

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

В.С. ШУЛЯК

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Учебное пособие

Допущено УМО по университетскому политехническому образованию для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 651400 "Машиностроительные технологии и оборудование" специальности "Машины и технология литейного производства"

Москва 2004

УДК 621.74

Ш 95

Шуляк В.С. Проектирование литейных цехов: Учебное пособие. –М.: МГИУ, 2004. – 92 с.

ISBN 5-276-00489-7

Учебное пособие по дипломному проектированию предназначено для студентов специальности 1203 “Машины и технология литейного производства”.

Учебное пособие состоит из четырех частей и приложения. В первой части изложены требования, предъявляемые к структуре и содержанию дипломного проекта. Вторая часть содержит план пояснительной записки дипломного проекта. В третьей части приведены в форме таблиц сведения по оборудованию литейных цехов. В четвертой части даны примеры отдельных фрагментов строительной части дипломного проекта. Приложение включает планировки отдельных видов литейного оборудования.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом МГИУ

Рецензент И.В. Матвеевко, доктор технических наук, профессор

Редактор К.В. Шмат
Корректор Н.К. Гончарук

Подписано к печати 31.03.04

Формат бум. 60x90/16

Бумага множ.

Усл. печ. л. 6,0

Уч.-изд. л. 6,25

Тем. план 2003 г., №1-21/03

Тираж 500

Заказ № 1010

РИЦ МГИУ, 115280, г. Москва, Автозаводская, 16

www.izdat.msiu.ru

E-mail: izdat@msiu.ru

Тел. 277-23-15

ISBN 5-276-00489-7

© Шуляк В.С., 2003

© МГИУ, 2003

Содержание

Предисловие	5
I. Методическая часть проекта	5
1. Требования к дипломному проекту	5
2. Тематика, структура, составные части и объем проектирования	5
3. Задание на дипломный проект	6
4. Требования к отдельным частям проекта	7
4.1. Аннотация	7
4.2. Содержание	7
4.3. Введение	7
4.4. Проектная часть	8
4.4.1. Расчетно-пояснительная записка	8
4.4.2. Графическая часть	9
4.5. Технологическая часть	10
4.5.1. Расчетно-пояснительная записка	11
4.5.2. Графическая часть	12
4.6. Конструкторская часть проекта	13
4.6.1. Расчетно-пояснительная записка	14
4.6.2. Графическая часть	14
4.7. Организационно-экономическая часть проекта	15
4.7.1. Расчетно-пояснительная записка	16
4.7.2. Графическая часть	16
4.8. Безопасность жизнедеятельности	16
5. Применение ЭВМ в дипломном проектировании	18
6. Требования к оформлению дипломного проекта	18
7. Организация выполнения дипломного проекта	19
II. План пояснительной записки дипломного проекта	21
Титульный лист	22
Задание	23
1. Проектная часть	24
1.1. Исходные данные	24
1.2. Производственная программа цеха	24
1.3. Выбор и обоснование технологического процесса и оборудования	25
1.4. Режим работы и фонды времени	29
1.5. Расчет количества оборудования	29
1.6. Формовочно-заливочно-выбивное отделение	32
1.7. Плавильное отделение	34
1.8. Стержневое отделение	39
1.9. Смесеприготовительное отделение	40
1.10. Термообрубное отделение	42
1.11. Склад шихтовых и формовочных материалов	43

1.12. Складские и служебные помещения	45
1.13. Энергетическая часть проекта	46
2. Технологическая часть проекта	47
3. Конструкторская часть проекта	48
4. Организационно-экономическая часть проекта	48
5. Безопасность жизнедеятельности	49
6. Проектирование цехов специальных способов литья	49
6.1.Цех литья по выплавляемым моделям	50
6.2.Цех литья под давлением	51
6.3.Цех литья в металлические формы	52
6.4.Цех литья по газифицируемым моделям	52
III. Оборудование литейных цехов	54
1. Плавильное оборудование	54
2. Оборудование для изготовления литейных форм	61
3. Оборудование для изготовления стержней	67
4. Оборудование для приготовления формовочных и стержневых смесей	69
5. Оборудование для очистки отливок	72
6. Оборудование для зачистки отливок	74
7. Оборудование для грунтовки отливок	75
8. Оборудование для термической обработки отливок	76
IV. Строительно-планировочные решения	78
1. Нормы размеров цехового проезда	78
2. Расчетные нагрузки на полы и перекрытия	78
3. Строительные элементы здания литейного цеха	79
Список литературы	84
V. Приложение	85
1. Плавильное оборудование	85
2. Смесеприготовительное оборудование	89
3. Термообрубное оборудование	90
4. Формовочное оборудование	91

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

В.С. ШУЛЯК

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Учебное пособие

Допущено УМО по университетскому политехническому образованию для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 651400 "Машиностроительные технологии и оборудование" специальности "Машины и технология литейного производства"

Москва 2004

УДК 621.74

Ш 95

Шуляк В.С. Проектирование литейных цехов: Учебное пособие. –М.: МГИУ, 2004. – 92 с.

ISBN 5-276-00489-7

Учебное пособие по дипломному проектированию предназначено для студентов специальности 1203 “Машины и технология литейного производства”.

Учебное пособие состоит из четырех частей и приложения. В первой части изложены требования, предъявляемые к структуре и содержанию дипломного проекта. Вторая часть содержит план пояснительной записки дипломного проекта. В третьей части приведены в форме таблиц сведения по оборудованию литейных цехов. В четвертой части даны примеры отдельных фрагментов строительной части дипломного проекта. Приложение включает планировки отдельных видов литейного оборудования.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом МГИУ

Рецензент И.В. Матвеевко, доктор технических наук, профессор

Редактор К.В. Шмат
Корректор Н.К. Гончарук

Подписано к печати 31.03.04

Формат бум. 60x90/16

Бумага множ.

Усл. печ. л. 6,0

Уч.-изд. л. 6,25

Тем. план 2003 г., №1-21/03

Тираж 500

Заказ № 1010

РИЦ МГИУ, 115280, г. Москва, Автозаводская, 16

www.izdat.msiu.ru

E-mail: izdat@msiu.ru

Тел. 277-23-15

ISBN 5-276-00489-7

© Шуляк В.С., 2003

© МГИУ, 2003

Содержание

Предисловие	5
I. Методическая часть проекта	5
1. Требования к дипломному проекту	5
2. Тематика, структура, составные части и объем проектирования	5
3. Задание на дипломный проект	6
4. Требования к отдельным частям проекта	7
4.1. Аннотация	7
4.2. Содержание	7
4.3. Введение	7
4.4. Проектная часть	8
4.4.1. Расчетно-пояснительная записка	8
4.4.2. Графическая часть	9
4.5. Технологическая часть	10
4.5.1. Расчетно-пояснительная записка	11
4.5.2. Графическая часть	12
4.6. Конструкторская часть проекта	13
4.6.1. Расчетно-пояснительная записка	14
4.6.2. Графическая часть	14
4.7. Организационно-экономическая часть проекта	15
4.7.1. Расчетно-пояснительная записка	16
4.7.2. Графическая часть	16
4.8. Безопасность жизнедеятельности	16
5. Применение ЭВМ в дипломном проектировании	18
6. Требования к оформлению дипломного проекта	18
7. Организация выполнения дипломного проекта	19
II. План пояснительной записки дипломного проекта	21
Титульный лист	22
Задание	23
1. Проектная часть	24
1.1. Исходные данные	24
1.2. Производственная программа цеха	24
1.3. Выбор и обоснование технологического процесса и оборудования	25
1.4. Режим работы и фонды времени	29
1.5. Расчет количества оборудования	29
1.6. Формовочно-заливочно-выбивное отделение	32
1.7. Плавильное отделение	34
1.8. Стержневое отделение	39
1.9. Смесеприготовительное отделение	40
1.10. Термообрубное отделение	42
1.11. Склад шихтовых и формовочных материалов	43

1.12. Складские и служебные помещения	45
1.13. Энергетическая часть проекта	46
2. Технологическая часть проекта	47
3. Конструкторская часть проекта	48
4. Организационно-экономическая часть проекта	48
5. Безопасность жизнедеятельности	49
6. Проектирование цехов специальных способов литья	49
6.1. Цех литья по выплавляемым моделям	50
6.2. Цех литья под давлением	51
6.3. Цех литья в металлические формы	52
6.4. Цех литья по газифицируемым моделям	52
III. Оборудование литейных цехов	54
1. Плавильное оборудование	54
2. Оборудование для изготовления литейных форм	61
3. Оборудование для изготовления стержней	67
4. Оборудование для приготовления формовочных и стержневых смесей	69
5. Оборудование для очистки отливок	72
6. Оборудование для зачистки отливок	74
7. Оборудование для грунтовки отливок	75
8. Оборудование для термической обработки отливок	76
IV. Строительно-планировочные решения	78
1. Нормы размеров цехового проезда	78
2. Расчетные нагрузки на полы и перекрытия	78
3. Строительные элементы здания литейного цеха	79
Список литературы	84
V. Приложение	85
1. Плавильное оборудование	85
2. Смесеприготовительное оборудование	89
3. Термообрубное оборудование	90
4. Формовочное оборудование	91

Предисловие

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов специальности 1203 “Машины и технология литейного производства”, выполняющих дипломный проект. Пособие состоит из четырех разделов и приложения. В первом разделе представлены методические указания по выполнению дипломного проекта. Второй раздел включает план расчетно-пояснительной записки к дипломному проекту, методику расчета материалов и оборудования, обоснования выбора технологических процессов, а также некоторые справочные материалы в форме таблиц. В третьем разделе приведен перечень технологического оборудования для изготовления отливок в условиях серийного, крупносерийного и массового производства. Содержание четвертого раздела – конструктивные и планировочные элементы зданий литейных цехов.

I. Методическая часть учебного пособия

1. Требования к дипломному проекту

Цель выполнения дипломного проекта систематизировать и углубить теоретические и практические знания, полученные при изучении общеобразовательных, общинженерных дисциплин и на производственной практике. Работая над дипломным проектом, студент должен использовать необходимые знания, в частности, при выполнении расчетов, использовании нормативно-технической документации, нормалей, стандартов и других вспомогательных материалов.

Дипломный проект выполняется под руководством преподавателя кафедры с привлечением консультантов с других кафедр по отдельным вопросам и частям проекта. Консультанты оказывают помощь студентам в решении отдельных вопросов на современном научно-техническом уровне. Руководитель проекта вместе с исполнителем определяют тему и содержание проекта. Дипломный проект является квалификационной работой студента, по результатам защиты которой ему присваивается квалификация инженера по специальности “Машины и технология литейного производства”.

2. Тематика, общая структура, содержание разделов и объем проекта

Объектом дипломного проектирования, как правило, является проект нового или реконструкция существующего литейного цеха. Объектом проектирования могут быть и крупные основные производственные отделения литейного цеха, такие как формовочное, смесеприготовительное, плавно-заливочное и др. Темой дипломного проекта может быть также автоматическая линия, комплекс оборудования для выполнения определенных технологических процессов, проект производства отливок новым технологическим процессом литья. Дипломный проект может быть представ-

лен исследовательской работой, проводимой студентом при прохождении практики на базовом заводе или на кафедре по плану НИРа. Содержание, характер и глубина проработки различных разделов дипломного проекта определяет руководитель проекта совместно с дипломником с учетом содержания дипломного проекта как учебной и квалификационной работы.

Дипломный проект обязательно должен содержать следующие разделы:

1. Аннотация.
2. Содержание.
3. Введение.
4. Проектная часть.
5. Технологическая часть.
6. Конструкторская часть.
7. Организационно-экономическая часть.
8. Безопасность жизнедеятельности.
9. Список литературы.

Исследовательская работа может являться самостоятельной частью проекта. Технологические, конструкторские и исследовательские разработки должны содержать все те же части проекта, но в этом случае их объемы могут быть скорректированы руководителем проекта совместно с дипломником.

Проектная часть дипломной работы представляется в виде расчетно-пояснительной записки до 100-120 страниц формата А4 и чертежей формата А1 в объеме до 11-15 листов. Чертежи для различных разделов дипломного проекта рекомендуется выполнять в следующих объемах: проектная часть – 2-3 листа, технологическая часть – 4-5 листов, конструкторская часть – 4-5 листов, организационно-экономическая часть – 1 лист, БЖД – 1 лист.

Отдельные части расчетно-пояснительной записки следует выполнять в следующих объемах: аннотация – 1-2 с., содержание – 1-2 с., введение – 2-3 с., проектная часть – 25-35 с., технологическая часть – 15-20 с., конструкторская часть – 20-25 с., организационно-экономическая часть – 5-10 с., безопасность жизнедеятельности – 5-10 с., список литературы – 1-2 с.

3. Задание на дипломный проект

Задание на дипломный проект подготавливается руководителем проекта и консультантами по отдельным частям проекта совместно со студентом и оформляется на бланке установленного образца.

3.1. Тема проекта должна быть сформулирована в предельно сжатой форме и отражать наименование, назначение и область применения объекта разработки, например, “Чугунолитейный цех мощностью 30 тыс. тонн автомобильных отливок в год”, или “Реконструировать литейный цех №2 АМО ЗИЛ на выпуск 20 тыс. тонн в год отливок из высокопрочного чугуна”, или “Разработать технологию производства отливки блок-

цилиндров в стержнях для цеха серого чугуна мощностью 10 тыс. тонн в год” и т.д.

3.2. Срок сдачи дипломного проекта для студентов дневного обучения устанавливается решением кафедры.

3.3. В разделе 2 задания указывается конкретная отливка из номенклатуры проектируемого цеха, технологию которой необходимо разработать, например “Разработать технологию изготовления отливки головки блока цилиндров”.

3.4. В разделе 3 задания указывается наименование оборудования (машины, узла машины), подлежащего разработке или модернизации, которое используется в проектируемом цехе, например “Модернизировать катковые бегуны мод.15104 на турбинные”.

3.5. В разделе 4 указывается конкретная тема организационно-экономической части проекта, например “Определить себестоимость производства отливок” или “Оценить срок окупаемости цеха”.

Задания на организационно-экономическую часть проекта и БЖД формулируются консультантами совместно с руководителем проекта и дипломником.

Все разделы задания должны быть увязаны с проектной частью. Задание подписывают консультанты, руководитель проекта и утверждает заведующий кафедрой.

4. Требования к отдельным частям проекта

4.1. Аннотация

В аннотации в краткой форме излагается содержание дипломного проекта в целом и отдельных его частей, с указанием принятых технических решений и оборудования для выполнения технологического процесса. Необходимо обратить особое внимание на применение новых прогрессивных технологий и современного оборудования. Приводятся технико-экономические показатели проектируемого объекта, дается характеристика принятых решений по БЖД. Указывается объем расчетно-пояснительной записки, графической части проекта, количество таблиц, приложений и использованных литературных источников при разработке проекта.

4.2. Содержание

Приводится перечень основных частей проекта, разделов и подразделов с указанием расположения их в расчетно-пояснительной записке.

4.3. Введение

Во введении анализируется состояние технологии и организация производства на базовом предприятии, на котором студент проходил преддипломную практику, приводятся его технико-экономические показатели и формулируются основные направления и задачи при разработке (реконструкции) литейного цеха в дипломном проекте.

4.4. Проектная часть

Проектной частью дипломной работы является проект нового или реконструкция действующего литейного цеха (отделения, участка). Она состоит из расчетно-пояснительной записки и графической частей.

4.4.1. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка включает в себя следующие разделы.
Задание. Задание содержит наименование объекта разработки с указанием характера выпускаемой продукции и ее назначения, отраслевую специализацию объекта, его мощность и базовый объект, который принят за основу разработки дипломного проекта.

Программа цеха (участка, отделения) Программа цеха является составной частью задания на проектирование нового объекта. В автомобильной промышленности литейные цехи относятся к цехам крупносерийного или массового производства, поэтому для проекта цеха принимается подетальная программа с полным указанием номенклатуры цеха и комплектом технологической документации на нее. Но так как проект носит учебный характер, подетальная программа должна содержать не менее 10 наименований отливок базового предприятия. Программа цеха разбивается на группы отливок по массе и по видам сплавов. За основу программы принимаются материалы, собранные студентом при прохождении преддипломной практики на базовом предприятии.

Обоснование выбора технологических процессов и оборудования В данном разделе приводятся техническое и экономическое обоснования выбора технологических процессов и оборудования по всем отделениям проектируемого объекта.

Определение режимов работы цеха и фондов времени работы рабочих и оборудования.

Расчет расхода основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов по всем отделениям цеха.

Выбор основного и вспомогательного оборудования для производственных отделений и вспомогательных участков.

Определение необходимых площадей основных и вспомогательных отделений и участков, лабораторий и технических служб, складов стержней, модельной оснастки, опок и отливок, формовочных и шихтовых материалов.

Расчет потребности в энергоносителях (электричестве, природном газе, сжатом воздухе, холодной и горячей воде, паре и т.д.).

Расчет персонала цеха (рабочие, ИТР и служащие).

Основные принятые решения по БЖД.

Обоснование выбора типа и конструкции промышленного здания и планировочных решений цеха со спецификацией и привязкой основного технологического оборудования.

Расчет основных технико-экономических показателей работы цеха: годовой выпуск отливок, выпуск отливок на одного рабочего и работающего, съём с одного м² производственной и общей площади цеха, сравнение показателей проектируемого цеха с базовым.

4.4.2. Графическая часть

Графическая часть проектной части дипломного проекта включает планировку литейного цеха (отделения, участка) с привязкой основного оборудования к строительной части здания, его продольный или поперечный разрез. Планировка литейного цеха выполняется в масштабе 1:100 или 1:200, планировки отделений и участков, как отдельных структур, могут быть выполнены и в большем масштабе. Продольные и поперечные разрезы выполняются в масштабе 1:50 или 1:100.

На плане литейного цеха, отделения и т.д. необходимо показать:

- расположение основного технологического оборудования во всех производственных отделениях литейного цеха;
- основные транспортные средства, используемые при перемещении внутри отделений литейного цеха и между отделениями;
- транспортные коммуникации для межцехового транспорта (проезды, проходы, ворота, туннели и т.д.);
- расположение оборудования для переработки и хранения материалов;
- площади и расположение вспомогательных участков, отделений, служб, складов вспомогательных материалов и оснастки.

В ряде случаев (по согласованию с руководителем проекта) планировки вспомогательных помещений, например, первого этажа двухэтажного здания, административно-бытовых помещений, могут быть выполнены в виде эскизов в соответствующих разделах расчетно-пояснительной записки.

Чертежи продольного и поперечного разрезов цеха должны выявить основные решения в конструкции промышленного здания (конструкция несущих элементов: колонн, фундаментных и подкрановых балок, ферм и плит перекрытия и т.д.), а также в использовании полезного объема промышленного здания.

На чертежах должны быть указаны:

- основные координатные размеры здания: шаг колонн по поперечным (ширина пролета) и продольным (шаг колонн) координатным осям, модульные высоты (выбирают в соответствии с ГОСТ 23838-79 и ГОСТ 24336-80);
- привязка элементов конструкции к координационным осям здания, размеры вставок в местах температурных швов, соединение взаимно перпендикулярных пролетов и перепады высот, а также уклоны кровель из различных материалов (выполняется в соответствии с ГОСТ 23337-79 и ГОСТ 24337-80);
- маркировка координатных осей здания (выполняется по ГОСТ 2.305-68, при нанесении размеров и надписей следует руководствоваться требованиями ГОСТ 2.307-68 и ГОСТ 2.316-68).

Ворота, двери, лестницы, перегородки, рельсовые пути, подъемно-транспортное оборудование и т.д. изображаются условными обозначениями по ГОСТ 21.107-78.

На чертеже плана цеха (участка) римскими цифрами обозначаются отделения, участки цеха, различные службы, арабскими цифрами – основное технологическое оборудование, с расшифровкой позиций в расчетно-пояснительной записке; указывается спецификация оборудования.

4.5. Технологическая часть проекта

В этой части дипломного проекта разрабатывается технологический процесс изготовления отливки из номенклатуры проектируемого литейного цеха, отделения, участка. Технологическая часть проекта изготовления отливки предполагает комплексную разработку технологических, конструкторских, расчетно-теоретических, технико-экономических и экологических вопросов, а также вопросов охраны труда и экологии применительно к конкретной отливке. Технологическая часть типового дипломного проекта должна включать:

- технико-экономическое обоснование способа литья детали-представителя;
- анализ конструкции детали с точки зрения ее соответствия требованиям литейной технологии;
- обоснование выбора материалов для изготовления литейной формы и стержней, выбор оборудования и технологических режимов изготовления формы и стержней;
- разработку и расчет литниковой системы, режимов заливки, а при необходимости – конструкцию заливочного устройства;
- назначение и обоснование режимов выбивки форм и стержней, очистки и термической обработки отливок, контроля их качества и исправления дефектов;
- составление технической документации на технологический процесс отливки в соответствии с принятой на базовом предприятии формой.

В технологической части проекта может быть отражена научно-исследовательская и опытно-конструкторская деятельность студента по разработке отдельных этапов технологического процесса на предприятии, где он проходил практику. Выполнение технологической части проекта может быть связано с НИР кафедры. С разрешения руководителя проекта некоторые другие разделы в технологической части проекта могут быть сокращены или исключены полностью. В технологической части проекта должны обязательно содержаться самостоятельные оригинальные разработки, выполненные на основе анализа существующего технологического процесса на базовом предприятии, и предложения студента по их совершенствованию.

4.5.1. Расчетно-пояснительная записка

В расчетно-пояснительную записку технологической части проекта должны входить следующие разделы.

- *Задание* на технологическую часть дипломного проекта, которое должно содержать: *наименование и область* применения отливки, например, "Технологический процесс изготовления отливки головки блока цилиндров" (указывается номер детали и наименование изделия); *источник* разработки, например, "Технологический процесс изготовления головки блока цилиндров в литейном цехе №2 АМО ЗИЛ"; *технические требования на отливку* (материал отливки, технические условия, контроль качества, программа выпуска и особые условия).

- *Анализ вариантов и технико-экономическое обоснование* принятого способа производства отливки.

- *Анализ технологичности конструкции литой детали* на соответствие требованиям избранного способа литья.

- *Обоснование принятого в проекте варианта* расположения отливки в форме при заливке и затвердевании, разъема модели и формы, расположения и конфигурации стержней и их знаковых частей, конструкции литниково-питающей системы, припусков на механическую обработку и т.д.

- *Анализ и обоснование* принятого варианта формовки и выбранного оборудования с точки зрения обеспечения заданного качества отливки.

- *Обоснование выбранного* модельного комплекта, конструкции модели и модельных плит, стержневых ящиков, шаблонов и т. д.

- *Краткое описание технологии* и режимов приготовления формовочных и стержневых смесей, методов контроля их свойств, подготовки отработанной смеси и используемого в этих процессах оборудования.

- *Расчет литниково-питающей системы* и режимов заливки формы металлом, обоснование места подвода металла в форму, температуры и скорости заливки металла.

- *Технологическая схема сборки формы*, стержней или стержневых блоков, способы и расчет крепления формы и стержней при сборке, а также последовательность операций контроля качества формы и стержней.

- *Обоснование температуры выбивки* отливок из формы, расчет продолжительности затвердевания и охлаждения отливки в форме до выбивки, обоснование способа выбивки формы, очистки и зачистки отливки, выбор оборудования.

- *Обоснование режимов и выбор* оборудования для термической обработки отливок.

- *Методы контроля качества отливок; оборудование.*

- *Технологическую маршрутную карту* в соответствии с требованиями ЕСКД.

Содержание расчетно-пояснительной записки к технологическому процессу изготовления отливки каким-либо специальным способом литья, последовательность изложения материала должны максимально соответ-

водить приведенному плану. Необходимо дать обоснование конструкции и провести необходимые расчеты теплового режима работы кокиля, пресс-формы при литье под давлением или изложницы.

При изготовлении отливки литьем в оболочковые или керамические формы, по газифицируемым или по выплавляемым моделям в расчетно-пояснительной записке необходимо дать технико-экономическое обоснование выбранного способа литья, привести конструкцию модельной оснастки и пресс-форм, сделать необходимые тепловые и прочностные расчеты оснастки.

При разработке технологии производства отливки необходимо указать составы противопригарных красок, разделительных покрытий, суспензий, модельных материалов, составы, способы приготовления и применяемое оборудование, а также методы контроля и способы хранения.

4.5.2. Графическая часть

Графика технологической части типового дипломного проекта должна включать:

- технологический чертеж детали по ГОСТ 3.1125-88;
- чертеж модели или модельной плиты;
- чертеж стержневого ящика и, при необходимости, сборочно-контрольных приспособлений;
- чертеж литейной формы в сборе

Примерное расположение графического материала: технологический чертеж – 1-2 листа, чертеж модели или модельных плит – 1-2 листа, чертеж стержневого ящика – 1 лист, чертеж формы в сборе – 1 лист.

При разработке технологического процесса изготовления отливки одним из специальных способов литья графическая часть проекта должна содержать: чертеж элементов литейной формы по ГОСТ 3.1125-88 или чертеж отливки (литье по газифицируемым, выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением); при литье по выплавляемым моделям должны быть выполнены также чертежи модельного звена и блока моделей, при литье по газифицируемым моделям – чертеж модели и ее элементов и модельного блока с литниковой системой; чертежи пресс-форм, кокиля, стержневых ящиков, модельных плит, изложниц, кристаллизаторов и т.д.; чертежи технологической оснастки и формы в сборе выполненные в определенных масштабах (проекции, разрезы и сечения выполняются в количестве достаточном для определения конструкции формы).

На технологическом чертеже детали в соответствии с ГОСТ 3.1125-88 указываются: необходимые размеры и обработка детали; разъем модели и формы; положение отливки при заливке; стержни и их знаковые части; отъемные части модели или контуры шаблонов; расположение элементов литниково-питающей системы; технологические приливы и вентиляционная система стержней и формы.

На сборочных чертежах технологической оснастки указываются габаритные размеры, основные размеры рабочих элементов оснастки, разме-

ры присоединительных и установочных элементов с допусками и посадками, обеспечивающие получение отливки с заданной точностью.

На чертеже формы в сборе в соответствии с ГОСТ 3.1125-88 указывается последовательность сборки формы, размеры опоки в свету и ее высота, габаритные размеры опоки, размеры центрирующих элементов опоки. В соответствии с требованиями ЕСКД все сборочные чертежи должны иметь спецификацию, которая приводится в приложении к расчетно-пояснительной записке.

4.6. Конструкторская часть дипломного проекта

Объектом конструкторской части проекта является автоматизированное или автоматическое технологическое оборудование, предназначенное для реализации разработанного в технологической части проекта, изготовления отливки или для реализации одного из технологических процессов изготовления отливок или его части, разработанных в проектной части проекта. Как правило, в качестве объекта в конструкторской части проекта выбирается машина или узел автоматической линии или автоматического комплекса, действующих в литейном цехе базового предприятия и предполагаемых для использования в модернизированном виде. При выборе объекта для конструкторской части дипломного проекта необходимо отразить следующие вопросы:

- анализ конструкции машины и технико-экономическое обоснование выбора конструктивно-технологической и структурно-компоновочной схемы машины;
- анализ рабочего процесса и расчет параметров машины и ее узлов;
- разработку конструкции узлов и машины в целом;
- расчет узлов и деталей машин на прочность, точность и долговечность;
- расчет циклограммы работы и производительности машины;
- принципиальная схема (пневматического, гидравлического и электрического) управления работой машины в наладочном и автоматическом режимах;
- разработку мероприятий по повышению надежности технологических узлов и машины в целом, а также мероприятий по технике безопасности;
- уточнение основных показателей работы модернизированной машины или оборудования, в том числе производительности, установочной мощности, расхода энергоносителей, материалоемкости, ремонтпригодности.

Конструкторская часть дипломного проекта должна обязательно содержать оригинальные разработки, выполненные студентом на основании анализа принятой для модернизации машины и наблюдений за ее работой во время прохождения практики на базовом предприятии.

Одним из разделов в конструкторскую часть может входить исследование, которое было выполнено студентом на базовом предприятии или по плану НИР кафедры.

4.6.1. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка к конструкторской части дипломного проекта должна содержать:

- *задание* на конструкторскую часть, которое включает в себя наименование и область применения объекта, например, "Дробебетный барабан для очистки головки блока цилиндров"; *источник разработки*, например, "Дробебетный барабан мод. 42213 периодического действия"; *технические требования*, где должны быть указаны особенности конструктивного устройства машины и ее составных частей (например, – установить питатель для загрузки дробебетного барабана или выгрузку отливок из барабана производить в промежуточную емкость); *техничко-экономические показатели*, такие, как производительность, время обработки, установленная мощность и т.д.

- *анализ существующих и возможных вариантов* схем машин и технико-экономическое обоснование выбранной схемы для дальнейшей разработки;

- *составление и предварительный расчет* циклограммы работы машин, определение цикловой производительности машины;

- *анализ рабочего процесса* машины, расчет и выбор основных параметров машины: мощность двигателя, давление жидкости в гидроцилиндре, рабочий ход или обороты вращения вала, проходные сечения трубопроводов подвода сжатого воздуха или рабочей жидкости и т. д.;

- *обоснование выбора материалов* нагруженных деталей машины, расчет их на прочность и долговечность;

- *обоснование выбора системы управления* машиной, аппаратуры управления и элементной базы, определение входных и выходных параметров управления, расчет системы управления;

- *обоснование принятых решений по БЖД*;

- *краткое указание* по монтажу и техническому обслуживанию машины.

Задание на конструкторскую часть проекта разрабатывается студентом и утверждается руководителем дипломного проекта.

4.6.2. Графическая часть

В графической части конструкторской части дипломного проекта должны быть представлены:

- *общий вид* машины (паспортный чертеж), подлежащей модернизации или принятой за прототип;

- *чертежи основных узлов* машины, вновь спроектированных и разработанных ;

- *общий вид модернизированной* или вновь разработанной машины (эскизный проект);

- *кинематическая*, принципиальные пневматическая, гидравлическая или электрическая схема управления.

В графической части могут быть представлены методика и результаты выполненного студентом исследования какого-либо узла машины или отдельных параметров машины в виде графиков или таблиц. Общий вид

машины необходимо представить на паспортном или эскизном чертеже. Масштаб, количество проекций, разрезов и сечений должны быть выбраны такими, чтобы чертежи давали полное представление о конструкции машины в целом и всех ее узлов. На чертежах указываются габаритные, присоединительные и монтажные размеры, длина хода подвижных частей машины и крайнее их положение.

Чертежи оригинальных разработанных узлов и деталей машины выполняются на уровне технического проекта по ЕСКД, количество проекций, разрезов и сечений должно быть достаточным для выполнения рабочих чертежей. Стандартные (в основном, крепежные) детали показываются на чертежах условно в соответствии с требованиями ЕСКД. На чертежах узлов должны быть указаны габаритные и присоединительные размеры, допуски и посадки, а также размеры, определяющие технические возможности узла или другой рабочей части машины. На чертежах системы управления необходимо показать: кинематическую схему машины с указанием и позиционным обозначением приводов и конечных выключателей; принципиальную электрическую или пневматическую, или гидравлическую схемы с аппаратурой управления и защиты; циклограмму работы машины, таблицу включений, принципиальную схему управления машиной. Выбор конкретной схемы управления машиной и сопутствующей документации определяется руководителем проекта совместно с дипломником.

Примерное распределение графического материала конструкторской части проекта может быть следующим: общий вид машины, принятой для совершенствования или модернизации – 1 лист, чертежи узлов машины, разработанных или модернизированных дипломником – 1-2 листа, чертеж модернизированной или вновь разработанной конструкции машины – 1-2 листа, чертежи схемы управления, циклограмма – 1-2 листа.

4.7. Организационно-экономическая часть дипломного проекта

Предметом самостоятельной организационно-экономической части проекта является расчет и анализ технико-экономических показателей работы спроектированного цеха, участка, отделения или комплекса оборудования (автоматической линии). По согласованию с консультантом и руководителем проекта, в организационно-экономическую часть можно включить технико-экономическое обоснование разработки проекта реконструкции цеха или отдельно взятого отделения, участка, модернизации комплекса оборудования, разработки нового технологического процесса, организации производства, планирования и управления. Эта часть проекта должна выполняться параллельно с разработкой других частей и содержать расчеты затрат, ожидаемой себестоимости продукции и срока окупаемости капиталовложений.

4.7.1. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка данной части дипломного проекта должна содержать:

- задание, в котором необходимо указать тему разработки, например, «Расчет технико-экономических показателей литейного цеха» или «Управление литейным цехом»; источники разработки, например, «Технико-экономические показатели работы цеха №2 АМО ЗИЛ»; нормативные данные по материалам, трудо- и энергозатратам на базовом предприятии или средние по отрасли;
- расчет основных фондов: стоимость здания цеха, технологического, энергетического и подъемно-транспортного оборудования;
- расчет затрат на основные и вспомогательные материалы, энергоносители и топливо;
- расчет списочного состава работающих и фонда заработной платы;
- составление сметы цеховых расходов, калькуляции и определение себестоимости продукции;
- расчет оборотных средств и показателей их использования;
- технико-экономические показатели работы цеха (участка, отделения, автоматической линии) и их анализ (за счет каких разработок улучшились технико-экономические показатели работы цеха);
- расчет сроков окупаемости капитальных затрат при строительстве нового цеха или модернизации действующего производства.

4.7.2. Графическая часть

Графическая часть содержит диаграммы или гистограммы, которые демонстрируют результаты технико-экономических расчетов и их сравнение с соответствующими показателями базового предприятия. Объем графической части – один лист формата А1.

4.8. Безопасность жизнедеятельности

Вопросы охраны труда и экологии прорабатываются во всех частях проекта. Предметом данной части дипломного проекта является итоговый анализ выполненных разработок по пожарной безопасности, защите окружающей среды, технике безопасности, охране труда и санитарно гигиенических условий работы персонала цеха и гражданской обороне. Анализ выполненных разработок содержит:

- определение основных источников вредных выделений (пыли, шума, тепловых и иных излучений, токсичных веществ и т.д.);
- оценку уровня вредных выделений по существующим нормам промышленной санитарии и гигиены;
- определение и оценку источников пожарной опасности;
- оценку количества различных выбросов в атмосферу, твердых и жидких отходов производства.

Специальными вопросами данного раздела могут быть:

- расчет мероприятий по снижению шума, вибрации и защита работающих от их вредного воздействия;
- расчет микроклимата производственного помещения;
- расчет местного и общего освещения производственного помещения;
- расчет необходимого воздухообмена в производственных помещениях цеха;
- расчет мероприятий по локализации и нейтрализации токсичных выделений и отходов производства.
- организация и пути эвакуации работающих при угрозе ядерного нападения;
- мероприятия по переводу цеха и его участков на режим функционирования после ядерного нападения;
- технические мероприятия по снижению опасности от вторичных источников поражения, возникающих при ядерном нападении (аварийное разрушение складов горючих и вредных веществ, электрических трансформаторных подстанций и распределительных узлов природного газа и т.д.).

Расчетно-пояснительная записка по разделу «Безопасность жизнедеятельности» должна содержать:

- задание, определяющее конкретную тему разработки, например, «Оценка уровня вредных выделений на стержневом участке и разработка мероприятий по их утилизации»;
- выявление и оценка уровня различных вредных выделений и их источников;
- основные источники пожарной опасности;
- характеристика принятых в проекте решений по локализации и нейтрализации токсичных выделений, вредных выбросов и отходов производства;
- разработка конкретной темы, приведенной в задании.
- организация и пути эвакуации работающих при угрозе ядерного нападения;
- мероприятия по переводу цеха и его участков на режим функционирования после ядерного нападения;
- технические мероприятия по снижению опасности от вторичных источников поражения, возникающих при ядерном нападении (аварийное разрушение складов горючих и вредных веществ, электрических трансформаторных подстанций и распределительных узлов природного газа и т.д.).

Графическая часть данного раздела выполняется на одном листе формата А1 или А2 и содержит графики, схемы или эскизы, иллюстрирующие те или иные разработки по охране труда, технике безопасности, санитарии и гражданской обороне.

5. Применение ЭВМ в дипломном проекте

Применение ЭВМ в дипломном проекте является обязательным для выполнения одного из заданий любого раздела. Например, используя стандартные алгоритмы и программное обеспечение ЭВМ можно решить системы алгебраических уравнений, обрабатывать статистические данные и так далее.

Определенные математические модели, алгоритмы и программы, разработаны для решения специфических задач литейного производства, например, для расчета шихты, элементов литниково-питающей системы, процесса кристаллизации и охлаждения отливки в форме и т.д.

Использование специальных программ повышает также качество выполнения графических работ.

6. Требования к оформлению дипломного проекта

Вся графическая часть дипломного проекта выполняется на листах формата А1 в соответствии с требованиями ЕСКД. Использование других форматов допускается при условии, если чертежи выполняются на листах формата А1 без разрезания. При использовании больших форматов чертежи должны состояться из листов формата А1 без склеивания. Чертежи должны иметь в правом нижнем углу штамп установленного образца. При составлении чертежа на нескольких листах формата А1 штамп выполняется только на первом листе. Все листы дипломного проекта должны иметь сквозную нумерацию.

Расчетно-пояснительная записка представляется как в машинописном, так и в рукописном виде на листах формата А4. Текст пишется с одной стороны листа в количестве 25-30 строк с соответствующими полями. Рукописный вариант выполняется темными чернилами. Рисунки, схемы, графики и таблицы выполняются на отдельных листах и карандашом или тушью и должны иметь нумерацию и соответствующие надписи. Нумерация графиков, таблиц и эскизов может быть сквозная или поглавная, например, рис.5 или рис. 2-5 (во втором случае первая цифра указывает на принадлежность рисунка ко второму разделу (части) дипломного проекта). В тексте нумеруются только те формулы, на которые в дальнейшем имеется ссылка. Нумерация листов записки сквозная. Номера листов должны быть написаны четко и разборчиво. В тексте обязательны ссылки на рисунки, таблицы, литературные источники и на листы. Ссылка на литературные источники оформляется в квадратных скобках, на номера примененных в тексте формул, – в круглых. Все сокращения кроме общепринятых, не допускаются. При использовании формул должна быть дана расшифровка входящих в нее обозначений. Все расчеты по формулам производятся в системе СИ, за исключением экспериментальных формул, в которых численные коэффициенты не могут быть выражены через систему единиц СИ.

В расчетно-пояснительной записке излагается основной материал по дипломному проекту. Дополнительные материалы к дипломному проекту (патенты; программы решения задач на ЭВМ и примеры выполнения этих программ; акты проведения испытаний или опытно-промышленной проверки результатов исследования, проводимых при участии студентов и т.д.) включаются в приложение наряду со спецификацией к листам проекта, узловой спецификацией конструкторской части проекта или подетальной спецификацией на разработанный узел машины.

Первая страница пояснительной записки оформляется как титульный лист. Порядок расположения разделов следующий: аннотация – содержание – задание – введение – проектная часть – технологическая часть – конструкторская часть – организационно-экономическая часть –БЖД– список литературы – приложения.

7. Организация выполнения дипломного проекта

Темы дипломных проектов подготавливаются руководителями проектов совместно со студентами-дипломниками, затем согласовываются с базовым предприятием (АМО ЗИЛ) и утверждаются на заседании кафедры. Руководитель проекта сообщает студенту утвержденную кафедрой тему дипломного проекта до начала преддипломной практики. До преддипломной практики студент обязан согласовать с руководителем проекта основное содержание дипломного проекта. Окончательно отработанные, согласованные и рассмотренные кафедрой темы дипломных проектов утверждаются по представлению деканата приказом ректора Университета. Изменение темы дипломного проекта, после утверждения ее приказом ректора, допускается в исключительных случаях при наличии объективных обстоятельств по ходатайству профилирующей кафедры.

Руководители дипломного проектирования и консультанты по соответствующим разделам дипломного проекта утверждаются перед дипломной практикой.

В течение практики по согласованию с руководителем дипломного проекта и руководством базового предприятия окончательно выбираются объекты разработки проектной, технологической и конструкторской частей проекта и вопросы, подлежащие разработке, определяются тема организационно-экономической части и содержание раздела по безопасности жизнедеятельности.

Во время преддипломной практики студент обязан собрать материал для выполнения дипломного проекта, объем которого определяется заданием, полученным от руководителя преддипломной практики. Заданием предусматривается сбор следующих материалов:

- не менее десяти наименований отливок для формирования подетального плана проектируемого цеха (которые по своим основным характеристикам соответствуют теме общей части дипломного проекта); необходи-

мые характеристики: наименование детали, изделия, материала отливки с указанием массы, габаритных размеров, вида термообработки, количество отливок на изделие, годовая программа в штуках и тоннах, количество отливок на основную программу и на запасные части;

- чертежи отливок представителей, технологические карты, технические условия на отливки.

Если нет возможности получить технологические карты на отливки и технические условия, необходимо из цеховой технологической документации выписать следующие данные: способ изготовления отливок; габариты опок (кокиля, пресс-формы и т.д.); количество отливок на подмодельной плите; количество стержней на отливку; габариты и масса стержней; способ изготовления стержней; класс точности и шероховатости поверхности; конструкция и размеры основных элементов литниковопитающей системы; температуру сплава; время заливки формы металлом и охлаждения отливки в форме; режим термической обработки отливок; состав формовочных смесей и их механические и технологические свойства; состав стержневых смесей и их механические и технологические свойства; вид сплава и его химический состав, состав шихты и тип плавильного агрегата; коэффициент выхода годного; способ очистки отливок; вид контроля качества отливок; процент окончательного внутреннего и внешнего брака; оборудование, применяемое для выполнения основных технологических переделов при производстве отливок, и его основные характеристики.

По окончании дипломной практики студент должен написать отчет, в который включаются следующие материалы:

- характеристика цеха (вид сплава, средняя масса отливок, серийность производства, специализация);

- режим работы и фонды времени, перечень основного оборудования,

- краткая техническая характеристика основных технологических процессов производства отливок по всем основным отделениям;

- перечень основных и вспомогательных материалов и нормативы их расхода на тонну отливок,

- численность основных и вспомогательных рабочих, ИТР и служащих,

- технико-экономические показатели работы цеха: выпуск отливок в год, брак отливок в % к годовому их выпуску, цеховая себестоимость одной тонны отливок, расход энергоносителей, трудоемкость одной тонны отливок, в том числе трудоемкость основных технологических операций,

- технологическая планировка литейного цеха или основных его отделений (при отсутствии планировки цеха следует представить эскиз плана цеха).

После собеседования и утверждения отчета по практике студент допускается к работе над дипломным проектом, при условии полного выполнения учебного плана. Студенты, имеющие задолжности, в том числе и по преддипломной практике, к выполнению дипломного проекта не допускаются и исключаются из университета.

Руководители проекта и преподаватели других кафедр еженедельно в установленное время, проводят консультации по дипломному проекту. Явка на консультации студентов обязательна. Работа над дипломным проектом проводится студентом по подготовленному им плану, который утверждается руководителем проекта. Срок окончания работы над дипломным проектом устанавливается руководителем проекта в соответствии с решением кафедры.

II. План пояснительной записки дипломного проекта

Во втором разделе учебного пособия представлен подробный план общей части расчетно-пояснительной записки со справочным материалом по каждому разделу. В основу плана принят проект цеха крупносерийного производства автомобильных отливок из чугуна, литьем в песчаные разовые объемные формы, так как данная технология в наибольшей мере отражает структуру литейного цеха. Литейный цех производства отливок в песчаные разовые объемные формы состоит из производственных и вспомогательных отделений и участков. К производственным подразделениям относятся:

- участок взвешивания шихты и флюсов;
- отделение плавки металлов;
- заливочно-формовочно-выбивное отделение;
- смесеприготовительное отделение;
- стержневое отделение;
- термообрубное отделение;
- участок исправления дефектов отливок;
- участок грунтовки отливок.

К вспомогательным подразделениям цеха относятся:

- склад шихтовых и формовочных материалов;
- участок подготовки шихтовых и формовочных материалов;
- участок ремонта ковшей, тиглей, сводов печей и т.д.;
- участок приготовления противопригарных покрытий;
- служба механика и энергетика;
- склады оснастки и инструмента;
- кладовые вспомогательных материалов;
- лаборатории, включая лабораторию экспресс-анализа металла;
- конторские помещения;
- склад готовой продукции.

Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка начинается с титульного листа. Затем следует "Аннотация" (см, раздел 1, подраздел 4.1), "Содержание" (см. раздел 1, подраздел 4.2) и "Задание".

**Министерство образования Российской Федерации
Московский государственный индустриальный университет**

Автомобильный факультет.
Кафедра «Литейное производство».

Пояснительная записка
к дипломному проекту

По специальности 120300 «**Машины и технология литейного производства**»

На тему: Чугунолитейный цех мощностью 30 тыс тонн в год автомобильных отливок.

Студент-дипломник _____ (Иванов И.И.)

Руководитель проекта _____ (Петров П.П.)

Консультант по кон-
структорской части _____ (Петров П.П.)

Консультант по тех-
нологической части _____ (Петров П.П.)

Консультант по орга-
низационно-эко-
номической части _____ (Сидорова Н.П.)

Консультант по БЖД _____ (Кузьмин И.Н.)

Допускается к защите.

Заведующий кафедрой _____ (Князев С.П.)

Автомобильный факультет
Кафедра “Литейное производство”

Задание на дипломный проект

Студенту: _____

Проектная часть:

Задание выдал: _____ (_____)

Количество листов: _____

Технологическая часть:

Задание выдал: _____ (_____)

Количество листов: _____

Конструкторская часть:

Задание выдал: _____ (_____)

Количество листов: _____

Организационно-экономическая часть:

Задание выдал: _____ (_____)

Количество листов: _____

Безопасность жизнедеятельности:

Задание выдал: _____ (_____)

Количество листов: _____

Задание принял студент: _____ (_____)

Заведующий кафедры №14 _____ (_____)

производства средних автомобильных отливок из серого чугуна в сырые печатные формы мощностью 20 тыс тонн отливок в год".

Дипломный проект является учебным, поэтому номенклатура цеха принята ограниченной 10-ю наименованиями отливок, суммарная годовая масса которых может не совпадать с заданной мощностью литейного цеха. Для приведения суммарной массы отливок в соответствие с производственной программой цеха существуют два решения.

Номенклатура корректируется по количеству отливок на программу цеха:

$$N_k = K_n \cdot N,$$

где N_k – приведенное количество отливок; N – заданное количество отливок; K_n – коэффициент корректировки плана по количеству отливок на программу цеха, который определяется по формуле:

$$K_n = M : [\sum m_i] \cdot N_i,$$

где m_i – масса детали в тоннах; M – производительность цеха тонн/год; i – порядковый № отливки из поддетального плана цеха (форма 1).

После определения коэффициента корректировки программы форма 1 заполняется уже с учетом приведенного годового количества отливок и в дальнейших расчетах коэффициент корректировки не учитывается.

При втором решении разность по массе между производственной программой цеха M и суммарной массой отливок принятой номенклатуры переводится в графу "Прочее литье" в форме 1,2, но при дальнейших расчетах материалов и оборудования должен учитываться коэффициент корректировки.

1.3. Выбор и обоснование технологических процессов и оборудования

Плавка. При проектировании новых литейных цехов для плавки чугуна следует предусматривать электропечи и дулекс-процессы. Применение дуговых электропечей предпочтительно при использовании металлоотходов нестабильного химического состава, а также при получении высокопрочного чугуна. Для дулекс-процессов следует предусматривать применение следующих комплексов:

- дуговая электропечь – индукционная канальная электропечь;
- индукционная тигельная электропечь – индукционная канальная электропечь;
- вагранка закрытого типа с подогревом дутья, очисткой отходящих газов, длительным межремонтным циклом работы – индукционная канальная электропечь.

Типы, основные параметры и размеры вагранок должны соответствовать требованиям ГОСТ 24774-81.

В условиях среднесерийного, мелкосерийного и единичного производства при относительно частой смене марок выплаваемого металла в качестве миксеров следует применять индукционные тигельные электропечи.

Плавку стали для получения фасонных отливок следует производить в дуговых электропечах, предусматривая эффективную систему очистки отходящих газов. Выбор футеровки печи и варианта плавки в ней зависит от марки выплавляемой стали и использования шихтовых материалов. Среднеуглеродистые и низколегированные стали обычных марок следует плавить в печах с кислой футеровкой, при этом используемая шихта по сере, фосфору и легирующим элементам должна соответствовать техническим условиям.

Для производства отливок из высоколегированных и специальных сталей необходимо предусмотреть дуговые электропечи с основной футеровкой. Для получения отливок из низкоуглеродистых жаропрочных сталей в дуговых электропечах применяется продувка ванны жидкого металла кислородом. Для получения специальных высоколегированных сталей следует применять высокочастотные индукционные печи.

Тип и производительность плавильной печи необходимо увязывать с ритмом работы формовочного оборудования, стремясь при этом к применению более крупных печей для уменьшения их количества.

В целях экономии электроэнергии, затрачиваемой на плавку следует предусмотреть подогрев шихты до температуры 400-700 °С, в том числе и за счет использования тепла отходящих газов. *Применение индукционных тигельных электропечей без предварительного подогрева шихты не допускается.*

Необходимо предусматривать грануляцию и магнитную сепарацию шлака, образующегося при плавке в вагранке и дуговых электропечах.

В проектах необходимо использовать новое оборудование и технологии плавки, разработанные как отечественным, так и зарубежными специалистами:

- дуговые электропечи постоянного тока для плавки чугуна и стали, имеющие ряд преимуществ по сравнению с печами постоянного тока – снижение удельного расхода электродов, футеровки и ферросплавов, уменьшение затрат на газоочистку, повышение выхода годных отливок, улучшение условий труда;

- индукционные тигельные электропечи повышенной частоты (250–2500 Гц) взамен электропечей промышленной частоты, позволяющие сократить время плавки, переходить на разные марки чугуна и вести плавку на твердой шихте без «болота».

Изготовление отливок. Для изготовления отливок в литейных цехах серийного, массового и крупносерийного производства следует предусматривать формовку в сырых песчаных формах различными способами комбинированного уплотнения с использованием единых бентонитовых смесей на автоматических и комплексно-механизированных автоматических линиях, оборудованных автоматическими или механизированными заливочными устройствами. В цехах мощностью более 30 тыс тонн следует предусматривать экспериментальные участки для отработки техноло-

гии изготовления новых отливок, отладки оснастки на формовочном оборудовании, аналогичном установленному на производственном участке.

В литейных цехах мелкосерийного и единичного производства следует предусматривать изготовление отливок в сырые песчаные формы с использованием бентонитовых смесей на формовочных автоматах с комбинированным способом уплотнения. Для производства отливок массой более 50 кг следует предусматривать применение облицовочной бентонитовой смеси, а для производства отливок массой более 100 кг (в условиях серийного и единичного производства) – холоднотвердеющие смеси (ХТС). Крупные отливки в условиях серийного и мелкосерийного производства следует изготавливать в формах из пластических самотвердеющих смесей (ПСС), быстросохнущих песчано-глинистых смесей (ПГС), по CO_2 – процессу на встряхивающих машинах с подпрессовкой или пескостетом для стальных отливок. Для сокращения производственных площадей, занимаемых охладительными трассами, следует применять пространственные или вертикально-замкнутые конвейеры, многопоточные рольганговые линии.

Выбивку форм следует предусматривать на автоматических или механизированных выбивных установках. Для отделения отработанной формовочной смеси от отливок после выбивки нужно предусматривать применение разделительных вибрационных решеток достаточной длины. Рационально также применять выбивные барабаны, в которых наряду с отделением формовочной смеси от отливок происходит выбивка стержней, отделение литниковой системы от отливки и предварительная их очистка.

Следует шире использовать новые технологические процессы производства отливок в крупносерийном, серийном и единичном производстве. Для производства сложных отливок повышенной точности следует применять технологический процесс литья по газифицируемым моделям в вакуумируемые формы из сухого кварцевого песка, что позволит не только улучшить качество отливок, но значительно снизить капиталовложения при создании новых и реконструкции действующих цехов. Применение термической регенерации отработанного песка и каталитического дожигания продуктов термодеструкции модели позволяет создавать литейные цеха высокой культуры производства.

Изготовление стержней. В литейных цехах крупносерийного и массового производства изготовление стержней следует предусматривать на автоматических машинах с отверждением в оснастке. В стержневых отделениях необходимо предусматривать расположение в потоке рабочих мест и оборудование, применение стержневых комплексов для отделки, склейки, окраски и подсушки стержней и механизированного их складирования на толкающих подвесных конвейерах. Следует, при выборе технологии изготовления стержней, отдавать предпочтение процессам отверждения в холодной оснастке с продувкой газообразными катализаторами (амином, SO_2 , CO_2 и др.).

В цехах серийного и единичного производства изготовление стержней следует предусматривать в потоке из ХТС на комплексно-механизированных линиях.

Подготовка формовочных и стержневых смесей. Приготовление формовочных смесей для автоматических и комплексно-механизированных формовочных линий следует производить на автоматизированных смесеприготовительных комплексах на базе смесителей периодического и непрерывного действия производительностью от 16 до 400 м³/ч.

Для каждой формовочной линии следует предусматривать автономный смесеприготовительный автоматический комплекс. При реконструкции действующих литейных цехов и при техническом перевооружении допускается создание специальных смесеприготовительных участков на основе смесителей периодического и непрерывного действия.

При выборе смесителя для формовочной смеси следует отдавать предпочтение роторным, вихревым и другим быстродействующим смесителям, обеспечивающим получение качественной разрыхленной смеси для формовочных автоматов. В литейных цехах нужно предусмотреть участки регенерации формовочной и стержневой смесей и использовать регенерат наряду со свежими песками. Управление смесеприготовительными комплексами необходимо осуществлять с единого пульта управления (АСТП).

Очистка и термическая обработка отливок. Отделение литников и прибылей, выбивку стержней из отливок массой до 150 кг следует производить в проходных галтовочных барабанах непрерывного действия. В цехах мелкосерийного и единичного производства допускается применение галтовочных барабанов периодического действия. Для отделения литников и прибылей от стальных отливок, отливки охлаждают водой или водно-воздушной смесью в камерах. Очистку средних и крупных отливок следует производить в дробеметных камерах периодического и непрерывного действия в зависимости от серийности производства.

В крупносерийном и массовом производстве для очистки отливок следует применять автоматизированные и механизированные комплексы с применением проходных дробеметных барабанов, автоматических и полуавтоматических зачистных автоматов, а также специализированных автоматических линий для зачистки сложных по конфигурации отливок (например, блок-цилиндров).

В цехах крупносерийного и массового производства отливок, подвергаемых термообработке, из стали, ковкого и высокопрочного чугуна необходимо предусматривать правку на гидравлических прессах, а при производстве особо ответственных отливок средства неразрушающего контроля. Расположение производственных участков грунтовки и термической обработки должно соответствовать нормам технологического проектирования.

1.4. Режим работы и фонды времени

В литейных цехах применяются три режима работы: параллельный режим работы всех отделений цеха, ступенчатый – с разделением операций по времени – и комбинированный. В цехах крупносерийного и массового производства отливок используется параллельный режим работы основных отделений и участков с непрерывным циклом производства, например, термического отделения в две смены и в три смены. Поэтому технологические операции с вредными выделениями необходимо выполнять в изолированных помещениях с усиленной вентиляцией.

При проектировании цеха применяется три вида фондов времени рабочих и оборудования: календарный $\Phi_K = 365 \times 24 = 8760$ ч, номинальный Φ_H – равный календарному за вычетом выходных и праздничных дней, и действительный Φ_D – который определяется путем исключения из номинального фонда времени потерь времени на техническое обслуживание и планово-предупредительный ремонт оборудования. При 41-часовой рабочей неделе номинальный фонд времени Φ_H составляет 2070, 4140 и 6810 при работе в одну, две и три смены соответственно. Номинальный фонд времени рабочих составляет 1860, 1840 и 1820 при продолжительности отпуска 15, 18 и 24 рабочих дня соответственно. Φ_D работы оборудования зависит от количества смен его работы [1]. Номинальный и действительный фонды времени используются для расчета оборудования, материалов и численности рабочих, календарный – для расчета складских помещений.

1.5. Расчет количества оборудования

Расчет количества оборудования производится по формуле:

$$P_1 = V \cdot K_H / \Phi_D \cdot P_p, \quad (1)$$

где: P_1 – количество оборудования по расчету; V – годовая программа выпуска продукции (форм, стержней, формовочной смеси и т.д.) в тоннах, м³, кг и т.д.; K_H – коэффициент неравномерности работы оборудования, принимается по табл.1, для формовочного оборудования он равен 1; Φ_D – действительный (эффективный) фонд времени работы оборудования и величина его зависит от количества смен работы /1/; P_p – расчетная производительность оборудования соответственно.

V – программа выпуска продукции в соответствующих единицах должна учитывать брак при производстве продукции и непроизводственные расходы, например, просыпь формовочной смеси при ее транспортировке и т.д.

Расчетная производительность определяется на основе предыдущего опыта или по хронометражу его работы за определенный промежуток времени. При известной цикловой производительности расчетная производительность определяется по формуле: $P_p = P_n \times K_n$, где K_n – коэффициент использования оборудования, который определяется по таблице 2.

Цикловая производительность P_n автоматического оборудования определяется количеством продукции, вырабатываемой в единицу времени, которое гарантируется при непрерывной работе и обычно соответствует паспортной производительности.

Расчетная производительность не автоматизированного оборудования определяется количеством продукции выработанной в единицу времени при непрерывной работе с учетом ручных вспомогательных операций и подготовительно-заключительного времени.

Количество оборудования, полученное по расчету округляется в большую сторону и учитывается при определении коэффициента загрузки оборудования K_3 :

$$K_3 = P_1 / P_2, \quad (2)$$

где P_2 – принятое в проекте количество оборудования. При расчетах $K_3 < K_{н}$. Рекомендуется иметь коэффициент загрузки оборудования в пределах 0,7-0,8.

Количество плавильных печей при плавке чугуна или стали в индукционных или дуговых электропечах при монопроцессе определяется по формуле:

$$P_1 = M \cdot K_{н} / E \cdot H, \quad (3)$$

где P_1 – количество электропечей, ед.; M – расчетная часовая потребность в жидком металле, т; E – установленная вместимость ковша, т; H – число оборотов ковша в час. $K_{н}$ – коэффициент неравномерности.

Для индукционных электропечей $H > 3$, для дуговых электропечей, как правило, требуется полный слив металла всей плавки и $H = 1$.

Вместимость ковша при заливки формы металлом следует определять по формуле:

$$E = e \cdot (T_1 - T_2) \cdot K_{р} / T_{сн} \cdot \Pi, \quad (4)$$

где E – вместимость ковша в кг, e – средняя металлоемкость одной формы, $T_1 - T_2$ – интервал рекомендуемой температуры заливки металла, Π – полный цикл заливки формы максимальной металлоемкости (определяется при расчете литниковой системы).

Таблица 1

Коэффициент неравномерности $K_{н}$

Оборудование	Коэффициент неравномерности по типам производства		
	Единичное и мелкосерийное	Серийное	Крупносерийное, массовое
Плавильное	1,2 – 1,4	1,2 – 1,3	1,1 – 1,2
Формовочно-заливочное	1,0	1,0	1,0
Смесеприготовительное	1,2 – 1,4	1,2 – 1,3	1,1 – 1,2
Стержневое	1,2 – 1,3	1,1 – 1,2	1,05 – 1,1
Очистное, зачистное	1,2 – 1,3	1,1 – 1,2	1,1 – 1,2
Термическое, грунтовочное	1,2 – 1,3	1,1 – 1,2	1,05 – 1,1

Примечание: 1. Коэффициент неравномерности определен с учетом межоперационных накоплений (бункера, миксеры и т.д.). Коэффициент неравномерности не следует применять при определении расхода материалов.

2. Расчет плавильного оборудования (при количестве формовочных линий менее трех) в массовом и крупносерийном производствах следует вести по часовой потребности в жидком металле, определенной по средней металлоемкости форм, закрепленных за линией при цикловой производительности линии, с использованием коэффициента неравномерности потребления металла.

Таблица 2

Наименование оборудования	Тип производства		
	Серийное производство	Единичное производство	Крупносерийное, массовое производство
Смесеприготовительное	0,65 – 0,75	0,6 – 0,7	0,75 – 0,85
Формовочное			
Стержневое			
Сушильные печи			
Дробеметное	0,7 – 0,8	0,65 – 0,75	
Галтовочное			
Термопечи			
Грунтовочное			

В цехах крупносерийного и массового производства применяют дуплекс процессы: вагранка – ИЧКМ, ИЧТ – ИЧКМ, дуговая печь - ИЧТ или ИЧКМ. В этом случае количество печей определяют по формуле 1, с учетом расчетной производительности печи (см. раздел III). Емкость ковша определяется емкостью печи (для индукционных тигельных электропечей промышленной частоты емкость ковша принимается из расчета 1/3 емкости печи). Раздаточная печь или миксер принимается из расчета 1 миксер на две печи при емкости миксера в 1,5-2 раза больше емкости печи.

Количество кранового оборудования в дипломном проекте определяется по укрупненным расчетам (табл. 3).

Таблица 3

Участок	Нормы расчета количества мостовых кранов	
	Длина участка, обслуживаемая одним краном, м	
	Мостовым	Консольным
Плавильный	30 - 50	-
Формовочный	20 - 35	20 – 30
Заливочный	30 - 40	-
Стержневой	20 - 35	-
Термический	25 - 30	-
Обрубной	20 - 30	-
Грунтовочный	25 - 40	-

1.6. Формовочно-заливочно-выбивное отделение

1.6.1. Определение годового числа форм

На основании форм 1-2 все отливки разбиваются по массе на групповые потоки, которые являются основанием для выбора формовочного оборудования. Разбивку отливок по групповым потокам рекомендуется проводить в соответствии с табл. 4.

Таблица 4

Групповые потоки при двухсменной работе формовочного отделения

Группа отливок по массе, кг	Размер опоки в свету, мм	Средняя высота формы, мм		Средняя масса отливок в форме, кг
		чугун	сталь	
Безопасная формовка (вертикальная линия разреза).				
Менее 10	500 x 400	200	200	4
10 - 20	600 x 450	300	300	8
Крупносерийное и массовое производство в опоках.				
Менее 50	800 x 700	500	600	35
10 - 100	1000 x 800	600	700	60
20 - 150	1200 x 1000	700	800	110
50 - 250	1400 x 1000	800	1000	170
100 - 500	1600 x 1200	900	1100	320

На основании формы 1-2 с учетом таблицы №4 заполняется форма 3. На основании формы 3 с учетом раздела 2.3 выбирается и рассчитывается по формуле 1 оборудование. Результаты расчета заносятся в форму 4. Сводные данные по оборудованию и его нагрузке включаются в форму 5.

Примечание. При выборе автоматических формовочных линий необходимо уточнять габаритные размеры линии, зависящие от времени простоя стержней в форму, способа и времени заливки формы металлом и продолжительности охлаждения отливки в форме (эти данные берутся из технологической части проекта или из технологической карты на отливку).

Форма 3. Определение годового числа форм

№ детали	Наименование детали	Марка металла	Число деталей в год	Масса		Внутренние размеры опоки, мм	Число отливок в форме	Масса отливок в форме, кг	Число форм в год	Объем формы, м ³	
				Одной отливки, кг	На годовую программу, т					Одной формы	На программу, год
1	Крышка	Сч									
Итого											

Форма 4. Сводка числа форм

Автоматические и поточные линии.	Группа отливок по массе, кг	Размеры опоки в свету (ширина, длина, высота) мм	Годовой выпуск		Число форм в час	
			Отливок, т.	Форм, тыс шт	Среднее	Тактовое, расчетное
Автоматическая линия №1	Менее 20	500 x 400 x 150/150	7000	745	205	300
И т.д.						

1.6.2. Заливка форм

Расчет часовой потребности в металле для заливки форм производится по средней металлоемкости формы при тактовой (расчетной) производительности формовочной автоматической или поточной линии. Поэтому следует уточнить производительность плавильных печей и емкость миксера при условии цикловой (расчетной) производительности линии и максимальной металлоемкости формы: $Q_K = (q \cdot n - Q) \cdot 8$, где Q_K - емкость миксера, т; q - максимальная металлоемкость формы, т; n - цикловая (расчетная) производительность автоматической (поточной) линии, форм/ч; Q - часовая расчетная производительность плавильного отделения, т/ч.

Для заливки форм на автоматических (поточных) линиях следует использовать магнитодинамические, пневматические и механические заливочные устройства.

Для расчета баланса металла можно использовать методику, предложенную в [1]:

$$(B \pm B_H) + (-N \pm N_H) = 0$$

где B – потребность жидкого металла по массе в рассматриваемый период времени; B_H – потребность в жидком металле по массе (+) для заливки накопленных форм; N – масса выплавляемого жидкого металла в рассматриваемый промежуток времени; N_H – масса накопленного или отобранного (+) из миксера жидкого металла. B_H важно учитывать при заливке стали, для которой рекомендуется накапливать формы из расчета их заливки двумя стопорными ковшами.

1.6.3. Площади формовочного отделения

Площади формовочного отделения определяются расстановкой (габаритами в плане) формовочного оборудования, автоматических и поточных формовочных линий, заливочных устройств с учетом проездов и проходов, а также «мертвого» пространства вдоль колонн (1 – 1,5 м) и с торцов пролета (2 – 3 м). Последнее учитывается при наличии кранового оборудования в формовочном отделении. Длина АФЛ составляет 100 – 120 м. Автоматические формовочные линии следует располагать вдоль колонн пролета, при этом охлаждающая часть линии должна примыкать к колон-

нам пролета. Желательно в одном пролете располагать одну автоматическую (поточную) линию. В этом случае ширина пролета определяется габаритом по ширине линии с учетом проезда цехового транспорта. В цехах крупносерийного и массового производства отливок необходимо предусматривать площади под экспериментальный участок, промежуточный склад модельных плит. Стержни к формовочной линии следует подавать подвесным толкающим конвейером, а жидкий металл с плавильного отделения к заливочным устройствам по монорельсовому подвесному конвейеру тележками с верхним управлением.

1.6.4. Размеры пролетов формовочного отделения

При массе отливок менее 500 кг ширина пролета принимается 18 или 24 м. Высота до низа фермы перекрытия принимается 10,8 м (отметка первого этажа – равной 8,4 м), до подкрановых путей (головки рельса) – 8,15 м при грузоподъемности крана 10 т. При массе отливок до 100 кг формовочные отделения не имеют кранового оборудования. Транспортные операции в этом случае выполняются цеховым наземным транспортом. Допускается применение кранбалок грузоподъемностью от 0,5 до 5,0 тонн.

1.6.5. Мероприятия по БЖД (СВ м. раздел I, подраздел 4.8)

1.7. Плавильное отделение

1.7.1. Определение массы выплавляемого металла

Выход годного определяется по таблице 5, если отсутствует указание по выходу годного в технической документации на детали представители.

Таблица 5

Нормы выхода годного от массы металлической шихты в % для чугуно- и сталелитейных цехов крупносерийного и массового производства

Сплав.	Группа отливок по массе, кг				
	До 1	1 - 10	10 - 50	50- 500	> 500
Серый чугун	50-60	60-65	63-67	65-70	67-75
Высокопрочный чугун	30-50	50-65	53-57	55-60	60-67
Ковкий чугун	40-50	50-55	53-57	-	-
Сталь углеродистая	40-50	50-53	53-55	55-57	57-60

Примечание: 1. Выход годного по нижнему пределу следует назначать для наиболее сложных отливок.

2. Нормы выхода годных отливок учитывают угар 5%.

Расчет металлозавалки определяется по ведомости потребления литейного сплава согласно форме 6. На основании формы 6 составляется форма 7.

1.7.2. Выбор и расчет технологического оборудования

Выбор оборудования рассмотрен в главе I (параграф 1.2.) Расчет плавильного оборудования производится по формулам 1-4. Данные для расчета определяются по таблицам (часть III). Расход основных и вспомогательных материалов определяется по данным таблицы 6, соответствующие результаты включаются в форму 8.

Форма 6. Ведомость потребности в литейных сплавах

№ п/п.	Групповой поток	Годное литье		Класс шихты	Способ плавки	Тип плавильной печи	Литники, слив, брак		Жидкий металл		Угар, безвозвратные потери		Металлозавалка	
		%	Тонн/год				%	Тонн/год	%	Тонн/год	%	Тонн/год		
		8	9				10	11	12	13	14	15		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Форма 7. Ведомость потребности в жидком металле по маркам шихты

Класс шихты	Групповой или технологический поток	Годовая металлозавалка, т/год	Часовая потребность сплава по сменам		
			В первую	Во вторую	В третью
1	2	3	4	5	6

Таблица 6

Расход основных и вспомогательных материалов при плавке

Материалы, топливо, электроэнергия	Расход материалов, топлива, электроэнергии.			
	Серый чугун		ВЧ	Сталь
	Вагранка, горячее дутье	ИЧТ+ИЧКМ	ИЧТ+ДСП, основной процесс	ДСП, основной процесс
I. Металлическая шихта, кг/т металлозавалки				
Чугун чушковый	300-350	-	100-150	-
Лом чугунный	250-300	150-200	-	-
Лом стальной	100-150	100-150	200-300	600-700
Передельный чугун	-	-	-	80-90
Чугунная стружка	-	300-400	100-150	-

Возврат собственного производства	Из баланса металлозавалки.			
Ферросилиций доменный	15-20	-	-	-
Ферросилиций 45% (75%)	3-5	25-35(3-5)	15-20(4-6)	8-10
Ферромарганец	-	5-7	6-8	8-10
Феррохром	-	2-3	1,0-1,5	-
Чугун зеркальный	25-35	-	-	-
Раскислители, модификаторы (Al, FeSi, Mg и др.	-	Электродный бой, 13-16	1,5-2,5	2-3
2. Флюсы, кг/т металлозавалки				
Известняк	30-40	-	25-30	90-110
Плавленый шпат	-	-	3-5	4-6
Древесный уголь	-	-	2-3	-
Гранулированный коксик	-	-	4-6	-
Руда железная	-	-	-	30-45
Руда марганцовистая	-	-	-	4-6
Криолит	-	-	0,2-0,3	-
3. Огнеупорные материалы, кг/т от жидкого металла				
Кирпич шамотный	20-25	20-30	25-30	30-35
Кирпич диасовый	-	-	4-5	7-9
Кирпич магнезитовый	-	-	4-5	9-11
Кирпич хромомагнезитовый	-	-	-	9-11
Глина огнеупорная	6-7	14-18	-	9-11
Песок кварцевый	4-5	-	30-40	0,5-1,5
Борная кислота	-	1,0-1,5	0,7-1,0	-
Кварц молотый	-	30-40	25-30	-
Порошок шамотный	4-5	-	-	4-6
Порошок магнезитовый	-	-	20-25	20-30
Лист асбестовый	-	0,5-1,0	-	0,5-1,0
4. Топливо, электроэнергия				
Кокс, % от металлошхты	10-12	-	-	-
Природный газ: м ³ /т металла				
-подогрев шихты	-	30-50	30-50	30-50
-сушка и подогрев ковшей	5-10	5-10	5-10	10-15
-рекуператор	20-30	-	-	-
Энергия, кВт/ т жидкого металла, плавка	-	650-750	850-950	850-900

Примечание. При определении баланса металла и норм расхода основных и вспомогательных материалов для конкретного сплава следует руководствоваться указаниями методического пособия: "Баланс металла и нормы расхода основных и вспомогательных материалов для изготовления отли-

вок в массовом производстве” (по курсу “Проектирование литейных цехов”) для студентов специальности 1203 “Машины и технология литейного производства”, разработанными В.Н. Ивановым и А.Б. Сухаревым и изданными Зааводом-вузозом при ЗИЛе (МГИУ) в 1987 г.

Форма 8. Ведомость расхода основных и вспомогательных материалов

Материал	Марка материала	Расход материалов					
		шихта 1		шихта 2		шихта 3	
		кг/т	т/год	кг/т	т/год	кг/т	т/год
1. Способ плавки:							
Масса металлозавалки. Механическая шихта:							
Добавки и модификаторы:							
Итого Огнеупорные материалы							
Тепло и электроэнергия на плавку металла							

1.7.3. Система набора и взвешивания шихты /3,4/

В цехах серийного, крупносерийного и массового производства отливок из чугуна применяются автоматизированные комплексы дозирования и взвешивания составляющих шихты при помощи весовых тележек или весовых дозаторов. Система состоит из суточных расходных бункеров и траковых питателей, дозирующих компоненты шихты в весовой дозатор или в бадью весовой тележки. В первом случае составляющие шихты поступают на пластинчатый транспорт и далее в бадью, которая затем передается к плавильным агрегатам. В цехах мелкосерийного и единичного производства отливок из чугуна, а также в сталелитейных цехах дозирование и взвешивание шихты производится при помощи магнитной шайбы, оборудованной весовым устройством, или на весах.

1.7.4. Площади и размеры пролета

Размеры пролета и грузоподъемные средства определяются по табл. 7.

Таблица 7

Размер пролетов и грузоподъемные средства плавильных отделений

Тип печи	Минимальное расстояние между осями печей, м	Минимальная грузоподъемность крана, тонн обслуживания печей, т	Размеры пролета, м.			
			Ширина	Высота до низа перекрытия от отметки пола, где стоит печь	Высота до головки подкранового рельса	Шаг колонн
Вагранки						
95111	6	1,5*	18; 24	16,8	-	6; 12
95112	6	1,5*	24; 30	16,8	-	6; 12
95113	6	2,5*	24; 30	16,8	-	6; 12
95114	8	4,5*	30; 36	21,6	-	12
95115	10	4,5*	30; 36	21,6	-	12
Индукционные печи						
ИСТ-0,16	2,5	1	18; 24	10,8	8,15	6; 12
ИСТ-0,25	3,5	1	18; 24	10,8	8,15	6; 12
ИСТ-0,4	5	1	18; 24	10,8	8,15	6; 12
ИЧТ-1, ИСТ-1	5	5	24	10,8	8,15	6; 12
ИЧТ-2,5, ИСТ-2,5	6	5	24	10,8	8,15	6; 12
МЧТ-6, ИСТ-6	6	10	24; 30	12,6	9,65	6; 12
ИЧТ-21,5	6,6	20	24; 30	16,2	12,65	12
Дуговые печи						
ДСП-3	9,5/14,5**	10	18; 24	10,8	8,15	12
ДСП-6	12/18**	20/5	24; 30	12,6	9,65	12
ДСП-12	14/18**	30/5	24; 30	14,4	11,45	12
ДСП-25	12/34***	50/10	24; 30	23,4	18,5	12
ДСП-50	14/38***	80/20	24; 30	27	21,65	12; 18

*Указанная грузоподъемность подъемника для загрузки шихты. **Расстояние между поперечными осями печей: в числителе – при сливных желобах, обращенных друг к другу; в знаменателе – при рабочих окнах, обращенных друг к другу; ***расстояние между продольными осями печей: в числителе – расположенных друг к другу свободными сторонами; в знаменателе – при двух печных трансформаторах между печами.

Площадь участка по навеске шихты определяется по расстановке оборудования. Площадь под плавильное оборудование определяется с учетом табл. 6 и размеров оборудования. Площадь под электрическое оборудование плавильных электропечей определяется из расчета 50-60 м² 1000 т

отливок в год (под трансформаторы, конденсаторные батареи, преобразователи тока и т.д.). Площадь вспомогательных участков (участков ремонта оборудования и ковшей, приготовления футеровочной массы, стендов для сушки ковшей, экспресс-лаборатории и т.д.) определяется по укрупненным показателям (раздел III).

1.7.5. Мероприятия по БЖД. (см. раздел 1 и стр.61-62, /1/)

1.8. Стержневое отделение

1.8.1. Объемы производства

По данным формы 1 составляется форма 9.

Форма 9. Объем производства стержневого отделения

№ детали	Деталь	Годовое число отливок	Стержни			Потребность стержней, шт.			Масса изготовляемых стержней в год, кг
			№ стержня	Габаритные размеры	Масса, кг	На деталь	На годовую программу	Годовая с учетом брака стержней	
1	Корпус	100	1	АхВхС	10	1	100	110	1100
			2	ФА х Б	4	3	300	330	1320
			3	АхВхС	2	1	100	110	220
2	Втулка	100	4	АхВхС	3	1	100	110	330
	И т. д.								

Примечания: 1. Потери от брака отливок и поломку стержней принимают ~ 10%. 2. При наличии в цехе нескольких стержневых отделений итоги приводят по каждому из них

1.8.2. Технологический процесс

Например, согласно разделу I, принят технологический процесс изготовления стержней по холодной оснастке с продувкой амином.

1.8.3. Расчет оборудования

По данным формы 9 заполняется форма 10.

Форма 10. Загрузка стержневого оборудования

№ детали	Деталь	№ стержня	Вид смеси и метод изготовления стержней	Головая потребность в стержнях, шт	Габариты стержневого ящика, мм.	Число стержней в ящике	Годовое число съемов с машины	Модель стержневой машины или автомата
В условиях серийного и мелкосерийного производства загрузка стержневого оборудования определяется по нормативам (стр.116-117 /1/).								

Расчет числа машин и автоматов для изготовления стержней производится по формуле 1, результаты расчета включаются в форму 11.

Форма 11. Расчет потребного количества оборудования

Виды стержней	Участок стержневого отделения.	Потребное число съемов с машины		Стержневое оборудование.				Коэффициент загрузки, ** K_3
		год	Час*	Модель	Производительность съемов/ч	Число		
						По рас-чету	Принятое	

Примечание.* С учетом коэффициента K_{II} потребления стержней. ****** Принимают коэффициент загрузки $K_3 = 0,7 - 0,8$.

1.8.4. Площади стержневого отделения

Ориентировочно площадь стержневого отделения (со складом стержней) составляет 70-90% площади формовочного отделения. Размеры пролета стержневого отделения: ширина – 18 или 24 м; высота до низа конструкции перекрытия – 10,8 м; шаг колонн – 6 или 12 м. Необходимо предусмотреть следующие вспомогательные участки: комплектации стержней, каркасный (15-20 м²), подготовки и утилизации газообразных катализаторов (60 м²), склад оснастки (8-12% от площади стержневого отделения), склад готовых стержней (10-15% от площади стержневого отделения), кладовая вспомогательных материалов (30-60 м²), служебное помещение (15-20 м²).

1.8.5. Мероприятия по БЖД (стр.136 /1/)

1.9. Смесприготовительное отделение

1.9.1. Определение расхода формовочных и стержневых смесей

Потребность в формовочных смесях определяется из данных, приведенных в форме 3, за вычетом объема стержней (форма 9) и производится по форме 12.

Форма 12. Расчет расхода формовочных смесей по числу форм (пример)

Размер формы, мм	Выпуск отливок, т/год	Масса отливок в форме, кг	Число форм в год, тыс. шт	Объем форм, м ³	Объем, м ³ в год			Годовой расход смеси, т/год			
					Всех форм	В том числе		Облицовочной	Наполнительной	Всего, единой	
						Металла	Стержней				Смеси
500x400x150/150	12000	10	1200	0,06	72000	2600	1016	68384	30180	90550	120730
800x700x300/300	18000	50	360	0,34	120900	3900	3756	113304	50000	150000	200000

Примечания: 1. Для стального литья приведенные данные нужно умножить на коэффициент 1,15-1,25 в зависимости от сложности литья. 2. Годовой расход смеси определяют с учетом суммарного брака форм и отливок. 3. При отсутствии данных о количестве облицовочной смеси его принимают равным 30-40% всего расхода.

Расчет исходных формовочных и стержневых материалов производится на основании принятых рецептур (см. технологическую часть проекта) и формы 12 по форме 13.

Форма 13. Рецепты смесей и расчет расхода их компонентов

Смеси			Расход компонентов											
Вид	расход, т/год		оборотной смеси		кварцевого песка		регенерата		бентонита		смолы КФ-90		И т.д.	
	Всего	С учетом потерь	%	тонн /год	%	тонн /год	%	тонн /год	%	тонн /год	%	тонн /год	%	тонн /год
<p>Примечание. При отсутствии данных о потерях на пути из смесеприготовительного отделения к потребителю и на просыпание при формовке учитывают коэффициент 1,1-1,15 для наполнительной смеси и 1,05-1,1 – для облицовочной и стержневой смеси.</p>														

1.9.2. Расчет оборудования

Расчет оборудования производится по форме 14 и формуле 1. В данном подразделе дается перечень всего оборудования, применяемого при подготовке оборотной формовочной смеси и регенерата.

Форма 14. Расчет числа смесителей

Смеси			Оборудование – смесители						
Вид	Количество, т/ч		Тип, модель	Производительность, т/ч	Число			Загрузка, %	
	Средне-часовое	расчетное			средне-часовое	расчетное	принятое	Средне-часовая	расчетная
Единая	35	44	15104	29	1,2	1,5	2	60	74
<p>Примечания: 1. Среднечасовое количество смеси определяется по форме 12 делением годового расхода с учетом просыпа на действительный годовой фонд времени работы смесителей.</p> <p>1. При определении расчетных величин учитывается коэффициент неравномерности потребления $K_{\text{н}} = 1,2-1,4$ при серийном и мелкосерийном производстве и 1,1-1,3 при массовом и крупносерийном производстве. При расчете оборудования, устанавливаемого после выбивных решеток и смесителей, принимают $K_{\text{н}} = 2-3$ с учетом неравномерности выдачи смеси.</p> <p>2. Расчетный коэффициент загрузки смесителей не должен превышать коэффициента загрузки автоматического или универсального формовочного оборудования при работе его с расчетной или тактовой (цикловой) производительностью.</p>									

1.9.3. Площади смесеприготовительного отделения

Площадь смесеприготовительного отделения определяется габаритами основного технологического оборудования, шириной проходов и проездов, и помещений под пульт управления, КИПа и автоматику, вентиляционные установки и экспресс-лабораторию. Смесеприготовительное отделение размещается рядом с формовочным, при этом, как правило, каждая формовочная автоматическая линия комплектуется своим смесеприготовительным комплексом.

1.9.4. Мероприятия по БЖД (см. стр.155 /1)

1.10. Термообрубное отделение

1.10.1. Объем производства

Объем производства соответствует годовому плану производства отливок (форма 1) с учетом 2-3% брака, который выявляется непосредственно в термообрубном отделении. При расчетах необходимо также учитывать 15-20% от общего числа отливок, подлежащих исправлению после их очистки и зачистки. После термообработки отливки должны проходить повторную очистку и правку на прессах.

1.10.2. Технологические процессы

Технологический процесс состоит из следующих операций: отделение литниковой системы от отливки, охлаждение отливок, очистка и удаление стержней, обрубка и зачистка, исправление дефектов, термообработка, повторная очистка, промывка, грунтовка, сушка, контроль качества отливок. Нормы времени на охлаждение отливок после выбивки устанавливаются по таблице 35 /1/, режимы термообработки – по таблице 36/1/.

1.10.3. Расчет оборудования

Финишная обработка отливок производится на комплексных автоматических и поточных линиях, специализированных автоматических линиях и автоматах /1,2/.

Разделение отливок по операциям проводится по форме 15, объем термообрубных работ определяется по форме 16, количество оборудования рассчитывается по форме 17 и уравнению 1.

Форма 15. Распределение отливок по операциям термообрубных работ

№ детали	Деталь	Годовой выпуск с учетом брака и дефектных отливок		Объем обрабатываемых отливок по операциям											
				Выбивка стержней	Отделение литников	Отделение прибалей	Очистка	Обрубка	Зачистка	Термообработка	Контроль	Исправление дефектов	Грунтовка		
				шт/т	шт/т	шт/т	шт/т	шт/т	шт/т	шт/т	шт/т	шт/т	шт/т		

Примечание. Число исправляемых отливок частично учитывают (добавляют) при определении объемов выполняемых операций очистки, обрубки, зачистки и термообработки.

Форма 16. Объем термообрубных работ

№ операции	Операция	Оборудование	Годовое число отливок															
			Группа отливок по массе, кг												Всего			
			I		II		III		IV		V		VI					
			0-8	8-20	20-50	50-100	100-250	250-500	шт	т	шт	т	шт	т				

Форма 17. Расчет оборудования

Группа отливок по массе, кг	Операция	Средний объем обрабатываемых отливок, т/ч	Объем обработываемых отливок с учетом K_{12} , т/ч	Технологическое оборудование					
				Тип, модель	Расчетная производительность		Число единиц		Коэффициент загрузки, K_3^*
					шт/ч	шт/ч	потребное	принятое	

*Для гидро- и дробебетных камер, очистных барабанов, печей для термообработки, грунтовоочного оборудования принимают $K_3 = 0,7-0,85$, его значение устанавливается при учете $K_{12}=1,1-1,3$.

1.10.4. Площади и размеры пролетов

Площади термообрубного отделения в чугунолитейном цехе составляют 40 - 70%, в сталелитейном – 80 - 120% от суммарной площади формовочно-заливочного отделения. При автоматизированном производстве она определяется расстановкой оборудования, транспортных средств с учетом проездов и проходов, а также вспомогательных участков, к которым относятся: участок грунтовки, площадь которого определяется из расчета $0,3-0,5 \text{ м}^2$ на 1000 тонн отливок; участок исправления дефектов отливок – площадь зависит от габарита отливок и расстановки оборудования и инвентаря; промежуточные склады отливок до и после термообработки, площадь которых определяется габаритами специальной тары с 1,5-дневным запасом отливок при установке тары в штабеля высотой до 4,5 м; склад комплектации – по своей площади равен площади промежуточного склада.

Склад готовой продукции располагается на первом этаже двухэтажного литейного корпуса. При одноэтажном здании литейного цеха площадь склада готовой продукции рассчитывается по таблице 43 /1/.

Ширина пролета термообрубного отделения принимается 18 или 24 м (второй этаж), высота до низа конструкции перекрытия – 10,8 м, шаг колонн – 6 и 12 м.

1.10.5. Мероприятия по БЖД (/1, с.171-178/)

1.11. Склад шихтовых и формовочных материалов

1.11.1. Расход материалов

Расход шихтовых материалов определяется по составу шихты (см. технологическая часть проекта) и данным формы 6 или по укрупненным данным.

1.11.2. Устройство, оборудование и механизация склада

Данные для расчета складов шихтовых и формовочных материалов для условия работы литейного цеха в средней полосе Российской Федерации приведены в табл. 8. Расчет и состав склада шихтовых и формовочных материалов производится по форме 18.

**Основные данные для расчета складов формовочных
и шихтовых материалов**

Материал	Запас в сутках	Объемная масса, т/м ³	Место хранения	Предельная высота хранения, м
Песок формовочный сухой	45 - 75	1,5	Силое	30
Глина формовочная сырая	60 - 90	1,8	Закром	10
Глина сухая молотая	30 - 45	1,5	Силое	20
Маршалит, феррохромовый шлак, бентонит, цемент	20 - 30	1,0	Площадка	2
Огнеупорные изделия	20 - 45	1,8	Площадка	2
Чугун чушковый, лом чугуна и стальной	30 - 45	3,5 - 2	Закром	4
Отходы собственного производства (литники, стружка)	3 - 5	1,8 - 1,3	Закром	4
Стружка привозная	10 - 15	1,0	Закром	3
Феррославы	30 - 45	3,5 - 2	Площадка	2
Флоссы (известняк, плавиковый шпат, шлак мартевовский)	30 - 45	1,7	Закром	4
Кокс литейный, уголь каменный	30 - 40	0,5	Закром	4
Цветные металлы и сплавы	20 - 30	5 - 1,5	Штабель	2
Огнеупорные порошки, раскислители	30 - 45	1,7 - 1,5	Площадка	2

Форма 18. Расчет склада шихтовых и формовочных материалов

Материал	Потребность, т/г		Объемная масса, т/м ³	Запас на складе			Место и способ хранения	Закрома		Бункера		Площадка				
	По расчету	С учетом потерь		Число суток	тоннаж	м ³		Высота хранения	Площадь, м ²	Емкость, м ³	Количество	Нагрузка, т/м ²	Площадь, м ²	Припятие		
															По расчету	Припятие
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Примечания:

1. При расчете по нормативам графа 3 исключается.
2. Часть материала хранится в контейнерах или мешках. Вид тары нужно указать в графе 8. Нагрузку определять расчетным путем. Учитывать проходы при складировании на площадке.
3. Часть шихты хранится на площадке просыпью (до 10%), а именно: чугун, феррославы, литники, брак, отходы огнеупоров. Нагрузка на пол составляет: чугун 2 т/м²; огнеупоры – 1,8 т/м²; брак – 2,2 т/м².
4. Пакеты цветных металлов имеют размеры 800 x 800 мм и высоту 1,2 – 1,5 м.
5. Закрома для шихтовых материалов заглубляются ниже нулевой отметки на 2-3 м, формовочных материалов – 2,5 – 4 м.
6. Минимальные размеры закрома в плане – 4 x 4 м, бункера – 3 x 3 м при коэффициенте загрузки 0,8. Предпочтительные размеры закрома в плане – 6 x 6 и 6 x 12 м. Толщина стенок закрома – 0,6 м.
7. В цехах производительностью более 50 тыс тонн в год склад формовочных материалов располагается в отдельном помещении.

1.11.3. Нормы размеров пролета складов шихты и формовочных материалов

Назначение пролета	Грузоподъемные и транспортные средства.		Размеры пролетов, м.		
	Оборудование	Грузоподъемность, т	Ширина пролета	Высота	
				До головки рельса подкранового пути	Низ конструкции перекрытия цеха
1.Разгрузка и хранение шихтовых материалов	Мостовой кран со съемным грейфером и магнитной шайбой, электропогрузчик, многочелостной грейфер	5, 10	24, 36	8,15; 9,35	10,8; 12,0
2.Разгрузка и хранение ферросплавов, огнеупоров, молотой глины и бентонита в таре	Мостовой кран, электропогрузчик (рампа -1,1 м)	5, 10	24; 30	8,15; 9,35	10,8; 12,0
3.Разгрузка и хранение сырого песка, кокса в складе при литейном цехе	Мостовой кран со съемным грейфером	5	24; 30	9,35; 11,35	12,0; 14,0
4.Разгрузка сырого песка и кокса с железнодорожного транспорта	Ленточный конвейер, кранбалка	-	12; 24	-	10,8; 12,0
5.Разгрузка сырого песка и кокса в складе при литейном цехе	Мостовой кран со съемным грейфером	5	24; 30	9,35; 11,35	12; 14,4

1.11.4. Мероприятия по БЖД (/1, с.200-201/)

1.12. Складские и служебные помещения

Расчет площадей складских и служебных помещений основных отделений литейного цеха производится по данным таблиц 9 и 10.

Таблица 9

Нормы для расчета площадей экспресс-лабораторий и других служб цеха, в м²

Помещения	Годовая мощность цеха, тыс. тонн		
	Менее 50	51-100	Более 100
Лаборатория формовочных материалов и смесей	60	80	100

Спектральная лаборатория	40	60	80
Химико-аналитическая	60	60	70
Пробоподготовительная	30	50	70
Металлографическая и механических испытаний	50	70	100
Цеховой диспетчерский пункт	50	70	100
Помещение АСУТП	70	70	70

Таблица 10

Нормы для расчета площадей кладовых на 1000 т отливок в год

Наименование	Крупносерийное и массовое производство, т			Серийное производство
	До 50	51-1000	Более 1000	
Цеховая кладовая	1,1-1,3	0,9-1,1	0,7-0,9	1,3-1,7
Инструментально обрубного участка	1,0-1,2	0,81,0	0,6-0,8	1,5-1,9
Материальная участка грунтовки	0,6-0,7	0,5-0,6	0,4-0,5	0,7-0,9
Цеховая кладовая механика и энергетика	1,7-2,0	1,4-1,7	1,1-1,4	2,8-3,2

1.13. Энергетическая часть проекта

1.13.1. Теплоснабжение

Определяется по укрупненному расчету: $Q = V \cdot q$ [кВт]
 где q – количество теплоты на один m^3 , $q = (60 - 130)$ Вт/ m^3 ; V – объем здания в m^3 , определяется по проекту.

1.13.2. Газоснабжение

Ориентировочно суммарный расход природного газа при производстве чугунных отливок составляет 150 – 180 кгут/т годного, для стальных – 140 – 170 кгут/т (1кгут = 1 m^3 газа по своей теплотворности). $Q_G = m \cdot M$, где m – удельный расход газа на одну тонну отливок, M – мощность литейного цеха.

1.13.3. Сжатый воздух

Определяется по укрупненным расчетам: при производстве отливок из серого чугуна – 1000 - 1300 m^3 /т, из ковкого чугуна – 1200 – 1500 m^3 /т и

из стали углеродистой – 1400 – 1800 м³/т годного. $Q_{в} = n \cdot M$, где n – удельный расход воздуха на одну тонну отливки.

1.13.4. Расход электроэнергии

Расход электроэнергии определяется по укрупненным показателям: $Q_{э} = s \cdot M$ кВт, где s – удельный расход электроэнергии на одну тонну отливки, который равен для отливок из серого чугуна – 300-500кВт·ч/т при плавке в вагранке и 1600 – 2000 кВт·ч/т при плавке в дуговых электропечах. При индукционной плавке в электропечах удельный расход электричества составляет 1100-2100 кВт·ч/т (большее значение принимается при плавке ковкого или высокопрочного чугуна).

1.13.5. Расход воды

По укрупненным показателям удельный расход воды на одну тонну отливки составляет: оборотной – 110 м³/год; производственной – 14 м³/год; питьевой для бытовых нужд – 2 м³/год и для производственных нужд – 0,1 м³/год.

2. Технологическая часть проекта

1. Задание.
2. Анализ технологических условий и технологичности конструкции детали.
3. Анализ вариантов и выбор способа формовки.
4. Обоснование положения отливки в форме, разъем модели и формы.
5. Припуски на механическую обработку.
6. Обоснование конструкции литниково-питающей системы.
7. Расчет литниково-питающей системы, режим заливки формы металлом.
8. Расчет крепления формы при ее заливке металлом.
9. Расчет затвердевания и охлаждения отливки в форме до ее выбивки (расчеты производятся на ЭВМ).
10. Конструкция модельной плиты и стержневого ящика.
11. Состав формовочной и стержневой смесей и технологические режимы изготовления форм и стержней.
12. Технологические режимы выбивки формы и стержней, обрубки и очистки отливки.
13. Контроль качества отливки.
14. Составление технологической маршрутной карты на отливку.
15. Основные технико-экономические показатели технологического процесса изготовления отливки.

3. Конструкторская часть проекта

1. Задание. «Модернизировать катковые смесители мод.15104 на турбинные».
2. Анализ работы катковых и турбинных смесителей.

3. Анализ качества формовочной смеси, полученной на катковых и турбинных смесителях, требования к формовочной смеси для выбранного способа формовки.
4. Кинематическая схема и циклограмма работы турбинного смесителя.
5. Анализ рабочего процесса смесителя и выбор параметров его работы.
6. Выбор новых узлов и механизмов смесителя: расчет конструктивных параметров плужков смесителя; расчет усилий и крутящих моментов на рабочих органах смесителя; расчет мощности двигателя и редуктора; расчет нагруженных деталей на прочность.
7. Расчет производительности турбинного смесителя.
8. Техническая характеристика смесителя.
9. Конструкция турбинного смесителя
10. Система управления смесителем.
 - 10.1. Выбор элементной базы электрической схемы управления.
 - 10.2. Принципиальная электрическая схема управления в автоматическом и наладочном режимах работы смесителя.
 - 10.3. Основные защитные блокировки и устройства.
 - 10.4. Меры по безопасности и надежности системы управления.
11. Утилизация и нейтрализация пылевыведения при работе смесителя, устройство системы вентиляции.
12. Техника безопасности при работе смесителя.

4. Организационно-экономическая часть

1. Задание. "Расчет технико-экономических показателей работы чугунолитейного цеха мощностью 30 тыс тонн автомобильных отливок в год".
2. Характеристика базового предприятия (для сравнения).
3. Расчет основных фондов.
4. Расчет затрат на основные материалы.
5. Расчет затрат на энергоносители (электричество, сжатый воздух, топливо, горячая вода, природный газ).
6. Списочный состав работающих и расчет годового фонда заработной платы.
7. Смета цеховых расходов.
8. Техничко-экономические показатели работы цеха.

5. Безопасность жизнедеятельности

Задание. "Расчет микроклимата в стержневом отделении цеха"

1. Характеристика источников выделения пыли, шума и вредных веществ.
2. Расчет вентиляции отделения.
 - 2.1. Расчет подачи свежего воздуха с учетом теплового баланса стержневого отделения.
 - 2.2. Расчет подачи свежего воздуха по нормам воздухообмена.
 - 2.3. Проверка микроклимата по нормам выделения вредных веществ.

3. Система удаления и нейтрализации вредных выделений.
4. Анализ уязвимости смесителя при ядерном нападении.
5. Мероприятия по переводу смесителя в режим минимальной уязвимости.
6. Упрощенная схема функционирования смесителя после ядерного нападения.
7. Ведомость запасных деталей для функционирования по упрощенной схеме.

6. Проектирование цехов специальных способов литья

К специальным способам литья, которые будут рассмотрены в данном учебном пособии, относятся: литье по выплавляемым моделям (ЛВМ), литье в металлические формы (кокиль), литье под давлением (ЛПД), литье по газифицируемым моделям (ЛГМ).

Цеха специальных способов литья относятся к цехам серийного, крупносерийного и массового производства, за исключением ЛГМ, которое применяется также и для производства отливок в единичном производстве. Поэтому проектирование цехов специальных способов литья производится в той же последовательности что и проектирование цеха серого чугуна для производства отливок в сырые песчаные формы, с учетом специфики их организационной структуры и особенности технологии.

В цехах специальных способов литья ширина пролетов может приниматься 18 и 24 м. Цеха могут иметь одноэтажное или двухэтажное исполнение, при высоте пролета первого этажа до уровня пола второго этажа 7,8 м и ширине пролета на первом этаже 9 и 12 м, на втором – 18 или 24 м соответственно.

Основной вид транспорта в цехах – напольный. Используется также подвесной или толкающий цепной конвейер. Мостовые краны (кранбалки) применяются только в плавильных отделениях и складах шихтовых материалов.

6.1. Цех литья по выплавляемым моделям

6.1.1. Состав цеха

Основные производственные отделения: модельное, изготовления оболочек, прокалочко-заливочное, термообрубное. Вспомогательные участки: экспериментально-производственный, ремонта пресс-форм и оснастки. Склады: шихтовых материалов, модельных материалов, пресс-форм. Лаборатория. Служебные помещения.

6.1.2. Программа цеха

Программа цеха точная или приведенная, в зависимости от серийности производства (форма I).

6.1.3. Объемы производства

Рекомендуемая мощность цеха (комплексно механизированного или автоматизированного) – 2000 или 4000 т/год отливок из специальных сплавов, стали и цветных металлов. Номенклатура отливок разбивается на 8 весовых групп по массе в кг: менее 0,02; 0,02-0,04; 0,04-0,06; 0,06-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,6; 0,6-1,5 и более 1,5.

Исходные технологические данные включаются в форму 19.

Форма 19. Исходные технологические данные

№ п/п	№ детали	Масса отливки, кг (А)	Программа		Число моделей в звенье (В)	Число звеньев в блоке	Число моделей в блоке (Г)	Число модельных звеньев на программу	Число блоков на программу (Д)	Масса модельного состава, кг		
			Штук (Б)	Кг.						На одну модель (Е)	На один блок (Ж)	На программу
								Б/В	БГ	$A \cdot r_1 / r_2$	$E \times \Gamma + V_{\text{л}} \times r_1$	$Ж \times Д$
Итого												
Примечание: r_1 -плотность модельного состава; r_2 -плотность материала отливки; $V_{\text{л}}$ -объем литниковой системы и модельного стюка в дм^3 (или сумма модельных стюков).												

При расчете объемов производства по каждому отделению учитываются коэффициент технологических потерь и брака, который определяется по формуле:

$$K_{\text{ТП}} = V_{\text{П}} / V,$$

где $V_{\text{П}}$ – количество продукции которое необходимо изготовить с учетом технологических потерь и брака; V – количество продукции на программу. Коэффициент для разных операций технологического процесса ЛВМ имеет следующие значения:

изготовление моделей – $K_{\text{ТП}} = 1,42$;

изготовление оболочек – $K_{\text{ТП}} = 1,2$;

изготовление блоков – $K_{\text{ТП}} = 1,16$;

обрубка и отделка отливок – $K_{\text{ТП}} = 1.1$.

6.1.4. Технологический процесс и оборудование (См. раздел II, подраздел 1.3)

6.1.5. Прокалочко-заливочное отделение

Для плавки металла применяют индукционные тигельные печи повышенной частоты модели ИСТ-0,16 и ИСТ –0,4. Расчет производится по формам 6-8.

6.1.6. Термообрубное отделение

При расчете термообрубного отделения заполняются формы 15-17.

Примечание: При проектировании модельного отделения и отделения по изготовлению оболочек используются формы 3,4,9,10,11,12,13, в которые студентом, по согласованию с руководителем проекта, вносятся изменения в соответствии со спецификой данного способа литья.

Остальные этапы проекта разрабатываются в соответствии с регламентом, изложенным в разделе II.

6.2. Цех литья под давлением

6.2.1. Состав цеха

Основные производственные отделения: плавильное, заливочное, термообрубное.

Вспомогательные участки: доводки и ремонта пресс-форм, ремонта оборудования, ремонта печей. Склады: шихтовых материалов, пресс-форм и другой оснастки, вспомогательных материалов. Лаборатории обслуживания основных цехов. Служба механика и энергетика.

6.2.2. Программа цеха

Программа цеха – точная или приведенная по форме 1. Рекомендуется проектировать цех мощностью 2-3 тыс. т/год для производства отливок из цинковых и медных сплавов массой до 1 кг, 5-6 тыс. т/год для производства отливок из цинковых сплавов массой до 5 кг, 1-2 и 5-6 тыс. т/год – для производства отливок из алюминиевых сплавов массой до 5 кг и 10-12 тыс. т/год – для производства отливок массой до 20 кг.

6.2.3. Объемы производства

На основании анализа формы 1 составляется форма 20.

Форма 20. Ведомость объемов производства при ЛПД

№ п/п	Наименование дет.	Число отливок			Модель машины	Число		Масса, кг				
		На изд-е	На програ-мму (А)	С учетом брака (Б)		Гнезда в пресс-форме (В)	Запрессовок на программу (Г)	Число отливок (Д)	Порция сплава в форме	Отливок на программу (Е)	Жидкого металла на программу (Ж)	Металлозавалка на программу
				$A \times K_{бр}$			Б/В		$D \times B + \Phi_л$	$D \times B$	$E + \Gamma \times \Phi_л$	$Ж + K_{м}$
Итого												

Примечание: 1. Таблица заполняется для каждого сплава отдельно, затем подводится итог.

2. $K_{бр}$ – коэффициент, учитывающий брак отливок, равный 1,03-1,05; $\Phi_л$ – масса литников в форме; $K_{м}$ – коэффициент, учитывающий потери металла на угар, скрап и сливы; для цветных металлов он равен 1,08.

6.2.4 Технологический процесс и оборудование

(См. раздел II, подраздел 1.3).

6.2.5. Плавильное отделение

Заполняется форма 8.

6.2.6. Заливочное отделение

Комплектуется автоматическими комплексами ЛПД.

6.2.7. Термообрубное отделение

Заполняются формы 15, 16, 17.

Остальные этапы разработки проекта согласно разделов I и II.

6.3. Цех литья в металлические формы (кокиль)

6.3.1. Состав цеха

Основные производственные отделения: плавильное, заливочное, термообрубное и при необходимости создается стержневое. Вспомогательные участки: доводки и ремонта кокилей, ремонта ковшей и печей, ремонта кокильных машин. Склады: шихтовых материалов, металлических форм, вспомогательных материалов. Лаборатория. Служба механика и энергетика.

6.3.2. Программа цеха

Программа цеха – точная или приведенная, составляется по форме 1. Для производства отливок массой до 50 кг рекомендуется проектировать цех серого чугуна на мощность 20-25 тыс т/год, а для производства отливок массой до 100 кг – 40-80 тыс. т/год; для производства отливок из алюминиевых сплавов массой до 5 кг цех проектируется мощностью 5-6 тыс. т/год и при массе отливок до 20 кг – 10-12 тыс. т/год.

6.3.3. Объем производства (По форме 2)

6.3.4. Технологический процесс и оборудование (См. раздел II, подраздел 1.3.)

6.3.5. Плавильное отделение (См. раздел II, подраздел 1.7.)

6.3.6. Заливочное отделение

Комплектуется автоматическими комплексами на основе одно- и многопозиционных автоматов, автоматических линий литья в облицованный кокиль; для заливки применяются автоматические заливочные устройства.

6.3.7. Термообрубное отделение (Программа и расчет по формам 15, 16, 17).

Остальные этапы разработки проекта – в соответствии с разделами I и II.

6.4. Цех литья по газифицируемым моделям

Цех литья по газифицируемым моделям для единичного производства отливок проектируется в соответствии с нормативами цехов литья в песчаные формы по извлекаемым моделям для производства отливок из серого и высокопрочного чугуна, углеродистой стали массой предпочтительно до 5000 кг.

Цех серийного и крупносерийного производства проектируется в соответствии с нормативами идентичных цехов литья в сырые песчаные формы для производства сложных отливок повышенной точности, производство которых традиционными способами литья возможно только с одним или несколькими стержнями.

6.4.1. Состав цеха

Основные производственные отделения: плавильное, модельное, формовочно-заливочно-выбивное, термообрубное. Вспомогательные участки: приготовление противопригарных покрытий, шихтовки, доводки и

ремонта пресс-форм, регенерации отработанного песка и утилизации продуктов термодеструкции модели, ремонта сводов печей и разливочных ковшей. Склады: шихтовых материалов, вспомогательных материалов и песка, огнеупорных материалов, пресс-форм и др. оснастки, инструмента; лаборатории для обслуживания основных подразделений; служба механика и энергетика.

6.4.2. Программа цеха

Точная или приведенная по форме 1.

6.4.3. Объем производства

Рекомендуемый объем производства серого и высокопрочного чугуна массой до 50 кг – 5,10 и 20 тыс. т/год. Рекомендуемый объем производства алюминиевых сплавов при массе отливок до 20 кг до 2 тыс. т/год. Однако, при необходимости, цехи могут проектировать и на большую мощность.

6.4.4. Технологический процесс и оборудование (См. раздел II, подраздел 1.3)

Все остальные разделы проекта выполняются в соответствии с порядком, изложенным в разделе II, за исключением модельного отделения, программа которого рассчитывается по методике, идентичной для цеха литья по выплавляемым моделям при исходной плотности пенополистирола 25 кг/м³.

III. Оборудование литейных цехов

1. Оборудование для плавки чугуна

1.1. Коксовые и коксозазовые вагранки закрытого типа с длительным межремонтным циклом работы, с подогревом дутья и очисткой отходящих газов.

Тип вагранки	Производительность, т/час	Установленная мощность, кВт	Расход топлива, кг/т (м ³ /т)	Металлургические показатели	Примечание
95111	4 - 6	400	Кокс 100-140, кокс+природный газ (80-120)+(30-40)	Температура выпуска металла 1400-1550 ⁰ С. Угар и безвозвратные потери 2,5-4,5%. Расход известняка 2,0-4,0%	Мощность дана без дозировки и загрузки шихты в вагранку
95112	6 - 9	400			
95113	10 - 15	500			
95114	15 - 22	1500			
95115	25 - 32	1500			

1.2. Индукционные тигельные печи промышленной частоты. Нормы производительности для плавки, перегрева и выдержки металла

Тип печи	Номинальная вместимость тигля, т	Номинальная мощность трансформатора, кВт	Скорость плавки, т/ч		Расчетная производительность, т/ч	
			По расплавлению и нагреву до 1500 °С	При перегреве на 100 °С.	По расплавлению и нагреву до 1500 °С	По перегреву на 100 °С
ИЧТ-1/0,4	1,0	400	0,61	-	0,36	-
ИЧТ-2,5/1	2,5	1000	1,71	-	1,0	-
ИЧТ-2,5/0,63		630	0,75	10,5	0,5	7,9
ИЧТ-6/2,5	6,0	2500	3,65	-	2,75	-
ИЧТ-6/2,5		1600	2,7	-	1,85	-
ИЧТ-6/1		1000	-	32,4	-	14,2
ИЧТ-10/4	10	4000	6,6	-	4,95	-
ИЧТ-10/2,5		2500	4,3	-	3,22	-
ИЧТ-10/1,6		1600	-	32,4	-	26,0
ИЧТ-21,5/7,1	21,5	7100	12,0	-	9,0	-
ИЧТ-21,5/5,6		5600	10,5	-	7,9	-
ИЧТ-21,5/4		4000	6,5	95,0	4,85	76,0
ИЧТ-21,5/2,5		2500	-	54,0	-	43,0
ИЧТ-31/12,5	31,0	12500	18,5	-	13,9	-
ИЧТ-31/7,1		7100	13,3	-	10,0	-
ИЧТ-31/5,6		5600	10,5	-	7,85	-
ИЧТ-31/4		4000	-	96,0	-	76,3
ИЧТ-60/25	60	25000	40,0	-	30,0	-
ИЧТ-60/20		20000	31,4	-	23,5	-
ИЧТ-60/12,5		12500	20,0	-	15,0	-
ИЧТ-60/5,6		5600	-	125,6	-	100,0

Примечания:

1. Расчетная производительность учитывает среднюю продолжительность загрузки, удаление шлака, отбора проб и другие технологические операции.
2. Расчетная производительность для печей вместимостью 21,5 т и выше учитывает механизацию удаления шлака.
3. При подогреве шихты до 600-700 °С расчетная производительность должна быть увеличена на 10-15%.
4. При применении УСУТП производительность увеличивается в среднем на 5%.

1.3. Индукционные каналные электропечи промышленной частоты

Тип печи	Количество индукционных единиц	Полезная вместимость, т	Номинальная мощность трансформатора, кВ.А	Скорость плавки по расплавлению и перегреву до 1500 ⁰ С, т/ч	Расчетная часовая производительность, т/ч
ИЧК-6/1,5	1	6	1600	3,0	2,3
ИЧК-10/2,5	1	10	2500	5,6	4,2
ИЧК-25/5,0	1	25	5600	11,6	8,7
ИЧК-40/3,0	2	40	5600+630	7,0	5,3

Примечание. При применении АСУТП производительность увеличивается в среднем на 5%.

1.4. Электрические дуговые печи для плавки чугуна и стали**1.4.1. Дуговые печи переменного тока прямого действия**

Тип печи	Номинальная вместимость печи, т	Мощность трансформатора, кВ.А	Основной процесс		Кислый процесс		
			Вид сплава				
			сталь	ВЧ	сталь	КЧ	СЧ
ДСП-0,5	0,5	630	1,7	-	1,4	-	-
ДСП-1,5	1,5	1250	1,9	-	1,5	-	-
ДСП-3	3,0	2000	2,4	2,3	1,8	1,8	1,6
ДСП-6	6,0	4000	2,8	2,7	2,0	2,0	1,8
ДСП-12	12	8000	3,3	3,2	2,3	2,3	2,0
ДСП-25	25,0	12500	4,0	3,6	2,7	2,7	2,3
ДСП-50	50,0	32000	4,0	3,5	2,5	2,5	2,3

Примечания:

1. При продувки шихты кислородом в период расплавления продолжительность плавки следует уменьшить на 7-12%.
2. При продувке ванны кислородом в окислительный период плавки стали продолжительность плавки следует уменьшить на 10-12%.
3. При подогреве шихты до 600-700⁰С продолжительность плавки следует уменьшить на 10-15%.
4. При выплавке легированных сталей продолжительность плавки следует увеличить для печей вместимостью до 6 т на 20%, свыше 6 т – на 10%.

5. При применении АСУТП производительность увеличивается в среднем на 5%.

1.4.2. Дуговые печи постоянного тока прямого действия

Тип печи	Номинальная емкость, т	Номинальная мощность, МВА	Продолжительность расплавления под током, мин	Удельный расход электроэнергии на плавку, кВт×ч/т	Диаметр кожуха на уровне откосов, мм	Масса печи, т
ДППТУ-0,5	0,5	0,75	35*	480*	1600	6,3
ДППТУ-1,5	1,5	1,6	35*	470*	2000	12
ДППТУ-3,0	3,0	2,7	35*	470*	2500	30
ДППТУ-6,0	6,0	4,0	35-40*	460*	3100	50
ДППТУ-12	12,0	11,2	35-40*	430*	3800	90
ДППТУ-25	25,0	21,0	60*	420*	4700	154

Примечание. Величины параметров, отмеченных звездочкой, являются расчетными и зависят от соблюдения технологического регламента плавки и уточняются при эксплуатации печи. Они обеспечиваются при плотности шихты, позволяющей провести загрузку всей шихты в один прием, равным номинальной емкости электропечи.

1.5. Индукционные тигельные печи повышенной частоты для плавки черных и цветных металлов серии УИП

Тип печи	Емкость печи, т	Производительность, т/ч	Площадь участка, мм	Мощность, кВт	Частота, кГц	Габарит печи/преобразователя, мм
УИП-800-1,0-1,0	1,0	0,8	10000×8000	800	1,0	1600×1600×1500/1330×800×2340
УИП-1000-0,5-2,0	2,0	2,0	10000×8000	1000	0,5	2000×2000×2000/1330×800×2340
УИП-1600-0,5-3,0	3,0	3,0	10000×8000	1600	0,5	2000×2000×2000/1330×800×2340
УИП-3200-0,2-6,0	6,0	6,0	12000×12000	3200	0,25	2300×2300×2300/2660×800×2340
УИП-4800-0,2-10,0	10	6,6	15000×12000	4800	0,25	2500×2500×2500/3990×800×2340

Примечание. Емкость печи и ее производительность указаны для плавки стали.

1.6. Нормы производительности индукционных тигельных электропечей повышенной частоты для плавки чугуна и стали серии ИСТ

Тип печи	Номинальная вместимость тигля, т	Номинальная мощность преобразователя, кВт	Количество.		Скорость расплавления и перегрева до 1600 °С	Расчетная производительность при полном цикле плавки, т/ч
			Печей, единиц.	Комплексов электрооборудования, ед		
ИСТ-0,06/0,1	0,06	100	2	1	0,11	0,055
ИСТ-0,06/0,16		160	2	1	0,20	0,100
ИСТ-0,16/0,16	0,16	160	2	1	0,20	0,106
ИСТ-0,16/0,25	0,16	250	1	1	0,30	0,150
ИСТ-0,16/0,32		320	1	1	0,40	0,212
ИСТ-0,25/0,32	0,25	320	1	1	0,40	0,224
ИСТ-0,25/0,50		500	1	1	0,68	0,380
ИСТ-0,4/0,32	0,40	320	1	1	0,40	0,240
ИСТ-0,4/0,50		500	1	1	0,70	0,420
ИСТ-1/0,5	1,00	500	2	1	0,72	0,465
ИСТ-2,5/2,4	2,5	2400	1	1	2,50	1,750
ИСТ-6	6,00	2400	2	1	2,95	2,100

Примечания:

1. Расчетная производительность учитывает среднюю продолжительность загрузки, удаление шлака и др. технологические операции.
2. При перегреве металла до 1700 °С производительность печи по расплавлению и перегреву снизить на 10-15%.
3. Приведенные в таблице данные относятся к плавке стали по кислородному процессу, по основному процессу производительность снижается на 15-20%.
4. При подогреве шихты на 600-700 °С расчетная производительность увеличивается на 10-15%.
5. При применении АСПП производительность увеличивается в среднем на 5%.
6. При плавке серого чугуна производительность повышается на 10-15%.

1.7. Электрические тигельные печи высокой частоты для плавки стали

Тип печи	Емкость печи, т	Время плавки, час.	Мощность, кВт	Частота, кГц	Площадь участка, мм
УИП-100-2,4-0,06	0,06	0,4	100	2,4	7500х6000
УИП-160-2,4-0,06	0,16	0,6	160	2,4	7500х6000
УИП-160-2,4-0,16А	0,16	0,6	160	2,4	8000х8000
УИП-250-2,4-0,25А	0,25	0,8	250	2,4	8000х8000
УИП-250-2,4-0,25	0,25	0,8	250	2,4	8000х8000
УИП-250/320-2,4-0,4	0,4	0,8	250/320	2,4	10000х8000
УИП-320-2,4-0,4	0,4	0,8	320	2,4	10000х8000
УИП-400-1,0-0,4	0,4	0,65	400	1,0	8000х8000
УИП-400-2,4-0,6	0,6	0,95	400	2,4	10000х8000
УИП-500-2,4-0,8	0,6	1,0	500	2,4	10000х8000

Примечание. Емкость тигля и время плавки указаны для стали.

1.8. Индукционные каналные печи для перегрева и выдержки расплавленного чугуна. Нормы производительности

Тип печи.	Полезная вместимость, т	Мощность трансформатора на 1 индукц. ед, кВт	Колич. индукционных единиц		Производительность при перегреве металла на 100 °С, т/ч			
			Баранного типа	Шахтного типа	теоретическая		Расчетная	
					баранного типа	шахтного типа	Баранного типа	шахтного типа
ИЧКМ-2,5/0,4	2,5	400	-	1	-	9	-	9,0
ИЧКМ-2,5/1,0	2,5	1000	-	1	-	27	-	27
ИЧКМ-6	6,0	630	-	1	-	14	-	11,5
ИЧКМ-10	10,0	630	2	1	29	12	24,6	10,4
ИЧКМ-16	16,0	630	2	1	29	12	24,6	10,4
ИЧКМ-25	25,0	1000	2	1	55	24	46,8	20,4
ИЧКМ-40	40,0	1000	2	2	55	24	46,8	20,4
ИЧКМ-60	60,0	1000	4	2	115	50	98,0	42,5
ИЧКМ-100	100,0	1000	4	2	115	50	98	42,5

Примечания:

1. При перегреве жидкого металла до температур более чем на 100°С расчетная производительность пропорционально снижается, например при перегреве на 200 °С в 2 раза, на 300 °С в три раза и т.д.

2. При применении АСУТП производительность увеличивается в среднем на 5%.

1.9. Установки для заливки черных металлов в литейные формы
1.9.1. Установки заливочные магнитодинамические с индукционным подогревом металла

Тип установки	Емкость ванны, кг	Скорость заливки, кг/с	Мощность, кВт	Габарит, мм	Масса, т
99411	2500	0,8-12	255	3975x2765x3680	14,70
99413	6000	1-30	300	3975x3860x2710	19,42
99421*	2500	0,8-10	250	3975x3285x3680	14,80

Примечание. * Применяется для заливки чугуна на автоматических формовочных линиях безопочной формовки.

1.9.2. Установки заливочные с индукционным подогревом металла

Тип установки	Емкость ванны, кг	Скорость заливки, кг/с	Мощность, кВт	Габарит, мм	Масса, тонн	Примечание
У42	2500	2-35	210	3680x4100x2330	15	Пневматические
94431	2500	1,5-15	222	3600x3300x4140	11,5	Механические

1.9.3. Установки заливочные с индукционным подогревом фирмы "OTTO JUNKER GMBH"

Тип печи	Емкость тигля, т	Мощность трансформатора, кВт	Габаритные размеры установки: длина-ширина-высота, мм
1,5/150	1,5	150	3800x2700x4500
2/150	2,0	150	3800x2700x4600
3/150	3,0	150	3200x3800x4850
4/150	4,0	150	3800x3200x4950
5/200	5,0	200	3900x3500x5400
6/200	6,0	200	3900x3700x2950
8/300	8,0	300	4700x4200x5600
10/300	10,0	300	4700x4200x5700
15/400	15,0	400	5400x5000x6400
17/800	17,0	800	6600x5000x8840

1.10. Плавильные печи для цветных металлов и сплавов

Для плавки медных и алюминиевых сплавов применяются печи дуговые электрические постоянного тока прямого действия серии ДПТТУ, раздел 1.2.2., а также индукционные среднечастотные тигельные печи серии УИП, разделы 1.2.3 и 1.3.

1.10.1. Нормы производительности индукционных тигельных электродов для плавки цветных металлов и сплавов

Тип печи	Номинальная вместимость тигля, т	Номинальная мощность, кВА	Скорость плавления при с учетом перегрева, т/ч	Расчетная производительность, т/ч
Алюминиевые сплавы (температура перегрева 750 °С)				
ИАТ-0,4/0,18	0,40	180	0,20	0,13
ИАТ-0,4/0,8	0,40	800	0,90	0,58
ИАТ-1,0/0,4	1,00	400	0,67	0,43
ИАТ-2,5/1,6	2,5	1000	1,30	0,84
ИАТ-2,5/1,6	2,50	1600	2,50	1,62
ИАТ-6,0	6,00	1600	2,00	1,30
Сплавы на медной основе (температура перегрева 1200 °С)				
ИЛТ-1,0/0,4	1,00	400	1,00	0,70
ИЛТ -2,5/1,0	2,5	1000	2,6	1,80
ИЛТ-10,0/1,6	10	1600	3,30*	2,30
ИЛТ-25,0/4,0	25,0	4000	10,50*	7,00
Цинковые сплавы				
ИАТ-0,4/0,18	1,00	180	-	0,45
ИАТ-1,0/0,4	2,55	400	-	0,68
ИАТ-2,5	6,4	1000	-	1,55

Примечание: 1. Расчетная производительность учитывает среднюю продолжительность загрузки, удаление шлака, взятие проб, рафинирование и другие технологические операции.

*) Скорость плавки указана для температуры перегрева 1350 °С.

1.10.2. Нормы производительности газопламенных плавильных печей для алюминиевых сплавов

Вместимость, тонн	Производительность плавки, т/ч		Часовой расход газа, м ³
	Паспортная	Расчетная	
2,1	1,5	1,0	220
27,0	5,0	3,5	700

Примечание. В каждом конкретном случае расчетная производительность печей и продолжительность плавки должны определяться с учетом технологии ведения плавки, вида шихты, способа загрузки ее в печь и с учетом времени, необходимого на слив металла из печи.

1.10.3. Тигельные печи сопротивления, стационарные

Тип печи	Габарит, мм	Емкость тигля по меди (алюминий), кг	Максимальная температура, °С	Мощность, кВт	Масса, кг
ПП-20	1045x995x995	20(6)	1100	12	250
ПП-50	1345x1320x1350	50(15)	1100	21	400
ПП-100	1515x1320x1380	100(30)	1100	35	430
ПП-200	1390x1150x1350	200(61)	1100	48	550
ПП-300	1400x1035x1260	300(91)	1100	55	680
ПП-400	1700x1445x1800	400(121)	1100	65	750
ПП-500	1900x1495x1555	500(152)	1100	65	1000
ПП-750	1450x1285x1450	750(227)	1100	70	1100

Примечание. Печи для плавки медных сплавов выпускаются с температурой максимального нагрева 1200⁰С. В таблице приведены данные для плавки алюминиевых сплавов.

1.11. Установки для подогрева шихты модели УПО-6К

- Количество позиций – 3;
- Производительность установки – 6 т/ч;
- Расход природного газа на 1 т шихты – 16 м³/ч;
- Температура подогрева шихты – 500-600⁰С;
- Габаритные размеры - 5759x7860x4490 мм;
- Масса установки – 15,5 т.

Установка предназначена для подогрева шихты для плавильных электропечей с емкостью тигля по чугуна 6-10 т. Однако может также использоваться и для плавильных печей большей мощности, при этом необходимо предусмотреть обязательное количество таких установок.

2. Оборудование для изготовления литейных форм

2.1. Автоматические линии безопочной формовки

№ п/п	Основные параметры.	Модель линии.			
		7058*	7512*	КЛ2002**	КЛ23714**
1	Размер формы (в плане), мм	600x500	950x700	600x450	800x600
2	Высота формы, мм	120...300	200...560	180...300	250...400
3	Давление прессования, МПа	2	2	4	2,5
4	Производительность цикловая, форм/ч	270-300	250-275	300	300
5	Расход воздуха, м ³ /ч	840	200	9,6	16,8
6	Мощность, кВт	94	200	138,6	260
7	Масса, т	49	110	57	111,25
8	Габарит, м	26x4,6x3,5	70x6,5x3,6	39,2x5,8x5,5	
9	Проектировщик	НИИТ Автопром		ХФ НИИЛИТМАШ	
10	Завод изготовитель	Сиблитмаш		Литмаш, г.Тирасполь	

Примечание. *) В состав линии входят: автомат формовочный пескодувно-прессовый однопозиционный, дозатор формовочной смеси, стержнеукладчик, автоматическая установка заливки форм, решетка выбивная инерционная, система транспорта форм.

**) В состав линии входят: шестипозиционный карусельный пескодувно-прессовый автомат, ленточный дозатор формовочной смеси, система транспорта форм. Установка заливочная и решетка выбивная поставляются по требованию заказчика.

2.1.1. Линии безопасной формовки фирмы GFD DISA 230

№ п/п	Параметры	Тип А	Тип В	Тип С
1	Размер формы (в плане), мм	480x600	535x650	550x675
2	Высота формы, мм	120..405	120..405	120..405
3	Производительность, форм/ч (без стержней)	500	500	500
	Производительность форм/ч, (со стержнями)	400	400	400
4	Длина конвейера, мм	86,5	86,5	86,5
5	Давление прессования, кг/см ²	4..12	4..12	4..12
6	Максимальный расход формовочной смеси, т/ч	70	84	91
7	Установленная мощность, кВт	55	55	55
8	Расход воздуха, м ³ /мин	9	10	11

Примечание. Изготовление формы осуществляется на однопозиционном формовочном автомате пескодувно-прессовым способом в шесть этапов: надув смеси в формовочную камеру, двухстороннее прессование формы, вытяжка поворотной пресс плиты, сборка формы и транспортировка горизонтальной стопки, вытяжка пресс плиты, закрытие формовочной камеры.

Автоматическую линию безопасной формовки с горизонтальной линией разъема формы выпускает фирма "Г. Фишер". Линия оборудована двумя четырехпозиционными формовочными автоматами карусельного типа для изготовления нижней и верхней полуформ пескодувно-прессовым способом. Сборка формы происходит на шаговом конвейере, с которого формы поступают на литейный конвейер. В состав линии также входят: грузоукладчик, автоматическая заливочная установка, охлаждающий конвейер, устройство для возврата груза, выбивная решетка.

Техническая характеристика линии:

- габарит формы в плане, мм – 620x500;
- высота формы, мм – 150...220;
- цикловая производительность, форм/ч – 240;
- давление прессования, МПа(кг/см²) – 1,0 (10);
- время охлаждения отливки в форме, мин – 22...30.
- Фирма DISA выпускает автоматическую формовочную линию безопасной формовки с горизонтальной линией разъема модели 3030А. Формовка осуществляется пескодувно-прессовым способом. Линия имеет четыре потока – два формовочно-заливочных и два охлаждающих.

7. Техническая характеристика линии 3030А;
8. Габарит формы в плане, мм – 560x720;
9. Высота формы, мм – 130...250;
10. Цикловая производительность, форм/ч - 150
11. Давление прессования, МПа (кг/см²) – 1,0 (10);
12. Установленная мощность, кВт – 90.

Автомат формовочный модели ГМ24012 для изготовления песчаных парных безопочных форм с горизонтальным разъемом выпускается Павлоградским заводом литейных машин (Украина).

Техническая характеристика формовочного автомата:

1. Размер формы, мм – 600x500x300...400;
2. Высота полуформы – 150...200;
3. Производительность цикловая, форм/час – 160;
4. Средняя масса отливок, кг – 20;
5. Способ уплотнения – пескодувно-прессовый, с горизонтальным разъемом;
6. Габаритные размеры автомата, мм – 4880x2970x5060;
7. Масса, кг – 13500

2.2. Линии опочные формовочные

2.2.1. Автоматические линии формовки, заливки и выбивки на базе трехпозиционных челночных встряхивающе-прессовых формовочных автоматов с комбинированным уплотнением (массовое и крупносерийное производство).

№ п/п	Наименование линии	Модель	Размер опоки в свету, мм	Высота опоки, мм	Производительность, форм/ч	Мощность, кВт	Масса, т	Завод изготовитель, проектная организация
1	Линия для изготовления отливок массой до 50 кг	Л450	1000x 800	300	180	450	600	СКБ "Тяжелитмаш", завод "Сиблитмаш"
2	То же до 75 кг	Л451	1250x 1000	350	150	700	800	То же
3	То же до 100кг	Л453	1600x 1200	400	120	900	1100	То же
4	Линия на базе двух проходных формовочных автоматов для отливок массой до 50 кг	Л7501	1100x 750	300	240	735	1100	НИИТАвтопром. Завод "Сиблитмаш"

5	Линия на базе четырехпозиционных карусельных встряхивающе-прессовых автоматов с комбинированным уплотнением для отливок массой до 50 кг	Л22843	800x 700	300	100	142	265	ВНИИЛит-маш, завод Литмаш, Иванов-Франковск.
6	Линия на базе двух встряхивающе-прессовых автоматов для отливок массой до 50 кг	Л2301	700x 650	250/200	300	55	210	ГАЗ, г. Н.Новгород ПО КП и ЛАЛ, г Пинск
7	Линия на базе одного встряхивающе-прессового автомата	Л2304	700x 650	250/200	150		180	ГАЗ, ПО КП и ЛАЛ, г. Пинск

2.2.2. Автоматические формовочные линии на базе многопозиционных встряхивающие-прессовых формовочных установок с комбинированным уплотнением и плавающей оснасткой для мелкосерийного и единичного производства.

№ п/п	Наименование линии	Модель	Размер опоки в свету, мм	Высота опоки, мм	Производительность, форм/ч	Мощность, кВт	Масса, т	Завод изготовитель, проектная организация
1	Линия для изготовления отливок массой до 120 кг	Л650	1000x 800	300	120	600	800	Завод "Сиблит-маш"
2	То же до 200кг	Л651	1250x 1000	400	60	700	900	Тот же
3	То же до 320 кг	Л653	1600x 1250	500	40	800	1000	Тот же

ЗАО Литяформ (НИИТАвтопром) разработана гибкая автоматическая импульсно-прессовая формовочная линия третьего поколения. Линия предназначена для изготовления отливок из чугуна и стали в условиях серийного, крупносерийного и массового производств. Изготовление нижней и верхней полуформ осуществляется на четырехпозиционной установке

карусельного типа воздушным импульсом сетевого давления (0,4-0,6 МПа) с последующим нижним прессованием. Линия оснащена электронной системой управления, системой диагностики технологического процесса и работы отдельных узлов оборудования, системой установления индивидуального технологического режима.

Техническая характеристика линии ЗАО "Литаформ"

Размер опоки в свету, мм.....	800x600 и 1100x900
Высота опок, мм.....	200/200 и 350/350
Производительность цикловая, форм/ч.....	180
Время протановки стержней, с.....	42
Время заливки формы металлом, с.....	до 22
Время охлаждения отливки, с.....	1800
Габаритные размеры линии, мм.....	60000x10000x8300

2.2.3. Автоматические формовочные линии зарубежных производителей

№ п/п	Наименование, модель	Габарит опoки в свету, мм	Высота опoки, мм	Прoизводительность,	Максимальная масса отливки, кг	Страна изготовитель, фирма
1	СПО –1100/750	1100x750	300	140	100	США
2	СПО-900/700	900x700	300	160	60	США
3	СПО-800/700	800x700	250	180	40	США
4	Автоматическая линия на базе трехпозиционного встряхивающе-прессового автомата	1100x750	300	240	140	ФРГ, фирма "Кюнкель Вагнер"
5	Автоматические линии моделей 205-245 на базе воздушно-импульсных формовочных машин "Ароматик"	От 600x500 до 2000x1600	От 220 до 500	От 40 до160	До 200	ФРГ, фирма "ДИСА-ВМД"
6	Формовочные воздушно-прессовые линии (СЕЙ-АТСУ)	От 500x400 до 2500x2000	От 200 до 500	От 20 до 250	До 200	ФРГ, фирма "Генрих Вагнер Синто"

Примечание. Техническая характеристика линии фирмы "Генрих Вагнер Синто" зависит от применяемого формовочного агрегата. Фирма предлагает 8 типов формовочных машин.

Формовочная машина HSP – с двухпозиционным поворотным столом для изготовления верхней и нижней полуформ на одной машине, имеющая плоскую прессовую плиту или мембрану. Наполнение формовочной смесью опоки происходит с помощью ленточного транспортера.

Транспортировка опок происходит вручную по рольгангу. Машины выпускаются под размер опок в свету от 500x400 до 1000x800 мм, и соответственно цикловая производительность изменяется от 40 до 15 форм/ч.

Формовочная машина HSP-D отличается от HSP применением дозатора для подачи формовочной смеси в опоку и автоматической транспортировкой опок по рольгангу гидравлическим приводом. Машина выпускается под размер опок от 500x400 до 1250x1000 мм, и соответственно цикловая производительность изменяется от 70 до 20 форм/ч.

Формовочная машина DAFM-S с рольгангом для замены модельной оснастки для поочередного изготовления верхней и нижней полуформ имеет плоскую или многоплунжерную прессовую головку. Заполнение опок осуществляется ленточным транспортером из бункера дозатора. Транспортировка опок осуществляется автоматически на рольганге гидравлическим приводом. Размеры опок – от 1000x800 до 2500x2000 мм при производительности цикловой от 50 до 10 форм/ч соответственно.

Формовочная машина DAFM-SD отличается от предыдущей наличием двухпозиционного поворотного стола для изготовления верхней и нижней полуформ, что значительно увеличивает ее производительность. Машина выпускается с габаритом опок в свету от 500x400 до 1250x1000 мм и соответственно с цикловой производительностью от 100 до 50 форм/ч.

Формовочный автомат EFA-S с рольгангом и челночным механизмом для замены модельных плит и поочередного изготовления верхней и нижней полуформ многоплунжерной головкой. Наполнение опоки формовочной смесью происходит внутри машины через бункер-дозатор. Транспортировка опок осуществляется автоматически на рольганге от гидравлического привода. Размер опок в свету – от 1000x800 до 2500x2000 мм. Цикловая производительность – от 60 до 20 форм/ч соответственно.

Формовочный автомат EFA-SD отличается от предыдущего наличием двухпозиционного поворотного стола для изготовления верхней и нижней полуформ. Габаритный размер опоки в свету - от 500x400 до 1600x1250 мм, при этом цикловая производительность составляет от 140 до 80 форм/ч соответственно.

Формовочный автомат ZFA-S представляет из себя сдвоенный автомат EFA-S, что позволяет одновременно изготавливать верхнюю и нижнюю полуформы. Габариты опок в свету – от 500x400 мм до 1250x1000 мм и соответственно производительность автомата составляет от 250 до 160 форм/ч.

Формовочный автомат ZFA-SD является сдвоенным автоматом EFA-SD с теми же характеристиками, что и формовочный автомат ZFA-S.

2.2.4. Формовочные модули

№ п/п	Модель	Габарит опоки в свету, мм	Высота опоки, мм	Производительность форм/ч	Масса отливки, кг	Габаритные размеры линии, мм	Масса модуля, кг
1	AM 22853	800x700	300	100	До 55	23340x8800x4360	82500
2	CM203H10	630x500	175	75	До 20	7100x6290x3835	36000
3	AM 20320	900x600	300	150	До 40	16260x10550x4795	110000
4*	Модуль широкозахватной пескометной формовки ЛП100	780x700	120	100	30	6650x5650x3800	25600
5*	Модуль импульсной формовки Л23813	800x700	200...400	128		17440x7320x4445	48800
6*	То же, модели Л23815	1000x800	200...400	123		17440x7320x4445	50500

Примечание. *) Модули формовочные изготавливает завод литейных машин, г.Павлоград (Украина), разработчик НИИПТмаш, г. Краматорск (Украина).

3. Оборудование для изготовления стержней

3.1. Машины стержневые пескодувные однопозиционные для изготовления стержней в нагреваемой оснастке

Модель	Основные параметры							
	Наибольший объем стержня, дм ³	Емкость резервуара, дм ³	Наибольшие габаритные размеры стержневого ящика, см	Продолжительность цикла, с	Мощность, кВт	Габарит стержневой машины, см	Расход, м ³ /ч, воздух/газ	Масса, т
232A21A1	2,5	4,0	40x20x32	15	22,0	335x185x237	37,5/электронагрев	3,05
23225A1A	10	16	90x26x35	30	1,0	280x280x270	180-240/10-12	4,7
23223A2A	4	6,3	58x48x18	28	0,9	359x254x293	154-192/6-8	4,37
23225A2	10	16	80x63x45	30	26,0	290x376x392	96-120/8-10	5,8

23227A2A	25,0	40,0	108x78x29	35	33,0	467x372x395	160-200/10-15	11,5
23229A2	63	100,0	160x100x60	44	-	-	-	-

3.2. Стержневые пескодувные однопозиционные машины для изготовления стержней, отверждаемых в оснастке газообразными катализаторами: Амин, SO₂, CO₂, Фирма Лемпе

Тип машины	Объем стержня, л	Габарит стержневого ящика, см. *)	Машинный цикл, с	Расход воздуха, м ³ /ч	Мощность, кВт	Габаритные размеры машины, см
L-5	5,0	18/35,5x35x40	10,0	4,0	6,5	180x187x203
L-10	10,0	35/65x50x45	14,0	5,0	6,5	245x216x203
L-20	20,0	40/79x75x63	20,0	7,0	9,1	310x280x203
L-40	40,0	65/119x100x90	28,0	15,0	12,6	400x339x242
L-65	65,0	65/119x100x90	28,0	10,0	12,6	400x339x225
L-100	100,0	90/179x130x103	40,0	12,0	13,5	500x450x263
L-250	250,0	300x120x105	45,0	18,0	20,0	-

Примечание. *) В числителе – габариты при вертикальном разьеме стержневого ящика, в знаменателе – при горизонтальном.

3.3. Автоматизированные стержневые линии на базе смесителя непрерывного действия с применением ХТС для изготовления стержней в серийном производстве

Модель	Наибольший объем стержня, дм ³	Основные параметры				
		Наибольший размер стержневого ящика, мм	Производительность, съемов/ч	Мощность, кВт	Габаритные размеры линии, м	Масса, т
Л16Х	10	630x500x450	60	43	20,8x4,22x3,64	40
Л40Х	25	800x630x560	50	46	23x4,6x3,64	44,5
Л100Х	63	1000x800x560	40	48	16x6,06x3,3	50
Л250Х	160	1250x1000x750	20	90	17,7x13,2x3,26	59
Л600Х	400	1600x1250x750	10	155	54x15x4,225	140

Примечание. Состав базовых линий: смеситель непрерывного действия для приготовления ХТС, стол вибрационный, машина стержневая поворотной-вытяжная, система роликовых конвейеров, укладчик плит для модели Л600Х, конвейер пластинчатый для модели Л600Х.

4. Оборудование для приготовления формовочных и стержневых смесей

4.1. Смесители литейные чашечные периодического действия с вертикально вращающимися катками

Модель	Основные параметры							
	Объем замеса при насыпном весе 1,2 т/м ³ при прочности смеси на сжатие кгс/см ²		Продолжительность цикла/мин	Производительность, м ³ /ч	Объем отсасываемого воздуха, м ³ /ч	Мощность, кВт	Габарит, м	Масса, т
	≤ 0,7	> 0,7						
15111	0,4	0,25	2-10	12-1,5	2800	15,0	1,7x1,6x2,45	2,6
15102	0,5	0,4	2-10	15-2,4	3000	22,0	2,6x2,0x2,65	6,0
15112	0,5	0,4	2-10	15-3,3	3000	22,0	2,6x2,0x2,65	5,6
15104М	1,1	0,8	2-10	30-4,8	6000	53,0	3,7x3,6x5,3	9,8
15107	2,0	1,6	2-10	60-9,6	6000	110	4,8x4,3x3,3	17,0
15108	3,7	3,0	2-10	110-60	9000	160	5,5x4,8x6,3	23,0

Примечание. Смесители поставляются в комплекте с дозирующими устройствами для отработанной смеси, песка, двух пылевидных компонентов и воды.

4.2. Смесители литейные чашечные периодического действия центробежные с горизонтально вращающимися катками

Модель	Основные параметры							
	Объем замеса при насыпном весе 1,2 т/м ³ при прочности смеси на сжатие кгс/см ²		Производительность, м ³ /ч, при цикле 2-10 мин	Внутренние размеры чаши, мм: диаметр/высота	Объем отсасываемого воздуха, м ³ /ч	Мощность, кВт	Габарит, м	Масса, т
	≤ 0,7	> 0,7						
15326М	1,0	0,8	30-12	2000/664	4000	125,0	5,1x4,6x6,3	14,9
15328	1,6	1,2	96-18	2500/685	25200	167,5	6,3x4,9x6,7	18,6

4.3. Смесители литейные чашечные непрерывного действия сдвоенные с вертикально вращающимися катками

Модель	Основные параметры							
	Объем замеса при насыпном весе 1,2 т/м ³ при прочности смеси на сжатие кгс/см ²		Производительность, м ³ /ч, при перемешивании 2...4 мин	Внутренние размеры чаши, мм: диаметр/высота	Объем отсасывающего воздуха, м ³ /ч	Мощность, кВт	Габарит, м	Масса, т
	≤ 0,7	> 0,7						
15204	1,0x2	0,8x2	60..30	2016/983	12000	75	13x3,05x7,4	19,0
15207	2,0x2	1,6x2	120..60	2540/1200	12000	160	18,3x4,9x7,0	32,0
15208А	3,7x2	3,0x2	220.. 110	3024/1057	18000	260	20,7x5,9x9,1	55,0
15208	3,7x2	3,0x2	240.. 120	3024/1404	18000	400	20,7x5,4x6,8	55,0

Примечание. Смесители поставляются в комплекте с дозирующими устройствами для отработанной смеси, песка, двух пылевидных компонентов и воды.

4.4. Смесители литейные чашечные с вихревой головкой

Тип смесителя	Производительность при цикле 90..120с, Т/час	Объем замеса, м ³	Размер чаши, мм, диаметр/высота	Количество вихревых головок.	Габаритные размеры, м	Масс, кг
Л412М	60...45	1,25	2010/785	1	3,09x6,61x2,69	7200
СМ1000	50...40	0,85	2160/800	2	3,95x3,52/3,05	
СМ3500	162..130	3,0	3220/1070	2	5,12x4,0x4,8	

4.5. Смесители периодического действия фирмы ЛЕМПЕ для приготовления стержневой смеси

Тип смесителя	Производительность, кг/ч	Объем дозатора песка, л	Давление воздуха, МПа	Мощность кВт	Габаритные размеры, мм
L1.5	1500	30	0.6	4.0	2300x1500x2135
L3.0	3000	50	0.6	5.5	2300x1500x2135
L4.2	4200	75	0.6	7.5	2800x1600x2400

4.6. Состав базовых комплексов технологического оборудования для автоматизированных систем смесеприготовления

Комплексы для получения единой формовочной смеси					Комплексы для получения наполнительной и облицовочной формовочных смесей			
Модель	Производительность, м ³ /ч	Смесители			Модель	Производительность, м ³ /ч	Бегуны	
		Бегуны непрерывного действия	Бегуны периодического действия	Центробежные смесители			Непрерывного действия	Периодического действия
К16П	16	-	15104-3ед.	-	К16П-А	16	-	15104-3 ед.
К25Н	25	15202-4ед.	-	-	К25НП-А	25	25204	15104-2 ед.
К25П	25	-	15104-4ед., или 15326-2 ед.	-	К25П-А	25	-	15104-4 ед.
К40Н	40	15204-3 ед.	-	-	К40НП-А	40	15207	15107-2 ед.
К40П	40	-	15107-4 ед. или 15326-3 ед.	-	К40П-А	40	-	15107-3 ед.
К63Н	63	15204-4 ед.	-	-	К63НП-А	63	15208А	15108-2ед.
К63П	63	-	15108-3 ед. или 15326-4 ед.	-	К100НП-А	100	15208А	15108-3 ед.
К100Н	100	15207-4 ед.	-	-	К100П-А	100	-	15108-4 ед.
К100П	100	-	15108-4 ед. или 15328-4 ед.	-	К160НП-А	160	15208	15108-3ед.
К160Н	160	15208А-5 ед.	-	-	К160П-А	160		15108-5 ед.
К160П	160	-	15108-6 ед. или 15328-6 ед.					
К240Н	240	15208-4 ед.	-	-				
К400Н	400	15208-6 ед.	-	-				

Примечание: 1. Обозначения: Н – смеситель непрерывного действия; П – смеситель периодического действия; А – комплекс для наполнительной и облицовочной смеси.

2. В состав комплекса входит следующее оборудование: охладители смешивающие моделей 11311 – 11315; аэраторы отработанной смеси моделей 16132 – 16415; аэраторы готовой смеси моделей 16142 – 16146; сита грубой и тонкой очистки моделей 175M1 – 178M1 или 13512 – 13515; железоотделители шкивные моделей Ш-65-63 – Ш40-100 и подвесные саморазгружающиеся моделей 27997 и ПС-120.

5. Оборудование для очистки отливок

5.1. Барабаны дробеметные периодического действия

Техническая характеристика	Модель дробеметного барабана				
	42203	42233	42236	42246	42237
Объем загрузки, м ³	0,3	0,3	1,2	1,2	2,0
Наибольшая масса загрузки, кг	600	800	3000	3000	5000
Наибольшая масса отливки, кг	40	100	500	400	1000
Наибольший размер по диагонали отливки, мм	450	700	700	700	1000
Производительность по чугуно, т/час*	4,6	2,0/5,2	5,4/10,5	13,0	8/18,5
Мощность электродвигателей, кВт	21,5	36,4	85,0	61,7	126,0
Габаритные размеры барабана, мм					
длина	4700	4900	6000	5300	9000
ширина	4370	4200	7000	5800	8000
высота общая	5700	4750	6000	7405	7500
высота над уровнем пола	5700	4750	6000	7405	6700
Масса барабана, т	10,7	17,0	32,5	29,0	74,0
Объем отсасываемого воздуха, м ³ /час	10300	12400	18200	13000	20000

Примечание. *) Числитель – показатель при выбивке стержней и очистке отливок, знаменатель – только при очистке отливок.

5.2. Барабаны очистные дробеметные непрерывного действия

Техническая характеристика	Модель барабана	
	42322M	42434
Производительность по чугуно, т/час	7,3	16,0
Масса отливки, кг	25,0	80,0
Максимальный габарит отливки по диагонали, мм	700	800
Объем отсасываемого воздуха, м ³ /час	17000	22000
Мощность электродвигателей, кВт	65,0	166,0
Габаритные размеры барабана, мм:		
длина	7600	9000
ширина	4500	7000
высота общая	7100	8000
высота над уровнем пола	7100	7000
Масса барабана, т	29,0	70,0

5.3. Камеры очистные дробебетные непрерывного действия с подвесками

Техническая характеристика	Модель барабана			
	42732	42733	43734	42735
Грузоподъемность подвески, кг	160	315	630	1250
Габаритные размеры отливки, мм: диаметр/высота	600/1100	800/1400	1000/1700	1200/2000
Шаг подвески, мм	1280	960	1280	1600
Производительность по чугуно при очистке, т/час	12,5	18,5	21,6	22,7
Производительность при очистке и выбивке, т/час	8,0	11,0	12,6	13,9
Объем отсасываемого воздуха, м ³ /час	22000	59000	59000	59000
Мощность электродвигателей, кВт	95,0	300,0	300,0	300,0
Габаритные размеры камеры, м, длина/ширина/высота общая	12x8,5x7,2	15,25x12x8,4	15,25x12x8,4	15,25x12x8,4
Высота над уровнем пола, м	4,9	6,0	6,0	6,0
Масса камеры, кг	40,0	94,0	95,0	96,0

5.4. Барабаны галтовочные для очистки отливок

5.4.1. Барабан очистной, галтовочный периодического действия модели – 41114:

- объем загрузки, м³ – 0,8
- наибольшая масса загрузки (без звездочек), кг – 1800;
- наибольшая масса отливки, кг – 40;
- внутренние размеры барабана, мм – ф900x1400;
- производительность по чугуно, т/час – 2,4;
- продолжительность цикла, мин – 45;
- мощность, кВт – 9,9;

5.4.2. Барабан очистной, галтовочный непрерывного действия модели 41212:

- производительность по чугуно, т/час – 5,0 – 7,0;
- наибольшая масса очищаемой отливки, кг – 40;
- наибольший размер отливки по диагонали, мм – 700;
- объем отсасываемого воздуха, м³/час – 7800;
- габаритные размеры, мм – 7648x2528x2440;
- масса барабана, кг – 15210.

5.5. Дробетные столы для очистки отливок

5.5.1. Дробетные столы периодического действия

Техническая характеристика	Модель стола	
	352	353
Производительность, т/час	4,0	7,0
Максимальная масса очищаемой отливки, кг	300	400
Диаметр стола, мм	2500	3200
Диаметр тарелок, мм	900	1300
Число тарелок	3	3
Количество дробетных аппаратов	2	2
Установленная мощность, кВт	22,5	33,5
Масса, т	10	10

5.5.2. Дробетные столы непрерывного действия

Техническая характеристика	Модель стола	
	345	347
Производительность, т/час	1,2	6,0
Максимальная масса очищаемой отливки, кг	150	300
Диаметр стола, мм	1600	2500
Количество дробетных аппаратов	1	2
Установленная мощность, кВт	15,4	29,4
Масса, т	3,3	5,7

6. Оборудование для зачистки отливок

6.1. Автоматическое оборудование

Параметры	Модель автомата и значение параметров									
	4590	4606	4579	4626	4614	4625	4680	4580	4594	4608
Производительность, отл/час	2000	2500	2000	250-350	175-300	300	1200	500-700	150-300	20-50
Размеры отливки, мм	20x15x10	40x25x25	70x15x15	150x100x100	500x140x220	200	φ20x15	φ60x15	φ170	50x50x50
	70x50x50	200x70x100	400x200x250	500x300x350	630x200x250	500	φ70x60	φ180x160	φ350	300x300x300
Масса отливки, кг	0,5	2,5	15	25	20	50	1	10	30	20
Типоразмер абразивного круга	ПП 600x75x305	ПН 508x102x406	ПН 508	ПН 608x95x305	ПН 508x102x406	ПН 608x95x406	ПН 300x63x127	ПН 600x75x305	ПН 600	ПП 760x76x305
Мощность, кВт	11,2	48,9	48,9	80,3	50,3	75	13	20,7	25,4	15,5
Число шлифовальных головок	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1
Размеры оборудования, мм	1820	3200	3250	5135	5870	5310	1120	2500	1400	1190
	1300	2665	2665	3340	3770	3476	1420	1420	2720	1100
	2700	1940	1750	2020	2820	3860	1800	1760	2300	1400
Масса, кг	2700	5300	4700	8900	7234	16 т	2090	3160	4680	969

6.2. Универсальное обдирочно-шлифовальное оборудование

Наименование оборудования	Размер шлифовального круга, мм	Число оборотов круга, об/мин	Мощность привода, кВт	Габаритные размеры, длина/ширина/высота, м	Назначение
Стационарный станок мод. 3М634	400x40	1420	2,8	0,9x0,6x1,2	Мелкие отливки
Стационарный станок мод. 3М636	600x75	955/1420	7,0	1,3x0,8x1,4	Отливки до 30 кг
Стационарный станок мод. МЗ-11В	600x100	1430-2150	5,5x2	1,7x1,7x1,51	Мелкие отливки
Стационарные станки мод.МЗ-14Л, и МЗ-14П	500x50	2480-3550	4,0	1,2x1,0x1,28	Мелкие отливки
Подвесной станок модели 3374К	400x40	1910	4,5	2,6x0,6x0,7	Крупные отливки
Высокочастотная заточная машинка, мод. 347	125	11600	1,6	Длина 0,542	
Станок с гибким валом	200x25	2200	2,8	0,6x0,6x0,8	

Производительность станков зависит от массы отливок, характеристики шлифовального круга и требуемой чистоты поверхности. Нормальная производительность стационарных шлифовальных станков составляет 0,75-1,5 тонны в смену на один круг. Производительность подвесного станка мод. 3374К зависит от массы отливки:

Масса отливки, кг	25-50	51-100	101-500	501-2000
Производительность, кг/ч, мод.3374К	300-400	500-650	700-1000	1100-1500

7. Оборудование для грунтовки отливок

7.1. Типовые участки грунтовки отливок

Масса отливки, кг	Производительность		Транспортные средства	Метод грунтовки		
	т/год	т/ч				
<20	1800-5400	0,4-1,4	Подвесной конвейер	Струйный облив		
	2200-8000	0,6-2,1				
20 - 100	2200-6600	0,6-1,6		Подвесной конвейер с вращающимися подвесками	Распылительная конвейерная камера	
	2800-10000	0,7-2,6				
100 - 500	3200-4800	0,9-1,2	Шагающий конвейер			Распылительная проходная камера
	4200-7000	1,1-1,8				
500 - 1000	7000-10500	1,8-2,7			Мостовой кран	Стенд двойной с нижним отсосом
	2800-4200	0,7-1,1				
	3800-6000	0,9-1,6				
500 - 2000	6000-9500	1,6-2,5				
500 - 2000	16000-23000	6,0				
> 2000	27000-36000	7,0-10,0				

7.2. Оборудование типовых участков грунтовки отливок

Параметры	Отливки	
	Мелкие	Крупные
Моечные машины		
Максимальные размеры отливок, мм	425x315x250	1700x850x700
Максимальная масса отливок, кг	20	1200
Производительность, отливок/мин	70	15
Продолжительность промывки отливок, мин	10	-
Температура моющей жидкости, °С	90	90
Емкость ванны, м ³	3,3	5,0
Скорость подвесного конвейера, м/мин	0,65	0,6
Мощность электродвигателей, кВт	11,4	14,1
Проходные окрасочные камеры		
Максимальные размеры отливок, мм	370x360x250	1200x2300x1100
Количество отсасываемого воздуха, м ³ /ч	8000	25400
Расход воды, л/ч	182	1100
Скорость воздуха в краскоуловителе, м/с	1,1	1,1
Мощность двигателей, кВт	4,7	19,0
Сушильная проходная камера с конвейером		
Максимальные размеры отливок, мм	2700x800x500	
Температура сушки, °С	90	
Производительность камеры, т/ч	28	
Установленная мощность, кВт	10,2	

8. Оборудование для термической обработки отливок

8.1. Техническая характеристика агрегата для нормализации стальных отливок

- Производительность, кг/час 4000
- Рабочая температура, °С 980
- Топливо природный газ
- Расход топлива, м³/час 280
- Габариты поддона в плане, мм 910x580
- Число поддонов в печи на одной линии 23
- Число линий 2
- Система привода механизмов гидравлическая
- Габаритные размеры печи в плане, мм 13690x3660
- Масса агрегата, кг 144121

8.2. Техническая характеристика агрегата для термической обработки отливок из высокопрочного чугуна

- Тип печи четырехрядная проходная
- Количество коробов в печи 172
- Максимальная масса отливок в коробе, кг 600
- Интервал толкания короба в печь, мин 9,6
- Продолжительность отжига, час 27,5

- Топливо.....природный газ
- Расход природного газа, м³/час 630
- Расход азотного газа на печь, м³/час..... 170

8.3. Техническая характеристика двухрядной печи для нагрева отливок под заварку

Размер пода печи, мм.....	6000x2590
Производительность печи, кг/час.....	1300
Продолжительность нагрева под заварку, час.....	1,5-2,0
Температура нагрева под заварку, °С.....	700
Температурный режим отжига, °С.....	за 2 часа 700 – 170
Расход природного газа, м ³ /час.....	60
Габаритные размеры, мм.....	10500x4000x5000
Общая масса печи, кг.....	52925

IV. Строительно-планировочные решения

1. Нормы размеров цехового проезда и расстояния между оборудованием при различных транспортных средствах, м

Расположение зон обслуживания оборудования по отношению к проезду	Направление движения транспорта.	Размер проезда и расстояния между оборудованием	Максимальный размер груза или тары с грузом, м												Автомобил. грузоподъемность, т.	
			Электрокары			Электропогрузчики			Кран-балка		Электротележки по рельсовым путям					
			0.8	1.5	2.0	0.8	1.5	2.0	1.5	3.0	1.5	2.2	2.6	1.0		
Отсутствие зон	Одностороннее	Проезд	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	4,0	2,5	4,0	2,5	3,5	4,0	-	-	
		Между оборудованием	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5	4,5	3,0	4,5	3,0	4,0	4,7	-	-	
	Двухстороннее	Проезд	3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	5,0	-	-	-	-	-	4,5	5,5	
		Между оборудованием	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,5	-	-	-	-	-	5,0	6,0	
Зона с одной стороны	Одностороннее	Проезд	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	4,0	2,5	4,0	-	-	-	-	-	
		Между оборудованием	3,3	3,8	4,8	3,8	4,3	5,3	3,8	5,3	-	-	-	-	-	
Зона с двух сторон	Одностороннее	Проезд	2,	2,5	3,0	2,5	3,0	4,0	2,5	4,0	-	-	-	-	-	
		Между оборудованием	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	6,0	4,5	6,0	-	-	-	-	-	

Примечание: Высоту проемов для проездов следует устанавливать с учетом максимального размера транспортных грузов и ряда высот согласно требованиям ГОСТ (в остальных случаях допускается снижение высоты проезда до 2,3 м при соответствующем обосновании).

2. Расчетные нагрузки на полы и перекрытия, материалы полов

Отделения и участки цеха	Расчетная нагрузка, т/м ² , при максимальной массе отливок, кг			Варианты материала полов
	<1000	≤ 5000	> 5000	
Плавильное отделение	3-4	8-10	10-15	IV, V, VI
Формовочное отделение	3-4	5-6	10-15	I, II, VI
Участок заливки на конвейере	3-4	5-6	-	IV
Выбивное отделение	3-4	5-6	10-15	I, II, VI
Стержневое отделение	2-3	2-3	3-4	I, II, VI
Смесеприготовительное отделение	3-4	3-4	3-4	I, II, III
Обрубное отделение	3-4	5-6	10-15	I, VI
Склад шихты	5	5	5	I, V
Ж/д путь, проезды	5	5	5	VI, VII

Примечание: 1. Типы материала полов: I – бетонные плиты с железобетонным покрытием; II – плиты из высокопрочного бетона, изготовленные методом прессования; III – сборные железобетонные плиты; IV – плиты из жаростойкого бетона; V – стальные рифленые плиты толщиной 8 мм с анкерами; VI – стальные перфорированные плиты толщиной 1,5-3 мм; VII – брусчатка.

2. Предельная нагрузка на междуэтажное перекрытие второго этажа – 5 тс/м².

3. Строительные элементы здания литейного цеха

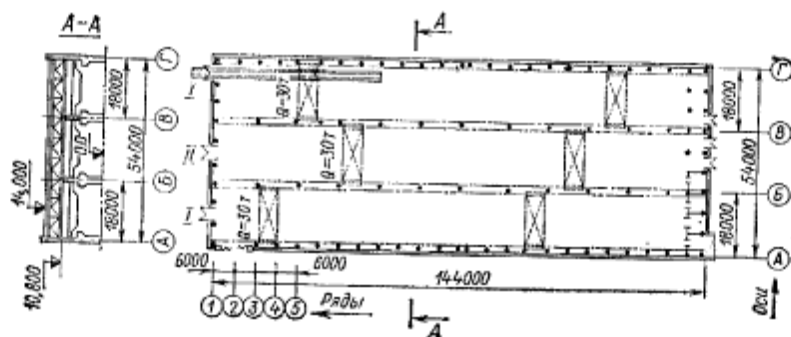


Рис. 3.1. Схема плана продольных пролетов (сетка колонн 18x6 и 18x12); через 72 метра по длине пролета – температурный шов: I – крайние пролеты; II – средний пролет.

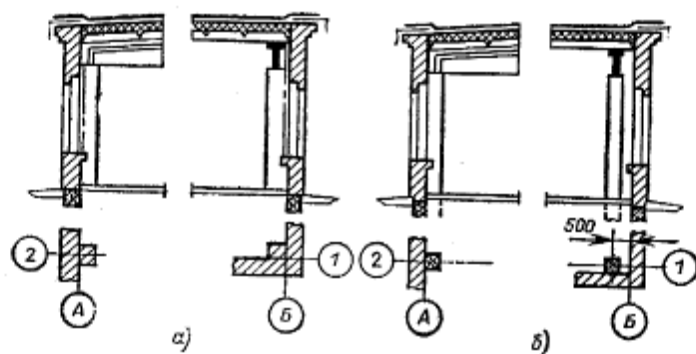


Рис.3.2. Привязка элементов здания к разбивочным осям бескрановых зданий: а – несущие стены с тяжестрами, нулевая привязка внутренней грани стены; б – нулевая привязка со смещением осей торцевых ферм на 500 мм.

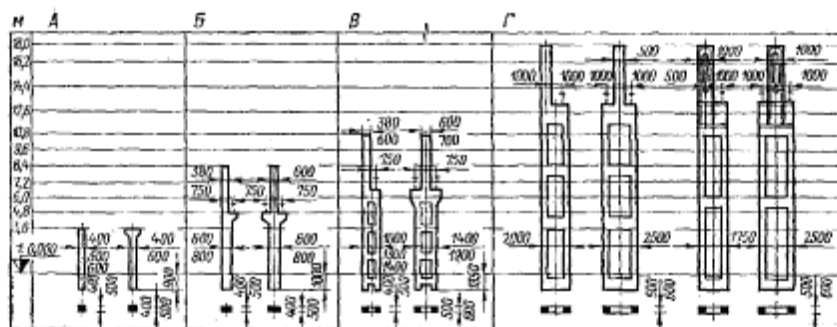


Рис. 3.3. Типовые унифицированные сборные железобетонные колонны (кратно 1,2 м; свыше 10,6 м – кратно 1,8 м). А – колонны для бескрановых пролетов; Б – для кранов грузоподъемностью 10 и 20 т; В – для кранов грузоподъемностью 10, 20, 30, 50 т; Г – колонны специального назначения для кранов с тяжелым режимом работы.

Устройства и схемы	Размеры, м	Варианты установки на кровле
Светоотражающие: фонаря 	6×12 12×12 12×18,24 и более	
шеды 	6×12; 18; 24 и более	
Светопрозрачные: фонаря 	1,2×1,2	
плафоны 	6×1,5 6×3 12×3	

Рис.3.4. Типы светопрозрачных устройств на кровле цеха

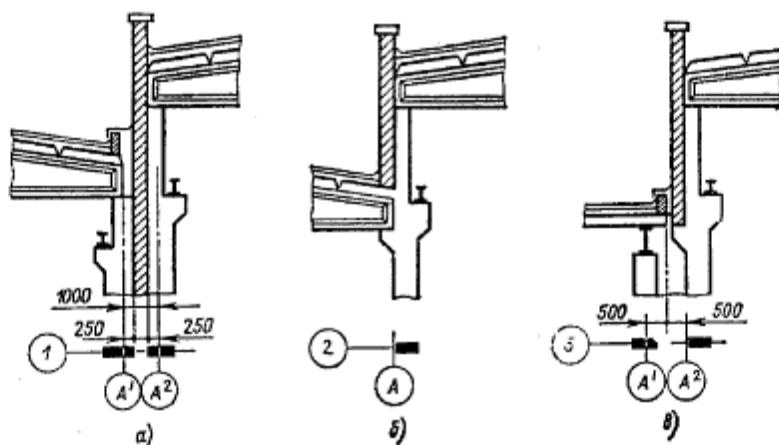


Рис. 3.5. Примыкание пролетов различных высот здания цеха: параллельные пролеты: а – перепад совмещения с температурным швом; б – перепад без температурного шва, нулевая привязка оси; взаимно перпендикулярные пролеты: в – перепад высот, температурный шов обязателен.

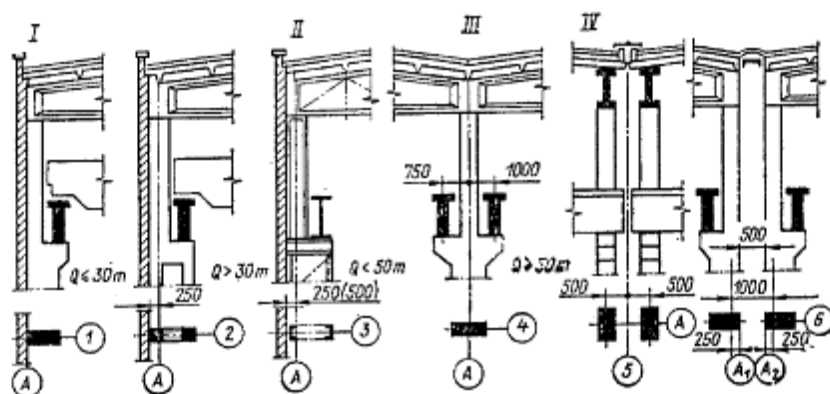


Рис. 3.6. Привязка элементов зданий к разбивочным осям зданий, оборудованных кранами: I – железобетонные колонны с шагом 6 и 12 м; II – стальные колонны; III – средние ряды колонн; IV – температурные швы; продольные оси обозначены буквами, поперечные оси (ряды) – цифрами.

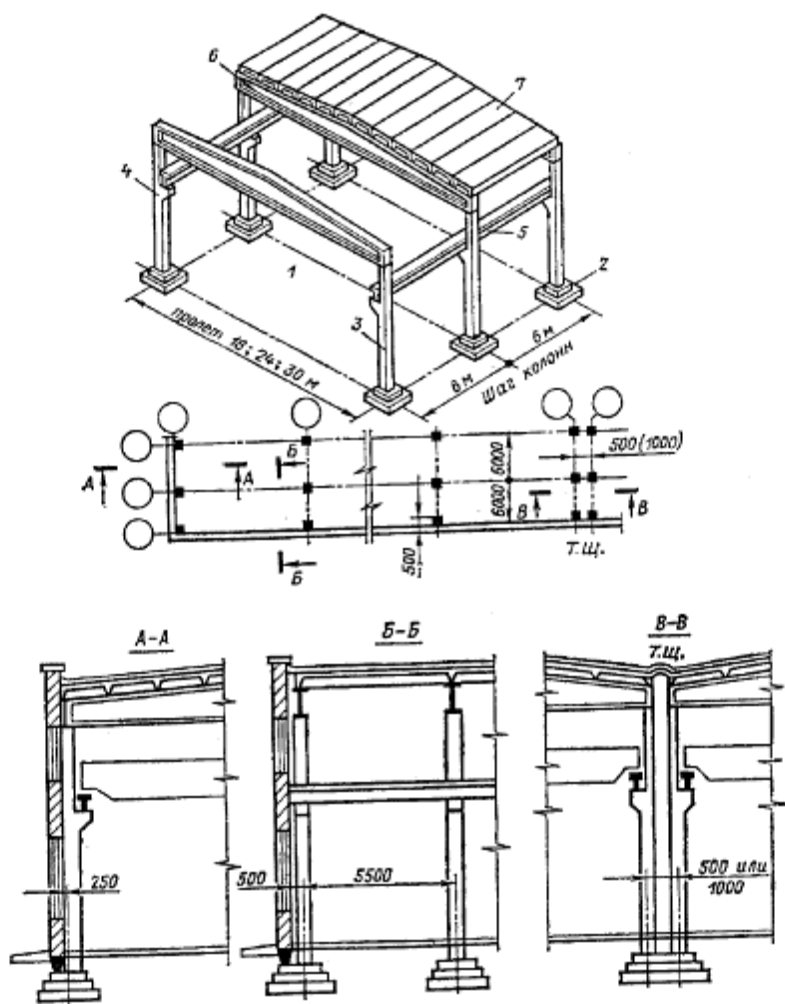


Рис. 3.7. Конструктивная схема производственного здания, оборудованного кранами: 1 – разбивочные оси; 2 – сборные железобетонные фундаменты; 3 – сборные железобетонные колонны; 4 – консоли колонн; 5 – подкрановые балки; 6 – стропильные балки; 7 – плиты покрытий.

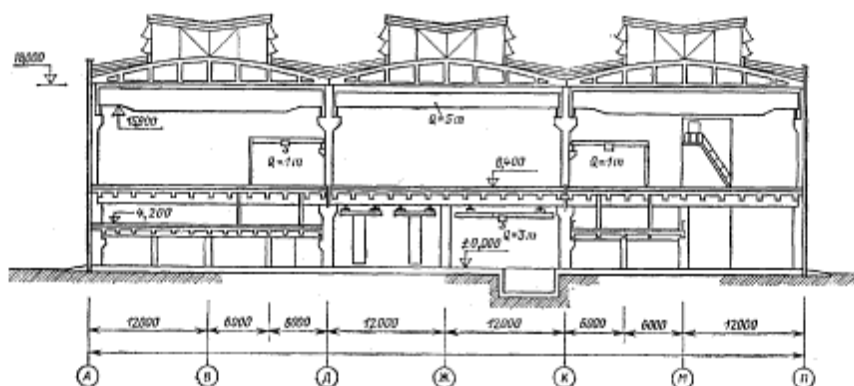


Рис. 3.8. Разрез двухэтажного литейного цеха, выполненного из сборного железобетона. Пол второго этажа – на отметке 8400 мм. Промежуточные площадки для размещения конвейеров охлаждения отливок на отметке 4200 мм. Здание перекрыто сборными железобетонными безраскосными фермами, на кровле – светоаэрационные фонари.

Список литературы

1. Основы проектирования литейных цехов и заводов. / Под ред. Б.В.Кнорре. – М.: Машиностроение, 1979.
2. Литейные цехи и склады шихтовых и формовочных материалов. ОНТП 07-086. – М.: Минавтопрм, 1986.
3. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. – М.: Машиностроение, 1985.
4. Шуляк В.С. Автоматические комплексы в литейном производстве: Курс лекций, прочитанный в МГИУ. – М., 2001.
5. Шуляк В.С. Проектирование литейных цехов: Курс лекций, прочитанный в МГИУ. – М., 2001.

При составлении учебного пособия использовались также следующие материалы:

1. Учебное пособие по выполнению дипломного проекта с применением ЭВМ / Под ред. Г.Ф. Баландина. – М.: Издательство МВТУ им. Баумана, 1985.
2. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 0502. / Сост. Е.А. Резчиков – М.: Издательство Завода-вуза при ЗиЛе, 1986.
3. Проектирование литейных цехов: Учебное пособие / Под ред. В.П. Соловьева. – М.: МИСиС, 1989.
4. Методические указания по выполнению дипломного проекта для специальности "Машины и технология литейного производства". – М.: Издательство Волгоградского политехнического института, 1973.
5. Резчиков Е.А. Проектирование литейных заводов и цехов: Учебное пособие. – М.: Издательство Завода-вуза при ЗиЛе, 1986.
6. Фоченков Б.А., Благодрахов Б.П., Мешков В.П. Оборудование литейных цехов массового и серийного производства для изготовления отливок из чугуна в песчано-глинистых формах: Справочный материал для дипломного проектирования по специальности 1203 "Машины и технология литейного производства", – М.: МАМИ, 2000.

V. Приложение

1. Плавильное оборудование

1.1. Нормы размеров пролетов, грузоподъемных средств плавильных участков, оборудованных индукционными тигельными электропечами промышленной частоты, и расстояний между ними приведены в таблице согласно рис. 5.1.

Тип печи	Расстояние между осями печи, А	Высота от отметки пола этажа, на котором установлена печь, м			Размер пролета, м		Грузоподъемность крана, т	
		Уровня рабочей площадки, В ₁	Крайнего верхнего положения печи, В ₂	Головки подкранового рельса, В	Ширина, Ш	Шаг колонн	Перефутеровка печи на специальном стенде	Перефутеровка печи на рабочей площадке
Для плавки чугуна								
ИЧТ-1	5,0	1,5	3,4	8,15	18; 24	6; 12	5	5
ИЧТ-2	6,0	1,5	3,7	8,15	18; 24	6; 12	10	5
ИЧТ-6	6,0	1,5	4,5	9,65	24	6; 12	16	10
ИЧТ-10	6,0	1,5	5,0	9,65; 11,45	24; 30	12	30	20
ИЧТ-21,5	12,0	1,5; 3,0	5,0; 6,5	11,45; 12,65	24; 30	12	50	30
ИЧТ-31	12,0	1,5; 3,0	5,3; 6,8	11,65; 12,65	24; 30	12	50	50
ИЧТ-60	12,0	1,5; 3,0	5,9; 7,4	11,45; 12,65	24; 30	12	-	50
Для плавки цветных сплавов.								
ИАТ-0,4	4,5	1,8	4,0	9,60	18; 24	6; 12	5	3
ИАТ-1/0,4	4,5	1,8	4,2	9,60	18; 24	6; 12	5	3
ИАТ-1/0,6	5,0	2,0	4,2	8,15	18; 24	6; 12	10	5
ИЛТ-2,5	5,0	2,0	5,1	8,15	18; 24	6; 12	10	5
ИАТ-2,5	6,0	2,0	5,4	9,65	18; 24	6; 12	10	5
ИАТ-6	6,0	2,0	6,1	9,65	24	6; 12	16	10

Примечание: 1. Грузоподъемность кранового оборудования в таблице приведена по массе транспортируемого при ремонте печи узла (съёмный корпус с индуктором и магнитопроводом) и должна определяться с учетом массы разливочных ковшей с металлом; масса разливочных ковшей определяется по условиям работы цеха. Допускается применение двух мостовых кранов меньшей грузоподъемности для перемещения съёмного корпуса.

2. Ширина пролета, равная 30 метров, допускается только при соответствующем обособлении.

3. Размеры, приведенные в таблице, следует уточнять при рабочем проектировании по паспортным данным заводов-изготовителей.

4. Высота до головки подкранового рельса может быть изменена в зависимости от устройства для загрузки печей и отбора жидкого металла.
5. Размер 9,6 – до низа конструкции перекрытия.
6. При проектировании допускается применять другие схемы компоновки печей.

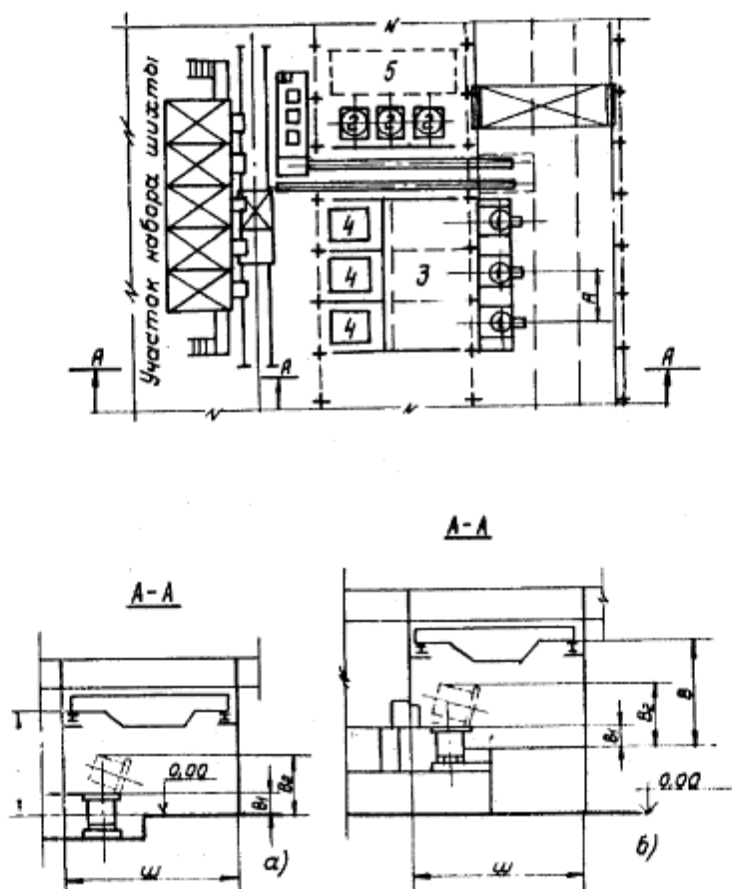


Рис.5.1. Схема установки индукционной тигельной печи промышленной частоты: 1 – индукционная тигельная электропечь ИЧТ; 2 – установка подгрева шихты; 3 – помещение конденсаторных батарей; 4 – трансформаторная подстанция; 5 – установка газоочистки; а – одноэтажное здание; б – двухэтажное здание.

1.2. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности кранов плавильных участков литейных цехов, оборудованных индукционными тигельными печами повышенной частоты в соответствии со схемой установки печей, приведенной на рис. 5.2.

Тип печи	Размер пролета в м.						
	Ширина (Ш)	Высота уровня рабочей площадки (В ₁)	Высота от отметки пола на котором установлена печь		Расстояние между осями индукционных печей (А)	Расстояние от печи до стены машинного зала (С)	Грузоподъемность кранового оборудования, т
			До низа перекрытия (В ₂)	До головки подкранового пути (В ₃)			
ИСТ-0,06	12; 18	-	10,8	8,15	2,5	3,00	1,0
ИСТ-0,16	18; 24	0,5	10,8	8,15	2,5	3,00	1,0
ИСТ-0,25	18; 24	0,5	10,8	8,15	3,5	3,00	1,0
ИСТ-0,40	18; 24	0,9	10,8	8,15	5,0	3,50	1,0
ИСТ-1,00	18; 24	2,0	10,8	8,15	5,5	4,25	5,0
ИСТ-2,50	18; 24	2,5	10,8	8,15	7,5	4,75	10,0
ИСТ-6,00	24; 30	3,4	12,0	9,35	12,0	6,00	16,0

Примечание. 1. Вместимость разливочных ковшей и кранового оборудования следует выбирать в соответствии с техническими требованиями заливки и конкретными условиями проектируемого цеха.

2. Высоту головки подкранового рельса следует уточнять в зависимости от системы механизации загрузки электропечей, необходимость устройств и глубину приямка следует принимать в соответствии с технологическими требованиями заливки. Отметку пола второго этажа следует определять по формовочно-заливочному участку.

3. Ширину пролета размером 30 м допускается применять при соответствующем обосновании.

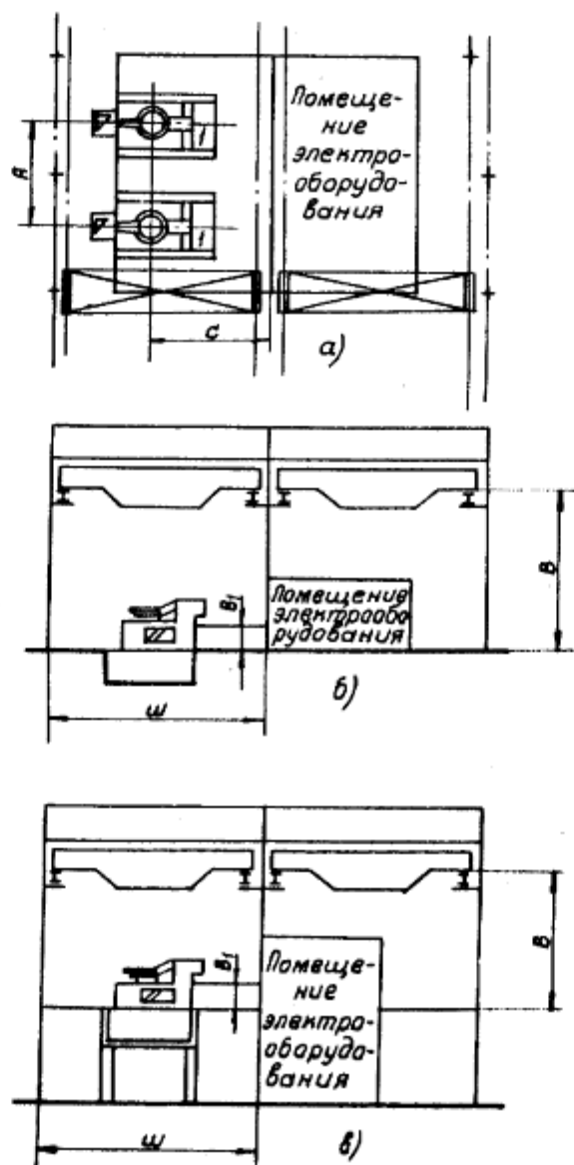


Рис. 5.2. Схема установки индукционных тигельных печей повышенной частоты: а – расположение печей (1) в плане, б – пролет одноэтажного здания, в – пролет двухэтажного здания.

2. Смесеприготовительное оборудование

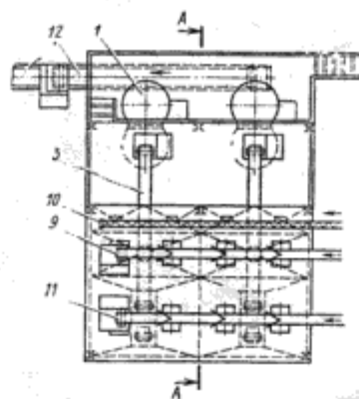
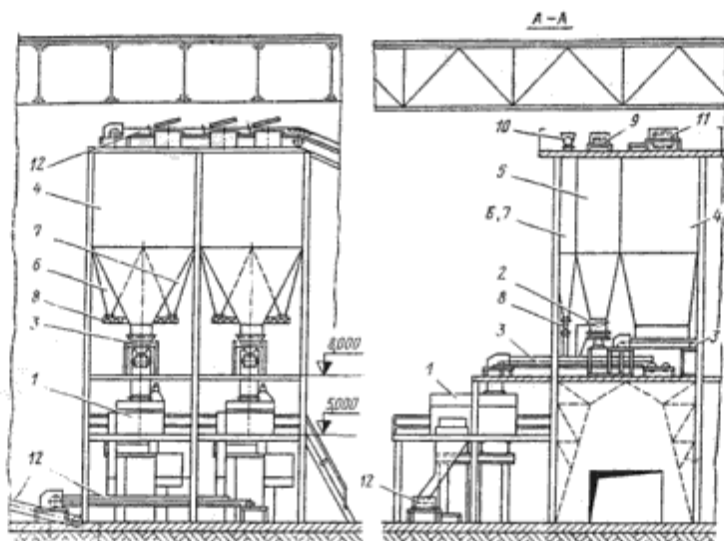


Рис. 5.3. Схема смесеприготовительного отделения для автоматической формовочной линии. (Размеры уточняются по типу, габаритным размерам и производительности смесителя)

1 – смешивающие бегуны непрерывного действия для единой формовочной смеси; 2 – тарельчатые питатели для песка; 3 – ленточные питатели; 4 – бункера для оборотной смеси; 5 – бункера для свежего песка; 6 – бункера для бентонита; 7 – бункера для угля; 8 – шнековые дозаторы для бентонита; 9 – ленточный конвейер для песка; 10 – шнековый конвейер; 11 – ленточный конвейер для оборотной смеси.

3. Термообрубное оборудование

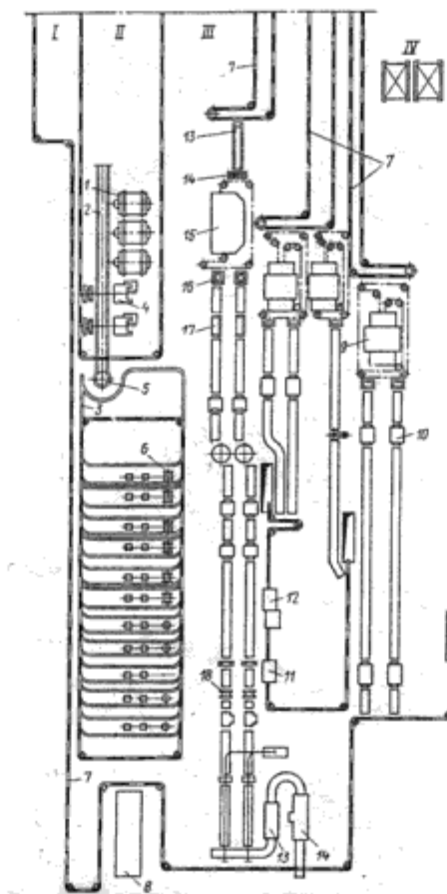


Рис. 5.4. Комплексно-механизированная линия термообрубного отделения чугунолитейного цеха автозавода (массовое производство): 1 – участок выбивки форм; II – участок обработки мелких отливок; III – участок обработки средних отливок; IV – склад отливок; 1 – очистные дробеметные барабаны непрерывного действия; 2 – ленточный конвейер; 3 – подвесные толкающие конвейеры; 4 – зачистные абразивные автоматы; 5 – сортировочный вращающийся стол; 6 – зачистные абразивные станки; 7 – подвесные цепные конвейеры; 8 – окрасочная камера; 9 – очистные дробеметные камеры; 10 – зачистные абразивные автоматы; 11 – моечная камера; 12 – окрасочная камера; 13 – подъемный стол; 14 – вибрационная решетка; 15 – очистная дробеметная проходная камера; 16 – кантователь; 17 – автомат для зачистки отливок; 18 – установка для гидроиспытания отливок.

4. Формовочное оборудование

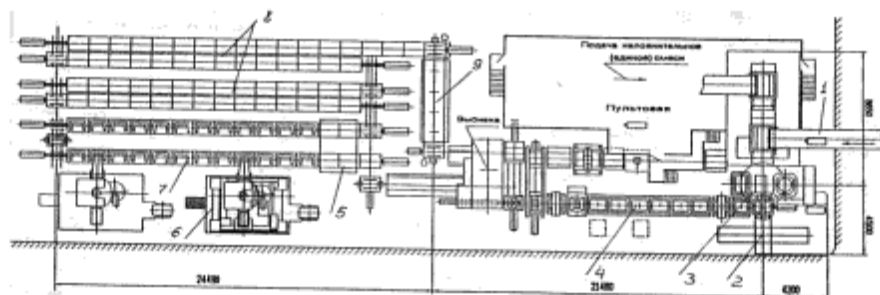


Рис. 5.5. Автоматическая формовочная импульсной формовки с нижним прессованием НИИТАвтомпрома (Литаформ): 1 – транспортер подачи облицовочной формовочной смеси; 2 – механизм смены модельной оснастки; 3 – четырехпозиционный формовочный автомат; 4 – участок сборки форм; 5 – загрузка форм перед заливкой; 6 – автоматическая установка для заливки форм; 7 – участок заливки форм; 8 – участок охлаждения залитых форм; 9 – передача залитых форм на выбивку.

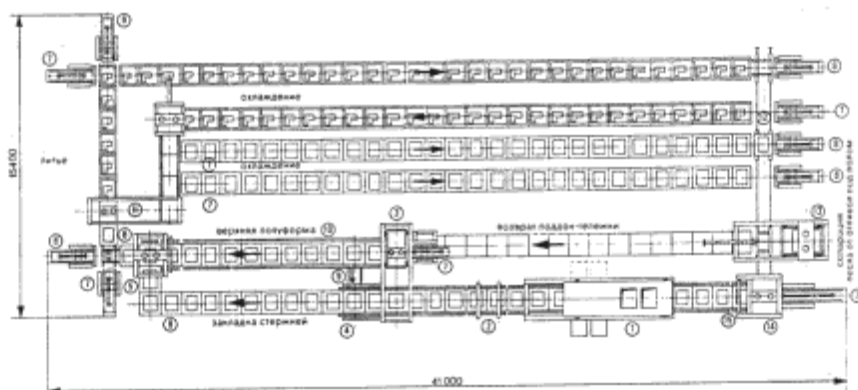


Рис. 5.6. Автоматическая линия воздушно-импульсной формовки фирмы BMD-DISA: 1 – формовочная машина с установкой для смены модельных плит; 2 – двойной кантователь; 3 – передаточное устройство для верхней полуформы; 4 – подъемный стол для поддон-тележки; 5 – роликовый конвейер с подъемным столом; 6 – устройство для накрывания форм; 7 – подающий механизм; 8 – тормозное устройство; 9 – обратный ход поддон-тележки; 10 – сверление литниковой чаши; 11 – передаточное устройство груза; 12 – заталкивающая тележка; 13 – выбивка форм; 14 – отделитель опок; 15 – кантователь нижних опок.

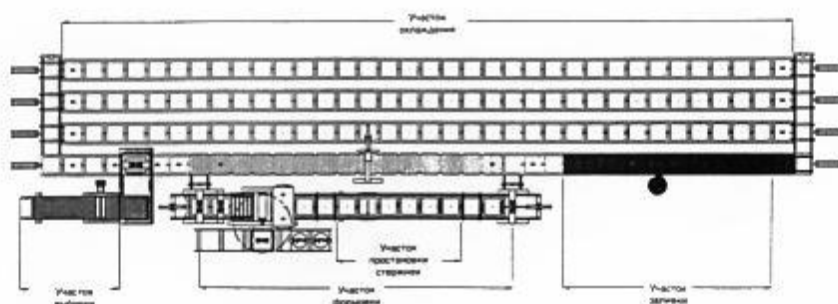


Рис. 5.7. Автоматическая линия стандартного исполнения с формовочным автоматом, работающим методом воздушного потока с прессованием под высоким давлением – СЕЙАТСУ фирмы ГЕНРИХ ВАГНЕР СИН-ТО. Производительность и габариты линии зависят от модели формовочного автомата и времени охлаждения отливки в форме (см. раздел III, формовочные линии).

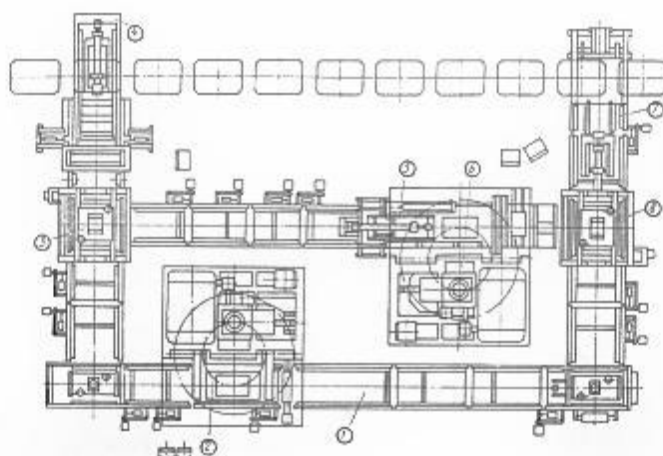


Рис. 5.8. Автоматический формовочный модель модели AM20320 с двумя базовыми формовочными машинами (ВНИИЛИТМАШ): 1 – система транспорта; 2 – базовая формовочная машина модели 203Н20; 3 – механизм распаровки опок; 4 – механизм сталкивания пустых опок; 5 – механизм подачи опок; 6 – базовая формовочная машина модели 203В20; 7 – механизм выдачи готовых форм; 8 – механизм сборки форм.