при проектировании:

– законы, постановления; государственные стандарты по проектированию и строительству;

– государственные стандарты и ТУ, которые регламентируют обязательные характеристики сырья, топлива, стройматериалов, готовой продукции;

- нормативные документы по проектированию и строительству (СНиП, санитарные нормы строительства промышленных предприятий, сметные нормы и правила и т.д.).

Эти документы регламентируют нормы строительного проектирования зданий, сооружений и предприятий и их инженерного оборудования, правила производства строительных работ и их приемки, правила составления смет, нормы общего назначения (противопожарные, электробезопасности, освещения, сантехники и т.д.);

- общий каталог типовых строительных конструкций и изделий и подобные территориальные каталоги;

- каталоги на все виды оборудования, приборы и др.;

- ведомственные каталоги для специальных видов строительства;

- нормы технического проектирования термических цехов (разрабатываются Гипромезом и другими специализированными институтами);

- типовые проекты цехов, зданий, сооружений и агрегатов (типовые проекты – это образцовые проекты, отличающиеся наиболее высоким уровнем проектных решений и прошедшие проверку в строительстве и эксплуатации).

### 1.3. Виды проектирования

Основными традиционными видами проектирования являются:

- проектно-конструкторские работы по проектированию машин, устройств, изделий и сооружений;

- проектно-технологические работы по проектированию технологических процессов, включая инструмент и технологическую оснастку для их осуществления;

- проектные работы по разработке проектной документации на строительство предприятий и их отдельных объектов (цехов, участков) – строительное проектирование;

- инновационные проектные разработки, создаваемые на базе инноваций (новшеств) – научно обоснованные технические и технологические решения народнохозяйственных задач для последующего их внедрения с помощью вышеперечисленных видов проектирования;

- проекты производства работ (ППР) на строительно-монтажные работы для уникального и сложного оборудования и сооружений;

- градостроительное проектирование;

- организационное проектирование (разработка проектов организации и управления предприятиями).

### 1.4. Инновации, инновационный процесс и деятельность

Термин «инновация» имеет лингвистическое происхождение и обозначает нововведение.

Инновации должны обладать:

- научно-технической новизной;
- удовлетворять рыночному спросу;
- приносить прибыль.

Квалификация инноваций приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Классификация инноваций

Принцип классификации	Виды инноваций
1	2
1. По технологическим параметрам	1.1. Продуктовые. (Применение новых материалов, полуфабрикатов и комплектующих, получение новых продуктов) 1.2. Процессные. (Новые технологии и техника для ее осуществления)
2. По типу новизны для рынка	2.1. Новые для отрасли в мире 2.2. Новые для отрасли в стране 2.3. Новые для предприятия (группы предприятий)
3. По месту в системе предприятия	3.1. На входе предприятия. (Изменения в выборе и использовании сырья, материалов, техники, информации и др.) 3.2. На выходе предприятия (изделия, услуги, технологии, информация и др.) 3.3. По виду системной структуры предприятия (управленческой, производственной, технологической)
4. По глубине изменений	4.1. Радикальные (базовые) 4.2. Улучшающие 4.3. Модификационные (частные)
5. По сфере деятельности	5.1. Производственные технологии (рис. 1.1) 5.2. Экономические 5.3. Торговые 5.4. Социальные 5.5. Управленческие

Рассмотрим сферу производственных технологий как поле инновационного менеджмента.

Инновационный процесс – это процесс создания, освоения и распространения инноваций, состоящий в преобразовании научно-технических знаний в инновации. Отсюда: инновационная деятельность (инноватика) – это деятельность по доведению научно-технических идей, изобретений, разработок до результата, пригодного к их практическому использованию.



Она включает в себя все виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских (НИОКР) работ, освоение новшеств в производстве и у потребителей, реализацию инноваций, включая выход на лицензионную торговлю.

Формы организации инновационной деятельности разнообразны: от трудовых коллективов (ТК) ВУЗов, научных учреждений и объектов малого предпринимательства до центров инновационного бизнеса, технополисов, технопарков и техноградов, включая государственные научные центры (ГНЦ) по отраслям.

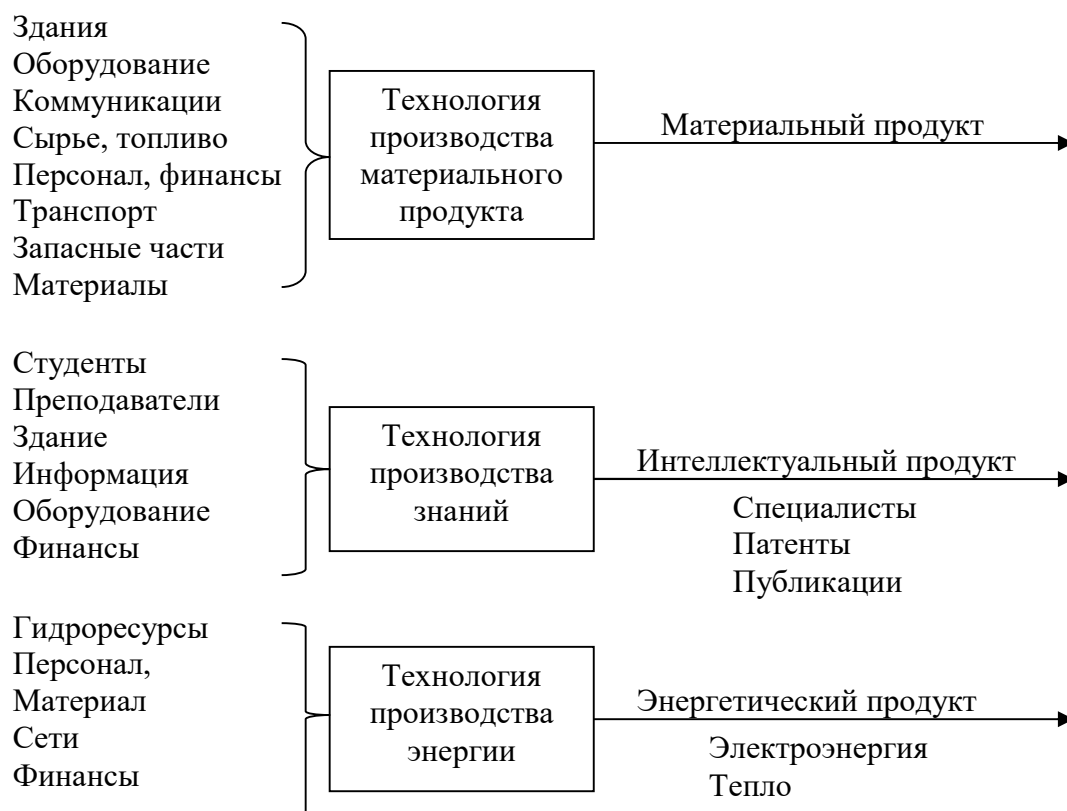


Рис. 1.1. Производственные технологии как объект инновационного менеджмента

#### 1.4.1. Содержание, виды и субъекты инновационных проектных разработок

Введение инноваций в производство, в нашем случае на предприятиях машиностроения и металлургии, осуществляется поэтапно в рамках инвестиционно-строительного процесса, который начинается с инновационных проектных разработок предпроектного периода, представленных в данном разделе ниже.

##### 1.4.1.1. Инновационный проект

Инновационный проект содержит следующую информацию:

- о названии и назначении инициативной разработки – инновационного проекта;
- времени его выполнения;
- результатах маркетинга;

- его содержания;
- степени готовности;
- возможных местах внедрения;
- ожидаемых результатах и оценочных экономических показателях;
- владельцах интеллектуальной собственности.

При востребованности рынком инвестиционного проекта, представленного специализированными изданиями (газет «Бизнес-предложение», сайты Интернета и более информативными материалами (выставочные стенды, информационные листы и т.д.) потребуется его привязка к конкретным условиям и задачам конкретного предприятия, что последовательно выполняется в рамках инвестиционно-строительного цикла, как это будет показано далее.

Таким образом, инновационные проектные разработки – это завершающая стадия научно-исследовательских работ, которые должны получать все большее применение как необходимое условие внедрения достижений науки в современных экономических условиях.

Другим вариантом внедрения созданной техники и технологии является технологический инжиниринг, но он работает на их тиражировании, когда внедрение уже где-то состоялось, т.е. в качестве раннего реципиента.

Пример оформления инновационного проекта приведен в приложении 1.

Задание на разработку технологического предложения на инновации по объекту формируется совместно с заказчиком на базе инновационного проекта и содержит:

- 1) наименование разработки;
- 2) основание для ее разработки;
- 3) состав и наименование ее разделов;
- 4) порядок приемки-сдачи работ;
- 5) перечень прилагаемых к техническому заданию исходных данных.

#### 1.4.1.2. Техническое предложение (ТП) на инновации объекта

ТП – комплексная техническая проработка внедрения инноваций на конкретном предприятии, определяющая основные параметры будущего металлургического объекта (цеха, участка) в части предлагаемых технических, технологических, объемно-планировочных решений, а также по экономике и экологии в объеме, достаточном для составления ходатайства (декларации) о намерениях и разработке обоснования инвестиций (ОИ), бизнес-плана и другой предпроектной документации проектными или инжиниринговыми фирмами.

Примерный состав технического предложения приведен ниже:

1. Исходные данные и положения.
  2. Предлагаемая программа выпуска продукции.
  3. Специализация и кооперация.
  4. Основные решения по организации производства и управления.
  5. Предлагаемые технические и технологические решения.
- 5.1. Технологический процесс и его особенности.

- 5.2. Требования к основному технологическому оборудованию.
- 5.3. Мировой уровень разработок.
  - 5.3.1. Оценка современного уровня (технологический цикл).
  - 5.3.2. Соответствие современному мировому уровню.
6. Обеспечение производства сырьем и топливно-энергетическими ресурсами.
7. Охрана окружающей среды.
8. Ориентировочная экономика строительства и производства.
9. Уровень механизации и автоматизации. Охрана труда.
10. Выводы и предложения.

Библиографический список.

Приложения.

П.1. Техническое задание на разработку конкретного технического предложения.

П.2. Отчет о патентных исследованиях.

П.3. Описание изобретений, целесообразных к использованию.

П.4. Протокол технического совещания у технического директора по рассмотрению основных технологических решений.

П.5. График инвестиционно-строительного цикла по созданию участка или цеха.

П.6. Технологический план.

Как видно из приведенного состава технического предложения на инновации, оно позволяет решить следующие задачи:

1. Дает возможность заказчику (инвестору) провести экспертную оценку и достаточно полно погрузиться в среду предлагаемого технологического уклада будущего производства на базе предлагаемых инноваций для принятия ответственных решений о их внедрении.

2. Создает необходимое информационное обеспечение для осуществления следующих этапов инвестиционно-строительного цикла, уточняя и совершенствуя намеченные технологические и другие решения и объемы необходимых инвестиций.

При этом следует отметить, что техническое предложение на инновации – наиболее близкий из реальных проектных разработок аналог для дипломного проекта, чем, скажем, проект (технико-экономическое обоснование (ТЭО)).

Более того, даже при планово-распределительной системе экономике традиция начинать цикл инвестиционно-строительной деятельности по созданию объекта (цеха) с технического предложения на инновации уже применялась при закупке комплексов импортного оборудования.

В условиях рыночной экономики это становится необходимым элементом, так как возможности экстенсивного развития – за счет простого расширения производства на базе существующего технологического уклада – уже давно исчерпаны, и требуют только проекты интенсивного развития – за счет прорывных радикальных инноваций мирового уровня, что неизбежно предполагает этап технического предложения на инновации.

### 1.4.1.3. Технологическое задание (ТЛЗ)

Разработка в предпроектный период для новых объектов ТЛЗ – на предприятиях машиностроительных и металлургических отраслей давно сложившаяся и оправдавшая себя традиция.

ТЛЗ – полная, на момент его составления, информация о процессных инновациях в объеме, достаточном для проектирования техники и технологии, а с учетом ТП и самого промышленного объекта (цеха, участка) в целом в конкретных условиях конкретного предприятия в стадии ТЭО.

ТЛЗ обеспечивает единое информационное поле для большого количества участников инвестиционно-строительной деятельности на ее подэтапах и служит им опорным и связующим документом для требующих на этих этапах работ и разработок, уступая свое место вновь созданной документации на подэтапах, с учетом возможных изменений.

Профессиональное освоение выполнения описываемой инновационной разработки ТЛЗ, как впрочем, и ранее описанной ТП, является более насущным и востребованным в научно-технической деятельности, чем строительное проектирование, которое является предметом уже другой – строительной деятельности, которую нужно знать и понимать, но которую будут осуществлять уже другие профессионалы.

Иначе говоря, – если для создателей инноваций в металлургии и машиностроении важно доказать целесообразность и реальность их практического внедрения, то они должны освоить разработку ТП и ТЗЛ. Дальнейшие же виды проектирования выполняют другие субъекты инвестиционно-строительного цикла: конструкторы, технологи и проектировщики; хотя образ действия друг друга знать необходимо, тем более, если учесть, что это требует в значительной части овладения их знаниями.

Сказанное не исключает возможности временного привлечения для разработок ТП и ТЗЛ в состав своих коллективов специалистов по инновационным разработкам или инжиниринговым услугам из научных, инжиниринговых или проектных фирм, особенно на стадии практического освоения этих видов разработок.

Практический пример состава ТЗЛ приведен в приложении 2.

### 1.5. Периоды проектирования промышленных объектов и их состав

При проектировании промышленных объектов различают следующие периоды (этапы):

Проектный период (с 1996 г. – период проектного инжиниринга) который включает:

1. Разработка предпроектного периода на базе инноваций:
  - ходатайство (декларация) о намерениях;
  - обоснование инвестиций (ОИ)\*;
  - бизнес-план;

– оформление разрешительной документации и сбор исходных данных для проектирования;

– задание на проектирование;

– основные положения на проектирование.

2. Проектный период (период строительного проектирования).

1 стадия: технико-экономическое обоснование (ТЭО) – проект\*;

2 стадия: рабочая документация (РД)\*

Или в одну стадию: рабочий проект (РП) – для несложных объектов с утверждаемой частью.

### 1.5.1. Мероприятия предпроектного периода

На предпроектной стадии происходит формирование общей идеи – инвестиционного замысла. Заказчик строительства (реконструкции) исходя из рыночной конъюнктуры, схемы перспективного развития предприятия, необходимости улучшения экологических условий, перехода на новые экономически выгодные технологии или по другим причинам составляет *ходатайство* (декларацию) о намерениях в местные органы власти, в котором заявляет о своем желании построить (реконструировать) предприятие (цех) и о своей потребности в площадях.

На основании инвестиционного замысла вслед за декларацией о намерениях (или вместе с ней) в местные органы власти подается *обоснование инвестиций* в проектирование и строительство, в котором оформляется *инвестиционный замысел* будущего проекта и оценивается его целесообразность в общих чертах. В нем должны быть основные данные и требования:

– основные технико-экономические показатели объекта (в т.ч. мощность, производительность, производственная программа, номенклатура выпускаемой продукции);

– основные технологические решения;

– обеспечение ресурсами (вода, топливо, электроэнергия, рабочая сила и т.д.);

– основные строительные решения;

– оценка воздействия на окружающую среду;

– кадровое и социальное развитие;

– эффективность инвестиций.

Обоснование инвестиций на проектирование и строительство (реконструкцию) цеха, предприятия проходит экспертизы (экологическую, архитектурно-строительную и т.д.) – в региональной независимой экспертной комиссии.

После успешного прохождения всех экспертов оформляются документы:

---

\*Зарубежными аналогами отечественных терминов строительного проектирования, часто употребляемых в литературе, являются:

– для обоснования инвестиций – Форпроект (от латинского forproject предпроект);

– для ТЭО (проекта) – «Бейсик-проект» (от английского basic – основной, базовый)\$

– для рабочей документации и рабочего проекта – Детальный проект.

– решение местного органа исполнительной власти о согласовании места размещения объекта;

– акт о выделении земельного участка.

После оформления разрешительной документации и сбора исходных данных для проектирования приступают к разработке технического задания на проектирование.

Разработка технического задания (ТЗ) является предпроектной стадией проектирования и составляется совместно генеральным проектировщиком и заказчиком и утверждается руководителем предприятия-заказчика.

В техническом задании приводятся данные для разработки технико-экономического обоснования (ТЭО) или технико-экономических расчетов (ТЭР). Техническое задание включает также перечень основных технологических процессов, сортамент обрабатываемых сталей или изделий и объем производства. В ТЗ указываются требования по внедрению новой техники, передового опыта, автоматизированных систем управления технологическим процессом и производством. Обязательным требованием к ТЗ является наличие пунктов по защите окружающей среды и рекультивации земельных участков. В ТЗ указывается режим работы нового цеха (участка) и перечисляются основные показатели его работы.

В зависимости от потребности завода-заказчика в ТЗ могут указываться объекты жилищно-гражданского строительства или оговариваются особые условия проектирования, связанные с строительством санитарно-защитных зон, строительством ремонтного цеха, расширением АТС и др. объектов.

В ТЗ обязательно указывается генеральная проектная организация (генпроектировщик) и генеральная подрядная строительная организация (генподрядчик).

К ТЗ дополнительно прилагается:

- акт о выделении земельного участка;
- обоснование инвестиций;
- ТУ на присоединение к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям;
- исходные данные по оборудованию;
- материалы инженерных изысканий состояния природной и окружающей среды;
- обоснование необходимости проведения дополнительных изыскательских и научных работ;
- обязательные данные о технологии (в виде ТЗЛ);
- требования по разработке нестандартного оборудования;
- результаты специальных и общественных экспертиз.

Вместе с утверждением ТЗ на проектирование заказчик передает генеральному проектировщику цеха инженерно-геологические данные о площадке для строительства цеха или расширения существующего цеха; данные о топливе и сырьевом обеспечении строительства проектируемого цеха; технические данные о коммуникациях, к которым должен быть присоединен цех; сведения о действующем цехе (в случае его реконструкции) и другие необходимые сведения.

Утвержденное руководителем заказчика техническое задание служит основанием для начала проектирования.

Для организации работ и технического руководства в институте, являющимся генеральным проектировщиком, назначается главный инженер проекта (ГИП) и помощники ГИП-кураторы по сложным частям проекта, которые осуществляют связь со специализированными организациями.

Следует отметить, что проектная документация разрабатывается преимущественно на конкурсной основе, в т.ч. через торги подряда (тендер).

## 1.5.2. Период строительного проектирования

### 1.5.2.1. Строительство и его виды

*Строительство* – отрасль материального производства, в которой создаются основные фонды производственного и непроизводственного назначения, – конечная цель инноватики и проектирования.

*Продукция строительства* – законченные и подготовленные к вводу новые и реконструированные производственные предприятия и цехи, жилые дома, здания, сооружения и др. объекты.

Отличительной особенностью строительства является то, что его продукция неподвижна и используется в основном там же, где и произведена (поэтому собственность на строительные объекты и называется *недвижимостью*).

Важнейшей особенностью продукции строительства являются его длительные сроки службы. При строительстве принято различать объекты: *капитального строительства* (от латинского слова – «capital» – главный), которые и становятся вновь созданными основными фондами предприятия, а также *временные здания и сооружения*, сооружаемые на период строительства для нужд осуществления строительства.

К этому следует добавить, что строительство осуществляется с помощью *строительно-монтажных работ*, выполняемых на строительной площадке создаваемого объекта, а *стоимость строительства*, таким образом, складывается из стоимостей строительного проектирования и строительно-монтажных работ, включающих в себя стоимость этих работ с учетом строительных материалов и конструкций, и стоимости устанавливаемого оборудования.

Сами строительно-монтажные работы (СМР) делятся на:

- *общестроительные работы*: земляные, каменные, бетонные, железобетонные, плотничные, столярные, отделочные, кровельные, погрузочно-разгрузочные работы и монтаж строительных конструкций;

- *специальные*, включающие: монтаж технологического оборудования, трубопровод, обслуживающего оборудования и его систем, включая электромонтажные работы, монтаж средств контроля и автоматики.

В строительстве предприятий или цехов (далее объектов) различают, независимо от их отраслевой принадлежности, следующие его виды:

1. *Новое строительство* – строительство по проекту объекта, осуществляемое на отводимой для этого площадке.

2. *Расширение* – строительство по проекту дополнительных к существующим производственных площадей объекта с вводом новых производственных мощностей.

Целью расширения объекта является увеличение его производственной мощности за счет сохранения существующих мощностей и ввода новых в более короткие сроки и при меньших затратах, чем при создании аналогичных суммарных мощностей путем нового строительства.

3. *Реконструкция* – осуществление полного или частичного переоборудования и переустройства производства без расширения основного производства, но со строительством объектов вспомогательного и обслуживающего назначения, с заменой морально и физически устаревшего оборудования, устранением диспропорций в технологических и вспомогательных службах.

Целью реконструкции действующего объекта является увеличение объема и улучшения качества выпускаемой продукции или оказываемых услуг на базе новой, более современной технологии и организации производства (услуг) с меньшими затратами и в более короткие сроки, чем при новом строительстве или расширении производства.

4. *Техническое перевооружение* – осуществление комплекса мероприятий (без расширения имеющихся площадей объекта и его реконструкции) по повышению его технического уровня производства путем замены устаревшей техники и технологии новой, а также механизация и автоматизация производственных процессов, модернизация оборудования, улучшение организации труда и других технических мероприятий.

Целью технического перевооружения является обеспечение прироста выпуска продукции, улучшение ее качества, а также других показателей работы объекта с меньшими затратами и в более короткие сроки, чем при новом строительстве, расширении, реконструкции.

При значительном износе основных фондов объекта вполне возможна ситуация, когда новое строительство окажется более экономически выгодным, чем реконструкция или техническое перевооружение. Поэтому окончательно решение о виде строительства определяется технико-экономическим обоснованием.

Проектирование промышленных объектов может осуществляться либо в одну, либо в две стадии. При одностадийном проектировании выполняется рабочий проект (РП) со сводным сметным расчетом стоимости. Такое проектирование предусмотрено для сравнительно несложных цехов, которые строятся по типовым или уже применявшимся проектам. При двухстадийном проектировании выполняют проект со сводным сметным расчетом стоимости (первая стадия) и рабочую документацию со сметами (вторая стадия). Проектирование новых цехов осуществляется в две стадии.



#### 1.5.2.2. Состав и содержание технико-экономического обоснования (ТЭО)

Работа над проектом начинается с составления технико-экономического расчета (ТЭР) при одностадийном проектировании или технико-экономического обоснования (ТЭО) при двухстадийном проектировании.

Разработка технико-экономического расчета и технико-экономического обоснования производится генеральным проектировщиком с привлечением других специализированных проектных организаций по соответствующим разделам проекта.

Состав и краткое содержание разделов ТЭО для объектов производственного назначения:

1. Общая пояснительная записка.
  - 1.1. Основание и исходные данные для проектирования.
  - 1.2. Краткая характеристика и состав объекта (предприятия, цеха, и т.д.).
  - 1.3. Производственная программа и проектная мощность.
  - 1.4. Данные о качестве, конкурентоспособности и техническом уровне продукции.
  - 1.5. Данные о сырьевой базе, материальном и топливно-энергетическом балансе, ресурсном потреблении и эффективности его использования, а также отходов и вторичных энергоресурсов.
  - 1.6. Социально-экономические и экологические условия и мероприятия.
  - 1.7. Мероприятия по охране труда, санитарии и безопасности жизнедеятельности.
  - 1.8. Экономика строительства и производства в сопоставлении с показателями объектов-аналогов.
  - 1.9. Документы согласований, разрешений, условий и т.д.
2. Генеральный план и транспорт.
  - 2.1. Краткая характеристика региона и промплощадки.
  - 2.2. Решения и показатели:
    - 2.2.1. Генеральный план и транспорт.
    - 2.2.2. Основные планировочные решения.
    - 2.2.3. Благоустройство.
    - 2.2.4. Размещение инженерных сетей.
    - 2.2.5. Организация охраны.
  - 2.3. Основные чертежи.
    - 2.3.1. Ситуационный план размещения объекта с указанием объекта, внешних сетей и защитной зоны.
    - 2.3.2. Картограмма земельных работ.
    - 2.3.3. Сводный генеральный план.
3. Технологические решения (см. ниже).
4. Организация и управление производством.
  - 4.1. Структура управления производством.
  - 4.2. АСУП и его информационное, функциональное, организационное и техническое обеспечение.

- 4.3. Профессионально-квалификационный состав работающих.
  - 4.4. Санитарно-гигиенические условия труда.
  - 4.5. Мероприятия по охране труда.
  - 5. Архитектурно-строительные решения.
    - 5.1. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия промплощадки.
    - 5.2. Описание и обоснование архитектурно-строительных решений, в том числе по защите от шума и вибраций, бытовому и санитарному обслуживанию работающих.
    - 5.3. Мероприятия по электро-, молние-, взрыво-, пожаробезопасности и коррозионной защите.
    - 5.4. Основные чертежи:
      - 5.4.1. Планы, разрезы и фасады основных зданий и сооружений с изображением основных несущих и ограждающих конструкций.
  - 6. Инженерное оборудование, сети и системы.
    - 6.1. Решения по водоснабжению, канализации, теплоснабжению, газоснабжению, электроснабжению, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха.
    - 6.2. Инженерное оборудование объекта, в том числе:
      - 6.2.1. Электрооборудование.
      - 6.2.2. Электроосвещение.
      - 6.2.3. Связь и сигнализация.
      - 6.2.4. Радиофикация и протелевидение.
      - 6.2.5. Противопожарные устройства и др.
    - 6.3. Диспетчеризация и автоматизация управления инженерными системами.
    - 6.4. Основные чертежи:
      - 6.4.1. Принципиальные схемы и планы по решениям пп. 6.1, 6.2, 6.3 и основным сооружениям данного раздела.
  - 7. Организация строительства.
  - 8. Охрана окружающей среды.
  - 9. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций (Выполняются по условиям регионального штаба ГО и ЧС).
  - 10. Сметная стоимость.
  - 11. Экономическая и финансовая оценка проекта. Эффективность инвестиций. Определяются основные данные и технико-экономические показатели строительства и производства, в сравнении с ОИ и объектами-аналогами, определяющими эффективность инвестиций.
- Отметим следующее:
- 1. *Сводный сметный расчет*, определяющий стоимость всех объектов строительства, составляется на основании объектных сметных расчетов, определяющих стоимость входящих в строительство объектов.

2. *Объектный сметный расчет*, определяющий стоимость объекта, составляется на основании локальных сметных расчетов, определяющих стоимость всех отдельных видов работ.

3. *Локальные сметные расчеты*, определяющие стоимости отдельных видов работ (строительных, сантехнических, промпроводок инженерных сетей, монтажа, приобретения и изготовления оборудования и т.д.), составляются на основании сметных расчетов на отдельные виды затрат, входящих в состав каждого локального расчета.

Выполнение указанных выше разделов ТЭО требует включения в состав проектной фирмы разработчиков с большой номенклатурой специальностей, что, в отличие от проектного инжиниринга, осуществимо лишь в рамках достаточно большой проектной фирмы, особенно при проектировании таких сложных и энергонасыщенных объектов, как объекты металлургии. Данное обстоятельство нашло отражение в структуре проектных организаций, которые подразделяются на три типа:

1. Генеральные – институты ГИПРО (государственный институт по проектированию), которые осуществляют генпроектирование и разработку комплексных (т.е. во всех разделах) проектов строительства объектов в своих отраслях (Гипромез, Уралгипромез, Челябгипромез и другие – в металлургии; Гипротяжмаш, Уралгипротяжмаш – в тяжелом машиностроении; Гипроавтопром – в автомобилестроении и т.д.), привлекая при новом строительстве, особенно в стадии «рабочая документация», институты следующих двух типов (см. ниже):

2. Территориальные – институты Госстроя (Промстройпроекты, Гражданпроекты и т.д.), которые по заданиям генеральных институтов – генпроектировщиков разрабатывают проектную документацию по архитектурно-строительным разделам проекта.

3. Специализированные – институты ГПИ (государственные проектные институты), которые также по заданиям генеральных институтов специализируются на разработке отдельных, соответствующих своему названию, разделов проектной документации.

В современных экономических условиях практически все проектные институты стали акционерными (частными) и слово «государственные» в аббревиатуре названий сохраняется как элемент фирменной марки, а с ликвидацией отраслевых министерств уже не ограничиваются обслуживанием только своей отрасли, т.е. стремятся к универсальности.

Наряду с названными тремя типами основных проектных организаций строительным проектированием занимаются:

1) проектные отделы (или управления) – при крупных и средних предприятиях металлургии, машиностроения и других отраслей – для текущих оперативных мелких и средних проектных работ, которых на названных предприятиях достаточно для обеспечения их загрузки;

2) проектно-строительные специализированные фирмы, разрабатывающие проектную документацию в комплексе с выполнением по ней строительного

монтажных работ и часто с поставками оборудования со сдачей объекта «под ключ».

Одним из основных разделов ТЭР и ТЭО является *технологическая часть* к разработке, которой приступают после составления *технологического задания* (ТЛЗ) на проектирование.

Существует типовая инструкция по разработке технологического задания (И-1ч-1-1-86).

В технологическом задании указывается производительность цеха, перечисляются исходные материалы и требования к ним, марки сталей, режим их обработки и т.п.

Обязательно перечисляются используемые энергоносители и газы (электроэнергия, кислород, азот, аргон, природный газ, сжатый воздух), задаются удельные и часовые расходы и требования по давлению. Кроме того, по кислороду указывается содержание влаги, по аргону – чистота.

Приводится сортамент и основные требования к конечной продукции цеха. Намечаются основные технологические процессы, которые планируется осуществить в новом цехе или указываются основные направления реконструкции цеха.

Определяются основные грузопотоки.

Описывается технология термической обработки, приводятся данные по оборудованию.

Перечисляются требования к автоматизации процесса.

Порядок контроля и сдачи продукции.

В заключении приводятся технико-экономические показатели разработанной технологии, и указывается соответствие ТЗЛ современному мировому техническому уровню.

В соответствии с ТЗЛ генпроектировщиком осуществляется разработка технологической части ТЭР или ТЭО, являющейся основной составляющей проекта.

Выполнение технологической части проекта возлагается, как правило, на сотрудников технологического отдела института-генпроектировщика.

В *технологической части* проекта даются решения по технологии производства, краткая их характеристика, сравнение выбранного технологического процесса с передовыми решениями в отечественной и зарубежной практике, решения по организации контроля качества производимой металлопродукции, составу выбранного оборудования и оценке его прогрессивности, обоснование объемно-планировочных решений, данные об используемых материалах, сырье, их потребностях, сведения о потребности топлива, электроэнергии и других энергоресурсов, топливно-энергетические и материальные балансы технологических процессов и решения по организации безотходного производства.

Технологическая часть проекта включает:

- расчет производительности цеха с уточнением объема производства по номенклатуре изделий;
- выбор типа, количества агрегатов (печей);
- определение режима и основных показателей работы оборудования;

- определение расхода вспомогательных материалов, электроэнергии, воды и топлива по данным материальных и тепловых балансов печей;
- разработку рациональной схемы работы цеха и схемы грузовых потоков;
- расчет количества и выбор типа подъемно-транспортного и вспомогательно-го оборудования;
- разработку объемно-планировочных решений цеха.

На основе принятых в технологической части решений выполняются другие разделы ТЭР или ТЭО. При этом используются специалисты соответствующих отделов института-генпроектировщика или привлекаются специализированные организации. Координацию проектных работ различных отделов института-генпроектировщика и привлеченных организаций по каждому конкретному проекту осуществляет главный инженер проекта (ГИП) и его заместители-кураторы по смежным частям проекта, осуществляющие связь со специализированными организациями.

#### 1.5.2.3. Рабочая документация

Рабочая документация (РД) разрабатывается после процедуры согласований и утверждения предыдущей стадии и сбора исходных данных по устанавливаемому оборудованию.

Документация на этой стадии, главным образом рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ, является продолжением разработки ТЭО (проекта) и содержащихся в нем расчетов и данных пояснительной записки. Кроме рабочих чертежей, в состав рабочей документации входят:

- спецификация оборудования;
- ведомости потребности в материалах;
- ведомости объемов строительных и монтажных работ;
- сметная документация.

Документация выпускается комплектами по видам строительных работ и специальностям их разработчиков. При этом первый (заглавный) лист каждого комплекта содержит перечень входящей в него документации с ее содержанием, обозначением и номерами листов, а также содержит основные технические данные по разделу проекта.

Таким образом, разработка проекта цеха при двухстадийном проектировании происходит в следующей последовательности:

1. Составление обоснований инвестиций в строительство или реконструкцию цеха (его согласование).
2. Составление технического задания (ТЗ) и утверждение ТЗ.
3. Решение о строительстве (реконструкции) цеха;
4. Выбор площадки строительства цеха.
5. Разработка ТЭО на основании ТЛЗ, результатов НИР, данных по оборудованию, нормативным материалам, данных научно-технической экспертизы.
6. Экспертиза ТЭО.

7. Утверждение ТЭО.

8. Разработка проекта со сводным сметным расчетом стоимости на основании данных научно-технической информации, решение об отводе земли, данных о строительных конструкциях и материалах, данных согласующих организаций, данных для составления сметной документации, результатов НИР, технических проектов по оборудованию, архитектурно-строительного задания, нормативных материалов, каталогов, ценников.

9. Экспертиза проекта.

10. Утверждение проекта.

11. Разработка рабочей документации (рабочих чертежей).

#### 1.5.2.4. Рабочий проект

Рабочий проект (РП) применяется, как отмечалось ранее, для несложных объектов и состоит из утверждаемой части, идентичной по составу стадии ТЭО и рабочей документации с составом по разд. 1.5.2.3, причем последняя разрабатывается после согласования и утверждения в установленном порядке утверждаемой части рабочего проекта.

*Главный инженер проекта.* Основную персональную, установленную законом ответственность за качество и технико-экономический уровень проектных решений и проектной документации несет назначаемый из числа самых высококвалифицированных специалистов *главный инженер проекта* (ГИП), закрепляемый за каждым объектом проектирования.

В число многочисленных обязанностей главного инженера проекта входит подтверждение в материалах проекта (пояснительной записке ТЭО и на загавных листах разделов рабочей документации) соответствия разработанной документации действующим нормам, правилам, стандартам, в том числе по взрыво- и пожаробезопасности.

Кроме строительного проектирования, ГИП в не меньшей степени занят участием в качестве руководителя и исполнителя в проектном инжиниринге, в котором разработка документа «Основные положения по проектированию» в значительной мере определяет качество будущей проектной документации.

После окончания строительства ГИП ведет контроль за освоением проектных мощностей цеха, в случае необходимости разрабатывает новые проектные решения с целью устранения отмеченных недостатков.

### 1.6. Технологическое проектирование

#### 1.6.1. Основные понятия и определения

Технологическое проектирование обозначает процесс разработки разделов *технологические решения* в составе: инновационных, инжиниринговых разработок, а также и главным образом в составе проектов (ТЭО и РД). (В последнем случае оно является основой и составной частью строительного проектирования объектов.)

*Технологические решения* – продукция технологического проектирования, определяет их содержание, назначение, технологический уклад, эффективность инвестиций и успех всего инвестиционно-строительного цикла по созданию объектов, включая обеспечение оптимальных характеристик проектов в части рентабельности, конкурентоспособности и всех видов безопасности продукции и производства.

Таким образом, средства технологического проектирования для разработки технологических решений используются тремя основными субъектами инвестиционно-строительного процесса:

- разработчиками инновационных проектных разработок (инноваторами или ранними реципиентами);
- разработчиками ходатайства (декларации) о намерениях и обоснований на инвестиции (проектный инжиниринг);
- разработчиками проектной документации на строительство объекта (проектными фирмами).

При этом важно иметь в виду следующее:

- в разработках первого объекта преобладает проектно-технологическое проектирование, а технологическое проектирование носит укрупненный рекомендательный характер, т.е. основная зона его субъекта ответственности – технология и предлагаемое технологическое оборудование;
- в разработках второго и третьего субъектов (как правило, это одно юридическое лицо) решаются в порядке технологического проектирования задачи улучшения и детализации предложенных первым субъектом технологических решений в части транспортной технологии, механизации и автоматизации, а в порядке генпроектирования – создания объекта (цеха, участка), обеспечивающего наилучшие и безопасные условия для осуществления технологии, предложенной первым субъектом, с достижением высоких технико-экономических показателей.

Важной стороной технологического проектирования является осуществление им функций генерального проектирования (генпроектирования), которое выражается в том, что разработка других разделов проектов осуществляется по технологическим решениям и специально разрабатываемым по ним заданиям на остальные части проекта.

Наряду с проектированием цехов, существует и *комплексное проектирование предприятий*, осуществляемое в составе *комплексного проекта (ТЭО) на строительство предприятия* и состоящее из соответствующего количества проектов цехов этого предприятия и проекта предприятия в целом.

*Организация производства* – под этим понятием подразумевается принятие технологических решений по следующему блоку вопросов:

- Производственная программа выпуска – ею определяется годовой объем производства намечаемой продукции и заданной номенклатуры, количестве и стоимостном выражении.
- Специализация и кооперация – решения, принимаемые с помощью этих понятий о степени участия в выпуске изделий проектируемого объекта.

– Характеристика производства – осуществляется с помощью понятий *серийности* и *точности*, а также часто по виду и способу производства, массе изделий и мощности производства по нормам технологического проектирования, а также по классификации цехов.

При этом, укрупнено можно считать, что если за единицей основного оборудования закрепляется – 1...5 типоразмеров продукции – это крупносерийное или массовое производство, 6...20 – серийное, более 20 – мелкосерийное или единичное производство.

Поточным производством является производство с расположением оборудования по ходу технологического процесса (операций) в виде поточных механизированных и автоматизированных линий.

Альтернативой поточному производству является его организация по *групповому принципу*, т.е. по видам обработки, – например: плавка – в плавильном цехе (участке), литье – в литейном цехе (участке) и т.д.

В современных условиях с его тенденциями к мини- и микрометаллургии часто имеет место создание цехов (участков) на базе, например, плавильно-литейно-деформационных комплексов.

#### 1.6.2. Режим работы и фонды времени работы

Режим работы проектируемого объекта принимается по заданию на проектирование, эффективнее фонды времени работы рабочих и оборудования принимаются и приводятся в разработках норм.

Технологический процесс и потребность в оборудовании и трудовых ресурсах  
Данный раздел включает:

- технологический процесс;
- Станкоемкость и трудоемкость;
- выбор оборудования;
- определение состава работающих;
- механизация и автоматизация производства;
- материальный и топливно-энергетический баланс;
- вспомогательные службы и склады;
- размещения и площади;
- охрана труда и окружающей среды;
  - организация и условия труда;
  - техника безопасности, охрана труда и противопожарные мероприятия;
  - данные об экологичности технологических решений;
- основные данные и технико-экономические показатели. Предполагает технологическое проектирование и разработку технологического плана, который включает в себя:
  - Объемно-планировочные решения:
    - площади и параметры здания цеха;
    - проходы и проезды;
    - расстояние между оборудованием и строительными элементами зданий;



- конструкции производственного здания.
- Компоновочный план;
- Последовательность и принципы разработки технологического плана.

При готовности технологического плана осуществляется *окончательная разработка и оформление технологических решений*.

Пример представленных технологических решений в составе «обоснования инвестиций» приведен в приложении 4, а в стадии ТЭО в приложении 5.

## 2. Автоматизация проектных работ

Методика проектирования термических подразделений не является совершенной. На выполнение ряда проектных процедур затрачивается слишком много времени. Многие проектные решения принимаются субъективно на основе установившихся традиций без всестороннего технологического обоснования. Проекты однотипных термических цехов, выполняемых различными способами, часто разнятся. Большинство времени, отводимого на проектирование (до 90 %), затрачивается на механическое выполнение однообразных (рутинных) процедур, выполняемых вручную и связанных с поиском, согласованием и переработкой информации, с проведением большого числа типовых расчетов, с оформлением графической и текстовой документации. Лишь незначительное время (10 %) проектировщик затрачивает на творческое проектное изыскание.

Подобная методика требует улучшения, которое достигается при самом широком использовании средств автоматизации инженерно-технических работ и как наиболее перспективного направления – систем автоматизированного проектирования (САПР). САПР обуславливает наличие условий для математического моделирования проектных процедур (под процедурой здесь понимают совокупность работ по выполнению любых проектных задач).

В соответствии с задачами современного производства САПР развивается в следующих направлениях: во-первых, разработкой и внедрением методов, ускоряющих решение проектных задач и существенно улучшающих качество проектных решений; во-вторых, обеспечением возможности для творческой работы проектировщиков и повышением производительности их труда.

САПР не исключает участия человека в разработке проекта, а лишь освобождает его от выполнения работы, не требующей профессиональной эрудиции, глубокого знания специфики термического производства. Весь объем работ по сбору, систематизации и распределению информации, по трудоемким расчетам, по оформлению технологических и других документов поручают компьютерным системам.

САПР способствует широкому распространению прогрессивных технологических процессов, повышению точности расчетов, применению экономико-математических методов, внедрению совершенных организационных форм работы.

С помощью САПР решают в первую очередь задачи по отработке деталей на технологичность, определению места термообработки в производственном процессе, разработке технологических маршрутов и процессов термообработки, составлению планировок термических участков и др. Наиболее длительными и трудоемкими являются мероприятия по обработке деталей на технологичность и по разработке технологических процессов термообработки. Как известно, эти мероприятия осуществляют постепенно на различных этапах технической подготовки производства: при конструировании деталей, их изготовлении, при проектировании термических подразделений; причем на этапе конструирования термисты

действуют совместно с технологами смежных производств; на стадии разработки проекта термического цеха большинство проектных задач термисты решают самостоятельно. Использование САПР предусматривает стандартизацию или унификацию большинства производственных, технологических и организационных элементов и факторов термической обработки, в том числе типоразмеров изделий; показателей их свойств; процессов обработки и т.п. Это ускоряет расчеты, сокращает число перебираемых проектных вариантов и, в конце концов, удешевляет проектирование.

Известно, что в каждой автоматизированной системе проектирования регламентируются следующие базовые обеспечения: техническое, программное, информационное, математическое, методическое и организационное.

К *техническому обеспечению* САПР относятся устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных и другие устройства или их сочетание, целью которых является ввод, обработка и отражение информации. Основными характеристиками ЭВМ, используемых в САПР, являются объем оперативной памяти, быстродействие, число и скорость мультиплексных каналов. Последние дают возможность одновременного обслуживания нескольких пользователей. По классу используемых средств и ориентации выделяются четыре уровня САПР: мини-САПР, которые используют для автоматизации рабочих мест (АРМ); САПР среднего уровня для отраслевой ориентации, выполняемых в рамках одной проектной организации; большие САПР (общепромышленные) и сверхбольшие САПР (межотраслевые).

Для проектирования деталей и узлов невысокой сложности, изготовления деталей и технологии их обработки (включая термическую обработку), изготовления технологической оснастки и др. наиболее широко применяют мини-САПР с использованием мини-ЭВМ. Мини-САПР на малых ЭВМ значительно сокращают время проектирования, весьма компактны и дешевы, поэтому доступны любой проектной организации.

При сложных процессах, требующих большого объема памяти или быстродействия, их можно разбить на ряд простых с управлением малыми ЭВМ. При САПР должна быть обеспечена связность отдельных элементов проекта и всего объекта в целом на всех стадиях разработки. Базовые конфигурации высших уровней строят на основе базовых конфигураций низшего уровня.

Поскольку при проектировании требуется наблюдение за текущим состоянием проекта и формированием проектной документации САПР включает средства машинной графики и отображения алфавитно-цифровой информации. К таким средствам относятся дисплеи (алфавитно-цифровые, графические) и графопостроители. Для документирования проекта используют графопостроители рулонного и планшетного типа и печатающие устройства.

*Программное обеспечение* включает документы с текстами программ, программы на машинных носителях и документы по эксплуатации. Оно делится на общесистемное и специализированное. К функциям общесистемного обеспечения САПР относятся управление процессом вычисления, ввод, вывод и обработка информации; диалоговая взаимосвязь с пользователем в процессе проектирования;

хранение, поиск, анализ, модификация данных, защита их целостности; решение общематематических задач; контроль и диагностика. Общесистемная информация размещается во внешней памяти. Специализированная часть предназначена для решения конкретных проектных задач. Состав специализированного программирования индивидуален и зависит от объекта проектирования, специфики и объема задач, решаемых конкретной САПР. Разработку прикладных программ проводят на основе математического обеспечения с использованием конкретных методов научных дисциплин, вычислительной математики, программирования – она является комплексом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Разработка программных средств трудоемкий этап, поэтому важно использовать типизацию и унификацию проектных процедур, что даст сокращение сроков разработки САПР.

Совершенствование программных и технических средств САПР обеспечивается развитием операционных систем и специализированных микропроцессоров.

Информационное обеспечение является ядром САПР. Оно содержит описание стандартных проектных процедур, проектных решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и другие данные, а также блоки данных на машинных носителях с записью указанных документов. Основные компоненты информационной подсистемы – это структура данных, структура памяти, система кодирования, обмен с пользователем, виды управления и характер обработки.

Задача информационной подсистемы состоит в сборе, хранении, поиске, а также пополнении и выдаче всей информации для процесса проектирования. Информационные данные при создании САПР должны быть соответствующим образом закодированы, структурированы и размещены в запоминающем устройстве ЭВМ. База сведений образует банк данных (БД) с системой управления базой данных (СУБД); последняя представляет собой программные комплексы, обеспечивающие поиск и модификацию данных.

Информационная система пополняется данными, получаемыми пакетами проектирующих программ, из которых извлекается информация для последующих этапов проектирования.

Язык проектирования и терминология составляют *лингвистическое обеспечение* САПР. Термины и определения, относящиеся к САПР, закрепляются в ГОСТах, нормах, руководящих материалах.

Важной характеристикой САПР является степень ее информации с окружающей средой.

В связи со значительно увеличивающимся объемом информации проектант на ее поиск затрачивает до 50...60 % времени, поэтому надлежащая постановка информационного обеспечения имеет важное значение.

*Математическое обеспечение* САПР представляет собою математические методы, модели и алгоритмы, на основе которых осуществляется процесс автоматизированного проектирования. Если информационное обеспечение САПР определяет содержание, направление движения информации и ее объем, то математическое обеспечение выявляет закономерности переработки информации в ходе выполнения проекта.

Основными методами математического обеспечения являются моделирование и оптимизация проектных решений с нахождением алгоритмов для требуемых критериев качества.

Объектами моделирования являются изделия и процессы конструирования, производства, установления технологии, эксплуатации и технологического оснащения. Математическая модель является формализованным описанием структуры изделия и его параметров, или технологических процессов, или технологического оснащения. В общем случае математическая модель представляет собой ряд систем уравнений, связывающих физические параметры, характеризующие состояние объекта. При использовании математических уравнений стремятся получить аналитическое выражение выходных и входных параметров объекта. Обычно при составлении математических моделей в уравнениях фигурируют не все фазовые переменные физической системы, а только часть из них, достаточная для однозначной идентификации состояния объекта (базисные координаты). Через базисные координаты вычисляют и остальные переменные. После формирования математической модели объекта и решения системы уравнений, входящих в математическую модель, вычисляют выходные параметры объекта.

Формализация построения модели позволяет реализовать *принцип непрерывности* автоматизированного проектирования.

С целью быстрого решения задач оптимизации на ЭВМ разрабатывается значительное количество пакетов прикладных программ (ППП). Кроме того, имеется большое количество ППП в отдельных отраслях и проектных институтах. Автоматизированная разработка технической задачи является творческим процессом проектирования и поэтому требует квалифицированных проектировщиков, чтобы сочетать их знание и умение с возможностями, предоставляемыми САПР.

*Методическое обеспечение* – документы, в которых отражены состав, правила отбора и эксплуатации средств автоматизации проектирования (ГОСТ 23501.118–83).

*Организационное обеспечение* включает положения, инструкции, приказы, штатное расписание, квалификационные требования и другие документы, регламентирующие организационную структуру подразделений и их взаимодействие с комплексом средств автоматизации проектирования.

Создание САПР – это многоступенчатый процесс, включающий следующие стадии:

- *предпроектные исследования*, заключающиеся в оценке возможности создания САПР, формирование исходных данных для разработки технического задания, в согласовании и утверждении;
- *техническое задание*, включающее разработку, согласование и утверждение технического задания;
- *техническое предложение*, сводящееся к выбору и обоснованию рационального варианта САПР, разработке комплекта документации, согласованию и утверждению технического предложения;
- *эскизный проект*, включающий разработку принципиальных решений по созданию САПР и документации;

- *технический проект*, сводящийся к разработке окончательных решений по созданию САПР и документации;
- *рабочий проект*, в котором разрабатывается рабочая документация по САПР, проводится согласование и утверждение рабочего проекта;
- *изготовление* (получение), отладка и испытание;
- *ввод в действие*.

При создании САПР на базе типовых подсистем стадии предпроектных исследований, технических предложений и эскизного проекта не являются обязательными. Они не проводятся, а иногда, при наличии типового проекта, исключается и технический проект.

Примерная схема автоматизированного проектирования следующая. Сначала формируется техническое задание на разработку изделия или системы обработки. Далее, осуществляется поиск среди существующих изделий или систем таких, которые удовлетворяют требованиям на разработку, используя банк данных САПР. Если в САПР нет изделий с требуемыми характеристиками, то проводится поиск изделий-прототипов с характеристиками, близкими к требуемым, учитывая допустимые отклонения, назначаемые конструктором. При отсутствии таких данных определяется возможность доработки изделия или системы (оптимальный выбор параметров, изменение материалов, методов изготовления и обработки и др.).

Если исчерпаны все возможности по использованию существующих изделий или систем обработки, то осуществляется проектирование принципиально нового изделия или его обработки. При этом строится физическая модель, отражающая требуемые процессы и явления. Модель может быть задана в виде схемы на экране дисплея или получены с помощью ЭВМ в диалоговом режиме с пользователем. Проводится построение или выбор математического аппарата по анализу приня –

тых проектных данных по разработке новых изделий или систем. Далее, следует оптимизация полученных проектных решений по сформированным функциям качества. При удовлетворении требованиям, предъявляемым техническим заданием на той или иной стадии проектирования проводится проработка отобранных решений, окончательный выбор вариантов реализации изделий или системы обработки, выпускается конструкторская документация, затем осуществляется технологическая подготовка производства (проектируются техпроцессы, выбирается основное и вспомогательное технологическое оборудование, технологическая оснастка и т.п.), изготавливается технологическая и проектно-сметная документация. Далее, формируют предложения для промышленного изготовления изделий или систем.

При положительном решении той или иной стадии проектирования следует испытание изделий. Завершается процесс автоматизированного проектирования подготовкой серийного производства.

Для процессов *термической обработки* технологический САПР несколько упрощается. Первым этапом, если это необходимо, проводится предварительное исследование операций термической обработки или работы оборудования и формируется техническое задание на проектирование. Затем используется банк дан-

ных по материалам и технологическим процессам термической обработки и банк дан-

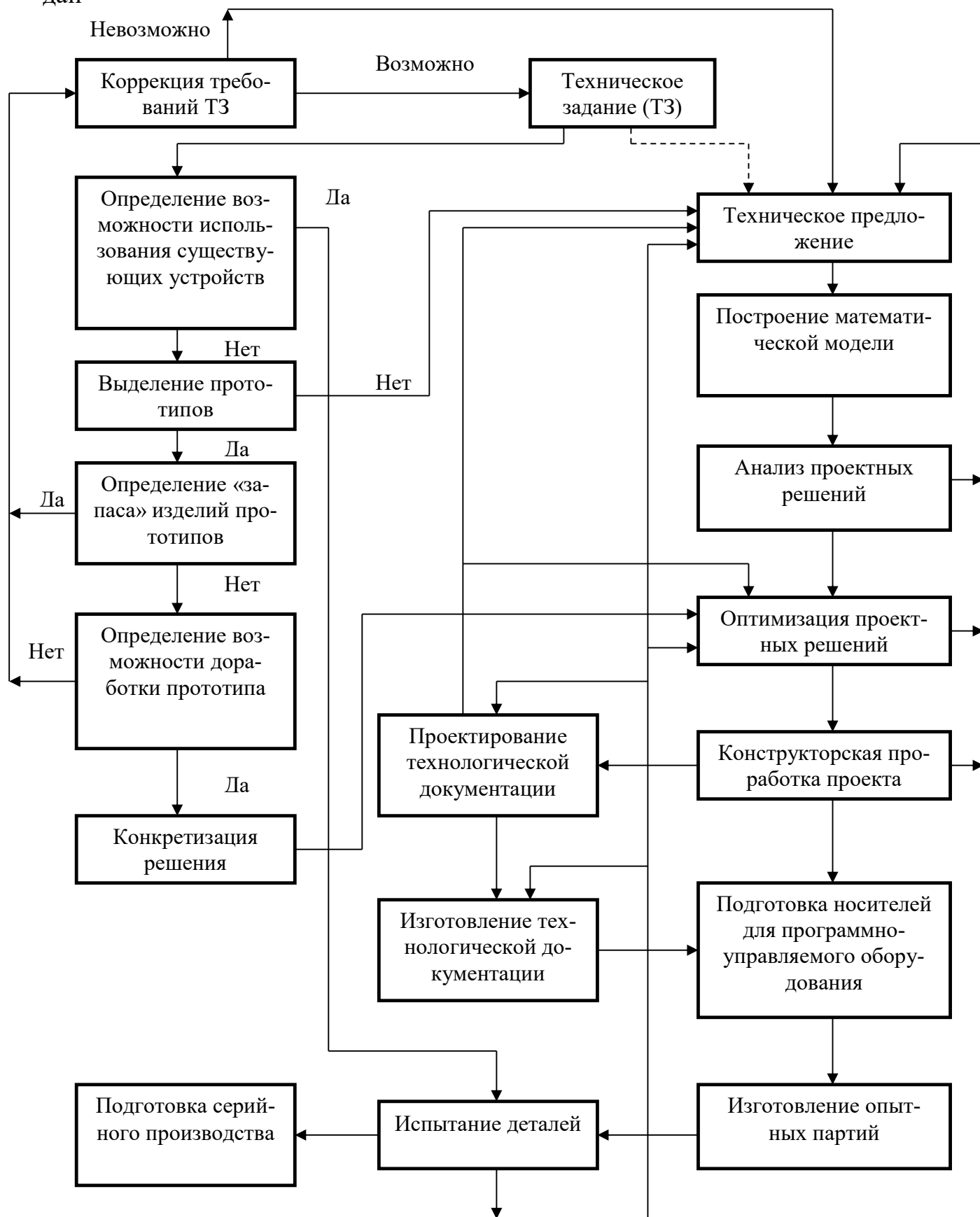


Рис. 2.1. Примерная укрупненная схема процесса автоматизированного проектирования

ных по термическому оборудованию. Проводится кодирование, разработка алгоритмов с анализом и оптимизацией проектных решений и выдача документации, в том числе технологических карт. Для термиста, при проектировании процессов и установок, связанных с тепло- и массопереносом, важную роль играют уравнения теплопроводности, связывающие изменение температуры во времени и пространстве, а также уравнения диффузии, отражающие изменение концентрации частиц во времени и пространстве. Данные зависимости выражаются дифференциальными уравнениями с теми или иными граничными условиями.

Для нахождения оптимальных проектных решений и алгоритмов используют методы программирования (линейного, нелинейного, динамического и др.) с разработкой вариантов. Для оценки оптимальных решений применяют регрессионно-корреляционный анализ, с помощью которого может быть найден экстремуму исследуемой функции. В термической обработке такими задачами могут быть: разработка вариантов с целью нахождения наиболее целесообразных процессов обработки – термической (Т.О.), химико-термической (ХТО) и термомеханической (ТМО); поиск оптимального режима процесса нагрева и охлаждения изделий, расчет элементов теплового баланса, нахождение данных для управления глубиной слоя и структурой при химико-термической обработке, конструкторские расчеты по оборудованию и т.п.

Имея математическую модель, отражающую реальный процесс, можно задавая определенные технологические режимы, прогнозировать структуру, фазовый состав, глубину слоя. И, наоборот, при заданных характеристиках изделия можно определить законы изменения технологических параметров для получения этих характеристик.

Для автоматизированного проектирования основного оборудования – термических печей разрабатываются математические модели. В основу математической модели положен расчет теплотехнических параметров, обеспечивающих оптимальные тепловые режимы зон печи, управляемых с помощью ЭВМ.

Нагрев садки рассчитывается на основе системы уравнений для эффективных тепловых потоков поверхностей, участвующих в лучистом теплообмене. Расходы топлива для нагрева и воздуха или газа для охлаждения находят из уравнений мгновенных тепловых балансов и уравнений теплообмена.



### 3. Основные положения проектирования термических цехов

#### 3.1. Классификация термических цехов

Термические цехи можно разделить по следующим признакам:

- 1) по месту в заводской структуре;
- 2) по обрабатываемым деталям;
- 3) по преобладающим операциям термической обработки;
- 4) по производственному признаку.

Место в заводской структуре определяется объемом производства. В соответствии с этим термическая обработка деталей на заводе может происходить в самостоятельных термических цехах, в отделениях или на участках.

Термическое отделение или участок, на котором обрабатывается одна деталь или группа деталей, носит название *по наименованию обрабатываемой детали или группы*: участок термической обработки коленчатого вала, участок термической обработки инструментов из углеродистой стали, отделение термической обработки инструментов и т.д.

На некоторых заводах сохранилась классификация термических цехов *по преобладающим операциям* термической обработки: закалочный цех, цех азотирования и т.д.

Наиболее правильной является классификация по производственному признаку, по которому все термические цехи завода разделяют на две группы: *основные* термические цехи для обработки деталей товарного производства завода – основной его продукции и *вспомогательные* термические цехи для обработки деталей вспомогательного производства завода.

Основные термические цехи подразделяют, в свою очередь, на цехи (отделения, участки), связанные: а) с заготовительными цехами (кузнечно-штамповочными, линейными и др.), в которых производится термическая обработка поковок, штамповок или отливок, т.е. полуфабрикатов до их механической обработки; б) с обрабатывающими механическими цехами, где производится термическая обработка деталей товарной продукции завода, т.е. после механической обработки, и в) с цехами, объединяющими заготовительные и обрабатывающие операции, например цехи рессорные, пружинные и др.

Ниже приводится классификация термических цехов и отделений наиболее распространенных производств в металлургической, машиностроительной и инструментальной промышленности.

*Металлургические и метизные заводы* черной металлургии – цехи и отделения для термической обработки слитков, непрерывно литых заготовок, сортового проката, труб, листов, ленты, проволоки, ленты, рельсов, колес и бандажей, осей, накладок и т.п.

*Машиностроительные заводы* – термические цехи и отделения для обработки поковок, литья и других изделий. В соответствии со способом изготовления про-

дукции термические цехи и отделения этих заводов разделяются на черновые и чистовые (вторичные термические), обрабатывающие детали (шестерни, звездочки, разнообразные валы, оси и рычаги, гильзы и др.).

*Специализированные* термические цехи и отделения для термической обработки деталей подшипников, пружин, рессор и др.

Наконец, возможно размещение оборудования для термической обработки в комплексных поточных линиях основных цехов (механических, механосборочных, кузнечных, литейных).

Инструментальные заводы – цехи и отделения для термической обработки различного вида инструментов, которые могут быть *специализированными* для одного вида инструмента – режущего, калиброво-измерительного, штампового, хирургического. Однако наиболее распространенными являются *универсальные* термические цехи и отделения для обработки различных видов инструмента и приспособлений, которые имеются на машиностроительных и металлургических заводах.

### 3.2. Показатели для проектирования термических подразделений

#### 3.2.1. Разработка технологии

При проектировании важно выбирать наилучший вариант технологического процесса, обеспечивающий получение высококачественной продукции и проводимый в наикратчайшее время при малой стоимости обработки. Поэтому при разработке технологического процесса намечается несколько вариантов, из которых выбирается оптимальный. Главное внимание при этом должно быть сосредоточено на новых, передовых методах технологии термической обработки – газовой цементации и газовом цианировании, обработке с нагревами токами высокой и промышленной частоты, обработке холодом, цианировании, жидкостной цементацией и др. Для обоснования экономической выгоды того или иного технологического процесса и выбора оборудования делается соответствующий расчет.

Технологический процесс оформляется в виде технологических (или операционных) карт. В технологическую карту входит перечень всех операций обработки детали или группы деталей с указанием подробных данных по этим операциям (температура, время выдержки, среда и температура охлаждения, применяемые приспособления и т.д.). Форма технологической карты приведена в табл. 3.1.

Операционные карты составляются для ряда деталей, проходящих одну и ту же операцию на каком-либо оборудовании. При большом количестве деталей разных марок стали рекомендуется произвести унификацию марок стали, видов и режимов термической обработки. Например, можно заменить марки 10, 15, 20 одной маркой 15 или марки 30X, 40X, 45X одной маркой 40X. С целью уменьшения видов термической обработки иногда представляется возможным заменить операции цементации цианированием, отжиг – нормализацией и т.д. Сокращение количества различных режимов термической обработки может быть сделано также за счет объединения близких по размерам деталей в группы, обрабатываемые одним режимом. Унификация не должна ухудшать качество деталей.

Таблица 3.1

## Примерная технологическая карта обработки деталей

Прохождение детали по цехам			Место для эскиза детали	Характеристика детали
№ по пор.	Наименование операции	Условное обозначение цехов		1. № детали..... 2. Наименование детали..... 3. Марка стали ..... 4. Вес детали.....
		К Т <sub>1</sub> М Т <sub>2</sub>		
Технические условия на деталь 1. Твердость поверхности..... 2. Твердость сердцевины..... 3. Глубина цементированного слоя 4. Допуск на коробление..... 5. Специальные условия..... (Пример: резьба должна быть мягкой)				Технический контроль
				1. Наружный осмотр, %..... 2. Проверка твердости, %..... 3. Проверка коробления, %.. 4. Прочие виды контроля, %...

№ операции		Наименование приспособления или № чертежа	Загрузка деталей	Режим процесса	Общее время нагрева в часах и мин	Интервал толкания загрузки в мин/с	Среда охлаждения	Способ охлаждения	Температура охлаждающей среды, °С	Операционная твердость	Производительность	Разряд рабочих	
Наименование операции	Оборудование												
Наименование приспособлений		Количество деталей в приспособлении	Всего на загрузку	Температура	Нагрев(ч, мин)	Выдержка (ч, мин)					Общая в кг/ч или шт/ч	Удельная в кг/м²	
Количество деталей в приспособлении													
Всего на загрузку													
Температура													
Нагрев(ч, мин)													
Выдержка (ч, мин)													
Общее время нагрева в часах и мин													
Интервал толкания загрузки в мин/с													
Среда охлаждения													
Способ охлаждения													
Температура охлаждающей среды, °С													
Операционная твердость													
Общая в кг/ч или шт/ч													
Удельная в кг/м²													
Разряд рабочих													

[illegible]

Технологический процесс на отдельные характерные детали из различных марок стали в проектах оформляются также графиками в координатах температура – время (рис. 3.1).

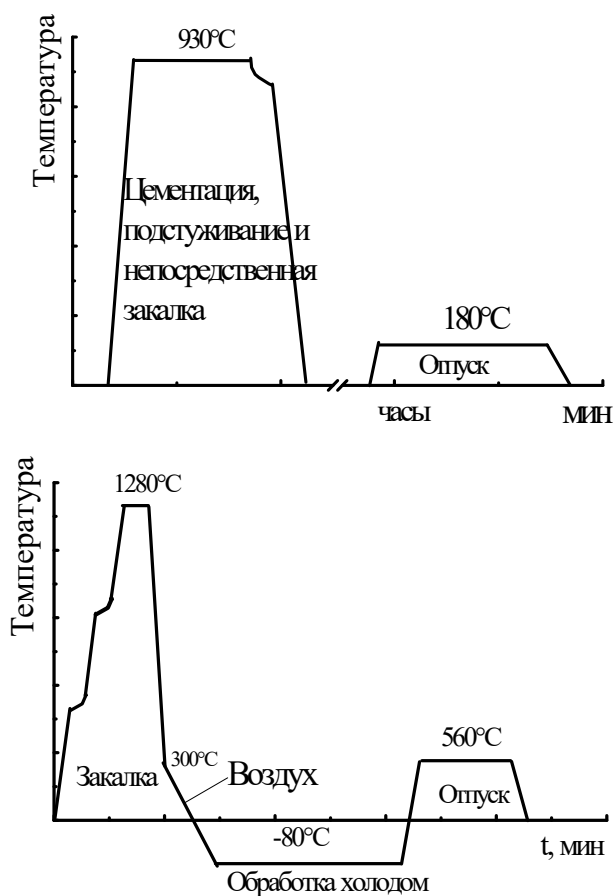


Рис. 3.1. Графики термической обработки: а – цементуемых автомобильных деталей; б – инструментов из быстрорежущих сталей

### 3.2.2. Выбор источника тепловой энергии

Выбор источника тепловой энергии для печей производится с учетом имеющихся местных топливных ресурсов. Это является главным при выборе источника тепловой энергии. Однако такой принцип не всегда может быть соблюден. Например, применение твердого топлива для термических печей не рекомендуется. В районах с большим запасом твердого топлива модно запроектировать газогенераторную станцию для газификации угля и получаемый газ использовать для отопления термических печей или же применить в качестве источника тепла электроэнергию. Применять мазут для вновь проектируемых цехов не разрешается, поэтому главными источниками тепловой энергии для термических цехов являются газ и электроэнергия. Использование для печей газа обходится дешевле, но применение электроэнергии позволяет лучше автоматизировать процесс и, кроме того, является более гигиеническим. Как в газовых, так и в электрических печах нагрев деталей можно вести в контролируемой атмосфере. В газовых печах в этом

случае используют радиационные трубы для сжигания газа или муфели для нагрева металла.

### 3.2.3. Составление программы для проектирования

Основанием для проектирования термических цехов является годовая программа.

Программа составляется таким образом, чтобы она могла служить основанием для составления технологического процесса и выбора оборудования.

Для этого необходимо знать номенклатуру деталей, марок стали, вес, габаритные размеры и подлежащие обработке количество деталей. Примерная форма для составления программы приведена в табл. 3.2. Иногда программа задается в количестве готовых деталей. Тогда в ведомость программы вводятся дополнительные графы. Некоторые детали машин изготавливаются не только для выпуска машин, но и как запасные части. Тогда форма годовой программы принимает следующий вид.

### 3.2.4. Режим работы цеха

Установление сменности работы в цехе связано с характером, технологией и объемом производства, а также с количеством наличного оборудования. В массовом производстве при наличии больших конвейерных цехов и толкательных печей экономически оправдывает себя непрерывная работа (в три смены), так или иначе будут иметь место большие затраты топлива и времени на разогрев печей. С другой стороны, при небольших камерных печах подготовка их, т.е. разогрев до рабочей температуры, не будет вызывать больших потерь времени. Поэтому в случае массового производства работу термических цехов следует проектировать в три смены, а в инструментальных термических печах или в цехах для обработки деталей с небольшими печами – в две смены. Работа в одну смену хотя и применяется, но является нерентабельной, так как при этом будет малое использование оборудования и увеличенный расход топлива или электроэнергии.

Технологические процессы, преобладающие в проектируемом цехе, также имеют большое значение при выборе сменности работы. В случае, когда в цехе имеются такие длительные процессы, как цементация и азотирование, удобнее применять трехсменную работу, независимо от размеров оборудования. В некоторых случаях, когда в цехе преобладают короткие по времени процессы (закалка, отпуск), но имеется одна или несколько печей для цементации, можно принять для цеха двухсменную работу, а для участка трехсменную. Объем производства при наличии данного количества оборудования вынуждает иногда применять работу в три смены в термических печах штучного и мелкосерийного производства; это имеет место, когда программу цеха нельзя выполнить на имеющемся оборудовании в две смены. Появляется необходимость или вводить третью смену, или добавлять оборудование. Установка нового оборудования требует новых производственных площадей, и поэтому часто вводят третью смену.

При возможности следует проектировать работу термических цехов в две смены, так как третья смена, помимо резерва производства, служит для проведения ремонта оборудования.

Таблица 3.2

Примерные формы для составления программы цеха

№	Наименование деталей	Марка стали	Вес 1 шт. в кг	Габаритные размеры деталей или № чертежей	Годовая программа						
					в шт.	в шт.					
1.											
2.											
...											
а)											
№	Наименование деталей	№ де- тали	Марка стали	Вес 1 шт. в кг	Количество на ком- плект	Годовая про- грамма					
						в шт.	в кг				
1.											
2.											
...											
б)											
№	Наименование деталей	№ детали	Марка стали	Вес 1 шт. в кг	Количество на одно из- делие	Годовая программа					
						в шт.			в кг		
						На основную	На запасные части	Всего	На основную	На запасные части	Всего
1.											
2.											
...											

### 3.2.5. Годовой фонд времени работы оборудования

Следующим этапом проектирования является определение годового фонда времени оборудования.

Годовым фондом времени оборудования называется время работы оборудования в течение года, выраженное в часах.

Количество рабочих дней в году для большинства цехов, отделений участков определяется вычитанием выходных и праздничных дней из полного годового числа календарных дней (365).

Годовой фонд оборудования составляет, как видно из определения, в часах за вычетом выходных дней, праздничных дней и потерь времени на ремонт оборудования и переналадку режимов.

Потери времени составляют 4...6 % при двухсменной работе и 6...11 % при трехсменной работе. Эта потеря времени падает главным образом на планово-предупредительный ремонт и в некоторой части на переналадку режимов печей (например, когда в одной и той же печи производятся операции с различной температурой, приходится охлаждать или нагревать печь для получения другой температуры).

При проектировании термических цехов машиностроительных заводов различают следующие разновидности фондов времени работы оборудования: календарный, номинальный и действительный (эффективный).

Календарный годовой фонд времени оборудования равен произведению числа часов в сутки на число календарных дней т.е.  $24 \times 365 = 8760$  час.

Номинальный фонд времени работы зависит от числа календарных и нерабочих суток в году, сменности работы и продолжительности смены:

$$\Phi_n = (K - B - П) \cdot D \cdot C_m,$$

где  $K$  – число календарных дней (365);  $B$  – число выходных дней;  $П$  – число праздничных нерабочих дней;  $D$  – средняя длительность смены в часах;  $C_m$  – число смен (1, 2, 3 или 4).

Как уже указывалось, номинальный фонд не может быть полностью использован, так как имеются потери на ремонт и переналадку режимов печей.

Эффективный годовой фонд времени работы оборудования ( $\Phi_э$ ) определяется как разность между номинальным фондом ( $\Phi_n$ ) и проектируемыми затратами времени на ремонт, наладку и переналадку оборудования в течение года:

$$\Phi_э = \Phi_n \cdot \left(1 - \frac{K_p}{100}\right),$$

где  $K_p$  – нормативные затраты времени на ремонт, наладку и переналадку оборудования в процентах к номинальному фонду.

Нормативные затраты времени ориентировочно составляют:

- при двухсменной работе 4...6 %;
- при трехсменной работе 6...12 %.

Исходя из изложенного:

$$\Phi_э = \Phi_n \cdot K_з,$$

где  $K_з$  – коэффициент загрузки, учитывающий плановые потери времени на ремонт, наладку и переналадку оборудования и равный:

- при двухсменной работе 0,94...0,96;
- при трехсменной работе 0,88...0,94.

При работе оборудования по непрерывному графику номинальный фонд времени равен календарному.

Выбор режима работы проектируемого оборудования должен быть всесторонне обоснован. Он зависит от общего режима работы предприятия, типа производства в проектируемом цехе, типа оборудования, длительности технологических

операций термической обработки и других факторов. С точки зрения улучшения использования оборудования во времени и снижения потребности в нем наиболее целесообразен непрерывный режим работы (без остановок на выходные и праздничные дни или с остановкой только на праздничные дни). На участках цеха с нагревательным оборудованием, не требующим больших затрат времени на разогрев, можно принять трехсменный или двухсменный режим работы (в зависимости от режима сменности основных цехов предприятия). Работа в одну смену во всех случаях с экономической точки зрения не может быть оправдана.

Для ориентировочных расчетов эффективного годового фонда времени работы термического оборудования могут быть использованы данные, приведенный в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Эффективный годовой фонд времени работы оборудования

Длительность цикла обработки изделий и вид оборудования	Номинальный фонд, ч	Простой, %	Эффективный фонд, ч	Номинальный фонд, ч	Простой, %	Эффективный фонд, ч
	при 2 сменах			при 3 сменах		
При длительном цикле обработки изделий	—	—	—	8568	10	7710
При коротком цикле обработки изделий на оборудовании:						
механизированном	4140	6	3890	6490	10	5840
немеханизированном	4140	4	3975	6210	6	5840
При обработке изделий в электрических печах элеваторного типа	4140	5	3935	6210	8	5715
При непрерывном режиме работы оборудования	—	—	—	8760	11	7800

Значения коэффициента загрузки не должны быть значительно ниже единицы, так как низкий ее коэффициент свидетельствует о неудовлетворительном использовании оборудования во времени. Рекомендуется руководствоваться следующими минимально допустимыми значениями  $K_z$ : при прерывном режиме работы — 0,93; при непрерывном режиме — 0,85. Если величина  $K_z$  не удовлетворяет приведенным ограничениям, то необходимо выбрать оборудование другого или того же типа, но с иными техническими характеристиками. Однако следует помнить, что повышение коэффициента загрузки за счет подбора устаревшего малопроизводительного оборудования недопустимо, так как при этом существенно ухудшаются экономические показатели производства.



### 3.3. Выбор и расчет термического оборудования

#### 3.3.1. Характер производства

Следующим этапом проектирования является выбор и расчет оборудования. Это один из ответственных разделов проекта, так как правильно выбранное оборудование обеспечивает высокое качество обрабатываемой продукции, требуемую производительность и экономичность обработки.

Выбор типа оборудования определяется характером производства. Различают штучное (единичное), серийное и массовое производство.

При штучном характере производства изготавливаются единичными экземплярами детали различных конструктивных форм и размеров. При таком производстве необходимо применение универсального оборудования.

При серийном производстве однотипные детали изготавливают партиями или сериями, которые запускают в производство одновременно. В зависимости от численности однотипных деталей в партии или серии серийное производство подразделяется на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. При серийном производстве стоимость термической обработки уменьшается в сравнении со штучным производством.

При массовом производстве однотипные детали изготавливаются в весьма значительных количествах на протяжении года и имеют стандартную форму, размеры, материал. При массовом производстве в цехах необходимо наличие механизированного оборудования высокой производительности. В этих цехах термическая обработка деталей происходит после их механической обработки (в автомобильной, тракторной, шарикоподшипниковой и других отраслях промышленности). Массовое производство характеризуется высокой производительностью оборудования.

Наиболее совершенной формой организации производства является поточный метод. Поточные методы широко внедряются в серийном производстве. Наиболее эффективной организацией является поточно-массовое производство. Характерными признаками такого производства являются:

- 1) дифференциация технологических процессов на элементарные операции, каждая из которых закреплена за отдельным рабочим местом;
- 2) применение высокопроизводительного оборудования, комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, автоматические линии;
- 3) поточные линии с расстановкой оборудования в порядке последовательности операций технологического процесса;
- 4) отсутствие складочных мест у оборудования; передача деталей на следующую операцию сразу после окончания предыдущей;
- 5) обеспечение одинаковой или кратной длительности операций для получения ритмичности в работе.

### 3.3.2. Выбор оборудования

В зависимости от формы и размера обрабатываемых деталей, процессов термической обработки и характера производства каждый термический цех (отделение) имеет свое характерное оборудование.

В отжигательных и кузнечных термических цехах (отделениях) обработке подвергаются отливки и поковки, которые требуют сравнительно простых технологических операций термической обработки. Основным оборудованием, устанавливаемым в этих цехах, являются печи камерные, с выдвижным подом или толкательные.

Для обработки деталей, изготовленных холодной штамповкой, применяются газовые и электрические конвейерные печи с контролируемой атмосферой.

При обработке деталей после механической их обработки используется самое разнообразное оборудование. При массовом производстве применяются толкательные и конвейерные печи с контролируемой атмосферой; печи для газовой цементации и нитроцементации, как проходные – толкательные, так и шахтные; агрегаты из печей, печей-ванн; с нагревом т.в.ч. и др.; при серийном производстве могут применяться камерные и шахтные печи с контролируемой атмосферой, печи-ванны.

Для рессорно-пружинных цехов характерны агрегаты из газовых печей с цепным и пластинчатым конвейерами.

В термических отделениях инструментальных, штамповых и ремонтно-механических цехов используются камерные печи с выдвижным подом, камерные печи с контролируемой атмосферой, печи с шаровым подом газовые и электрические, печи-ванны, шахтные печи и др.

Выбор оборудования для проектируемого цеха должен быть произведен на основании характеристики оборудования и в соответствии с разработанной технологией. На основе разработанного технологического процесса термической обработки деталей типы оборудования подбираются таким образом, чтобы полностью обеспечить выполнение этого технологического процесса (или одной из операций технологического процесса), а основные размеры печей выбираются исходя из характера производства и габаритов обрабатываемых деталей.

Качественный выбор оборудования осуществляется на основании принятых технологических процессов, а количественный состав оборудования определяется расчетом.

Технологическое оборудование принято разделять по его роли в технологическом процессе на:

- *основное* оборудование, непосредственно участвующее в производстве изделий программы;
- *вспомогательное* оборудование, не участвующее непосредственно в изготовлении изделий программы, а выполняющее работы по обслуживанию нужд основного производства (например, ремонт, подготовка инструмента и т.п.);
- *подъемно-транспортное* оборудование по механизации подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных работ.

Основное оборудование подразделяют на:

– *покупное (серийное) оборудование* – к нему относится серийно выпускаемое оборудование и оно имеет обозначение модели и завода-изготовителя;

– *специальное технологическое оборудование* – к нему относится специально создаваемое по инновациям вновь проектируемое оборудование индивидуального изготовления;

– *спецсооружения* – к нему относится нетранспортабельное оборудование, преимущественно металлургические печи, сооружаемое строймонтажом по месту и характеризующееся большим объемом кирпичных кладок, футеровочных работ и т.п.;

– *спецоргтехоснастка* – дорогостоящая технологическая оснастка.

Оборудование, устанавливаемое на основании других разделов проекта, относится к обслуживающему оборудованию (трансформаторы, компрессоры, насосы, вентиляторы и т.п.) и приводится в составе этих разделов.

В соответствии с изложенным расчетом определяют основное оборудование, а вспомогательное и подъемно-транспортное принимают по необходимости, исходя из норм с коэффициентом загрузки 0,9...0,7.

*Коэффициент загрузки* – отношение расчетного количества оборудования к принятому количеству.

Степень использования оборудования в цехе принято в проектах также характеризовать *коэффициентом сменности оборудования*  $K_{co}$ , определяемым по формуле

$$K_{co} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{n}$$

где  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$  – число единиц оборудования, работающего в соответственно первой, второй и третьей сменах, а  $n$  – количество единиц оборудования в цехе.

Полный перечень технологического оборудования в цехе определяется в виде спецификации оборудования.

При этом надо иметь в виду:

1. Составление перечня оборудования целесообразно осуществлять по технологическому потоку и комплексами оборудования (или линиями).

2. Входящие в комплексы (линии) оборудование рекомендуется также размещать в последовательности технологического потока.

3. Всему оборудованию, даже одноименному, необходимо давать свой номер с тем, чтобы в ходе дальнейшего проектирования, строительства и эксплуатации можно было с помощью номера точно идентифицировать ту или иную единицу оборудования, а не целую группу.

### 3.3.2.1. Выбор и расчет количества потребного основного оборудования

Основное оборудование предназначено для выполнения основных технологических операций термической обработки, т.е. нагрева и охлаждения. К основному оборудованию относятся печи, нагревательные установки других типов и охла-

ждающие устройства (закалочные баки, закалочные прессы, машины и оборудование для глубокого охлаждения).

Основное оборудование выбирается для каждой операции в соответствии с разработанным технологическим процессом термической обработки заданных изделий и техническими условиями на их изготовление.

Для расчета количества оборудования необходимы следующие данные:

- а) объем производства (Р);
- б) часовая производительность выбранного оборудования (П)
- в) эффективный (действительный) фонд времени работы оборудования в течение года ( $\Phi_{\Sigma}$ ).

Предварительно рассчитывается время работы печей в год, необходимое для выполнения годовой программы ( $\tau_{\Sigma}$ ):

$$\tau_{\Sigma} = \frac{P}{\Pi};$$

Количество печей определяется, как:

$$n = \frac{\tau_{\Sigma}}{\Phi_{\Sigma}}.$$

Для определения принятого количества печей, расчетное количество (n) доводится до ближайшего целого числа.

Коэффициент загрузки печи равен:

$$K_z = \frac{n_p}{n_{\text{пр}}} \cdot 100\%,$$

где  $n_{\text{пр}}$  – принятое количество оборудования.

Данные для удельной и средней производительности ряда печей приведены соответственно в табл. 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4

Удельная производительность печей на отдельных операциях в кг/м<sup>2</sup>·ч

Тип печей	Отжиг	Нормализация	Закалка	Отпуск	Цементация	
					в твердом карбюризаторе	газовая
Камерная	40...60	120...160	120...160	100...140	10...12	40...50
С выдвижным подом	35...50	60...80	60...80	60...80	10...12	
Толкательные	50...70	120...200	150...200	140...180	12...20	
Конвейерные	—	180...220	180...220	180...220	—	

Таблица 3.5

## Средняя производительность печей и печей-ванн

Наименование печей	Операции	Средняя производи- тельность в кг/ч
Камерная печь газовая с площадью пода 0,8 м <sup>2</sup>	Нагрев под закалку	100...120
Камерная печь газовая с площадью пода 0,8 м <sup>2</sup>	Цементация	7...10
Электropечь с контролируемой атмосферой с площадью пода 0,4 м <sup>2</sup>	Нагрев под закалку	50...70
Соляная ванна с размерами тигля в мм: Ø 300×400 Ø 300×500 Ø 400×400 Ø 400×500 Ø 500×500	Нагрев под закалку	30...50 40...60 50...80 80...100 110...150
Шахтные электропечи с циркуляцией воздуха, с корзиной Ø 400×500 мм	Отпуск	50...200 (в зависимости от режима)
Толкательная печь для газовой цементации, с муфелем Ø 800×450 мм, длиной 8 м, слой 1 мм	Газовая цементация	200...250
Толкательная печь с длиной рабочего пространства 5...6м	Нагрев под закалку	500...700

Второй метод расчета оборудования является более точным и заключается в том, что он производится по нормам времени для каждой детали программы. Этот метод расчета называется расчетом по нормированному времени, для чего в техническом проекте составляются загрузочные ведомости, т.е. ведомость загрузки по каждому выбранному типу оборудования (табл. 3.6). Некоторые проектные организации составляют более подробные ведомости технологического процесса с указанием технологических условий, но без технологических карт (табл. 3.7).

В результате расчета по второму методу необходимое время работы печи определяются более точно. Дальнейший расчет производится аналогично первому методу, т.е. необходимое для выполнения программы время работы печи в часах делится на эффективный фонд времени оборудования.

Полученный в результате расчетов коэффициент загрузки печей должен приближаться к 90...95%, и, если он получается слишком малым (например, 30...40%) следует или выбрать другую печь меньшей производительности, или же, если возможно, перенести обработку этих деталей в другую, недостаточно загруженную печь.

Пониженный коэффициент загрузки допускается для оборудования лишь в том случае, если его установка вызывается технологической необходимостью или обеспечивает удобства в работе. Это допускается, например, для отпускных печей, ванн для отпуска концов деталей, закалочных баков, ванн для изотермической закалки.

Таблица 3.6

Загрузочная ведомость

Пример: печь однокамерная с площадью пода 0,4 м<sup>2</sup>

№ по пор.	Наименование деталей	Марка стали	Количество на годовую программу в шт.	Вес 1 шт. в кг	Процесс	Количество деталей в одной временной загрузке (садка)	Продолжительность процесса	Часовая производительность		Задолженность печи в час на годовую программу
								в шт.	в кг	
1	Пример: Валик насоса	45	100000	1,0	закалка	25	30	50	50	2000

Таблица 3.7

Ведомость технологического процесса

№ по пор.	№ детали	Наименование деталей и габаритные размеры	Марка стали	Вес детали в кг	Количество деталей		Вес на годовую программу в т	Запасные части в %	Общий вес на годовую программу в т	Операции термической обработки	Температура, °С	Время нагрева в ч, (мин)	Оборудование	Производительность оборудования		Годовая загрузка оборудования в ч	Технические условия	
					На одно изделие	На годовую программу								в шт/ч	в кг/ч		Глубина закаленного слоя в мм	Твердость
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Если же коэффициент загрузки при расчете получается для нескольких однотипных печей выше 95%, то следует брать запасную печь; при этом коэффициент загрузки понизится.

### 3.3.2.2. Выбор и расчет количества дополнительного и вспомогательного оборудования

Дополнительное оборудование – это оборудование для выполнения таких технических операций, как правка и очистка.

К вспомогательному оборудованию относятся: подъемно-транспортное оборудование, установки и устройства для приготовления различных атмосфер, охлаждения закаленной жидкости, воздухоудувка и т.п.

Как правило, дополнительное и вспомогательное оборудование является стандартным, серийно выпускается нашей промышленностью и выбирается в зависимости от производственной программы по справочникам и каталогам.

Технико-экономическое обоснование выбора дополнительного оборудования производят аналогично основному оборудованию.

После технико-экономического обоснования выбора основного, дополнительного и вспомогательного оборудования необходимо выбрать приспособления, жароупорные и другие технологические материалы.

В грузопотоке цеха, т.е. в поступлении продукции в цех, в перемещении его по операциям в цехе и из цеха не должно быть встречных движений. Для этого намечаются точки поступления продукции в цех и точки выхода продукции из цеха. Затем, в соответствии с основным направлением движения продукции по операциям, размещают оборудование, склады, ОТК, подсобные помещения.

Наилучшим способом межоперационного транспортирования деталей является создание поточных линий с полной автоматизацией процессов, перемещение изделий с помощью конвейеров, толкателей, рольгангов и т.п. Однако, в некоторых случаях, при обработке крупногабаритных изделий создание таких линий затруднительно. В этих случаях применяется различное подъемно-транспортное оборудование: мостовые краны, монорельсы с электротельфером, поворотные и передвижные краны, автокраны, тележки.

Для приближенного расчета потребности оборудования для очистки и правки можно исходить из следующих данных производительности: зачистка на наждачном станке 0,5 мин на деталь, или 120 шт/ч; зачистка на крацевальном станке 2 мин на деталь, или 30 шт/ч; протяжка шлицевого отверстия (исправление деформации шлицев шестерен на вертикально-протяжном станке, т.е. калибрование шлицев) 1 мин на деталь, или 60 шт/ч; правка деталей на правильном прессе 1,5...2 мин на деталь, или 30...40 шт/ч.

Указанные нормы производительности являются ориентировочными; для точных расчетов следует руководствоваться техническими нормами, которые изменяются по мере внедрения более производительного оборудования.

Количество потребных пирометрических приборов подсчитывается по количеству печей с учетом точек в каждой печи, в которых требуется измерять температуру.

Приборы для контроля качества продукции, например твердости, рассчитываются по количеству определений, которое может быть сделано на приборе в течение часа (табл. 3.8).

Таблица 3.8

## Количество испытаний на приборах твердости

Прибор	Часовая производительность прибора при контроле деталей в шт.		
	мелких	средних	крупных
Прибор Бринеля ручного действия	50...80	40...60	30...40
Прибор Бринеля с электродвигателем	70...90	50...70	40...60
Прибор Бринеля с автоматическим показанием числа твердости и пневматическим зажимом детали	До 200	До 150	До 100
Прибор Роквелла (нагрузка 150 кг, шкала С)	100...450	80...100	50...80

## 3.3.2.3. Расчет количества электроэнергии, воды, воздуха, пара, газа, технологических материалов и приспособлений

К технологическим материалам относятся: закалочное масло, карбюризаторы, соли, свинец, песок, и т.п. Средние нормы расхода ряда этих материалов приведены в табл. 3.9. Для определения расхода жароупорных материалов на приготовление поддонов, тиглей и т.п. подсчитывается вес всех приспособлений. Стойкость жароупорной стали принимается: для котельной жароупорной стали – 2500...3000 часов, для жароупорного литья – 4000...5000 часов. Исходя из этого определяется необходимое количество огнеупоров в год.

Таблица 3.9

## Удельный расход топлива в печах

Процесс	Мазут кг/т		Газ (1200 ккал/м³)	
	Камерная печь	Толкательная печь	Камерная печь	Толкательная печь
Отжиг	220	—	2400	—
Нормализация	95	80	1000	840
Закалка	95	80	1000	840
Отпуск	50	40	415	340
Цементация в тв. карбюр.	520	450	5400	4700
Цементация газовая	—	—	—	1600

Расход электроэнергии (кВтч. или Дж) производится по формуле:

$$\mathcal{E} = N_y \cdot F_d \cdot K_3 \cdot K_n,$$

где  $\mathcal{E}$  – годовой расход энергии;  $N_y$  – установленная мощность печей, кВт;  $F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;  $K_3$  – коэффици-



ент загрузки оборудования;  $K_{\text{и}}$  – коэффициент использования печей по мощности.

Помимо расхода электроэнергии на нагрев в печах, необходимо учитывать расход электроэнергии на всевозможные двигатели и на освещение.

Мощность двигателей:

1. Карцевальные станки – 0,5 кВт.
2. Толкатели – 5...7 кВт.
3. Конвейеры – 15...20 кВт.
4. Воздуходувки – до 30 кВт.

Расход электроэнергии на освещение определяется:

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{F_1 \cdot q \cdot \tau \cdot h_0}{1000}, \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $F_1$  – освещаемая площадь,  $\text{м}^2$ ;  $q$  – удельный коэффициент,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;  $\tau$  – число часов горения в году;  $h_0$  – коэффициент одновременного горения.

Величина  $q$  для производственных помещений – 11 Вт; бытовых и служебных помещений – 10 Вт.

Величина  $h_0$ :

- а) печной зал – 80 %;
- б) бытовые помещения – 70 %;
- в) подвалы – 90 %.

Величина  $\tau$  при двухсменной работе = 2500 ч/год, при трехсменной = 4700 ч/год.

Расход газа для технологических нужд производится по фактическим нормам, освоенным на данном заводе. Ориентировочные данные по удельному расходу газа и мазута приведены в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Расход электроэнергии в кВт·ч/т	
Камерная печь	Толкательная печь
280	200
250	160
250	160
130	140
600	510

Воздух высокого давления используется в дробеструйных аппаратах. В закалочных машинах, в подъемниках заслонок печей и механизированных баков и т.п. Расход сжатого воздуха при давлении 5...6 атм ( $49 \cdot 10^4$ ... $58,8 \cdot 10^4 \text{ Н}/\text{м}^2$ ) принимается:

- а) закалочные прессы и машины – 0,4...0,5  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;
- б) подъемники – 0,5...0,7  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;
- в) дробеструйные аппараты – 2...5  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Расход воздуха низкого давления (600...800 мм вод. ст.) определяется по максимальному расходу газа или мазута. Для обеспечения полного сгорания топлива необходим коэффициент избытка воздуха  $\alpha=1,15...1,25$ .

Расход сжатого воздуха:

– гидроабразивная очистка окалины –  $1,1 \text{ м}^3$  на кг изделий; дробеструйная очистка окалины –  $0,7 \text{ м}^3$  на кг изделий; перемешивание растворов в баках –  $15...30 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  раствора; прижим штампов в закалочных прессах –  $0,2...0,7 \text{ м}^3$  на изделие.

Расчет потребности воды. По укрупненным показателям принимаются следующие нормы для расхода воды:

- закалка  $6...8 \text{ м}^3$  на тонну изделий,
- охлаждение масляного бака –  $10...12 \text{ м}^3$  на тонну изделий,
- промывка деталей –  $20...30 \%$  от веса деталей.

Охлаждение после отпуска –  $2...4\%$  от веса деталей, установка т.в.ч. –  $2...8 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Количество пара – определяется из расчета  $15 \%$  от веса деталей.

Расход пара на подогрев раствора в моечных машинах и промывных баках –  $0,15 \text{ т}$  на  $\text{т}$  изделий.

Расход воды в закалочных и промывных баках, моечных машинах, маслоохладителях на  $1 \text{ т}$  изделий,  $\text{м}^3$ :

- для закалки –  $6...8$ ;
- для охлаждения после отпуска –  $0,2...0,4$ ;
- для промывки в баках и машинах –  $0,2...0,3$ ;
- для охлаждения змеевиков и масляных баков –  $10...12$ .

Расход воды (в  $\text{м}^3$ ) на  $1 \text{ ч}$  работы установки т.в.ч. для охлаждения ламп и индукторов и закалки при мощности установки:

- $15...30 \text{ кВт}$  –  $2...4$ ;
- $60...100 \text{ кВт}$  –  $4...6$ ;
- свыше  $100 \text{ кВт}$  –  $6...8$ .

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды  $0,1 \text{ м}^3$  на одного человека в смену.

Результаты расчетов потребности в топливно-энергетических ресурсах сводятся в единую ведомость, примерная форма которой приведена в табл.3.11.

Таблица 3.11

Удельный расход технологических материалов в термическом цехе

Наименование материалов	Процесс и операции	Расход в % обрабатываемой продукции по весу
Свинец	Нагрев для закалки, отпуска, отжига, нормализации	1
Нейтральные соли: $\text{NaCl}, \text{KCl}, \text{BaCl}_2$	Нагрев для закалки углеродистых и легированных сталей	1
Нейтральные соли:	Нагрев для	

Окончание табл. 3.11		
Наименование материалов	Процесс и операции	Расход в % обрабатываемой продукции по весу
$\text{BaCl}_2, \text{NaCl}, \text{KCl}$	высокотемпературного цианирования	2
$\text{BaCl}_2$	Нагрев быстрореж. стали	2
$\text{NaNO}_3, \text{KNO}_3, \text{NaNO}_2$	Отпуск	2
$\text{NaCN}$	Цианирование	0,1
	Добавка против обезуглероживания в соляных ваннах	0,1
Масло «Вапор»	Отпуск	1
Масло веретенное	Закалка	0,75...1,0
Твердый карбюризатор	Цементация	5
Керосин	Цементация	3
Пиробензол	Цементация	0,3
Аммиак	Азотирование	1...5
Сода $\text{Na}_2\text{CO}_3$	Промывка	2
Каустич. сода $\text{NaOH}$	Промывка	1
%-ный раствор $\text{NaOH}$	Охлаждение при закалке	0,1

### 3.4. Выбор зданий и элементы их конструкций

#### 3.4.1. Типы зданий, площади и параметры зданий цеха

Наиболее удобным для термических цехов является одноэтажное здание шириной в один или несколько пролетов.

Пролетом здания называют расстояние между продольными осями сетки колонн или рядами колонн, а шагом колонн – расстояние между поперечными осями сетки колонн. На строительных чертежах поперечные колонны обозначаются цифрами, а ряды буквами (рис. 3.2).

Размеры термических цехов находятся в очень широких пределах. В последнее время на основе анализа большого числа проектов проведена унификация основных параметров зданий. Проектным организациям рекомендуется учитывать разработанные ранее проекты, использовать типовые проекты и разработанные габаритные схемы производственных зданий.

Ширина пролетов цеха существующих термических цехов машиностроительных заводов находится в пределах от 12 до 24 м и более. Лучшей шириной пролета термического цеха является 18 м; при такой ширине печи могут быть размещены в три ряда.

Длина цеха определяется количеством запроектированного оборудования, но принимается кратной шагу колонн. Обычно шаг колонн равен 6 или 12 м. В бескрановых пролетах наиболее рациональным считается шаг колонн 12 м, так как при этих условиях более экономично используется площадь цеха и обеспечивается лучшее обслуживание производства, маневренность и гибкость при перестройке производства.

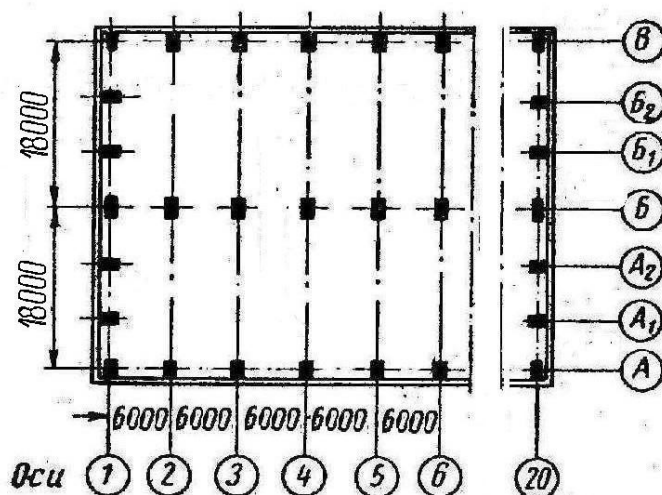


Рис. 3.2. Разбивка рядов и поперечных осей колонн на строительных чертежах

Для устранения в конструкции здания напряжений, которые могут образоваться вследствие температурных изменений наружного воздуха, устраивают температурные швы. Они располагаются в зданиях со стальным каркасом на расстоянии 120...150 м, в зданиях со смешанным каркасом (железобетонные колонны и стальные конструкции) – на расстоянии 60 м и в цельножелезобетонных сооружениях – на расстоянии 40 м. Для получения температурного шва устанавливают две колонны с расстоянием между их осями 0,5...1,5 м. Зазор температурного шва шириной 25...50 мм находится между этими колоннами и сохраняется по всей высоте стены от фундамента до верха.

Ориентировочно общую площадь цеха ( $F_{ц}$ ) определяют как соотношение годового выпуска цеха ( $M$ ) в тоннах, к показателю годового выпуска продукции в тоннах с 1 м<sup>2</sup> площади ( $q$ ), т.е.

$$F_{ц} = \frac{M}{q}$$

При этом величина  $M$  – принимается по заданной производственной программе годового выпуска, а  $q$  – по нормам технологического проектирования или по прогрессивному проекту-аналогу.

Напомним, что:

1. *Общая площадь* – это площадь, занимаемая цехом в производственном здании, т.е. здании, предназначенном для производственных целей и отвечающем требованиям норм.

2. *Производственная площадь* – та часть общей площади, которая занята производственными отделениями и участками, осуществляющими выпуск продукции производственной программы цеха.

3. *Вспомогательная площадь* – та часть общей площади, на которой расположены вспомогательные службы, обслуживающие устройства и складское хозяйство.

Площадь *административно-бытовых помещений* цехов, располагающаяся вне производственных зданий, в *административно-бытовых зданиях* в состав общей площади не включается.

Ряд размеров производственных помещений приведен в табл. 3.12.

Таблица 3.12

Размеры производственных помещений

№ п/п	Нормируемая величина	Наименьшее допустимое значение
1	Площадь производственного помещения на одного работающего	4,5 м <sup>2</sup>
2	Объем производственного помещения на одного работающего	15 м <sup>3</sup>
3	Высота одноэтажных зданий (от пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре)	3 м
4	Высота этажей многоэтажных зданий	3 м
5	Высота помещений от пола до низа выступающих частей конструкций перекрытия (покрытия)	2,2 м
6	Высота помещений от пола до низа выступающих частей коммуникаций и оборудования: а) в местах регулярного прохода людей; б) в местах нерегулярного прохода людей	2,0 м 1,8 м
7	Размеры пешеходных туннелей, галерей и эстакад: а) высота туннелей и галерей, считая от уровня пола до низа выступающих конструкций перекрытий; б) ширина туннелей, галерей и эстакад.	2,1 м 1,5 м
8	Размеры транспортных и коммуникационных туннелей, галерей и эстакад: а) высота проходов; б) ширина прохода: – при ленточном транспортере; – между двумя ленточными транспортерами; – при размещении трубопроводов, кабелей и других конструкций.	1,8 м 0,7 м 1,0 м 0,7 м

Основные параметры здания определяются следующими факторами:

– имеющимся или запланированным по ходу технологического потока местом на генплане предприятия для размещения цеха с учетом принципов и правил разработки генплана;

– возможной, в результате сказанного, шириной и длиной здания с учетом их кратности ширине пролетов и шагам колонн в среднем ряду, а также размещением административно-бытовых зданий, инженерных и транспортных коммуникаций и элементов благоустройства.

Определение требующейся ширины и высоты пролетов в зависимости от габаритов оборудования (линий), а также требующейся грузоподъемности мостовых кранов, – осуществляется по нормам технологического проектирования и по рекомендациям технической литературы, с помощью таблиц типа табл. 3.13 и с учетом размеров проходов и проездов (нормы проходов и проездов в производственных пролетах приведены в табл. 3.14).

Таблица 3.13

Основные строительные параметры производственных зданий цехов

Исходные данные			Рекомендуемые параметры пролетов, м			
Размеры оборудования, м		Наибольшая грузоподъемность мостовых кранов, т	Ширина	Шаг колонн (в среднем ряду)	Высота <sup>2)</sup>	
Ширина <sup>1)</sup> с зоной обслуживания, м	Высота				до головки подкранового рельса	до низа фермы
1	2	3	4	5	6	7
до 12	до 5	10	18	12	8,15	10,8
	5...6,5	20	18	12	9,65	12,6
	6,5...8	30	18	12	11,45	14,4
	8...11,9	30	18	12	14,45	18
до 18	до 5	10	24	12	8,15	10,8
	5...6,5	20	24	12	9,65	12,6
	6,5...8	50	24	12	11,45	14,4
	8...11,9	50	24	12	14,45	18
до 24	6,5...8	50	30	12	11,45	14,4
	8...11,9	100	30	12...18	14,45	21,05
до 30	12...15	300	36	12...18	18 и 19,3	25,2 и 26,5
	15...18	630	36	12...18	22,8	30

Примечания к табл. 3.13:

1. Ширина включает зону обслуживания с вспомогательным, по отношению к основному, оборудованием.
2. При размещении оборудования на межэтажном перекрытии высота пролета увеличивается на высоту межэтажного перекрытия.

План здания изображается в виде сечения горизонтальной плоскостью, проходящей по оконным и дверным проемам. На плане изображается все оборудование,

которое попадает в сечение. Крановое оборудование и подвесные конвейеры изображают штриховыми линиями.

Таблица 3.14

Нормы проходов и проездов в производственных пролетах

Наименование и назначение проездов и проходов	Ширина проездов и проходов, м, не менее
Проход для рабочих	1,5
Транспортные проезды:	
– при одностороннем движении автопогрузчиков и электропогрузчиков грузоподъемностью не более 3 т	3
– при двустороннем движении автопогрузчиков и электропогрузчиков грузоподъемностью не более 3 т	4
– при двустороннем движении автопогрузчиков, электропогрузчиков грузоподъемностью не более 3 т и грузовых автомашин (магистральные проезды)	5
Ввод железнодорожного пути нормальной колеи	5,5
Расстояние от границы проезда до:	
– элементов здания (не менее);	0,3
– оборудования (при отсутствии рабочего места в сторону проезда).	0,4...0,5

Примечания к табл. 3.14.

1. Перегрузочные платформы (тележки) на рельсовом пути не должно размещаться на магистральных проездах.
2. Количество и расположение магистральных проездов должно определяться размерами и компоновкой корпуса.
3. Грузоподъемность транспортных средств определяется технологической необходимостью.
4. При интенсивном движении зону поворота на проездах защищать отбойным бруском высотой не менее 4.. мм, окрашенным в желто-черную полосу.
5. При вводе железнодорожного пути в здание должна быть обеспечена возможность обслуживания вагонов грузоподъемными механизмами (мостовыми кранами, кран-балками и т.д.), заезд локомотива в цех запрещается. Отметка верха рельсового пути должна совпадать с уровнем пола.

Расстояние между оборудованием и строительными элементами зданий принимается равным 2...3 м.

Между печами и оборудованием 1,0...3,0 м в зависимости от размера печей и оборудования (небольшие печи 1,5...2,0 м; большие 2,...3,0 м).

### 3.4.2. Элементы промышленных зданий термических цехов

В проекте следует ориентироваться на унифицированные сборные железобетонные конструкции, т.к. они значительно дешевле, требуют меньшего расхода металла, негорюды, меньше подвержены коррозии. Применение металла в элементах каркаса допускается, если строительный пролет превышает 30 м или

высота цеха более 15 м, или грузоподъемность крана больше 50 т. Каркас здания показан на рис. 3.3, а элементы промышленных зданий на рис. 3.4.

В термических цехах небольшой ширины (до 12 м) рекомендуются несущие стены, т.е. стены, непосредственно воспринимающие нагрузку от строительных ферм перекрытия и крыши. Такое здание показано на рис. 3.5. Здесь имеются стальные сварные стропильные фермы. Для повышения несущей способности стен простенки между окнами усиливаются выступами – пилястрами. Их ширина составляет два – два с половиной кирпича и толщина от полкирпича до кирпича. Пилястры могут иногда служить опорами для подкранового пути при небольшой грузоподъемности кран-балки.

При большой ширине пролета наружные стены ставят за колоннами и выполняют самонесущими, вес стены передается через продольную железобетонную балку 6 (см. рис. 3.4) на фундамент колонны 7. Выполняют наружные стены из блоков легковесного бетона марки не ниже 75, толщиной 400 и 500 мм, реже кирпичными толщиной в 1,5...2 кирпича (380...510 мм). Модульная ширина блоков принимается в 0,6...1,2 м, а длина кратная 0,5 м.

Фермы, перекрывающие пролет, выполняют металлическими или железобетонными.

Общий вид различных конструкций стальных ферм показан на рис. 3.6.

В последнее время с целью сокращения расхода металла и удешевления строительства зданий рекомендуются железобетонные фермы (рис. 3.7).

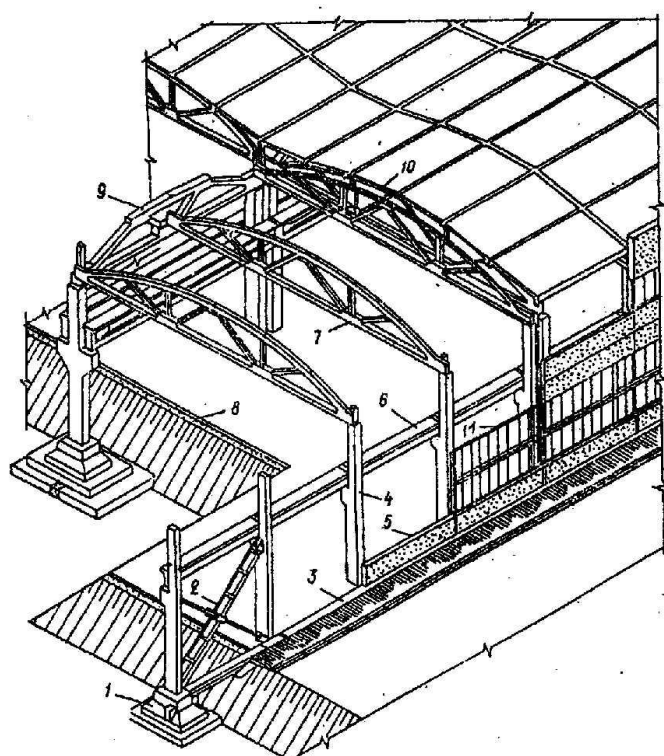


Рис. 3.3. Каркас одноэтажного здания:

1 – фундамент; 2 – связь; 3 – фундаментная балка; 4 – колонна; 5 – стеновая панель; 6 – подкрановая балка; 7 – ферма покрытия; 8 – пол; 9 – подстропильная ферма; 10 – плита покрытия; 11 – окно



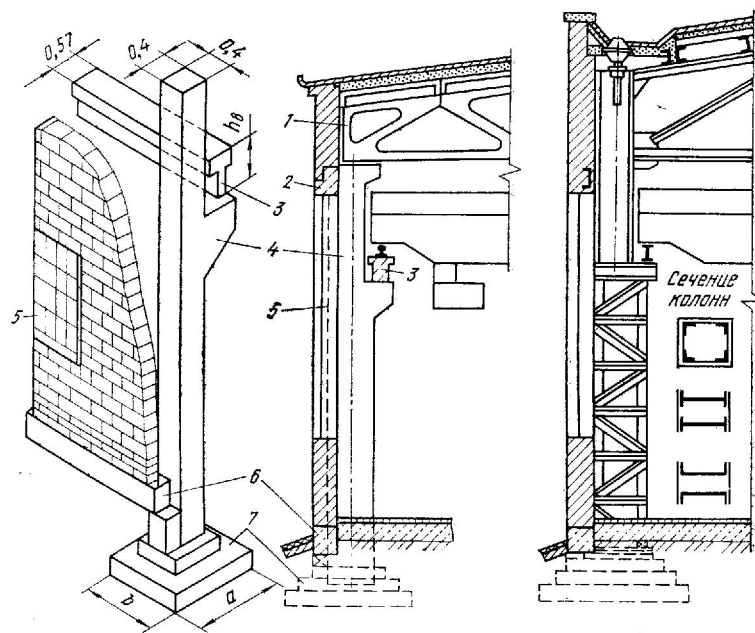


Рис. 3.4. Элементы промышленных зданий:  
 1 – фермы; 2 – оконные перемычки; 3 – подкрановые балки; 4 – колонны с консолями; 5 – окна; 6 – фундаментные балки; 7 – фундамент

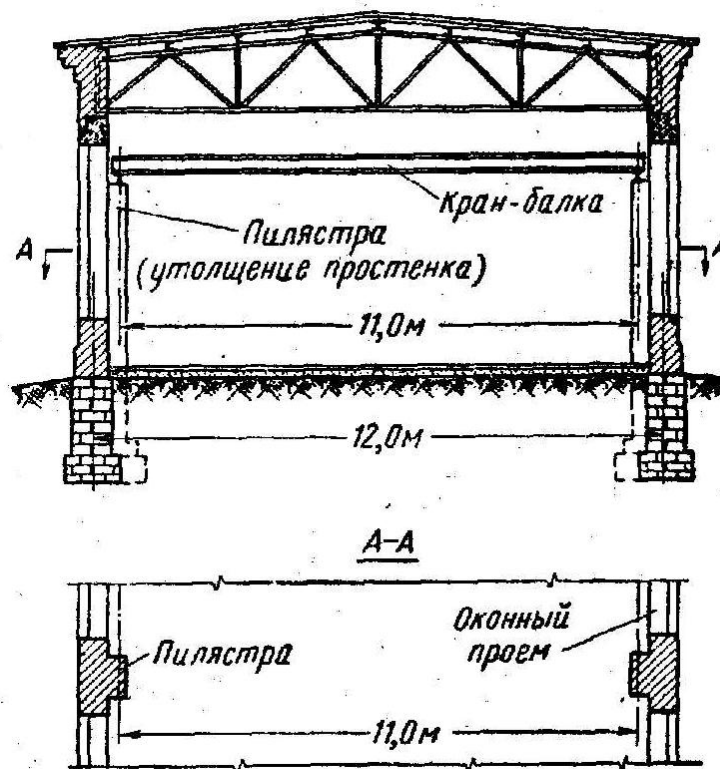


Рис. 3.5. Здание цеха с несущими стенами

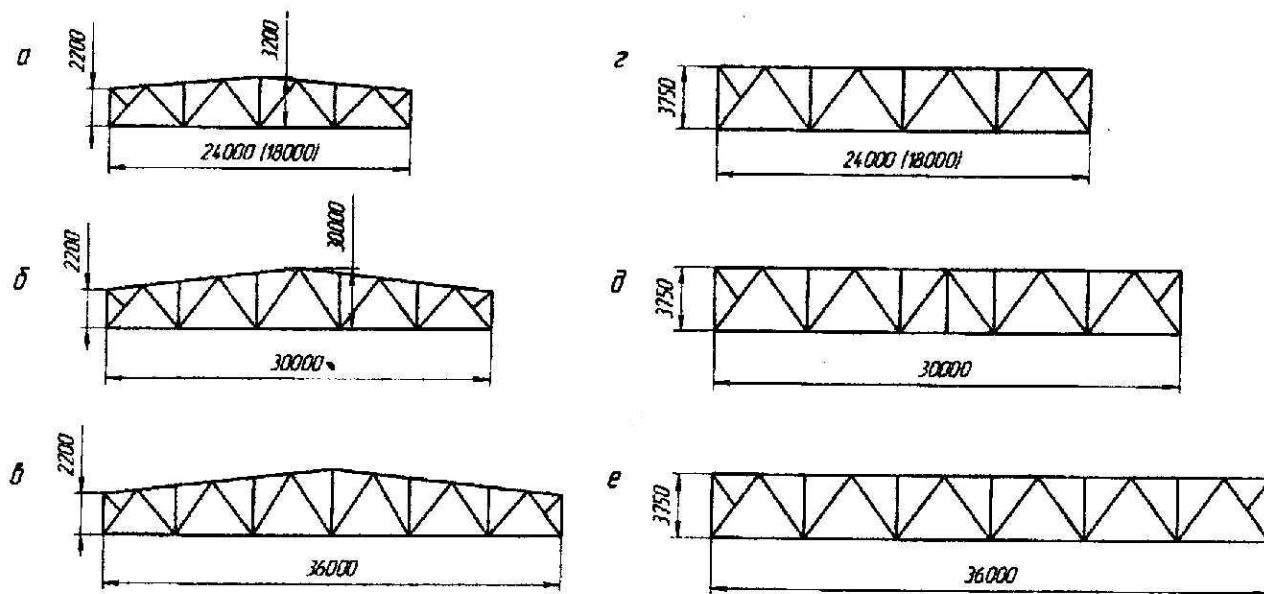


Рис. 3.6. Габаритные размеры стальных ферм покрытий

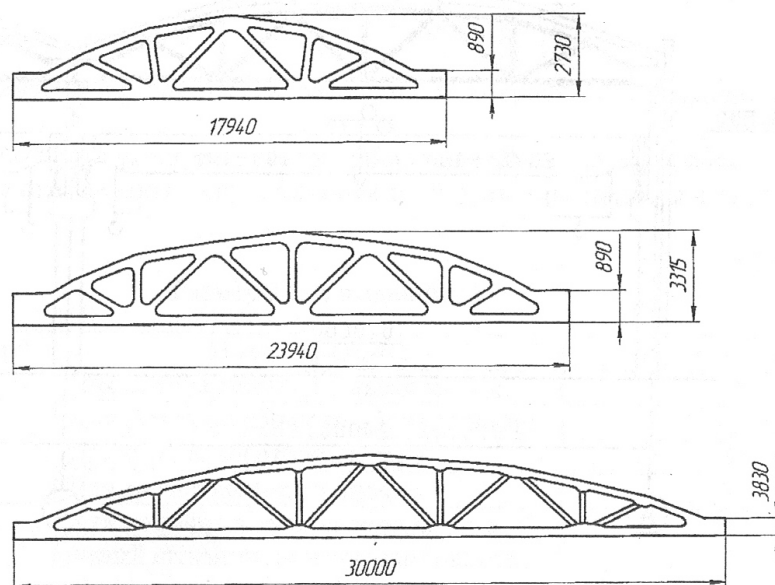


Рис. 3.7. габаритные размеры железобетонных ферм покрытий (стропильных ферм)

Нагрузку от строительных ферм и мостовых кранов воспринимают железобетонные или стальные колонны соответствующих размеров (рис. 3.8...3.10).

Колонны имеют консоли, на которых размещаются подкрановые балки. Подкрановые балки применяют Т-образного сечения с шириной полки 0,57 и высотой 0,8 м при кранах грузоподъемностью 5...10 т, а при кранах грузоподъемностью 15...20 т и выше – 1,0 м.

Сечение железобетонных колонн можно брать 0,6 м×0,4 м при кране грузоподъемностью до 10 т и 1,0 м×0,5 м при грузоподъемностью 20 т.

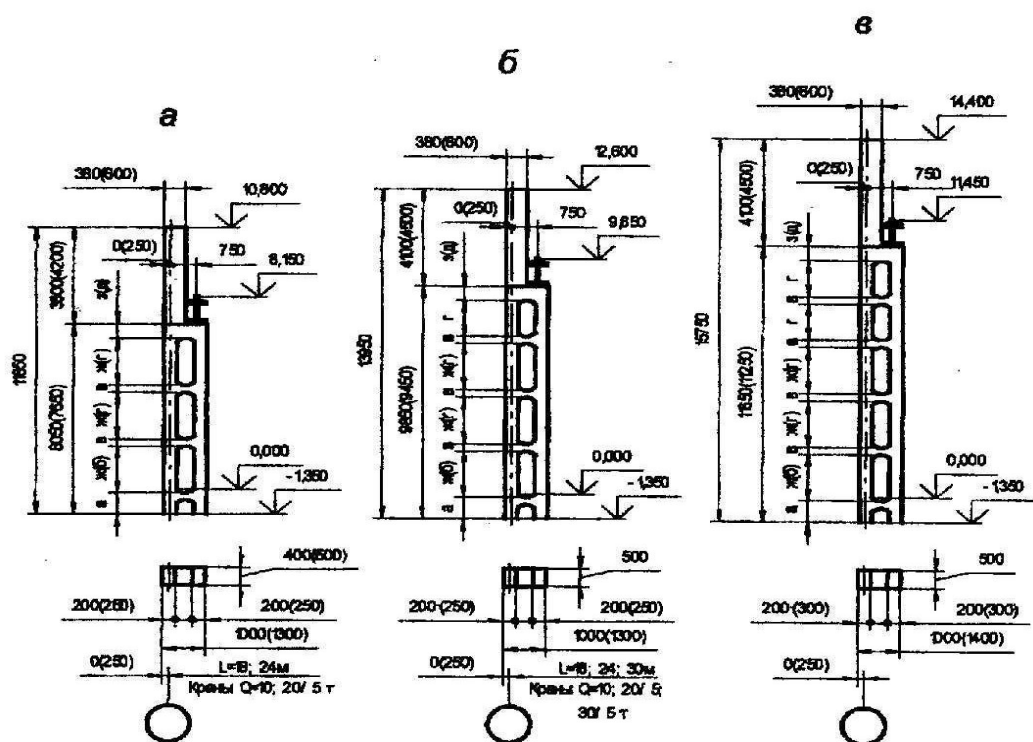


Рис. 3.8. Габаритные размеры железобетонных колонн, мм, среднего ряда:  
 $a=1000$ ;  $б = 2000$ ;  $в= 400$ ;  $a=1400$ ;  $б = 1050$ ;  $в= 800$ ;  
 (размеры в скобках – для шага колонн – 12 м)

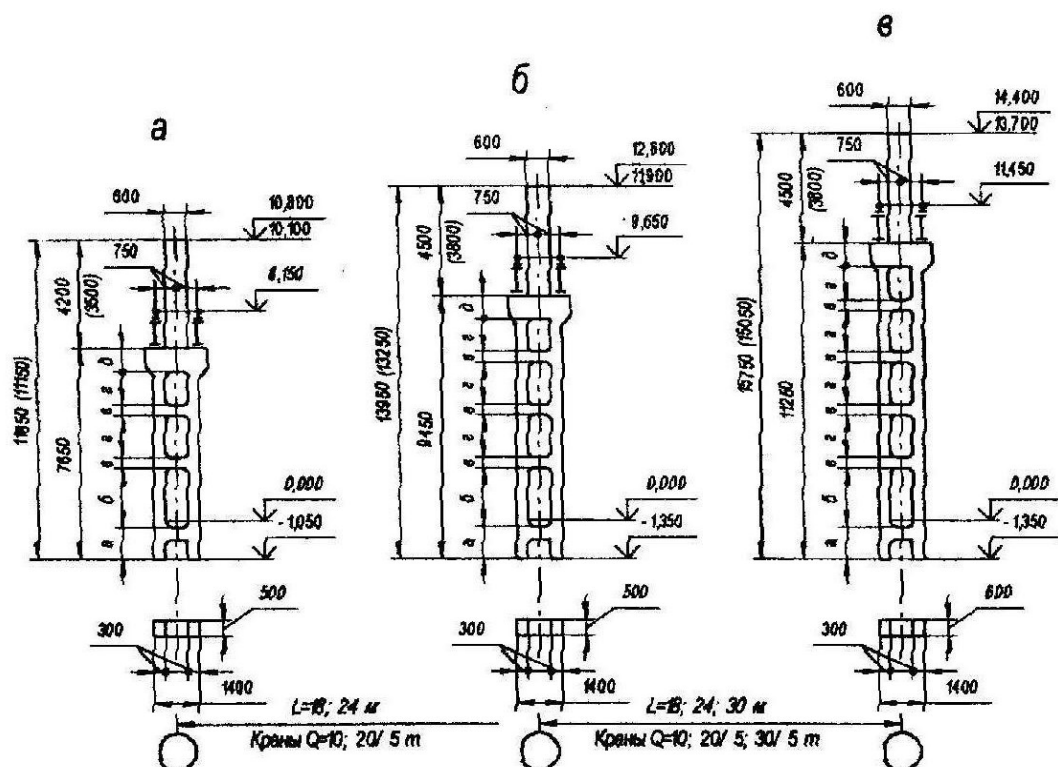


Рис. 3.9. Габаритные размеры железобетонных колонн, мм, крайнего ряда:  
 $a=1000$ ;  $б = 2000$ ;  $в= 400$ ;  $a=1400$ ;  $б = 1050$ ;  $в= 800$ ;  
 (размеры в скобках – для шага колонн – 12 м)

Для крановых пролетов устанавливаются двутавровые, а также Г- или Т-образными колонны.

Размер подошвы фундамента  $a \times b$  определяется крановой нагрузкой, массой конструкции и характером грунта. Заглубление подошвы фундамента  $7$  (см. рис. 3.4) должно быть ниже промерзания грунта, а при плотных грунтах и малом промерзании почвы –  $1,75$  м от уровня чистого пола.

Согласно основным положениям по унификации конструкции производственных зданий, должны соблюдаться следующие правила привязки колонн, стен и ферм к разбивочным осям. Несущие стены толщиной  $380$  мм и более при опирании на них балок располагаются так, чтобы ось ряда проходила на расстоянии  $250$  мм от внутренней грани стены; такие же стены с пилястрами до  $130$  мм располагаются так, чтобы ось ряда проходила на  $250$  мм от внутренней грани пилястры (рис. 3.11, а). Железобетонные колонны наружных стен при шаге колонн  $6$  м должны размещаться так, чтобы основная ось ряда проходила по наружной грани колонны (нулевая привязка), рис. 3.11, б; внутренняя грань стены должна, как правило, совмещаться с наружной гранью колонны.

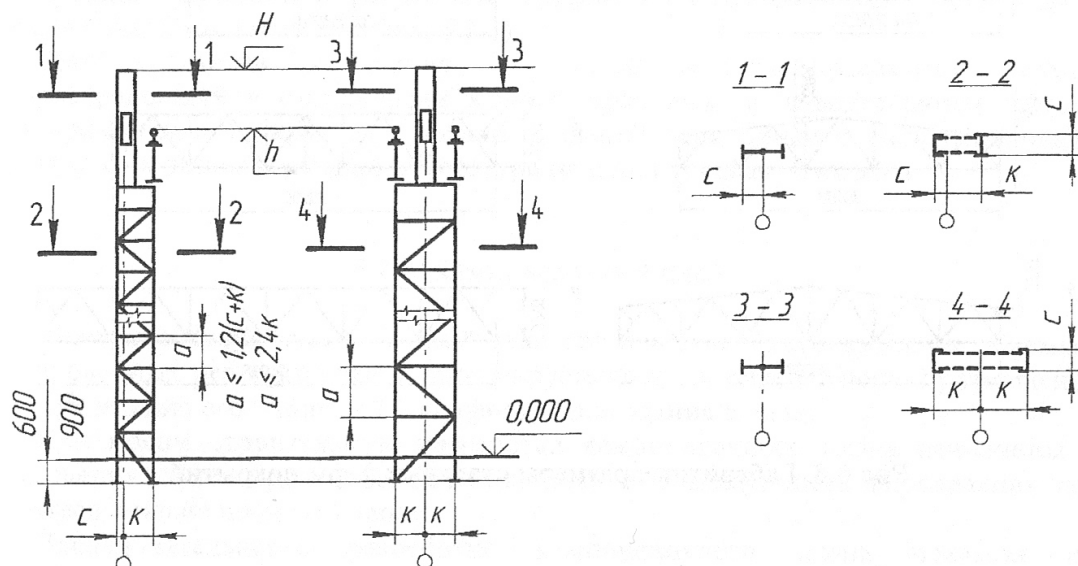


Рис. 3.10. Габаритные размеры стальных колонн

Колонны средних рядов располагают так, чтобы основная ось ряда проходила по геометрическому центру сечений верхней (надкрановой) части колонны (рис. 3.11, в).

Окна 5 для термических цехов следует делать с одинарным остеклением со стальными переплетами с рамами шириной  $1,5$  и  $2$  м, что позволяет получать оконные проемы шириною  $3$ ,  $4$  и  $6$  м. Стальные переплеты изготавливают из прокатных или штампованных профилей. Переплеты крепятся к коробкам из уголков. Железобетонные переплеты сейчас наиболее распространены. Они более долговечные, чем стальные.

Двери делают одностворчатыми (или однопольными) и двухстворчатыми. Ширина одностворчатой двери  $0,9$  м, для двухстворчатой двери наименьшая ши-

рина одного из полотен двери 0,65 м. Высота в большинстве случаев применяется 2,3 и реже 2 м. Для производственных и складских помещений двери делаются из шпунтованных досок или из фанеры; остекленные двери применяются в бытовых и конторских помещениях.

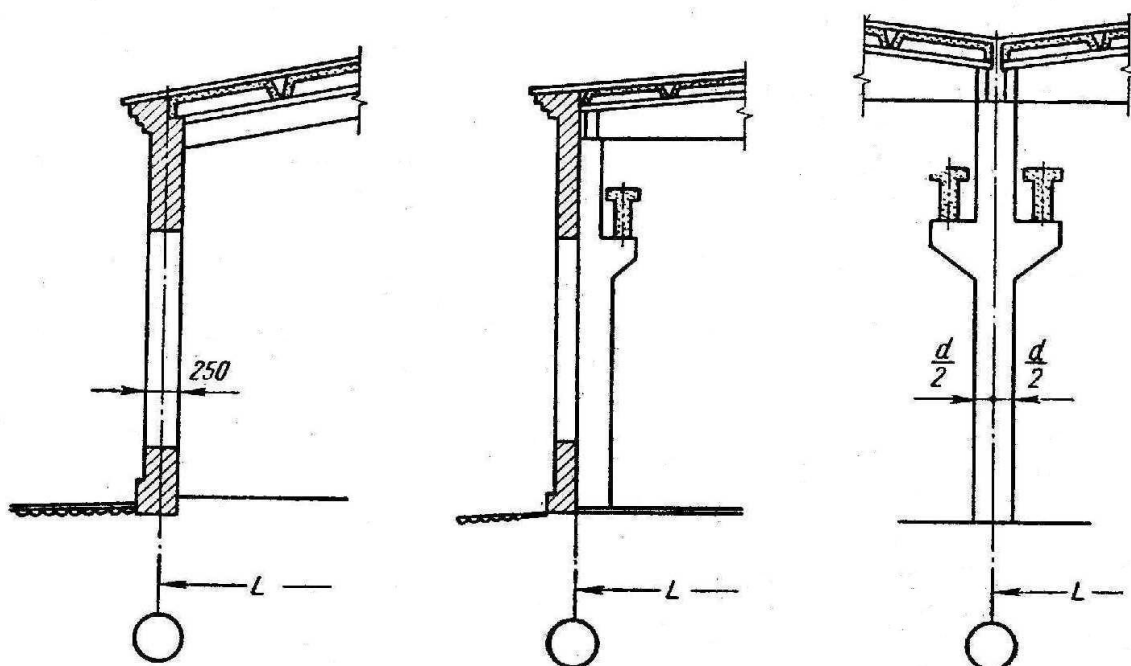


Рис. 3.11. Привязка колонн к разбивочным осям

Ворота устраиваются для въезда в цех грузовых автомобилей, электрокаров и железнодорожных вагонов. Размер ворот назначается в зависимости от габаритов транспорта. Ворота могут быть деревянные, деревянные со стальным каркасом и стальные. По конструкции ворота делаются створчатые, раздвижные, подъемные, с калитками и без них.

Проемы ворот в цехе в соответствии с унификацией конструкций рекомендуются следующих размеров.


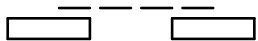
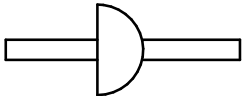

Ширина в м...	2	3	4	4	4,7
Высота в м...	2,4	3	3	34,2	5,6 (железнодорожные)

Условное обозначение дверей и ворот на чертежах представлено в табл. 3.15.

Таблица 3.15

Условное обозначение дверей и ворот

Наименование обозначения	Обозначение
Дверь (ворота) однопольная	
Дверь (ворота) двупольная	
Дверь (ворота) складчатая	
Дверь (ворота) шторная	

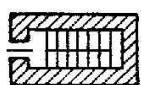
Окончание табл. 3.15	
Наименование обозначения	Обозначение
Дверь (ворота) откатная однопольная	
Дверь (ворота) откатная двухпольная	
Дверь на пружинных петлях (качающаяся) однопольная	
Дверь на пружинных петлях (качающаяся) двухпольная	

Для утепления ворот применяют воздушные завесы.

Полы в промышленных зданиях термических цехов делают из клинкера, каменной брусчатки или цемента. Сначала укладывается подстилающий слой бетона со щебнем по утрамбованному грунту, а для клинкера и брусчатки из слоя песка, толщиной 100...200 мм.

В травильных отделениях и мокрых зонах пол следует делать водонепроницаемым (из клинкера или керамических плиток с уклоном не менее 0,005 для стока воды).

В здании термического цеха лестницы устанавливаются для входа в подвал и в бытовые пристройки на второй и иногда на третий этаж. Лестница состоит из площадок и маршей. Марш – это конструкция из ряда ступеней, элементов, поддерживающих их и ограждающих устройств. Площадки делают на уровне этажей, пола подвала и между этажами. Несущей конструкцией марша являются либо балки, либо железобетонная плита. Высота ступени делается 130...180 мм, а ширина 270...320 мм. Наибольшее распространение получили лестницы с размером ступени 150×300 мм. Ступени лестниц в подвал делают 180×270 мм. В марше имеется обычно от 10 до 13 ступеней.



Лестничная клетка



Люк



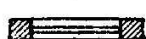
Кирпичные столбы



Металлические колонны



Железобетонная колонна и ее фундамент



Окна

Рис. 3.12. Обозначения лестниц, колонн и окон на строительных чертежах

Проектировании лестницы заключается в графическом построении их схемы и установлении количества маршей и ступеней в них (рис. 3.12).

Перегородки в термических цехах устраиваются для изоляции участков т.в.ч., цианирования, дробеструйных, ОТК, кладовых и т.п. В печном зале перегородки обычно не доводятся доверху и имеют высоту 2,5...3 м. Таким образом, они не создают полной изоляции от помещения цеха и не мешают работе подъемных кранов. Перегородки в термических цехах должны быть несгораемыми и стойкими против сырости и влажности. Участки ОТК и промежуточные склады продукции часто отгораживаются барьером из гнутых покра-

шенных или никелированных труб. В помещении печного зала чаще всего используются сборные металлические перегородки. Они состоят из отдельных щитов, которые собираются на болтах или свариваются. Каждый щит представляет собой рамки из уголков 45×45 или 50×50 мм; в нижней части щита на высоту 1 м приваривается стальной лист толщиной 2 мм, а выше натягивается сетка или устраивается остекление в металлических переплетах. Когда требуется глухая перегородка, например, для дробеструйных аппаратов или ОТК, где сосредоточены различные приборы, то ее делают кирпичной толщиной в пол- или четверть кирпича. Для уменьшения веса перегородок целесообразно применять пористый, дырчатый или пустотелый кирпич.

Иногда встречается необходимость в полной изоляции части помещения цеха. Тогда прибегают к устройству высокой перегородки до покрытия. Такие перегородки делаются каркасными или фахверковой конструкции. Если требуется высокая прочность перегородок, то они делаются железобетонные, толщиной 80...120 мм. Эти перегородки дорогие, более экономичными являются тонкие железобетонные перегородки из штукатурки по сетке. На каркасе из круглой стали натягивается сетка, на которую наносится слой штукатурного раствора. Толщина перегородки 30...40 мм. Такие перегородки используются в бытовых пристройках для помещений с высокой влажностью, например для душевых кабин. Для контор и бюро могут быть использованы промышленные перегородки из гипсовых пустотелых или сплошных плит. Пустотелые плиты имеют меньшую толщину (800×400×80 мм), чем сплошные (800×400×100 мм). Более целесообразно использовать перегородки нового типа, из крупноразмерных гипсовых плит, армированных бумажным волокном. Обозначения перегородок на чертежах показаны на рис. 3.13.

Для улучшения освещенности зданий и возможности естественной аэрации фермы снабжают фонарями. Чаще применяют продольные фонари с вертикальным остеклением. Данные фонари проще по конструкции и обеспечивают более равномерное освещение. Ширина продольных фонарей 6 м при пролетах 12 и 18 м и 12 м для пролетов 24 м и выше. Высота остекления  $(1/6...1/8)L$ .

При ширине фонаря 12 м и значительных тепловыделениях применяется М-образный фонарь с внутренним отводом воды, что облегчает движение воздуха к вытяжным отверстиям. Фрамуги в фонарях должны открываться механизированным путем с управлением снизу. При наличии в термическом цехе больших выделений

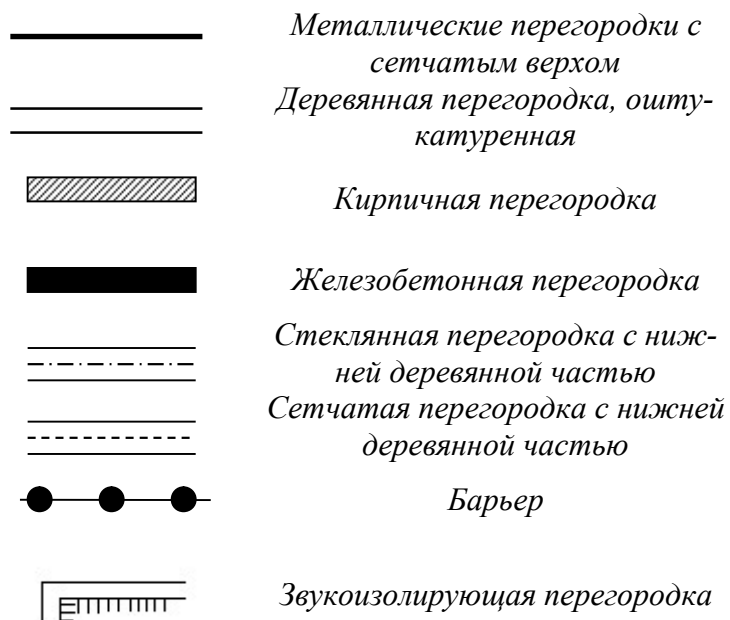


Рис. 3.13. Обозначения перегородок

тепла, дыма следует применять дополнительно к световым фонарям ветровые панели. Стойки фонарей с основной фермой скрепляют в узлах верхнего пояса.

На рис. 3. 14. показаны схемы и конструкции фонарей.

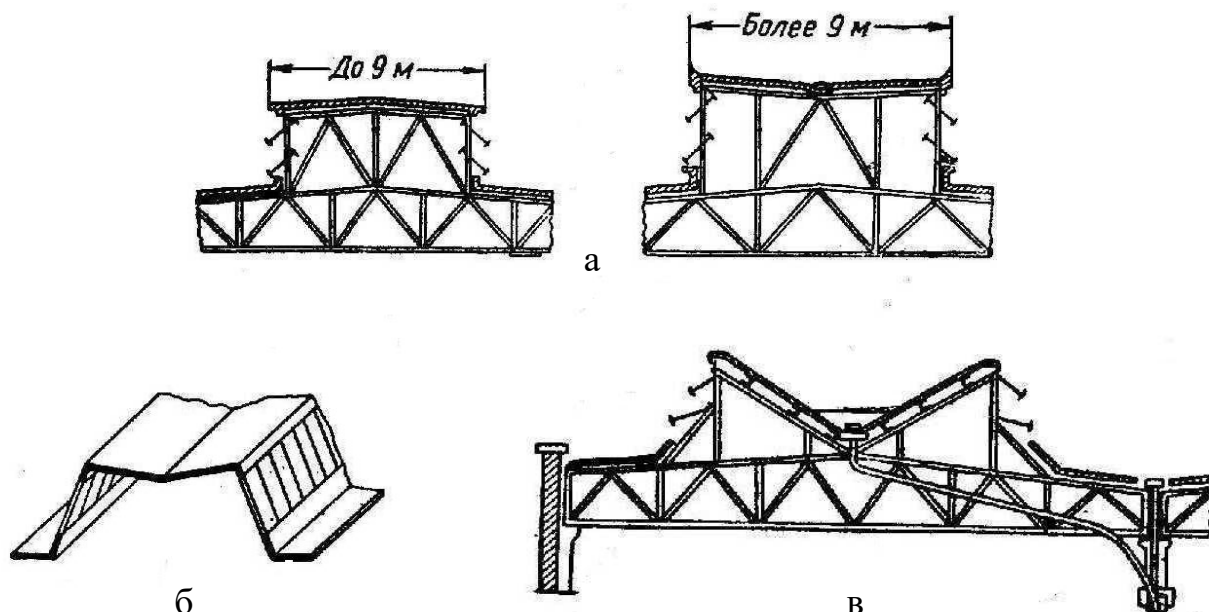


Рис. 3.14. Схемы конструкций фонарей:  
а – прямоугольной формы; б – трапецидальной формы;  
в – м-образной формы с внутренним водостоком

Простая по конструкции прямоугольная форма дает равномерное освещение. Вертикальное остекление в них меньше загрязняется, чем в других конструкциях, но интенсивность освещения слабее, чем в конструкциях с наклонным остеклением. Вследствие чего в прямоугольных фонарях увеличивают высоту остекления. Преимуществом прямоугольных фонарей является также удобство навески переплетов и облегчение механизированного управления открыванием и закрыванием переплетов снизу цеха.

Трапецидальные фонари (см. рис. 3.14, б) имеют наклонное остекление под углом  $60^\circ$ . Оно способствует лучшей освещенности, но быстро загрязняется. При наклонном расположении переплетов в цех попадают прямые солнечные лучи, поэтому для южных районов трапецидальные фонари менее удобны.

М-образные фонари (см. рис. 3.14, в) применяются для больших термических цехов. Эта форма наиболее эффективна, так как при недостаточно интенсивной освещенности цеха обеспечивается хорошая его аэрация. Наклонное расположение глухих стен фонаря исключает застой теплого и загрязненного воздуха, поднимающегося снизу. Для того, чтобы в наружном углублении фонаря не скапливался снег, вдоль фонаря изнутри прокладывают паровую трубу для обогрева крыши и подтаивания снега и устраивают внутренний водосток.

Способ навески переплетов показан на рис. 3.15. Для типовых промышленных зданий этот тип фонаря признан наиболее удобным.



Размеры переплетов фонарей стандартизированы, для термических цехов применяются следующими размерами:

Пролет цеха в м.....	12	15	18	21	24
Высота пролета в см...	175	175	2×125	2×150	2×150

Следовательно, для пролетов 18...24 м фонари имеют два переплета по высоте.

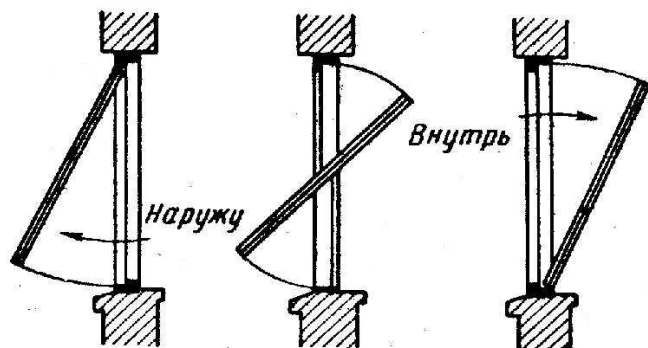


Рис. 3.15. способ навески переплетов:  
а – верхнеподвесной; б – среднеподвесной;  
в – нижнеподвесной

На перекрывающиеся пролет фермы и фонари укладывают крупнопанельные железобетонные плиты размерами 6,0×1,5 и 6,0×3,0 м с усиливающими поперечными ребрами.

Плиты перекрывают утеплителями, в качестве которых используют плиты толщиной 80...120 мм из теплоизоляционных материалов (пенобетон, фибролит, минеральная вата и т.п.). На теплоизоляционные плиты по битумной мастике

укладывается кровля или рулонный ковер.

Для удаления с кровли воды и снега применяют наружный сток (см. рис. 3.4, б) или внутренний отвод снега через водосточные воронки.

Иногда в термических цехах для размещения вспомогательных служб и трубопроводов устраивают подвальные помещения. В связи с высокой стоимостью строительства больших подвалов, целесообразно для установки вертикальных печей, закалочных баков, сливных резервуаров и т.п. делать лишь местные заглубления, а для трубопроводов устраивать туннели или каналы, перекрываемые сверху плитами. Газопроводы прокладывать в земле и каналах запрещается. Наиболее проста и дешева открытая проводка над землей, когда трубопроводы крепят на металлических или железобетонных колоннах или кронштейнах, которые крепят к стенам цеха. Газопроводы можно размещать по стенам только в случае огнестойких и полугогнестойких конструкций. Трубопроводы в цехе крепят на высоте не менее 3 м, а вне цеха на высоте 5...6 м.

В качестве примера поперечного разреза термического цеха на рис. 3.16 приведено здание с железобетонным каркасом, на рис. 3.17 пример оформления поперечного разреза.

Для санитарно-гигиенического и культурного обслуживания рабочих и размещения конторских помещений строят бытовые помещения. Их располагают в пристройках к производственным зданиям и выполняют в 2...3 этажа. Состав и объем необходимых бытовых помещений диктуется характером технологических процессов и определяется в соответствии с санитарными нормами проектирования промышленных предприятий. Предпочтительней размещение бытовых помещений в торце производственного здания. Такое расположение обеспечивает движение рабочих к местам работы с направлением технологических и транспортных потоков.

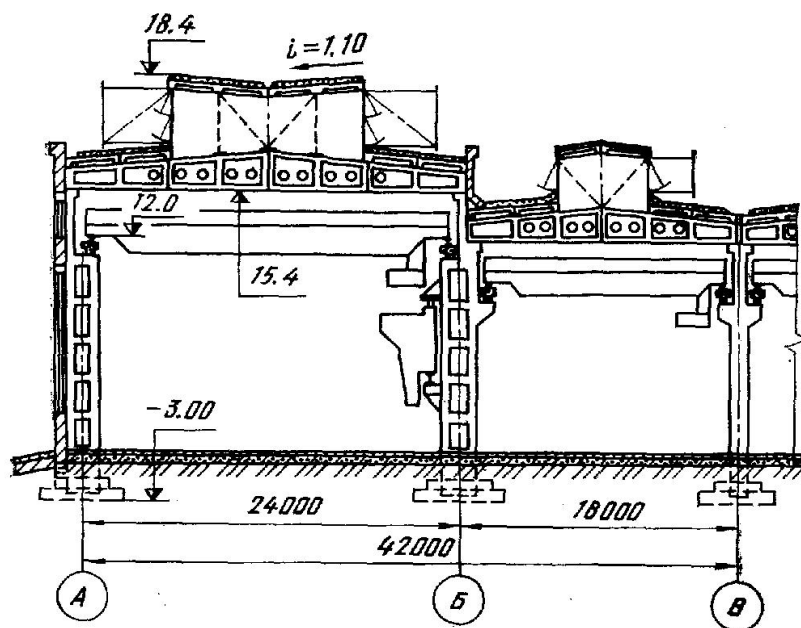


Рис. 3.16. поперечный разрез цеха с железобетонным каркасом

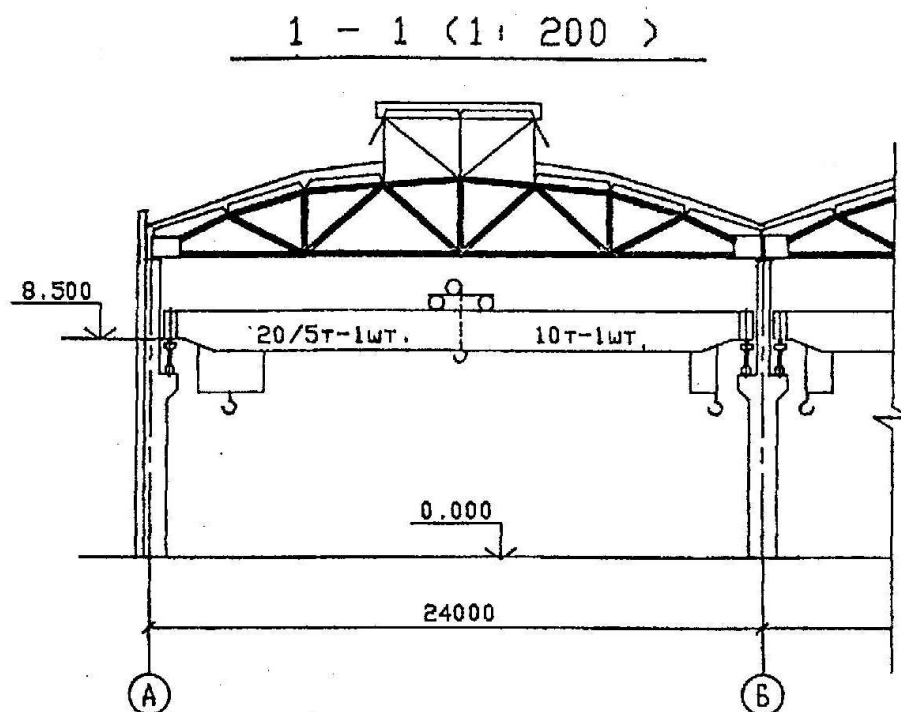


Рис. 3.17. Пример оформления поперечного разреза

### 3.5. Планировка оборудования в термических цехах

#### 3.5.1. Общие соображения по планировке оборудования

Прежде чем приступить к разработке планировки оборудования в цехе, следует определить приблизительную площадь цеха. Для этого принятое количество печей умножают на укрупненную норму площади для данного типа цеха; получают приблизительную величину производственной площади. Для предварительных расчетов производственной площадей печного зала можно исходить из следующих норм площади на одну печь: *в инструментально-термическом цехе 25...30 м<sup>2</sup>, в штамповом термическом цехе 30...50 м<sup>2</sup>, во вторичном термическом цехе с толкательными и конвейерными печами 50...90 м<sup>2</sup>, в кузнечно-термическом цехе 80...130 м<sup>2</sup>*; проезды и проходы считаются отдельно и составляют 25...30 % от производственной площади. Если, например, в проекте принято 10 печей для термического цеха, то производственная площадь будет приблизительно 500...900 м<sup>2</sup> + 25...30 % на проходы. Затем, разбив площадь по длине и ширине в соответствии с сеткой колонн, намечают грузопоток цеха. Ширина цеха и расстояние между колоннами замеряется по центру колонн.

Грузопоток цеха, т.е. движение продукции в цех, по операциям в цехе и из цеха, должен быть таким, чтобы не было встречных движений. Для этого намечаются точки поступления продукции в цех и точки выхода продукции из цеха. Затем в соответствии с основным направлением продукции по операциям размещается оборудование, склады, подсобные помещения. Изображение грузопотоков на чертежах производится, как показано на рис. 3.18. Здесь толщина основной линии грузопотоков и отдельных ответвлений от основной линии делается в масштабе, и, таким образом, по чертежу можно видеть относительное количество продукции на отдельных ветвях грузопотока. По каждой ветви проставляется количество обрабатываемой продукции в тоннах.

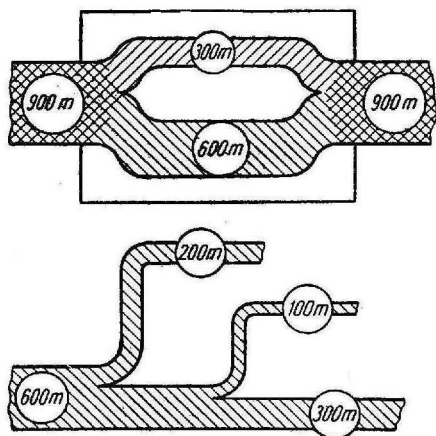


Рис. 3.18. Грузопотоки термического цеха

При планировке оборудования необходимо руководствоваться следующими соображениями:

1. Размещение оборудования должно быть произведено по участкам, например участок цементации, участок цианирования, участок закалки и т.д.

2. Оборудование должно располагаться в соответствии с общим направлением основного грузопотока.

3. Удобно размещать крупное оборудование – толкательные и конвейерные печи – вдоль цеха в несколько рядов, оставляя достаточные проходы и проезды между печами.

4. Для термических цехов с крупным оборудованием количество проездов шириной 3,5...4 м может быть один-два в середине цеха или по краям, пожарный проезд 5...5,5 м.

5. Проходы между толкательными и конвейерными печами должны быть равными 2...3 м, а между камерными 1,5...2 м.

6. В инструментальных термических, штамповых термических и термических цехах для обработки мелких деталей печное оборудование вследствие меньших габаритов, чем в чистовых и кузнечных термических цехах, располагается вдоль длинных стен цеха так, чтобы фасады печей по загрузочной стороне образовывали одну линию.

7. Оборудование должно быть установлено таким образом, чтобы к нему был открыт свободный доступ для ремонта.

8. Оборудование должно устанавливаться на расстоянии от стены не менее 1...1,5 м.

9. При разработке планировок необходимо располагать печи в одну линию при установке как конвейерных, так и небольших камерных печей.

Так как печи имеют разные габариты, то в термических цехах, например с камерными печами, их располагают в одну линию по загрузочной стороне. В этом случае расстояние от задней стенки печи до стены цеха у разных печей будет различным. Толкательные и конвейерные печи, связанные одним процессом, также располагают в одну линию, но по центральной оси печей.

10. При проектировании участка термической обработки в потоке механического цеха оборудование устанавливается в одну линию со станками предыдущих и последующих операций. На этих участках производится полный цикл термической обработки однотипных деталей и изделий. Здесь могут быть следующие операции: закалка – промывка – отпуск – контроль или цементация – закалка – промывка – отпуск – контроль и др.

11. Высокочастотные установки при расположении их в потоке механической обработки располагаются также в одну линию со станками; при этом необходимо запроектировать оборудование для отпуска (если не применяется самоотпуск), приборы для контроля и оградить участок перегородкой.

12. Установки с ламповыми генераторами должны быть экранированы, для того чтобы предупредить электромагнитное излучение за пределы ограждающего кожуха. Экран должен быть изготовлен из листовой стали толщиной не менее 5 мм; отверстия и окна в экране должны быть экранированы сеткой с ячейками не менее 4×4 мм. при расположении в отдельном помещении должно экранироваться все помещение. Экран должен быть заземлен.

13. Закалочные баки и ванны для охлаждения при изотермической закалке должны быть расположены в непосредственной близости от печей, таким образом, чтобы рабочему нужно было производить минимальные движения при переносе изделия для охлаждения из печи в бак или ванну.

При небольших печах баки устанавливаются с правой или с левой стороны, а в конвейерных или толкательных печах – по оси печей. В штамповых термических цехах для закалки крупных штампов баки удобно располагать напротив загрузочного стола печей, а передачу штампов из печей к бакам производить посредством катучей балки или монорельса с электротельфером.

14. Оборудование, которое требует установки монорельса, например отпускные печи с циркуляцией воздуха, шахтные печи для газовой цементации, удобнее располагать у стен так, чтобы монорельс укрепился на консолях, заделанных в стену.

Обозначения подъемно-транспортных средств на чертежах представлены в приложении 8.

15. В пристройках к печному залу располагаются вспомогательные помещения – кладовые, конторы, бытовые устройства: гардеробные, души, уборные и т.п., а иногда и такие производственные участки, как правильные, пункты ОТК, электролитического травления, дробеструйные, приготовлению карбюризаторов и т.д.

16. Моечные машины устанавливаются в печном зале. В печном зале могут быть также размещены, в зависимости от характера производства и для удобства работы, правильные прессы, электролитическое травление и пункты ОТК.

17. Участок цианирования и т.в.ч. должны отделяться от другого печного оборудования оштукатуренной или сетчатой перегородкой; доступ на эти участки разрешается только рабочим и лицам технического персонала, прошедшим специальный инструктаж.

18. дробеструйные аппараты должны быть сосредоточены в закрытых помещениях у наружных стен цеха или в специально пристроенных помещениях. Эти помещения должны оборудоваться вентиляцией. Точно также в отдельных помещениях должны располагаться оборудование для приготовления контролируемых атмосфер и генераторные станции. Небольшие генераторы к отдельным печам могут устанавливаться вблизи печей без перегородок.

19. При проектировании крупных вторичных термических цехов следует предусмотреть площадь для оборудования механической мастерской с установкой трех-четырех станков, а в печном зале при наличии муфельных печей для газовой цементации должна быть оставлена площадь для сборки муфельей.

20. При отсутствии подвала следует предусмотреть площадь для маслоохладительной установки, вентиляторов вытяжной и приточной вентиляции и воздухоуловов.

21. Для термических цехов серийного производства необходимо запроектировать кладовые или пункты приемки продукции для термической обработки и кладовые сдачи, в которых находится и учитывается продукция после термической обработки. В массовом производстве эти пункты представляют собой промежуточные склады, располагаемые непосредственно в цехе, и при проектировании на планировках следует указать площади для них. Для поточно-массового производства с автоматическими линиями промежуточные склады не проектируются. Продукция должна поступать в термические агрегаты и уходить из них в одном ритме.

Обязательной кладовой для каждого термического цеха является кладовая технологических (вспомогательных) материалов.

22. Площадь вспомогательных помещений составляет 25...30 % производственной площади.

23. При наличии подвала вход в него делают из цеха для того, чтобы можно было быстро попасть в подвал в случае аварии.

24. Условные обозначения на технологических планировках приведены в приложении 8.

### 3.5.2. Планировка участков, отделений и цехов

На рис. 3.19–3.21 приведены примерные планировки участков термической обработки, механизированных поточных линий и термического цеха.

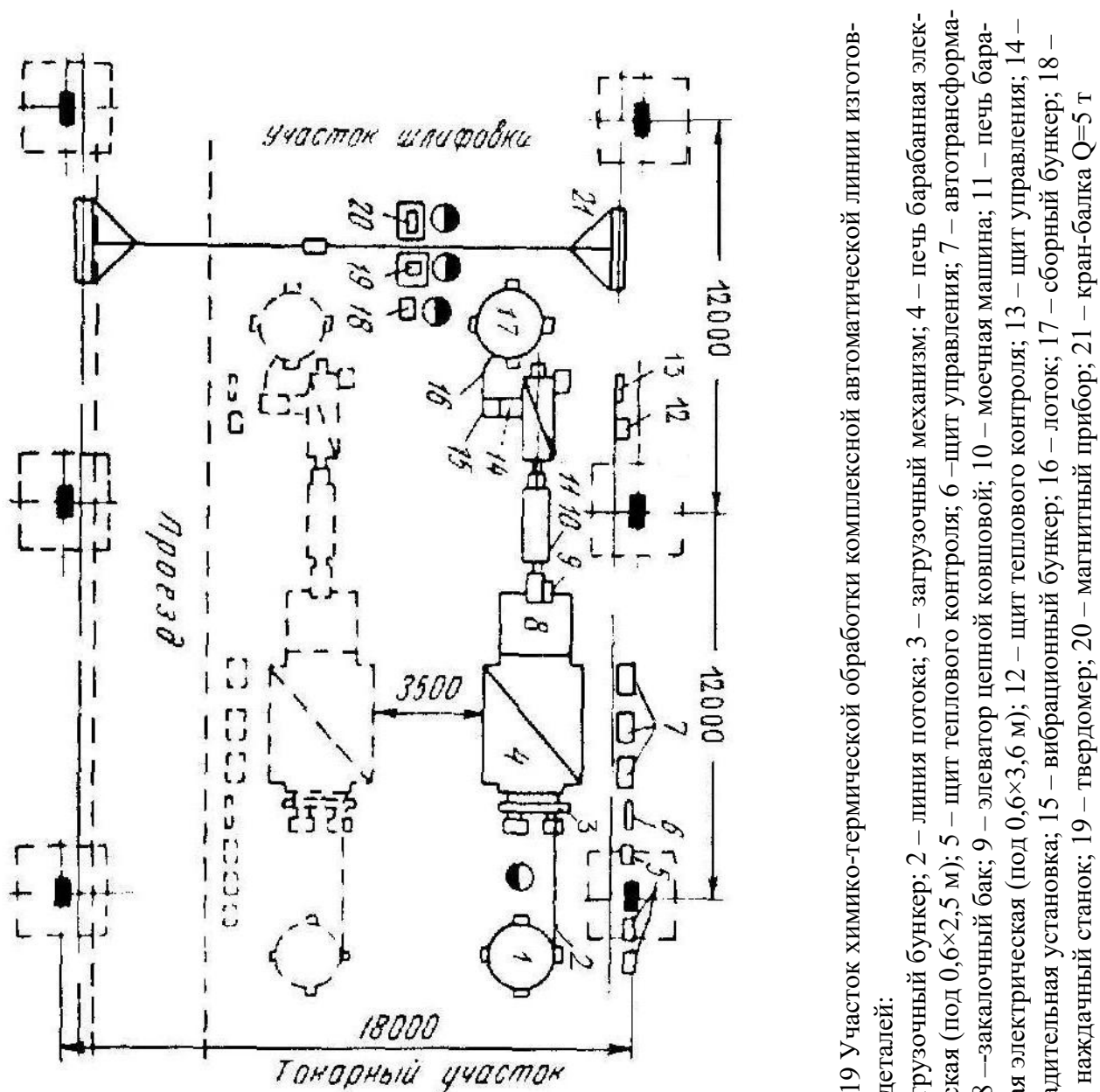


Рис. 3.19 Участок химико-термической обработки комплексной автоматической линии изготовления деталей:

1 – загрузочный бункер; 2 – линия потока; 3 – загрузочный механизм; 4 – печь барабанная электрическая (под 0,6×2,5 м); 5 – шит теплового контроля; 6 – шит управления; 7 – автотрансформатор; 8 – закалочный бак; 9 – элеватор цепной ковшой; 10 – моечная машина; 11 – печь барабанная электрическая (под 0,6×3,6 м); 12 – шит теплового контроля; 13 – шит управления; 14 – охлаждающая установка; 15 – вибрационный бункер; 16 – лоток; 17 – сборный бункер; 18 – наждачный станок; 19 – твердомер; 20 – магнитный прибор; 21 – кран-балка Q=5 т

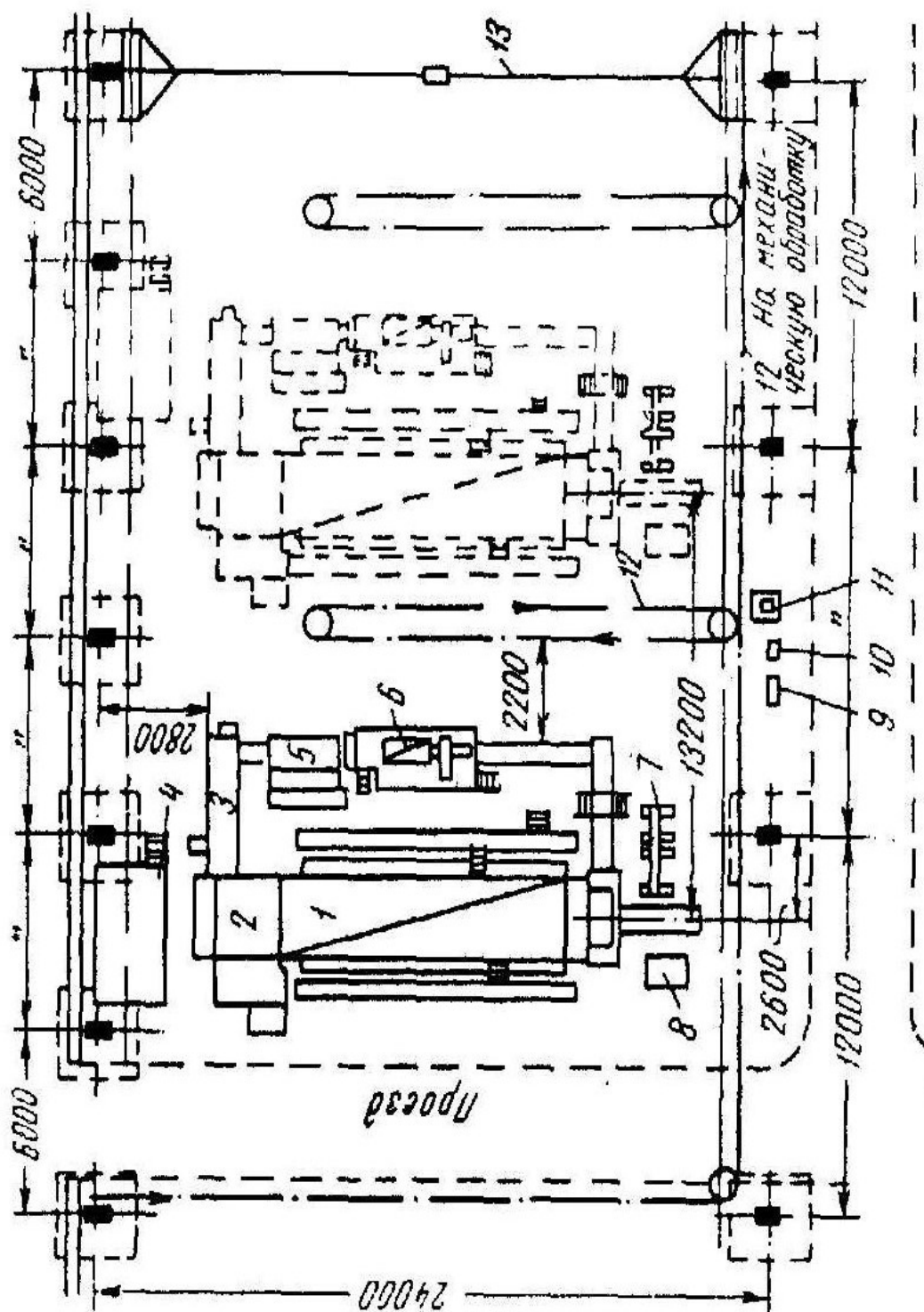


Рис. 3. 20. Участок химико-термической обработки:

- 1 – печь с горизонтальными радиационными трубами газовая 1,5×9,6 м; 2 – масляный бак с газовым обогревом; 3 – масляный передаточный бак; 4 – дымососная установка; 5 – моечная машина; 6 – газовая отпускная печь (под 0,8×4,6 м); 7 – система гидравлики агрегата; 8 – щит управления и теплового контроля; 9 – магнитный прибор; 10 – наждачный станок; 11 – твердомер; 12 – подвесной конвейер; 13 – кран-балка Q=5 т

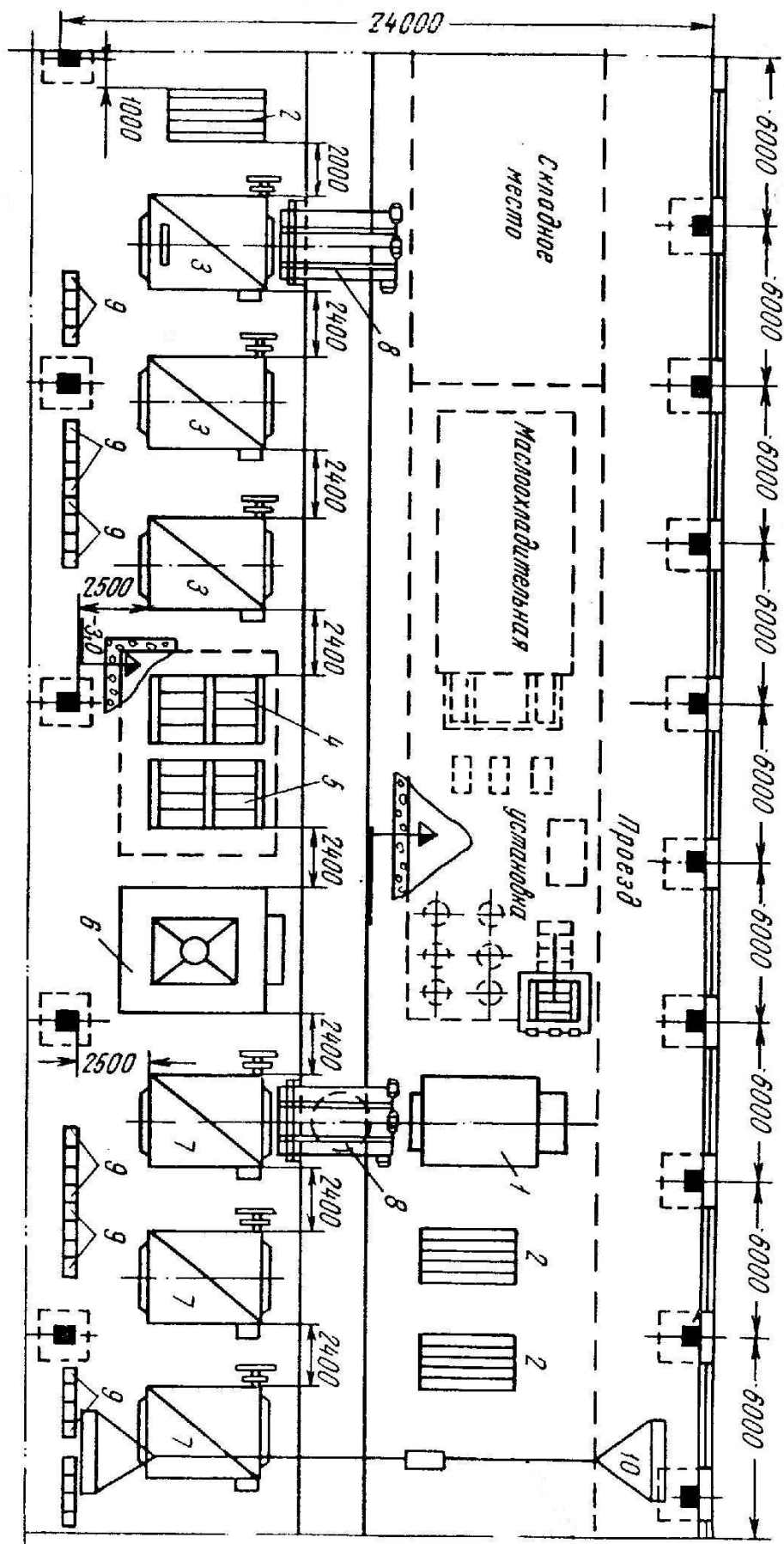


Рис. 3.21. Участок термической обработки плит, муфт шестерен и других крупногабаритных деталей:

- 1 – участок для ускоренного охлаждения деталей тупиковая 1,8×1,2 м; 2 – печь камерная механизированная электрическая СНЗ-18.36.12/10; 4 – бак закалочный для воды механизированный; 5 – бак закалочный для масла механизированный; 6 – машина моечная тупиковая с поворотной платформой, Q=10 т; 9 – щит управления ИЗР-23/250; 10 – кран-балка электрическая Q=5 т



## Библиографический список

1. СНиП 11-01-95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Минстрой РФ, 1995. – 13 с.
2. СП 11-101-95. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснования инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Минстрой РФ, 1995. – 8 с.
3. ГОСТ Р 21.101-97. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – М.: Издательство стандартов, 1997.
4. СНиП 1.06.04-85. Положение о главном инженере проекта. – М.: Издательство стандартов, 1985.
5. Перечень нормативных документов по строительству, действующих на территории Российской Федерации. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 194 с.
6. СНиП II-89-80. Генеральные планы предприятий. – М.: 1980.
7. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: справочник в 6 томах / под. общей ред. Е.С. Ямпольского. – М.: Машиностроение, 1974.
8. СНиП 31-03-2001. Производственные здания. – М.: 2002.
9. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: 2002.
10. СНиП 3.01.04-87. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения. – М.: 1897.
11. ОНТП 01-86. Нормы технологического проектирования предприятий.
12. РДС 11-201-95. Инструкция «О порядке проведения государственной экспертизы проектов строительства». – М.: 2001.
13. Соколов, К.Н. Технология термической обработки металлов и проектирование термических цехов / К.Н. Соколов, Н.К. Коротич. – М.: Metallurgy, 1988. – 384 с.
14. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. – М.: 1987.
15. Менеджмент в строительстве: учебное пособие / под. ред. Степанова И.С. – М.: 1999. – 540 с.
16. Лопухов Г.А. Новости черной металлургии за рубежом. – М.: Черметинформация, 1997. – №1. – С. 64–67.
17. Авдеев, В.А. основы проектирования термических заводов: справочник / В.А. Авдеев, В.М. Друян, Б.И. Кудрин. – М.: 2002. – 464 с.
18. Караваев, Е.П. Промышленные инвестиционные проекты: теория и практика инжиниринга. М.: МИСИС, 2001. – 299 с.

19. Миронов, Г.В. Основы проектирования строительства предприятий / Г.В. Миронов, С.П. Буркин, В.В. Шимов. – Екатеринбург: УГТУ, 2000. – 72 с.
20. Лизунов, В.И. Проектирование термических цехов: методическое пособие. Ч.1 / В.И. Лизунов, Е.К. Сиваева, З.Г. Магазинер. – М.: МИСИС, 1973. – 131 с.
21. Шубин, Р.П. Технология и оборудование термического цеха / Р.П. Шубин, В.С. Приходько. – М.: Машиностроение, 1971. – 280 с.
22. Миронов, Г.В. проектирование цехов и инвестиционно-строительный менеджмент в металлургииб учебник / Г.В. Миронов, С.П. Буркин, В.В. Шимов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 513 с.
23. Термическая обработка в машиностроении: справочник / под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980. – 783 с.
24. Долженков, И.Е. Основы проектирования термических цехов / И.Е. Долженков, К.Ф. Стародубов, А.А. Спасов. – Киев: Виша школа. Головное издательство, 1986. – 215 с.
25. Рустем, С.Л. Оборудование и проектирование термических цехов / С.Л. Рустем. – М.: Машиностроение, 1962, – 588 с.
26. Солодихин, А.Г. Технология, организация и проектирование термических цехов: учебное пособие для металлургических и машиностроительных ВУЗов. – М.: Высш. шк., 1987. – 368 с.
27. Башнин, Ю.А. Технология термической обработки: учебник для ВУЗов / Ю.А. Башнин, Б.К. Ушаков, А.Г. Секей. – М.: Машиностроение, 1986. – 424 с.

### ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ

#### Пример оформления

Технология производства стальных поршневых колец методом холодной пластической деформации с упрочнением рабочих поверхностей и износостойкого слоя  
(Условное сокращенное название «Стальные поршневые кольца»)

Сроки выполнения разработки (год начала – год окончания): 2008 – 2009.

Возможные потребители, наличие заявок на продукцию: энергетическая и транспортная отрасли промышленности; ОАО «Челябэнерго».

Краткая содержательная характеристика разработки: В отличие от отечественных и зарубежных аналогов, предложенная технология предусматривает принципиально новое решение – получение цельных стальных поршневых колец методом прокатки – волочение заготовки через профильные ролики при многократной деформации. Другим существенным отличием и преимуществом предложенной технологии является замена хромирования на процесс газовой карбонизации, что позволяет получить более высокую твердость поверхностного слоя изделия.

Степень готовности (завершения эксперимента, проведение испытания опытного образца, выпуск опытной серии и т.п.): изготовлена опытная партия, проведены стендовые испытания.

Разработаны режимы предварительной и окончательной термической обработки инструментальных сталей, применяемых для формообразующих роликов.

Ожидаемые результаты: снижение трудозатрат на 30...50 % по сравнению с изготовлением колец из чугуна. Повышение износостойкости стальных поршневых колец на 15...30 %.

Оценка основных характеристик работы, обеспечивающих конкурентоспособность. Научно-технический уровень:

- по отношению к лучшим отечественным образцам: в отечественной практике промышленное производство стальных поршневых колец ограничивалось изготовлением сборных (пластинчатых) стальных колец;
- по отношению к лучшим мировым образцам: за рубежом – заводы Гетц (Германия). Предлагаемая технология в отличие от зарубежной, обеспечивает получение профильных стальных колец.

Экологичность: использование технологии, исключаящей операцию «Хромирование» позволяет улучшить экологическую обстановку на производстве.

Экономические показатели (оценочные):

- требуемый объем инвестиций, (млн. дол.): 1,5;
- потенциальный объем продаж (млн. дол.): 1,7.;
- срок окупаемости (лет): 2,0.

Область применения разработки (указать наименование и двузначные коды позиций ОКДП – общероссийского классификатора видов экономической деятельности, продукции и услуг (ОКОО4 – 93): 27 – производство металлургическое.

Наличие бизнес-плана по реализации разработки (да, нет): нет.

(Источник: газета «Бизнес-предложения», №3. – 2008.).

Состав технологического задания (ТЛЗ)

1. Основание для разработки ТЛЗ.
  2. Сортамент продукции.
  3. Требования к исходным материалам.
  4. Общая схема технологического процесса и размещения оборудования.
  5. Соответствие современному отечественному и мировому техническому уровню.
  6. Описание технологического процесса, включая контроль качества продукции.
  7. Требования к технологическому оборудованию (основному, дополнительному и вспомогательному).
  8. Рекомендации по механизации и автоматизации технологического процесса.
  9. Метрологическое обеспечение.
  10. Условия ремонтпригодности технологического оборудования.
  11. Требования по безопасности труда.
  12. Экологическая оценка технологии.
  13. Рекомендации по использованию отходов и утилизации вторичных энергоресурсов.
  14. Рекомендации по организации инструментального хозяйства.
- Заключение.
- Список использованных литературных источников.
- Приложения.
- П.1. задание на разработку ТЛЗ.
- П.2. отчеты о патентных исследованиях.
- П.3. обзор литературных и патентных источников.
- П.4. Протокол НТС от \_\_\_\_\_
- П.5. спецификация оборудования к технологическому плану.
- П.6. технологический план, черт. \_\_\_\_\_

## Последовательность и принцип разработки технологического плана

Последовательность этапов	Содержание и принципы разработки
1. Расчет и выбор основного оборудования и сбор данных по его конфигурации, композиционному составу, габаритам и потребностям в энергетическом и инженерном обеспечении.	На выбранное оборудование: новое – вычерчиваются <i>габаритки оборудования</i> в плане в масштабе технологического плана, на серийное – подбираются эти габаритки из банка данных по оборудованию
2. Определение основных объемно-планировочных решений по производственному зданию цеха.	
3. Разработка компоновочного плана цеха.	
4. Разработка графического построения ограждения цеха.	
5. Планировка оборудования цеха:	
5.1. Основное оборудование	<p>– осуществляется с помощью предварительно вычерченных габариток оборудования и с учетом предусмотренного компоновочным планом зонирования.</p> <p>– наличие готовых габариток оборудования позволяет методом перебора рассмотреть несколько вариантов планировки оборудования и выбрать самый оптимальный.</p>
5.2. Прочее оборудование, устройства, помещения, склады. Проходы и проезды:	
5.2.1. Подъемно-транспортное оборудование	<p>Учитывается начиная с этапа по п. 2 и при выборе конструкций здания цеха.</p> <p>Кроме того, следует иметь в виду:</p> <p>– целесообразность преимущественного использования напольной транспортной технологии (транспортеров, рольгангов, манипуляторов, пневмотранспорта и т.п.) для нужд</p>

Продолжение приложения 3 Продолжение табл. 1.	
Последовательность этапов	Содержание и принципы разработки
	<p>технологического процесса в составе поточных линий, оставляя за крановым оборудованием вспомогательное обслуживание;</p> <p>– необходимость устройства для кранов посадочных площадок для крановщиков и при них ремонтных зон, оборудованных электроталями с монорельсами в межферменном пространстве для ремонта кранов, учитывая, что потери на ремонт кранов составляют 10 % эффективного фонда времени их работы, а остановка крана на ремонт не должна мешать ведению технологического процесса;</p> <p>– обязательность размещения кабин крановщиков с противоположной стороны от фронта тепловых печей (как вариант по середине пролета крана).</p>
5.2.2. Вспомогательное оборудование (мастерские механика, энергетика, лаборатории и т.д.)	Обеспечивается размещение в оперативной близости к обслуживаемому основному оборудованию (участкам) и, по возможности, в отдельных вспомогательных пролетах.
5.2.3. Обслуживающие устройства и помещения (трансформаторные подстанции, насосные станции гидропривода и обратного водоснабжения, венткамеры, машзалы и т.д.)	<p>При разработке технологического плана необходимо учитывать потребность разработчиков специальных разделов проекта в помещениях и их рациональном размещении. Например:</p> <p>– для максимального снижения потерь предусматривать размещение трансформаторных подстанций с наибольшим приближением к электропотребителям;</p> <p>– с этой же целью насосные гидропривода размещать в максимально возможной близости от потребителя рабочей жидкости высокого давления, сокращая до минимума</p>

Продолжение приложения 3 Продолжение табл. 1.	
Последовательность этапов	Содержание и принципы разработки
	<p>протяженность трубопроводов высокого давления и используя для автоматических насосных станций подвалы и пролеты-вставки смежные с пролетами основного производства;</p> <p>– для обеспечения надежного и рационального учета и управления расходом энергоносителей и водных ресурсов предусматривать единые с высоким техническим оснащением узлы ввода энергоносителей в цех.</p> <p>– для рационального использования объема зданий в пролетах-вставках, вентоборудование общеобменной вентиляции и отопления размещать на 2-х и 3-х этажах этих вставок с раздачей свежего воздуха через воздухопроводы в межферменном пространстве и т.д.</p>
5.2.4. Склады	В потоке и с учетом организации входного и выходного контроля, обеспечения фронта погрузочно-разгрузочных работ.
5.2.5. Служебно-бытовые помещения	<p>Основная часть служебно-бытовых помещений должна размещаться в специальном административно-бытовом здании (АБЗ), людопотоки из которого должны быть организованы по четко обозначенным безопасным проходам, свободным от производства.</p> <p>Часть служебно-бытовых помещений функционально в обязательном порядке требуется размещать в производственном здании цеха. К ним относятся:</p> <p>Канторки мастеров и отдела технического контроля в удобных для осуществления функций управления и контроля местах.</p>

Продолжение приложения 3 Продолжение табл. 1.	
Последовательность этапов	Содержание и принципы разработки
	2. Санузел и комнаты отдыха на каждую зону радиусом 75 м общей площади.
5.3. Учет требований по технике безопасности, охране труда и пожарной безопасности	В том числе: – требования по размерам помещений, проходов и проездов; – требования по видам безопасности.
6. Согласование решений технологического плана	Для обеспечения качества и высокого технического и инновационного уровня решений технологического плана практика строительного проектирования предполагает выполнение системы согласований, в том числе: – с авторами технических и технологических инноваций и решений, примененных в проекте; – с ведущими специалистами – будущими разработчиками остальных (специальных) разделов проекта; – с независимыми экспертами; – с уполномоченными представителями заказчика (инвестора); – выполняемыми предварительно в рабочем порядке и окончательно в порядке решения объединенного научно-технического совета.
7. Генпроектирование	Дальнейшее совершенствование и углубление решений технологического плана и раздела технологические решения в целом осуществляются в процессе генпроектирования, когда заданиями на разработку специальных разделов проекта конкретизируются вопросы: – отделки помещений; – нормативного обеспечения освещения ; – обеспечения средствами связи, автоматического пожаротушения, электро- и молниезащиты;



Окончание приложения 3 Окончание табл. 1.	
Последовательность этапов	Содержание и принципы разработки
	– питьевого, санитарно-гигиенического режима и климатических условий и т.д.

Примерное содержание раздела «Основные технологические решения» в составе «обоснование инвестиций» ОИ

Наименование раздела	Краткое содержание подраздела
Технологические решения	<p>Описание схем возможных технологических процессов производства; обоснование целесообразности приобретения существующей технологии или ее разработки путем проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.</p> <p>Обоснование и описание выбранной технологии основного производства на основе сравнения возможных вариантов технологических процессов (схем) по уровню их экономической эффективности, технической безопасности, потребления ресурсов на единицу производимой продукции, а также степени вероятности возникновения аварийных ситуаций и риска для инвесторов, персонала и жителей района.</p> <p>Принципиальная технологическая схема с указанием материальных потоков.</p> <p>Основные показатели, характеризующие технологический процесс (давление, температура, скорость реакции и т.д.).</p> <p>Режим работы предприятия, сменность.</p>
Порядок и стоимость приобретения технологии	<p>Источники и порядок приобретения технологии (покупка лицензии, прямая закупка технологии, создание совместного предприятия с участием его владельца-поставщика технологии).</p> <p>Определение инвестиционных издержек, связанных с приобретением технологии.</p> <p>Описание порядка оплаты за технологию и услуги, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разовые инвестиционные издержки (паушальные платежи);</li> <li>- постоянный процент от продаж (выплата роялти в % от ежегодных продаж в течение 5...10 лет);</li> <li>- фиксированные ежегодные выплаты (в виде заранее оговоренной суммы в течение 5...10 лет) и т.д.</li> </ul>

Окончание приложения 4 Окончание табл. 2	
Наименование раздела	Краткое содержание подраздела
Основное технологическое оборудование	<p>Принципиальные требования к основному к основному технологическому оборудованию.</p> <p>Характеристики агрегатов, установок, станков, автоматизированных и механизированных линий и т.д. с указанием марок, производительности, мощности, коэффициента использования и др.</p> <p>Основание принятого технологического оборудования (в том числе импортного) в увязке с прогнозируемыми объемами выпуска продукции. Потребное количество запасных частей и инструмента.</p>
Инвестиционные и производственные издержки, связанные с приобретением и эксплуатацией оборудования	<p>Потенциальные поставщики оборудования, запасных частей и инструмента, условия приобретения и порядок поставки оборудования. Затраты на приобретение оборудования и запасные части.</p> <p>Оценка производственных затрат, связанных с обслуживанием и ремонтом технологического оборудования и транспортных средств.</p>

Примечания к табл. 2:

1. Паушальный платеж – единовременное вознаграждение за правом пользоваться предметом лицензионного соглашения до получения экономического эффекта (прибыли) от его использования. По-существу – это фактическая цена лицензии.
2. Роялти – лицензионное вознаграждение в форме периодических отчислений от прибыли суммы продаж продукции, произведенной по лицензии.

Примерное содержание раздела «Технологические решения»  
в стадии ТЭО

1. Исходные данные и положения

В основу разработки технологических решений положены следующие материалы и исходные данные:

- 1.1. Задание на проектирование от «\_» \_\_\_\_ г.
- 1.2. Утвержденное техническое предложение, разработанное .....
- 1.3. Обоснование инвестиций (дается название), разработанное (когда, кем)
- 1.4. Полученные по обоснованию инвестиций разрешительные документы, приведенные в общей пояснительной записке в ТЭО
- 1.5. Технологическое задание на проектирование оборудования .....
- 1.6. Нормы технологического проектирования (указывают какие)
- 1.7. Действующие нормы, правила, инструкции и стандарты, в том числе по взрыво-пожаробезопасности
- 1.8. Основные положения на разработку ТЭО от «\_»

2. Производственная программа выпуска

Таблица 3

Пример

Наименование изделий программы	ГОСТ, ТУ	Характеристика изделия (марка стали и т.п.)	Годовой выпуск	
			шт, (т)	тыс. руб.
1.....	.....	.....	...	.....
2.....	.....	.....	...	.....
Всего			...	.....

3. Специализация и кооперация

Дается информация о специализации объекта на выпуск определенного табл. 3 вида продукции и о наличии (отсутствии) потребности во внешней (или внутренней) кооперации, соответственно, с предприятиями или цехами в части производственного и хозяйственного кооперирования.

#### 4. Характеристика производства

В соответствии с программой и количеством типоразмеров в объеме годового выпуска – тип производства, согласно ....., является ..... (крупносерийным или серийным, или мелкосерийным или смешанным – от крупносерийного по таким-то изделиям до мелкосерийного по таким-то изделиям или малотоннажным заказам).

#### 5. Основные положения по организации производства и управления

В соответствии с принятой технологией в основу организации производства (предприятия, цеха, участка) положен принцип изготовления изделий программы (предметно-замкнутый, технологический или какой-то другой).

Исходное сырье (название, виды, параметры) поступает на предприятие (цех, участок) из (откуда) с помощью (вид транспорта).

Запас хранения (название сырья) на предприятии (участке) ввиду характера производства (какого) принят (количество) дней, в количестве .... т.

Готовая продукция (название) в ходе техпроцесса затаривается (вид тары) г.-п. .... т.

Запас хранения готовой продукции на предприятии (участке) до ..... суток.

Далее готовая продукция с помощью (виды подъемно-транспортного оборудования) отправляется на общезаводской склад, потребителям вагонами ж.д. или автотранспортом.

Ремонтное, инструментальное и энергетическое обслуживание и обеспечение осуществляется соответственно .....

#### 6. Режим работы и фонд времени

Таблица 4

Пример

Наименование подразделений	Количество рабочих смен в сутки	Эффективный фонд времени работы, ч	
		оборудования	рабочих
1. Участок термической обработки шестерен			

### 7. Технология производства, механизация и автоматизация

В основу технологических решений ТЭО положены (техническое предложение и технологическое задание)согласно которым в настоящем ТЭО предусмотрено, например:

- 1) Применение новой оригинальной технологии изготовления .....
- 2) Проектирование, изготовление и установка для реализации принятой технологии специального комплекса оборудования по производству....., состав которого приведен в прил. 2
- 3) .....и т.д.
- 4) Описание принятой схемы технологического процесса приведено ниже.
  - 3.1. Описание маршрутной схемы технологического процесса.
  - 3.2. Особенности технологического процесса.

Перечисляются все примененные новшества и достигаемые за счет них преимущества перед известной действующей технологией в плане снижения расхода ресурсов (материальных, энергетических, трудовых), повышения качества и срока службы изделий, экологии и т.д.

#### 3.3. Механизация и автоматизация

Приводятся осуществляемые мероприятия и достигаемые улучшения.

### 8. Организация контроля качества продукции

Указывается как, кем, какими средствами и по каким ГОСТ или ТУ осуществляется контроль качества продукции: входной – сырья, в процессе и в конце изготовления. Данные по метрологическому обеспечению.

### 9. Станкоемкость и трудоемкость

Станкоемкость и трудоемкость годовой программы определены расчетом. Данные по станкоемкости и трудоемкости приведены в табл. 5

Таблица 5

Пример

Наименование изделий программы	Годовой выпуск, т/млн. шт.	Станкоемкость, станок.ч			Трудоемкость, чел.ч		
		Годового выпуска	1 т выпуска	1 тыс. шт. изделий	Годового выпуска	1 т выпуска	1 тыс. шт. изделий

10. Оборудование

Количество основного оборудования определено расчетом. Перечень основного оборудования приведен в табл. 6.

Таблица 6

Пример

Наименование основного оборудования	Количество	Разработчики оборудования	Изготовители оборудования
Всего оборудования: Линий, ед.			
оборудования, шт.			

11. Состав работающих

Потребный состав работающих проектируемого (предприятия, цеха, участка) приведен в табл. 7.

Таблица 7

Пример

Наименование катего- рий работающих	Количество работающих, чел.				Обоснование
	Всего	в том числе			
		I смена	II сме- на	III сме- на	
1. Рабочие 1.1. Основные 1.2. Вспомогатель- ные					определено расчетом ... % от 1.1 по ОНТП...
Итого рабочих					—
2. ИТР (инженерно- технические работ- ники)					.... % от общего количе- ства рабочих по ОНТП...
3. СКП (счетно- конторский персо- нал)			—	—	.... % от общего количе- ства рабочих по ОНТП...
4.МОП (младший обслуживающий персонал) и ПСО (пожарно- сторожевая охрана)					.... % от общего количе- ства рабочих по ОНТП...
5. Персонал ОТК (отдел технического контроля)					.... % от общего количе- ства рабочих по ОНТП...
Всего					—

## 12. Размещение и площади

Проектируемый (цех, участок) размещается на (вновь строящихся или, например, высвобождающихся в связи с перепрофилированием) площадях....., имеющих нормальные условия работы по освещенности и климату рабочей зоны.

Здание соответствует характеру намечаемого производства. Общая площадь (цеха, участка) ....м<sup>2</sup>. Размещение (цеха, участка) представлено на плане цеха.

## 13. Техника безопасности, охрана труда и противопожарные мероприятия

В плане техники безопасности и охраны труда настоящим ТЭО предусмотрено: например,

1) Максимальная механизация и автоматизация производства (цеха, участка) с применением большой гаммы передаточных устройств и механизмов (транспортеров, рольгангов, сбрасывателей, механизированных стеллажей, конвейеров, а также универсальных подъемно-транспортных средств – мостовых, подвесных и консольных кранов, передаточных тележек) полностью механизующих производственный процесс;

2) Обеспечение, на основе экологически чистой технологии эффективной общеобменной вентиляции, воздуха и климата рабочей зоны, высокого качества в соответствии с ГОСТ 12.1.005-86;

3) Создание, на основе применения малошумного оборудования, а также выноса в шумоизолирующие помещения шумного оборудования (насосов, вентиляторов), комфортных условий по факторам шума и вибрации при общем уровне шума в пределах 60 дБ(А);

4) Организация безопасных условий труда за счет эффективной системы защитного заземления и зануления, выгораживания защитными кожухами опасных мест, а также обеспечения расстановки оборудования и организации проходов в соответствии с нормами проектирования и охраны труда.

В плане мероприятий по пожарной безопасности предусмотрено:

1) Применение в технологическом процессе негорючих материалов;

2) Размещение производства, относящегося к категории «Г», в соответствии со СНиП 31-03-2001, в здании II степени огнестойкости и с требуемым количеством эвакуационных выходов;

3) Оснащение насосной гидропривода системой автоматического углекислотного пожаротушения;



Оборудование (участка, цеха) требующимся количеством первичных средств пожаротушения и охранно-пожарной сигнализацией.

#### 14. Организация и условия труда

Например:

##### 14.1. Разделение и кооперация труда

Производство продукции заданной программы решено в составе (цеха, участка) по производству (наименование изделия). Численность работающих приведена в табл. 11.1. Производственное и хозяйственное кооперирование – см. соответствующий раздел.

##### 14.2. Организация рабочих мест

##### 14.3. Обслуживание рабочих мест

Функциональный состав системы обслуживания рабочих мест (цеха, участка) – табл. 8.

Таблица 8

Пример

Функция обслуживания	Объект обслуживания	Исполнители функций обслуживания	Периодичность обслуживания
1. Обеспечение участка исходным сырьем	Участок по изготовлению .....	Отдел снабжения ОАО, старший мастер участка, распределитель работ	Ежесуточно
2. Обеспечение участка вывозом готовой продукции	Тот же	Старший мастер участка, распределитель работ, отдел маркетинга и сбыта	Ежесуточно
3. Технологическая подготовка производства	Тот же	Зам. начальника производства, мастер-технолог, наладчик оборудования	По графику или по заданию
4. Межремонтное обслуживание	Тот же	Службы главного механика, главного энергетика, дежурный персонал, ремонтно-механический и инструментальный цехи	По графику ППР и по вызову

##### 14.4. Условия труда

Санитарно-гигиеническая характеристика помещений (цеха, участка):  
– температура – 20...25°C

- относительная влажность не более 60 %
- категория работ II<sup>б</sup>
- уровень шума до ... дБ(А)

## 14.5. Численность и профессиональный состав основных рабочих

Таблица 9

Пример

Наименование подразделений	Виды работ	Трудоемкость годовой программы, чел. ч	Наименование профессий	Количество рабочих, чел.
Участок термообработки шестерен	производство .... (продукция), наладка оборудования	.....	Термисты	.....

## 14.6. Численный и профессиональный состав вспомогательных рабочих

Таблица 10

Пример

Наименования подразделения	Виды работ	Наименование профессий	Количество рабочих, чел.
Участок (цех) название	Обеспечение (цеха, участка) исходным сырьем со (склада металла) и отправка готовой продукции на (склад)	Распределитель работ	.....
		Транспортные рабочие	.....
		Крановщики	.....
	Обеспечение и доставка технологической оснастки из инструментального цеха и ее текущий ремонт	Слесарь-инструментальщик	.....
	Ремонтное обслуживание	Слесарь по оборудованию	.....
		Электрослесарь	.....
	Транспортные услуги	Крановщики, стропали	.....
	Всего		.....

## 14.7. Численность аппарата управления

Таблица 11

Пример

Наименование персонала управления	Численность, чел.	В том числе		
		ИТР	СКП	МОП
1. Административно-управленческий персонал (цеха, участка):				
1. Нач. цеха (ст. мастер)	.....	....	—	—
1.2. Мастер-технолог	.....	.....	—	—
1.3. Ст. бухгалтер	.....	—	.....	—
1.4. Младший обслуживающий персонал (МОП) и пожарно-сторожевая охрана (ПСО)	.....	—	—	....
Всего	...	...	.....	.....

15. Топливоно-энергетический и материальный баланс

## 15.1. Топливоно-энергетический баланс

Таблица 12

Пример

Наименование потребляемых ресурсов	Установленная мощность, кВт	Общие расходы		Вид вторичных энергоресурсов (ВЭР)	Метод использования ВЭР
		среднечасовой	годовой, тыс. м <sup>3</sup> /год		
1. Электроэнергия	...	—	—	Тепло	Учитывается в тепловом балансе отопления
2. Природный газ	—	.....	.....	Тепло от нагретого металла, тепло излучения печей, тепло отходящих дымовых газов	Учитывается в тепловом балансе отопления  Используется в котле-экономайзере для подогрева обратной сетевой горячей воды отопления
3. Сжатый воздух	—	.....	....	—	—

Продолжение приложения 5 Продолжение табл. 12					
Наименование потребляемых ресурсов	Установленная мощность, кВт	Общие расходы		Вид вторичных энергоресурсов (ВЭР)	Метод использования ВЭР
		среднечасовой	годовой, тыс.м <sup>3</sup> /год		
4. Вода оборотная (чистый цикл)	—	...	....	Условно чистая вода	Используется в системе оборотного водоснабжения
5. Производственные стоки	—	—	—	—	Отсутствуют

## 15.2. Материальный баланс

Таблица 13

Пример

Наименование материалов	Всего, т/год	Баланс использования						Коэффициент использования	Метод использования отходов
		В продукции		В отходах		В безвозвратных потерях			
		наименование	т / год	наименование	т / год	наименование	т / год		
1. Основные материалы 1.1. Сортовой прокат		Металлопродукция		Отходы металла Угар (окалина)					Используется в металлошихте сталеплавиного цеха
2. Вспомогательные материалы 2.1. ГСМ (индустриальное масло)				Отработанное масло					Сдача на регенерацию в ОАО «Нефтепродукт»

Продолжение приложения 5 Продолжение табл. 13									
Наименование материалов	Всего, т/год	Баланс использования						Коэффициент использования т/год	Метод использования отходов наименование
		В продукции		В отходах		В безвозвратных потерях			
		наименование	т / год	наименование	т / год	наименование	т / год		
2.2. Запчасти и технологическая оснастка				Отходы металла					Используется в металлошихте сталеплавильного цеха
.....									
Всего	...	—	...	—	...	—	...	....	—

## 16. Данные об экологичности технологических решений

### 16.1. Размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

По СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 для данного (цеха, участка) с объемом производства .....тыс.т ..... продукции размер СЗЗ составляет .....м.

Фактическая СЗЗ составляет .... м, что позволяет осуществить размещение производства при запроектированном местоположении.

16.2. Мероприятия по охране воздушного бассейна. Для обеспечения максимально возможной экологической чистоты производства технологическими решениями предусмотрено: следует перечень мероприятий по охране воздушного бассейна.

16.3. Мероприятия по охране природных водоемов. Для защиты природных водоемов от загрязнения предусмотрено: следует перечень предусмотренных мероприятий, например, производственные стоки – отсутствуют.

Мероприятия по рекультивации и охране земель (аналогично).

Продолжение приложения 5

## 17. Основные технико-экономические показатели

Таблица 14

Пример

Наименование данных и показателей	Значения	
	По данному ТЭО (наименование)	По отчетным данным аналога (наименование)
А. основные данные		
1. годовой объем выпуска продукции, т/тыс.руб.		
В том числе:		
1.1. ....		
1.2. ....		
2. Общая площадь (цеха, участка) тыс.м <sup>2</sup> /тыс.руб.		
3. Потребность в оборудовании, т/ тыс.руб.		
4. Установленная мощность, кВт		
5. Потребляемая мощность, кВт		
6. Новые капитальные вложения, тыс.руб.		
В том числе:		
6.1. Оборудование		
6.2. Строительно-монтажные работы		
6.3. Затраты на НДС		
7. Себестоимость годового выпуска, тыс.руб.		
В том числе:		
7.1. Затраты на основные материалы		
7.2. То же, на вспомогательные материалы и топливно-энергетические ресурсы		
7.3. Затраты на трудовые ресурсы		
7.4. Амортизация:		
7.4.1. Здания		
7.4.2. Оборудования		
7.5. Прочие и накладные расходы		
8. Прибыль, тыс.руб.		
В том числе:		
8.1. Чистая прибыль		
9. Производственные фонды, тыс.руб.		
В том числе:		
Продолжение приложения 5		

Окончание табл. 14		
Наименование данных и показателей	Значения	
	По данному ТЭО (наименование)	По отчетным данным аналога (наименование)
9.1. Основные производственные фонды		
9.2. Оборотные средства		
Б. Показатели		
1. Годовой выпуск продукции, т/тыс.руб.		
1.1. На одного работающего		
1.2. На 1 м <sup>2</sup> общей площади		
1.3. На 1 тыс.руб. основных фондов (фондоотдача)		
2. Капвложения (основные фонды) на 1 тыс.руб. продукции, тыс.руб.		
3. Прибыль на 1 тыс.руб. продукции, тыс.руб.		
4. Уровень рентабельности производства (прибыль к производственным фондам), %		
В том числе:		
4.1. К основным фондам		
5. Уровень рентабельности продукции (прибыль к себестоимости), %		
6. Продолжительность строительства, лет		
7. Коэффициенты сменности:		
7.1. Оборудования		
7.2. Рабочих		
8. Срок окупаемости капитальных вложений за счет чистой прибыли, лет		
9.		

Примечания к табл. 14:

1. Графа 3 заполняется аналогично графе 2, но по отчетным данным.

Показатели и основные данные в денежном выражении составляются совместно с экономистами-проектантами.

Окончание приложения 5

## 18. Выводы и предложения

Пример.

1. Анализ достигаемых технико-экономических показателей подтверждает техническую, экономическую и экологическую целесообразность реализации предлагаемых решений ТЭО.

2. Предлагаемая техника и технология обеспечивают высокий уровень рентабельности производства (....%), против существующего (....%) по данным .....

3. ....

4. ....

На основании изложенного разработчики ТЭО (дается название фирмы) рекомендуют настоящее ТЭО (протокол № ... от ....) к утверждению и практической реализации

## Приложения

П1. Расчет станкоемкости, трудоемкости, количества основного оборудования и основных рабочих.

П.2. план технологический, черт. ...



Приложение 6  
Таблица 15

Расчет необходимого количества оборудования (пример)










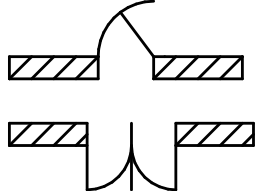

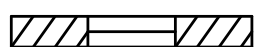
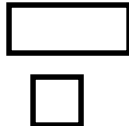







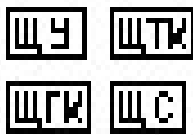
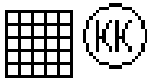

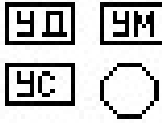
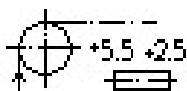

Наименование оборудования	Мощность, кВт	Операция	Наименование изделий или групп изделий	Годовая программа, т	Производительность единицы оборудования, т/ч	Потребное количество часов работы	Фонд эффективного времени работы единицы оборудования, ч	Потребное количество оборудования, ед.		Коэффициент загрузки оборудования (10:11)×100
								расчетное (8:9)	принятое	
Конвейерная печь СКО. 06.30.01/9 Электродпечь индукционная закалочная	160   200	Закалка  Закалка шеквалов	Шестерни валы итого Валы	1250 2000 3250 3000	0,25 0,35 - 0,55	5000 5714 10714 5455	- - 5840 5840	0,856	-	-
								0,979	-	-
								1,835	2	91,8
								0,934	1	93,4

Приложение 7  
Таблица 16

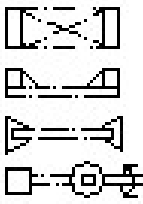

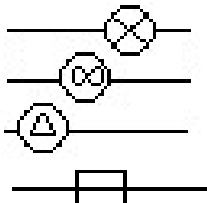
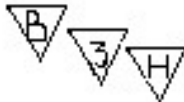


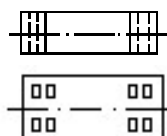

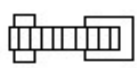

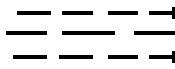
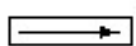

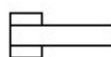

Наименование и параметры операции	Наименование материала	Формула	Состав, %	Расход на 1 т изделия, кг
Цементация в жидкой среде на глубину до 0,7 мм при 840...900 °С	Карбид кремния Натрий хлористый Сода кальцинированная техническая	SiC NaCl Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5...10 10...15 75...85	5...8 12...15 30...50
Азотирование газовое на глубину слоя 0,3...0,5 мм при 500...560 °С	Аммиак жидкий технический	NH <sub>3</sub>	100	20...80
Нитроцементация в твердом среде инструмента на глубину слоя 0,2...0,35 мм при 520...570 °С	Карбюризатор древесно-угольный (березовый) Калий железистосинеродистый технический	—  K <sub>4</sub> (Fe(CN) <sub>6</sub> )•3H <sub>2</sub> O	70 30	60...80 25...35
Нитроцементация газовая на глубину слоя 0,7...1,2 мм при 840...870 °С	Триэтаноламин Аммиак жидкий технический Пиробензол или керосин, или синтин	N(CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH) <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> —	100 5...10 90-95	15...20 10...15 15...20
То же в безмуфельных агрегатах	Природный газ Эндогаз Экзогаз Аммиак жидкий технический Азот газообразный для продувки Катализатор	— — — NH <sub>3</sub> N <sub>2</sub> —		8...11 95...120 5...7 7...9 50...100 0,2
Нитроцементация газовая инструмента на глубину слоя 0,2...0,3 мм при 520...570 °С	Керосин осветительный Аммиак жидкий технический Триэтаноламин	— NH <sub>3</sub> N(CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH) <sub>3</sub>	70 30 100	25...30 10...12 15...20
Цианирование в жидкой среде на глубину слоя до	Натрий цианистый технический Барий хлористый	NaCN BaCl <sub>2</sub> NaCl	50 35 15	30...35 20...25 7...12

Окончание приложения 7 Окончание табл. 16					
0,7 мм при 800...850 °С	технический Натрий хлористый Калий железистосине- родистый технический Натрий хлористый	$K_4(Fe(CN)_6) \cdot 3H_2O$ NaCl	50 50	25...35	
Цианирование ин- струмента в жид- кой среде на глу- бину слоя 0,2...0,35 мм при 520...570 °С	Калий железистосине- родистый технический Натр едкий техниче- ский Натрий цианистый технический	$K_4(Fe(CN)_6) \cdot 3H_2O$ NaOH NaCN	80 20 100	30...40 7...12 25...35	
Нейтрализация по- сле цианирования Промывка после химико- термической обра- боткой	Калий хромовокислый технический Купорос железный технический Сода кальцинирован- ная техническая Эмульсол Эмульсол	$K_2Cr_2O_7$ $FeSO_4$ $Na_2CO_3$ — —	1 %-й рас- твор 15 %-й рас- твор 50 50 100	5...7 10...20 1 1 3	

Таблица 17

Строительные элементы		Технологические элементы		
	Стена капитальная		Печь нагревательная	
	Перегородка сплошная		Бак (ванна)	
	То же остекленная			Место складочное или резервное
	То же сетчатая			
	То же металлическая			
	То же барьерная			
	Двери одностворчатые Двери и ворота двустворчатые		Место рабочее То же при обслуживании 2-х станков	
	Оконный переплет		Стеллаж Место для обдувки	
	Лестничный марш		Стол контрольный, Верстак	
	Проем, приямок, люк, котлован		Контейнер (короб) для деталей	
	Подстанция трансформаторная		Трансформатор к электропечам	
	Санитарный узел		Щит управления установкой То же теплового контроля То же газового контроля То же силовой электрический	
	Трап, водосток, колодец канализационный			
	Отметка уровня (высот)		Установка дымососная То же маслонапорная То же сатураторная То же питьевой воды	
Подъемно-транспортные устройства		Трубопроводы промышленные		
	Конвейер цепной, подвесной То же (подъем и опускание)		Вода Отвод в канализацию	

Окончание приложения 8  
Окончание табл. 17

	<p>Кран мостовой Кран-балка подвесная То же на вертикальных опорах Кран консольный, поворотный</p>		<p>Пар Конденсат</p>
	<p>Монорельс с ручной талью То же электроталью То же с пневмоподъемником Тельфер на монорельсе</p>		<p>Воздух под давлением 588 кПа То же 294 кПа То же низкого давления</p>
	<p>Лифт-подъемник</p>		<p>Раствор водный, эмульсионный То же, содовый</p>
	<p>Рольганг одинарный Двойной рольганг</p>		<p>Масло закалочное То же горячее</p>
	<p>Пластинчатый транспортер</p>		<p>Газ природный Газ аммиак Газ азот Газ эндотермический Газ экзотермический</p>
	<p>Железнодорожный путь</p>		
	<p>Желоб, склиз одинарный</p>		<p>Отсос вентиляционный местный</p>
	<p>Конвейер приводной</p>		<p>Электроэнергия, 380 В</p>

# **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ЦЕХОВ**

Учебное пособие

Составители:

Юрий Дмитриевич Корягин

Наталия Александровна Шабурова

Редактор

Издательство Южно-Уральского государственного  
университета

---

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,25. Уч.-изд. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ

---

Отпечатано в типографии издательства ЮУрГУ. 454080, г. Челябинск,  
пр. им. В.И.Ленина, 76.