

Министерство образования и науки Украины  
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ**

**Пособие**

**к выполнению курсового проекта**

**для студентов специальности 7.05040201**

**«Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов»  
всех форм обучения**

Утверждено  
на заседании  
методического совета  
Протокол № 1 от 20.11.2015

Краматорск  
ДГМА  
2015

УДК 621.74

Проектирование литейных цехов : пособие для выполнения курсового проекта для студентов специальности «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов» всех форм обучения / сост. О. В. Приходько. – Краматорск : ДГМА, 2015. – 59 с.

Представлены общие положения, цели и содержание курсового проекта, правила его оформления. Приведены рекомендации по проектированию основных и вспомогательных отделений литейных цехов, справочные данные и ссылочная информация, необходимые для выполнения курсового проекта. Также может быть полезно для выполнения соответствующего раздела дипломного проекта.

Составитель

О. В. Приходько, ст. преп.

Отв. за выпуск

М. А. Турчанин, проф.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	4
2 ТЕМАТИКА И ЦЕЛИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	6
3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	6
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА .....	7
4.1 Производственная программа цеха.....	7
4.2 Определение режима работы и расчеты фондов времени.....	8
4.3 Проектирование производственных отделений .....	9
4.3.1 Проектирование плавильного отделения.....	9
4.3.2 Проектирование формовочно-заливочно-выбивного отделения.....	12
4.3.3 Проектирование стержневого отделения.....	17
4.3.4 Проектирование смесеприготовительного отделения.....	19
4.3.5 Проектирование термообрубного отделения .....	21
4.4 Проектирование складов.....	23
4.5 Проектирование вспомогательных отделений цеха .....	25
4.6 Внутрицеховой транспорт .....	26
5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.....	26
6 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЦЕХА .....	27
7 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА.....	30
7.1 Планировка цеха .....	30
7.2 Схема грузопотоков.....	32
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	33
Приложение А. Содержание разделов проекта при проектировании или реконструкции литейного цеха .....	35
Приложение Б. Содержание разделов проекта при проектировании или реконструкции термообрубного цеха.....	37
Приложение В. Данные к расчетам фондов времени .....	38
Приложение Г. Основные технические характеристики плавильных печей для литейных сплавов.....	39
Приложение Д. Справочные данные для расчетов парка ковшей .....	42
Приложение Е. Основные технические характеристики оборудования для изготовления форм .....	43
Приложение Ж. Нормы расчетного количества стержней.....	47
Приложение И. Технические характеристики оборудования для изготовления стержней.....	48
Приложение К. Технические характеристики оборудования для приготовления формовочных и стержневых смесей..	50
Приложение Л. Технические характеристики оборудования для финишных операций .....	53
Приложение М. Технические характеристики оборудования для подготовки свежих формовочных материалов .....	57
Приложение Н. Данные для разработки энергетической части проекта...	58

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель выполнения курсового проекта - усвоение будущим специалистом основных положений теоретической части дисциплины «Проектирование литейных цехов», подготовка к творческому решению конкретных технологических задач, приобретение навыков проектирования литейных цехов с использованием последних достижений науки и техники, средств вычислительной техники, проведение инженерных расчетов потребности технологического и транспортного оборудования, оформление графической части проекта. При оформлении курсового проекта необходимо руководствоваться ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки». Графическая часть курсового проекта оформляется соответственно с требованиями ЕСКД, ЕСТПВ, ГОСТ, ДСТУ.

Курсовой проект включает расчетно-пояснительную записку (РПЗ) и графическую часть.

РПЗ выполняется рукописным или машинным (при помощи компьютерной техники) способами на одной стороне листа формата А4 с рамкой. Допускается использование листов формата А3, если это необходимо. Отдельные части РПЗ выполнять различными способами не допускается. Необходимо строго соблюдать правила русского или украинского правописания.

При рукописном способе РПЗ выполняют с высотой букв не менее 3,5 мм из расчета до 37 строк на странице (транспарант №2), только черным, фиолетовым или синим цветом. Текст следует писать (печатать), соблюдая следующие размеры полей: верхнее и нижнее - не менее 10 мм от рамки: правое и левое - не менее 3 мм от рамки.

При выполнении РПЗ на компьютере следует придерживаться следующих рекомендаций.

Основной текст, одинаковый для всей записки, набирается шрифтом Times New Roman (кегель 12 или 13, начертание обычное). Выравнивание текста – по ширине, отступ первой строки – 1,25 см (должен быть одинаковым на протяжении всего текста, за исключением элементов текста, которые центрируются). Межстрочный интервал – 1,5 при условии равномерного заполнения страницы. Абзацы основного текста не отделять один от другого дополнительными межстрочными интервалами.

Ошибки и описки допускается исправлять закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте или между строками исправленного изображения. Допускаются не более трех точечных исправлений на лист.

При оформлении расчетно-пояснительной записки как рукописным, так и печатным способом следует придерживаться основных правил.

1. Структурные элементы СОДЕРЖАНИЕ, ВЫВОДЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК, ПРИЛОЖЕНИЯ не нумеруют, а их наименования служат заголовками структурных элементов.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки всех уровней без точки в конце. Заголовки структурных элементов и разделов выполняются прописными (заглавными) буквами, выравнивание – по центру, отступа первой строки нет. Заголовки подразделов (пункты) – строчными, первая буква прописная, выравнивание – по левому краю, абзацный отступ, не подчеркивая. Перед заголовком – 2 пустые строки, после – 1 пустая строка. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух или более предложений, их разделяют точкой. Разделы, подразделы, пункты, подпункты следует нумеровать арабскими цифрами (1, 2, ...; 1.1, 1.2 и т. д.). Не допускается размещать наименование раздела, подраздела, а также пункта и подпункта в нижней части страницы, если после него расположена только одна строка текста.

2. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всей РПЗ. Обложку и лист с заданием включают в общую нумерацию.

3. Таблицы в РПЗ следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице. Название таблицы – через тире после номера таблицы, должно быть кратким и отражать ее содержание. Нумеруются таблицы в пределах раздела (1.2, 2.4). Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят. Если таблицу разделяют на части, то слово *Таблица* указывают только над первой частью, а над последующими пишут *Продолжение таблицы* с указанием номера таблицы. Надпись – слева, с абзацным отступом. Если надпись состоит из нескольких строк, то оформляется по образцу – к левому краю страницы, с абзацем (приложение Ж). Границы таблиц не должны выходить за поля текста.

4. Формулы следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Выравнивание – по центру, без абзацного отступа. Нумеруются формулы так же, как таблицы, в пределах раздела (1.2, 2.4). Номер формулы в скобках указывают на уровне формулы – по правому краю строки. До и после формулы – пустая строка. Формулы, не разделенные текстом, отделяются друг от друга запятой или точкой с запятой. При оформлении РПЗ на компьютере формулы должны быть набраны только в редакторе формул Microsoft Equation, одинаково по всему тексту. Пояснения значений следует приводить непосредственно после формул, первую строку пояснения начинают с абзаца словом «где» без двоеточия. Пояснение значения каждого символа формулы следует давать с новой строки.

5. В приложениях помещают материал, который необходим для полноты изложения, распечатки расчетов на компьютере и т.п. Каждое приложение обозначают последовательно большими буквами алфавита.

## **2 ТЕМАТИКА И ЦЕЛИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Тематика курсовых проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и соответствовать перспективам развития литейного производства, по своему смыслу отвечать научным интересам кафедры и потребностям предприятий региона и Украины в целом. Темы проектов определяются кафедрой и должны быть увязаны со специализацией того предприятия, на котором студент проходит преддипломную практику и темой дипломного проекта специалиста или магистра. Курсовое проектирование должно быть основано на реальных данных производства. Проектируемые технологические процессы изготовления отливок, параметры агрегатов и оборудования должны соответствовать оптимальным, разработанным и принятым для проектирования нормам литейного производства.

Тема курсового проекта по дисциплине «Проектирование литейных цехов» должна быть сформулирована четко и содержать задание на разработку проекта литейного цеха или реконструкцию действующего. В обоих случаях должны быть конкретно указаны базовый цех, номенклатура выпускаемых отливок, проектная мощность и серийность производства.

Реальный курсовой проект так же может выполняться по заказу предприятия.

Темы проектов, связанные с реконструкцией существующих цехов, должны быть направлены на следующие цели:

- интенсификация производства и рост производительности труда;
- улучшение качества и уменьшение себестоимости отливок;
- повышение эффективности капиталовложений за счет концентрации и специализации производства, достижения высоких технико-экономических показателей;
- улучшение условий труда, защита окружающей среды
- расширение номенклатуры и освоение новых видов продукции.

## **3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект по дисциплине «Проектирование литейных цехов» специальности 7.05040201 (Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов) состоит из расчетно-пояснительной записки (РПЗ) и графических материалов. Объем РПЗ, как правило, составляет до 40...50 страниц машинописного (рукописного) текста.

Примерный перечень разделов расчетно-пояснительной записки представлен в приложениях А и Б. Приведенная структура проекта может

быть изменена руководителем проекта по согласованию с заведующим кафедрой при разработке и утверждении задания на курсовое и дипломное проектирование.

Порядок размещения материала в пояснительной записке:

- титульный лист РПЗ,
- задание на курсовой проект (выдается преподавателем),
- содержание в соответствии с выданным заданием,
- расчеты основных и вспомогательных отделений цеха,
- перечень ссылок,
- приложения и спецификации.

Графическая часть проекта должна содержать 2 листа формата А1 выполненных карандашом или на компьютере в графических редакторах. Первый лист – планировка цеха, второй лист – схема грузопотоков. Если тематика курсового проекта связана с реконструкцией действующего цеха, то на первых двух листах должны быть представлены планировки цехов до и после реконструкции соответственно, а на третьем листе – схема грузопотоков цеха после реконструкции. Приводится спецификация основного технологического и транспортного оборудования по стандартной форме.

## **4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА**

### **4.1 Производственная программа цеха**

Разработка проекта или реконструкции цеха начинается с анализа задания и исходных данных для проектирования. Эти данные включают в себя: производственную программу, вид сплава отливок, группу сложности, параметры и назначение изготавливаемых отливок, уровень требований к качеству литья, характер и особенности предприятия, в составе которого должен функционировать литейный цех, серийность производства.

По существующей классификации устанавливают характер проектируемого или реконструируемого цеха по мощности, номенклатуре отливок, серийности производства.

Производственная программа может быть точной, приведенной или условной.

Точная (подетальная) программа применяется при проектировании литейных цехов крупносерийного и массового производства с устойчивой и ограниченной номенклатурой литья. К ней прилагаются спецификации и чертежи для всей номенклатуры выпускаемых отливок.

Приведенная программа характерна для цехов серийного производства номенклатурой до 500 наименований при повторяемости отливок не ниже 200 шт. в год. Расчёт проекта по приведенной программе производится в случаях, если номенклатура известна, но очень обширна, либо чертежи и спецификация имеются только на часть подлежащих изготовлению отливок. В данных случаях приведенная программа включает не всю номенклатуру, а так называемые типовые детали-представители, имеющие наибольшую долю (25...50 %) в программе выпуска, аналогичные по массе, сложности, трудоемкости, технологическому процессу.

Условная программа характерна для литейных цехов единичного и мелкосерийного производства при обширной номенклатуре и отсутствии чертежей и спецификаций по отливкам. В таких случаях производственная программа представляется примерным распределением отливок по массе.

В курсовом (дипломном) проекте может быть принята точная, приведенная или условная программы в зависимости от заданной темы. Формы различных видов программ и методики расчетов подробно описаны в [1, 2, 5].

## 4.2 Определение режима работы и расчеты фондов времени

В литейных цехах применяют два режима работы: последовательный (ступенчатый) и параллельный.

Наибольшее распространение получил двухсменный параллельный режим, при котором третья смена отводится для профилактики и ремонта оборудования.

Основным условием применения параллельного режима является обеспечение непрерывной работы формовочных линий жидким металлом.

При проектировании выбор оптимального режима работы литейного цеха зависит от производственной мощности, серийности производства и технологической сложности литья, рода металла, типа плавильного агрегата и других факторов.

Для чугунолитейных цехов наиболее рациональным является двухсменный параллельный режим работы. В фасонно - и сталелитейных цехах, где производственный процесс связан с непрерывной работой плавильных печей, чаще используется трехсменный режим. В зависимости от производственной программы и объема производства в одном цехе могут применяться разные режимы работы на различных участках.

При выполнении расчетов фондов времени работы следует помнить, что различают календарный, номинальный и действительный фонды времени. Календарный фонд для оборудования и рабочих составляет  $T_k = 365 \times 24 = 8760 \text{ ч/год}$ .

Время, в течение которого по принятому режиму должны работать оборудование и рабочие без потерь, составляет номинальный фонд  $T_n$ . Номинальный фонд времени зависит от продолжительности рабочей недели и от количества рабочих смен.



Действительный,  $T_0$ , определяется путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени для нормально организованного производства. Плановые потери для оборудования - это время на проведение капитальных, средних и планово-предупредительных ремонтов. Эти потери (в %) зависят от типа оборудования и от сменности работы оборудования (приложение В). Все проектные расчеты ведут относительно действительного фонда времени работы оборудования.

Плановые потери времени для рабочих связаны с отпусками, отпусками по учебе, болезнями, отпусками по беременности, с кормлением грудных детей, сокращенным днем для подростков.

При выполнении курсового (дипломного) проекта в данном разделе РПЗ необходимо проработать следующие вопросы:

- обосновать и выбрать режим работы проектируемого цеха;
- рассчитать фонды времени работы оборудования и работающих.

Все расчеты фондов времени сводят в таблицу, форма которой представлена в [5].

### **4.3 Проектирование производственных отделений**

#### **4.3.1 Проектирование плавильного отделения**

Расчет плавильного отделения заключается в составлении баланса металла по выплавляемым маркам, выборе типа и определении числа плавильных агрегатов и расчете расхода шихтовых материалов на годовой выпуск отливок.

При выполнении курсового (дипломного) проекта в данном разделе РПЗ необходимо проработать следующие вопросы:

1. Обосновать выбор необходимого плавильного оборудования.
2. Составить баланс металла и ведомость шихтовых материалов на годовую программу цеха по каждому виду сплава.
3. Рассчитать количество выбранных плавильных агрегатов.
4. Рассчитать количество ковшей.
5. Произвести расчет кранового оборудования.

При выборе плавильного оборудования следует произвести анализ существующих плавильных агрегатов для плавки данного сплава, их преимуществ и недостатков и обосновать тип и конструкцию выбранной плавильной печи. Так же при выборе печей необходимо учитывать особенности состава сплава, объем производства, номенклатуру отливок, требования к качеству отливок и их конструктивные особенности, технико-экономические показатели, перспективы развития цеха и другие параметры.

Кроме этого, также следует проработать вопросы механизации и автоматизации подготовки, набора и загрузки шихты в плавильную печь; определить емкость ковшей; выбрать размеры пролетов, расстояний между печами; шаг колонн, грузоподъемность подъемно-транспортных средств.

Основным плавильным агрегатом для выплавки стали в литейных цехах являются электродуговые печи. Их применение обеспечивает быстрое ведение плавки, большую маневренность, широкую номенклатуру марок выплавляемой стали и используемых шихтовых материалов. Используются печи с кислой и основной футеровкой. Кислый процесс более дешевый и производительный, но шихта должна быть чистой по сере, фосфору и легирующим элементам. Основной процесс применяют для получения легированных и специальных сталей. Электродуговые печи емкостью до 12 т устанавливаются в цехах мелкого и среднего литья, печи больших емкостей - при изготовлении крупных отливок. В настоящее время разработан новый тип плавильных электродуговых печей, работающих на постоянном токе. Дуговые печи постоянного тока разработаны для плавки стали (ДППТС), чугуна (ДППТЧ), цветных сплавов на основе алюминия и меди (ДППТА, ДППТМ) и др. Использование ДППТ позволяет в 7...10 раз уменьшить количество пылевых и газовых выбросов, снизить угар; значительно снижается расход ферросплавов и графитированных электродов, резко уменьшается шум в плавильных отделениях. Возможно осуществлять переоборудование действующих печей переменного тока с переводом их на постоянный ток. В литейных цехах с небольшим объемом производства для плавки стали целесообразно применяются индукционные печи повышенной частоты.

В чугунолитейном производстве для плавки применяют вагранки и электрические печи (индукционные, дуговые). Наиболее распространенным агрегатом является вагранка с очисткой отходящих газов от пыли и СО. Основным недостатком вагранок - трудность получения жидкого металла с точным химическим составом и его невысокая температура 1340...1380 °С. Современные ваграночные комплексы, оборудованные системами очистки ваграночных газов, дожигания и утилизации тепла ваграночных газов, подогрева дутья, системами дозирования и загрузки шихтовых материалов, обогреваемыми копильниками, устройствами для грануляции шлака и уборки отходов, являются сложным оборудованием, отвечающим высоким технологическим требованиям. Подогрев дутья до 400...600 °С за счет вторичного тепла и дополнительного расхода топлива позволяет повысить температуру выпускаемого чугуна до 1400...1450 °С.

Распространенным плавильным агрегатом для плавки чугуна является индукционная тигельная печь промышленной частоты с установкой для подогрева шихты и миксерным режимом. Преимуществами индукционных печей перед вагранками являются: возможность управления процессом перегрева чугуна; точное выдерживание химического состава и получение чугуна высокого качества; возможность переплава небрикетируемой чугунной стружки, отходов тонколистового железа, что снижает расход чушкового чугуна и лома; снижается содержание серы в расплаве и удельный расход огнеупорных материалов. Недостатком индукционных печей промышленной частоты является ограниченность возможности проведения металлургических процессов по удалению вредных примесей, по-

этому следует применять шихту стабильного состава и не имеющую случайных и вредных примесей.

При дорогой шихте и при высокой стоимости электроэнергии, при выплавке высоких и специальных марок чугуна целесообразно применять дуплекс-процесс: коксовая вагранка - индукционная печь промышленной частоты.

Двухчастотные индукционные печи (плавка на высокой или средней частоте, доводка и выдержка на промышленной частоте) целесообразно устанавливать при реконструкции цехов, имеющих минимальные площади для установки плавильных агрегатов, а также в цехах, выпускающих ремонтное литье с частой сменой марок выплавляемого чугуна; создается возможность плавить, наряду с чугуном, и сталь. Для плавки чугуна применяются также дуговые электрические печи прямого действия, в которых в качестве шихты можно использовать низкосортные металлоотходы и нерассортированный по видам лом.

Производительность выбранных плавильных агрегатов необходимо взаимоувязывать с производственным ритмом, работой обслуживающих линий, с коэффициентом потребления металла. При поточном производстве коэффициент загрузки плавильного оборудования, как правило, не должен превышать коэффициента загрузки формовочного оборудования.

В приложении Г приведены данные по основным типам плавильных печей, используемых в литейных цехах.

Кроме указанных в табл. Г.1...Г.7 плавильных печей, при проектировании литейных цехов можно предусматривать и другое современное оборудование [6, 14].

При расчете оборудования плавильных отделений, прежде всего, определяют баланс металла по массовым группам, маркам сплава, технологическим потокам. Состав и количество шихтовых материалов по видам сплавов определяется на основании ведомости шихт и баланса металла.

Методика расчетов баланса металла, ведомости шихт и количества выбранного плавильного оборудования представлена в [1, 2, 4, 5].

Ковшовое отделение располагают в одном пролете с плавильными печами. Для этого используют места в периферийных зонах плавильного пролета, обслуживаемых мостовыми кранами.

Для электрических печей емкость ковша определяется емкостью печи. В чугунолитейных цехах с вагранками емкость разливочных ковшей выбирается в зависимости от массы и металлоемкости формы (приложение Д). При расчете парка ковшей сначала рассчитывают число разливочных ковшей, исходя из количества жидкого металла, необходимого для каждой технологической группы литья, емкости ковша и длительности одного оборота ковша [1, 5, 11].

В плавильных отделениях так же необходимо предусматривать участки для взвешивания, загрузки шихты, кокса, флюсов в плавильные печи, подготовки огнеупорных материалов.

Технологический процесс набора, дозировки и загрузки шихты состоит из следующих операций: набор и подача всех металлических и неметаллических компонентов шихты к массоизмерительным устройствам, взвешивание всех этих компонентов, загрузка дозы шихты (колоши) в печь.

Для подачи к массоизмерительным устройствам металлических компонентов используют две основные системы: расходные бункеры с траковыми или другими питателями и расходные закрома с мостовым краном и магнитной шайбой регулируемой грузоподъемности.

При подаче немагнитных компонентов (кокса, флюса, мелко-раздробленных ферросплавов) из расходных бункеров пользуются вибрационными питателями и весовыми дозаторами.

В условиях работы литейного цеха наиболее надежны массоизмерительные устройства на тензометрических и магнитоупорных датчиках. Они имеют достаточную точность и надежность в работе с ударными нагрузками и могут быть включены в систему набора и дозирования шихты в плавильную печь с местным, дистанционным или автоматическим управлением.

Для загрузки шихты в вагранку наиболее широкое распространение получили бадьевые подъемники автоматического действия, а для набора и взвешивания шихты - траковые и вибропитатели с последующим взвешиванием на подвижной весовой тележке; для загрузки шихты в индукционные печи - монорельсовые тележки, мостовые и консольные краны, корзины и бадьи с раскрывающимся днищем.

Основными грузоподъемными средствами плавильных отделений служат мостовые краны, их параметры выбираются по нормам технологического проектирования. Количество мостовых кранов, необходимых для обслуживания плавильных отделений литейных цехов рассчитывается по общеизвестной методике [2, 5].

Все расчетные данные по плавильному отделению сводятся в таблицу, форма которой представлена в [5].

#### ***4.3.2 Проектирование формовочно-заливочно-выбивного отделения***

При выполнении курсового (дипломного) проекта в данном разделе РПЗ необходимо проработать следующие вопросы:

1. Распределить номенклатуру выпускаемых отливок на технологические потоки (группы), для каждой из групп выбрать вид форм, их размеры, способ изготовления, количество отливок в форме, среднюю металлоемкость.

2. Рассчитать годовое количество форм каждой группы, выбрать оборудование для изготовления этих форм и рассчитать необходимое количество его единиц.

3. Определить схему организации и выбрать оборудование для заливки форм.

4. Выбрать оборудование для выбивки форм.

5. Выбрать основное подъемно-транспортное оборудование.

При выборе метода формовки следует иметь в виду, что основная масса отливок изготавливается в песчаных разовых формах. Литые в разовые формы может производиться в сырые и сухие формы. Применение сырых форм позволяет сократить цикл производства отливок, расход топлива, капитальные вложения, повысить производительность при формовке и выбивке. Сырые формы применяют для отливок в основном массой до 150 кг. При массовом и крупносерийном производстве в одном и том же цехе рекомендуется выделять в самостоятельные потоки отливки различной массы, например: до 10 кг; от 10 до 50 кг; св. 50 до 500 кг и др.

В сухие и подсушиваемые формы отливают средние и крупные отливки со значительными по массе и количеству стержнями, большим объемом механической обработки, требующие высокой чистоты поверхности отливок. Следует иметь в виду, что применение сухих форм вызывает потребность в установке сушильных печей, удлиняет цикл изготовления отливок, увеличивает парк опок, площади цеха, что приводит к удорожанию отливок.

Для изготовления средних и крупных отливок в условиях мелкосерийного, серийного и единичного производства целесообразно применение различного вида упрочняемых форм из самотвердеющих смесей.

Следует так же учитывать, что:

- безопочная формовка рациональна для массового и крупносерийного производств мелких отливок. Иногда целесообразно для таких отливок применение безопочной формовки с использованием холоднотвердеющих смесей в условиях серийного производства;

- в условиях крупносерийного и массового производства целесообразно использовать автоматические формовочные линии с различными методами уплотнения форм, а также для безопочной формовки. В серийном и мелкосерийном производстве для изготовления форм применяются комплексно-механизированные линии, проектируемые на базе серийно изготавливаемых отдельных узлов и механизмов;

- формы для средних отливок (до 250 кг) целесообразно получать в химически твердеющих или подсушиваемых формах на поточных и автоматических линиях формовки в опоках с формовочными автоматами импульсного или импульсного - прессового уплотнения;

- формовку в пластичных самотвердеющих смесях (ПСС) используют в основном для производства средних и крупных отливок в условиях мелкосерийного производства;

- для серийного, мелкосерийного и единичного производства прогрессивным способом формообразования является вакуум-пленочная формовка (ВПФ);

- в условиях серийного производства, особенно средних и крупных отливок, наилучшие результаты обеспечивает применение гибких программируемых линий, оснащенных многопозиционными формовочными автоматами с быстросменной или плавающей оснасткой.

- холоднотвердеющие смеси (ХТС) рационально использовать в условиях серийного, мелкосерийного и единичного производства, как альтернативу применению сухих форм. Перспективны автоматические и механизированные линии литья в формы из смесей холодного отверждения. Их применение позволяет получать отливки с высокой размерной точностью и чистотой поверхностью.

- жидкие самотвердеющие смеси (ЖСС) – для крупных и тяжелых отливок из чугуна и реже – из стали. Желательно, чтобы они были не на жидком стекле, ухудшающем выбиваемость форм.

При проектировании формовочных отделений важно увязать технологические операции так, чтобы обеспечить поточность производства. Для этого необходимо:

- разбить номенклатуру отливок на технологические группы и закрепить за каждой группой единый габарит опок;
- расчленив процесс изготовления форм на операции и закрепить за каждой операцией то или иное оборудование;
- выбрать оснастку.

Перед началом расчетов номенклатура отливок распределяется на группы по технологическим потокам, исходя из габаритов, массы, толщины стенок, сложности конфигурации, класса точности и серийности отливок. При определении потоков необходимо стремиться к минимальному количеству типоразмеров форм, т.е. к унификации оснастки и оборудования. На основании анализа для каждой из групп устанавливается наиболее технологически и экономически целесообразный способ и оборудование для изготовления форм, определяются размеры форм и их количество на годовую программу.

При массовом и крупносерийном производстве для расчетов количества форм используют данные точной программы. В случае приведенной или условной годовой программы отливок число форм для каждого потока или участка рассчитывают исходя из средней металлоёмкости форм [2, 5]. Полученный результат расчетов необходимо увеличить с учетом потерь на брак форм. Потери на брак форм принимаются по данным базового предприятия в зависимости от сложности конфигурации, способа уплотнения форм и протяжки моделей (2...6 %).

Годовое число форм, их размеры и средняя металлоемкость являются основными параметрами для проектных расчетов по цеху.

Расчеты количества необходимого формовочного оборудования производятся по общеизвестным методикам [2, 3, 5]. При получении неудовлетворительного распределения отливок между потоками и участками формовочного отделения и большой неравномерности загрузки оборудования следует произвести перераспределение или выбрать другое под-

ходящее оборудование и повторить расчеты до достижения оптимального решения. В приложении Е приведены справочные данные по некоторым видам формовочного оборудования.

В формовочном отделении может приниматься как последовательный, так и параллельный режимы работы. При последовательном режиме формы под заливку накапливаются на плацу, конвейере или рольгангах-накопителях. При параллельном режиме связь технологических операций осуществляется конвейерным транспортом тележечного, подвесного, пульсирующего, роликового и других типов. Если для передачи форм (полуформ) или пустых опок предполагается установка тележечных конвейеров, необходимо рассчитать их скорости для каждой технологической группы форм.

В случае, если в проекте предусматривается применение формовочной линии оригинальной конструкции, необходимо выполнить расчет ее основных параметров: скорости движения конвейера, длин участков простановки стержней, заливки форм, охлаждения отливок в формах.

Для автоматических линий, серийно выпускающихся машиностроительными фирмами, необходимо выполнять проверочный расчет этих параметров и в случае необходимости осуществить корректировку.

Следует обратить внимание на организацию простановки стержней в формы, особенно при большом их числе либо повышенных требованиях к точности установки. Наиболее рационально выполнение этой операции манипуляторами – стержнеукладчиками. Для этого стержни должны транспортироваться к участкам простановки в специальной таре (поддонах, кассетах и т.п.). Если проектируемый формовочный участок оснащается подвесным конвейером для транспортирования стержней, необходимо выполнить расчет его скорости.

Организация заливки форм предполагает решение следующих технических задач:

- выбор заливочных устройств;
- выбор способа скрепления полуформ перед заливкой;
- транспортировка жидкого металла от плавильных агрегатов к заливочным устройствам.

В сталелитейных цехах массового производства рекомендуется применение автоматических или дистанционно управляемых ковшовых заливочных устройств (стационарных и передвижных). Для цехов чугунного и цветного литья целесообразно применение заливочно-дозировочных установок с подогревом металла. Для транспортировки жидкого металла к заливочным устройствам в цехах эффективно применять монорельсовые тележки с ковшами емкостью 1,5...2 т.

В цехах серийного производства среднего и крупного литья для заливки форм следует применять специальные крановые заливочные тележки с механизмами точного позиционирования ковша относительно заливаемых форм, накопитель форм под заливку.

Выбивка форм в механизированных отделениях сосредотачивается на небольшом участке литейного конвейера рядом с формовочным отделением. Операция выбивки осуществляется на полуавтоматических и автоматических установках, конструкция которых зависит от принятого технологического процесса изготовления форм и организации работ на конвейере. Виды установок для автоматической выбивки форм отличаются компоновкой отдельных узлов, конструкцией выбивных решеток (эксцентриковые, инерционные, выдавливающие), а также возвращением опок на рабочие места формовки. Возврат пустых опок может осуществляться тем же литейным конвейером или отдельным транспортным устройством. Автоматическая выбивка требует одного размера опок без шпон. Распаровка опок после выбивки может осуществляться либо у формовочных машин, либо механизмом для разделения верхних и нижних опок. Выбивка отливок из опок с крестовинами может производиться отдельно из верхней и нижней полуформ. Для этого вдоль конвейера располагаются две установки. На первой снимается и выбивается верхняя полуформа и опока возвращается на формовку. Затем извлекается отливка, а нижняя полуформа переворачивается и выбивается на другой выбивной решетке. Для выбивки крупных форм устанавливаются блоки выбивных решеток (сдвоенные, четверенные и т. д.) в зависимости от габаритов формы и требуемой грузоподъемности решеток.

В формовочных линиях с высокой часовой производительностью для выбивки форм используются выбивные транспортирующие решетки.

В случае, если для транспортирования горячих отливок после выбивки в термообрубное отделение предусматривается установка пластинчатого конвейера, определяются его параметры и рассчитывается скорость движения.

При плацевой формовке производится расчет необходимой площади плаца. Площадь плацевого отделения рассчитывают отдельно для формовочно-выбивного участка и сборочно-заливочного участка. Общая площадь плацевого отделения определяется как сумма площадей, полученных в результате расчетов для каждого размера форм. Площадь рабочего места для формовки и сборки одной формы принимают как произведение габаритной площади опоки (с добавлением по 0,4 м с каждой стороны) и коэффициента 2,5 (две раскрытые полуформы и место для модели и стержней); для ожидания форм под заливку - по габаритам одной формы (плюс 0,4 м с каждой стороны); для комплекта пустых опок и для остывания отливок в форме - по габаритам опок. Метод расчета площадей плацевого отделения приведен в [2]. Методика расчета количества кессонов для изготовления крупных и тяжелых отливок и площади участка кессонной формовки приводится в [5].

В расчет формовочного отделения включается определение типа, количества и размера сушильных печей и установок, требуемых согласно принятому технологическому процессу.

Все расчетные данные по формовочному отделению сводятся в таблицу, форма которой представлена в [5].



### 4.3.3 Проектирование стержневого отделения

При выполнении проекта в данном разделе РПЗ необходимо проработать следующие вопросы:

1. Рассчитать количество и массу стержней на годовую программу.
2. Распределить номенклатуру стержней на группы по массе.
3. Определить количество и мощности технологических потоков стержней.
4. Обосновать технологический процесс изготовления стержней для каждого технологического потока и выбрать оборудование для их изготовления.
5. Рассчитать необходимое количество его единиц стержневого оборудования.
6. Рассчитать площади для хранения суточного запаса стержневых ящиков и стержней.

Программой стержневого отделения является годовое количество стержней, необходимое для обеспечения выпуска проектной программы годных отливок.

Расчет количества стержней производится по имеющимся технологическим картам изготовления полной номенклатуры отливок при массовом или крупносерийном производстве либо отливок – представителей при серийном производстве. При отсутствии технологических разработок на часть или всю номенклатуру отливок (например, при мелкосерийном и единичном производстве) количество стержней определяют по нормам расхода на 1 т годового выпуска отливок (приложение Ж).

Выбор технологических процессов и оборудования для изготовления стержней производится после разбивки всей номенклатуры по массе и размерам. При этом учитывается серийность производства, технология изготовления форм для отдельных потоков отливок, возможность использования различных видов оборудования и стержневых смесей. После определения количества и мощности технологических потоков все стержни разделяются на группы, для которых выбираются технологические процессы и оборудование. При расчетах принимается плотность стержней из песчано-глинистых смесей  $1,6...1,7 \text{ кг/дм}^3$ , из ХТС -  $1,4...1,6 \text{ кг/дм}^3$ , из ЖСС -  $1,35 \text{ кг/дм}^3$ . Разбивка стержней на группы по массе позволяет определить количество, массу или объем стержней данной группы и дает возможность свести несколько групп в один технологический поток для изготовления их на одном оборудовании.

При выборе методов изготовления стержней следует руководствоваться следующими основными положениями:

- при массовом и крупносерийном производстве технологические процессы должны обеспечивать высокую производительность, например: пескоструйные и пескострельные полуавтоматы; применение быстровысыхающих смесей и короткой сушки; холодно-твердеющие смеси с продувкой различными катализаторами отверждения и др.;

- комплексные линии должны включать в себя оборудование как для изготовления стержней, так и для их отделки, окраски, сборки в блоки и др.;
- для окраски и подсушки стержней в составе комплексных линий устанавливаются конвейерные горизонтальные или вертикальные сушила, вытяжные камеры для покрытий на основе спиртов, лаков;
- при серийном, мелкосерийном, единичном производстве предпочтительно применять самотвердеющие смеси на основе смол, жидкого стекла, алюмофосфатных связующих, что способствует снижению трудоемкости изготовления и выбивки стержней, повышает их точность;
- допустимо в отдельных случаях применение смесей, требующих тепловой сушки, например при изготовлении массивных стержней;
- при проектировании следует стремиться свести к минимуму количество типоразмеров стержневых ящиков, используя многогнездные ящики для мелких стержней.

Применяемые в настоящее время в литейном производстве связующие материалы и отвердители позволяют достаточно широко варьировать время отверждения смесей в оснастке, что обеспечивает механизированное изготовление как мелких, так и крупных стержней. Используя всевозможные комплексно-механизированные линии, следует иметь в виду, что для каждого конкретного цеха (отделения) компоновка линий может быть изменена с увеличением или уменьшением габаритов линий, отдельных ее участков (например, размеров участков отверждения смеси, подсушки краски, накопления готовых стержней и др.).

В приложении И приведены данные по некоторым видам оборудования для изготовления стержней. Помимо этого могут использоваться другие стержневые машины, смесители для ХТС, ЖСС, вибростолы [6, 7, 8, 10, 11].

При проектировании современных литейных цехов целесообразно полностью механизировать и автоматизировать изготовление стержней [9, 13] путем применения поточных комплексно-механизированных и автоматизированных линий.

На базе стандартных линий можно спроектировать стержневые линии с другой производительностью и габаритами, рассчитав необходимые технические данные отдельных участков линий и производительность смесителя.

Машины и линии для изготовления стержней подбираются и рассчитываются на программу после определения массовых групп стержней, габаритов стержневых ящиков, количества стержней и их массы. На участке могут изготавливаться стержни одной или нескольких групп. Стержневое отделение может состоять из одного или нескольких участков, которые могут комплектоваться как стержневыми машинами (пескодувными, пескострельными), так и автоматизированными или механизированными линиями.

Основой выбора стержневой машины является масса стержня и максимальные размеры стержневого ящика.

Количество стержневых машин для каждого технологического потока определяется по известным формулам. При проектировании принимает-

ся число стержневых машин или линий, отличное от расчетного, так как учитывается коэффициент загрузки оборудования. Рекомендуемый коэффициент загрузки - 0,69...0,85; при этом коэффициент загрузки стержневого оборудования должен быть ниже или равен соответствующему коэффициенту для формовочного оборудования. Это необходимо для того, чтобы стержневое отделение не задерживало работу формовочно-сборочных участков цеха.

Все расчетные данные по стержневому отделению сводятся в таблицу, форма которой приведена в [5].

Для повышения прочности, газопроницаемости стержней применяется сушка; так же необходимо осуществлять сушку противопопригарных покрытий на водной основе, если стержни изготавливаются из смесей, не требующих сушки.

Сушка может производиться в камерных, этажерочных, тележечных сушилах периодического действия, либо в различных конвейерных сушилах непрерывного действия.

В случае различных технологических процессов в стержневом отделении следует распределить стержни по сушилам с учетом размеров и требуемого режима сушки. Методика расчетов количества сушил приведена в [3, 5].

В составе стержневого отделения проектируются участки изготовления каркасов, приготовления противопопригарных покрытий, комплектовки стержней, оперативного хранения стержневых ящиков и стержней, получения углекислого газа (при необходимости), кладовые вспомогательных материалов.

Площадь участков оперативного хранения оснастки и стержней может определяться как укрупнено (10...15 % от площади стержневого отделения), либо рассчитываться по каждому технологическому потоку стержней.

При определении величины площади стержневого отделения следует учитывать, что в цехах массового и крупносерийного производства с использованием автоматических и механизированных линий площади стержневых отделений составляют 50...100 % от площади формовочного отделения. При изготовлении стержней на плацу расчет площадей может производиться по количеству рабочих мест. Площадь каркасного отделения принимается в зависимости от мощности цеха: при мощности цеха 10...20 тыс. т/год площадь участка равна - 15 ...24 м<sup>2</sup>; при мощности 20...50 тыс. т/год - 24... 120 м<sup>2</sup>.

#### ***4.3.4 Проектирование смесеприготовительного отделения***

В смесеприготовительных отделениях приготавливают различные виды песчано-глинистых смесей, а также базовые смеси (полуфабрикаты) для дальнейшего введения в них специальных добавок.

При выполнении проекта в этом разделе необходимо:

- провести анализ исходных данных и обосновать выбор требуемого смесеприготовительного оборудования для каждого типа смесей;
- рассчитать количество выбранного смесеприготовительного оборудования;
- рассчитать годовой расход компонентов смесей;
- определить количество и основные параметры подъемно-транспортного оборудования.

Исходными данными для проектирования отделения является годовой расход формовочных и стержневых смесей, который определяется по данным расчетов формовочных и стержневых отделений и рассчитывается раздельно по видам смесей.

В условиях крупносерийного производства и при наличии точной программы расчет необходимого расхода смесей производится по видам и по размерам форм. Результаты расчета требуемых объемов формовочной и стержневой смеси рекомендуется представлять раздельно для каждого типоразмера опок в соответствии с расчетами формовочных отделений.

В условиях мелкосерийного и индивидуального производства при отсутствии точных данных можно пользоваться средними нормами расхода смесей на 1 т годных отливок в зависимости от их массы и размера выбранных опок [2].

Требуемые объемы стержневых смесей для выполнения годовой программы определяются по данным расчетов стержневого отделения.

При выборе типа смесителя, следует помнить:

- смесители с вертикальными катками применяются для приготовления высококачественных песчано-глинистых (песчано-масляных) смесей;
- смесители с горизонтальными катками – для приготовления единых и наполнительных песчано-глинистых смесей при формовке по-сырому, и особенно в крупносерийном и массовом производствах;
- смесители лопастные (одновальные, двухвальные) непрерывного действия желобчатого типа – для приготовления ХТС, ЖСС;
- смесители лопастные барабанного типа – для приготовления ЖСС и цементных смесей.

Необходимое количество смесителей для приготовления смеси рассчитывается по общепринятым методикам. Следует учитывать, что производительность смесителей зависит от составаготавливаемой смеси и определяется необходимым временем перемешивания компонентов смеси. Необходимая производительность смесителей для приготовления самотвердеющих смесей зависит от времени живучести смеси и определяется исходя из количества смеси и времени заполнения формы или стержня. Производительность смесителя может указываться в т/ч, тогда необходимо перевести ее в м<sup>3</sup>/ч по заданной плотности смеси. Если в справочных данных указан лишь объем замеса, производительность смесителя можно вычислить, задавая время перемешивания. Данные о некоторых типах смесителей приведены в приложении К.

При расчетах следует обращать внимание на то, что коэффициент загрузки смесителей не должен превышать коэффициент загрузки формовочного или стержневого оборудования.

Для расчета вспомогательного и транспортного оборудования, в частности машин непрерывного транспорта, требуется знать состав формовочных и стержневых смесей. Методика расчета основных технологических параметров ленточных конвейеров для транспортирования свежих формовочных материалов и формовочных смесей изложена в [5].

Составы формовочных и стержневых смесей принимаются по технологическим картам или по справочникам в зависимости от марки сплава, массы и сложности отливок и других факторов.

Для подачи сыпучих материалов (сухой песок, сухая молотая глина и др.) в бункера над бегунами рекомендуется применять пневмотранспорт. Подготовленная обратная смесь транспортируется с помощью ленточных конвейеров. Жидкие компоненты смесей (крепители, эмульсии, вода) поступают в бегуны по трубопроводам. Подача готовых формовочных смесей к местам потребления осуществляется ленточными конвейерами или кюбелями. Раздача смесей по рабочим бункерам должна автоматизироваться.

При проектировании цехов массового и крупносерийного производства с применением автоматических или механизированных линий, потребляющих большое количество смесей, целесообразно смесеприготовительный участок устанавливать непосредственно у линии. Обслуживание смесью отдельных линий такими участками создает большую маневренность при изготовлении смеси.

При компоновке смесеприготовительных отделений следует предусматривать помещения для пультов управления, КИП, экспресс-лабораторий смесей, размещения вентиляционных установок и др.

Все расчетные данные по смесеприготовительному отделению цеха сводятся в таблицу, форма которой представлена в [5].

#### ***4.3.5 Проектирование термообручного отделения***

В соответствии с темой проекта в данном разделе РПЗ необходимо обосновать и выбрать необходимое технологическое оборудование и рассчитать его количество, разработать схему размещения оборудования в термообручном отделении. Необходимо проработать следующие вопросы:

- провести анализ исходных данных и обосновать выбор необходимого технологического оборудования;
- рассчитать требуемое количество оборудования для отделения литниково-питающей системы, очистки, зачистки, обрубки, термообработки, исправления дефектов и грунтовки отливок;
- обосновать выбор и рассчитать основные технологические параметры подъемно-транспортного оборудования отделения;

- разработать схему размещения оборудования в отделении и основных грузопотоков.

В термообрубном отделении могут выполняться следующие операции:

- отбивка или отрезка ЛПС (вручную, в галтовочных барабанах, на кривошипных прессах, с помощью пресс-кусачек, станков с ленточными и дисковыми пилами, пламенем газокислородных резаков и др.);

- очистка литья от пригара и окалины (галтовочными барабанами, дробеструйным, дробеметным, вибрационным, гидравлическим, химическим, электрогидравлическим, электрохимическим, газовым и другими методами);

- удаление стержней из отливок, которое частично или полностью для некоторых отливок происходит во время их очистки, а для трудноудаляемых стержней – на вибрационных участках, в гидравлических и электрогидравлических камерах;

- обрубка и зачистка отливок пневматическими молотками и зубилами, специальными установками, снабженными абразивными кругами, специальными вибрационными машинами и на заточных шлифовальных станках;

- исправление дефектных отливок;

- термическая обработка отливок. Если термообработка отливок производится в печи без защитной атмосферы, после охлаждения отливок требуется повторная их очистка для удаления окалины;

- грунтовка отливок для предохранения их от коррозии (в проходных или тупиковых окрасочных камерах);

- контроль отливок (промежуточный – в процессе очистки, обрубки и зачистки литья, и окончательный – перед грунтовкой). Вид контроля устанавливается в зависимости от служебных свойств, предъявляемых к отливкам.

Не каждая отливка на участке подвергается всем или одним и тем же из перечисленных операций. Поэтому, при проектировании отделения целесообразно предусматривать для каждой группы отливок требуемые технологические операции.

Проектирование очистного отделения начинается с анализа номенклатуры отливок и выполнения последовательно следующих операций:

- разбивки всей номенклатуры отливок на группы с одинаковыми операциями (оборудованием), которая осуществляется с учетом вида сплава, массы и конфигурации отливок, серийности производства и требований к качеству отливок;

- установления оптимальной мощности потока для каждой группы;

- выбора рационального технологического процесса и оборудования для данной группы;

- расчета и компоновки оборудования и рабочих мест, т. е. создания технологической линии.

В массовом и крупносерийном производстве оборудование распределяется на основании подетальных расчетов, а в серийном, мелкосерийном и единичном – по укрупненным показателям для отдельных групп отливок. При проектировании отделения отливки, обрабатываемые однотипными операциями, объединяются в группы.

В каждой группе необходимо стремиться организовать поток, т.е. непрерывный техпроцесс, включающий последовательное расположение соответствующего оборудования, связанного между собой конвейерами или другим транспортным оборудованием.

Марку, производительность и другие характеристики рассчитываемого оборудования можно принимать по справочным данным [2–4, 7, 9–13], данным каталогов оборудования и др. Данные о некоторых типах оборудования приведены в приложении Л.

Расчет количества необходимого однотипного технологического оборудования отделения выполняется по общепринятой методике.

Для отливок из стали, ковкого чугуна и других сплавов в очистных отделениях предусматриваются участки для термической обработки отливок. Вид термической обработки обуславливается технологическими условиями на отливки. В массовом и крупносерийном производстве применяются методические печи толкательного, конвейерного, элеваторного и туннельного типов, а в серийном и единичном производстве – камерные термические печи периодического действия. Возможно также использование шахтных электрических печей. Режим термической обработки отливок определяется по технологическим картам или справочникам. Необходимое количество термических печей и их типы определяются отдельно для каждого вида термообработки.

В обрубно-очистных отделениях должны быть предусмотрены участки для контроля, разметки, исправления дефектов отливок методами холодной, горячей заварки, декоративной замазки и др. Для заварки предусматриваются горны для подогрева, выгораживаются специальные места с вентиляцией, защитными экранами. После заварки производится дополнительные зачистка и термическая обработка.

Готовые отливки хранятся на складах готового литья в стеллажах, ящиках на полу. В литейных цехах предусматриваются также промежуточные склады отливок до и после термообработки, комплектовочный склад готового литья. Нормы для расчета промежуточных складов отливок до и после термической обработки приводятся в литературе [1–3].

#### **4.4 Проектирование складов**

В соответствии с тематикой проекта в данном разделе РПЗ необходимо провести расчеты площади для хранения материалов, обосновать выбор необходимого технологического и транспортного оборудования, рассчитать их количество, разработать схему размещения оборудования на складе.

При проектировании складов формовочных и шихтовых материалов следует руководствоваться следующими положениями.

В зависимости от производственной мощности цеха склады шихтовых и формовочных материалов бывают объединенные и самостоятельные. При небольшой мощности литейных цехов (до 15000 т/год) склады шихтовых и формовочных материалов должны размещаться в одном пролете, имеющем железнодорожный ввод. При большей мощности цехов – в отдельных пролетах, располагаемых с торцевой части литейного цеха с одной или с двух сторон. Склад шихтовых материалов располагается параллельно плавильному отделению литейного цеха, а склад формовочных материалов - в противоположном торце литейного цеха, параллельно стержневому или обрубному отделению. При мощности чугунолитейных цехов более 50000 т/год и более склады шихтовых материалов, помимо одного крытого пролета, имеют крановую эстакаду для хранения доменного чугуна и скрапоразделочное отделение.

Формовочные пески чаще всего хранятся в железобетонных закромах, заглубленных в землю на 2,5...4,0 м или металлических и железобетонных бункерах. Большой запас сухих песков рекомендуется хранить в железобетонных или металлических силосах вне здания цеха. Сырая глина хранится в приемных ямах или железобетонных закромах, сухая молотая глина и бентонит – в закрытых металлических бункерах и емкостях. Жидкие компоненты смесей хранятся в цистернах и специальных емкостях в отапливаемом помещении. Шихтовые материалы (чушковые чугуны, чугуны и стальной лом) – в закромах, штабелях на вымощенных бетонированных площадках отдельно по видам и габаритам, чушки цветных металлов – на поддонах в грузовых пакетах, ферросплавы – в закромах, в контейнерах или в таре поставщика, кокс – в закромах или приемных ямах. Огнеупоры – в контейнерах, пакетах или штабелях на площадках.

Поставка материалов литейным цехам может производиться в подготовленном или неподготовленном виде. При поступлении материалов в неподготовленном виде в составе складов шихтовых и формовочных материалов должны быть предусмотрены соответствующие подготовительные участки.

Расход огнеупорных и вспомогательных материалов на годовой выпуск определяется на основании принятых нормативных данных по каждому виду материала (на 1 т годного литья или жидкого металла).

Исходной базой для проектирования складов служат результаты расчетов площади закровов для каждого материала и всей площади склада. Эти расчеты должны выполняться в соответствии с нормами проектирования литейных цехов. Этими нормами предусматриваются:

- расход материалов,
- сроки их хранения,
- режим работы и фонд времени литейного цеха.

Нормы для расчета складов шихтовых и формовочных материалов а так же методика расчетов приведены в литературе [2, 5].



## 4.5 Проектирование вспомогательных отделений цеха

Вспомогательные службы литейных цехов включают следующие подразделения:

- ремонтную службу цеха, предназначенную для текущего ремонта и обслуживания оборудования;
- участок ремонта футеровки ковшей, тиглей и различных печей (ковшовое отделение);
- экспресс-лаборатория для оперативного контроля химического состава выплавляемого металла;
- экспресс-лаборатория для контроля свойств формовочных и стержневых смесей;
- цеховые кладовые.

Ремонтная служба цеха - обеспечивает межремонтное обслуживание всего оборудования и приборов цеха в течение всего времени работы оборудования. Проектирование цеховой ремонтной службы сводится к определению в зависимости от количества оборудования цеха — размеров помещений мастерских и количества ремонтных станков. Ориентировочно можно принимать на каждые 1000 т выпуска цеха при серийном и мелкосерийном производстве ремонтной службы механика и электрика 2,8...3,2 м<sup>2</sup>.

Ковшовое отделение предназначено для капитального ремонта и футеровки ковшей, тиглей и сводов печей, а также для сушки ковшей после ремонта. Здесь же производят набор и сушку стопоров. Для сушки ковшей после ремонта применяют стенды, отапливаемые газом. Ковшовое отделение размещают рядом с плавильным отделением, в том же пролете, где производят разливку жидкого металла. Реже ковшовое отделение размещают на плавильном участке.

Для проведения химического анализа металла во время плавки и текущего контроля качества формовочных и стержневых смесей в литейных цехах предусматриваются экспресс-лаборатории. Размещаются они непосредственно в производственных отделениях цеха.

Задачей экспресс-лаборатории формовочных и стержневых материалов является систематический контроль основных технологических параметров формовочных и стержневых смесей в процессе их приготовления и на рабочих местах. Общая площадь лаборатории – не менее 15 м<sup>2</sup>. Экспресс-лаборатории размещают, как правило, по возможности ближе к рабочей площадке печей и в помещении смесеприготовительного отделения.

Для хранения различных вспомогательных материалов, инструмента, красок и т. п. в литейных цехах предусматриваются общецеховая кладовая, инструментальная кладовая обрубного отделения, материальная кладовая отделения грунтовок и кладовая цехового механика и электрика. Ориентировочно можно принимать следующие площади кладовых на каждые 1000 т выпуска цеха при серийном и мелкосерийном производстве: об-

щечеховой кладовой - 1,3...1,7 м<sup>2</sup>, инструментальной кладовой обрубного отделения – 1,5...1,9 м<sup>2</sup>, кладовой цехового механика и электрика – 2,8...3,2 м<sup>2</sup>. Для цехов крупносерийного и массового производства приведенные величины принимаются с коэффициентом 0,6...0,75. Цеховые кладовые и конторы мастеров, размещают в первом этаже на площадях основных отделений в местах, удобных для посещения, но непригодных для производственных операций (площади, не обслуживаемые кранами, между колоннами и пр.).

Нормы для определения площадей вспомогательных отделений цеха представлены в [2].

#### **4.6 Внутрицеховой транспорт**

Выбор и расчет потребного транспортного оборудования производится по каждому отделению цеха, включая склады.

При расчете кранов и кран-балок определяется длина и грузоподъемность, а их количество рассчитывается. Длина крана соответствует принятой ширине пролета, грузоподъемность – максимальной массе перемещаемого груза.

Количество кранов, электротельферов, передаточных тележек, кран-балок рассчитывается [2]. По укрупненным данным, в зависимости от условий работы, можно предусматривать один кран на 20...40 м длины пролета цеха.

Для ленточных и пластинчатых транспортеров вычисляется их ширина, длина; для цепных подвесных и толкающих конвейеров – производительность.

### **5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА**

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

Электроэнергия в литейных цехах расходуется на технологические цели, силовые установки и освещение. Электроэнергия для технологических нужд расходуется на плавку металла, очистку отливок, термообработку отливок и др. Силовая электроэнергия – на электропривод установленного оборудования.

Годовая потребность электроэнергии на технологические цели рассчитывается на основе установленной мощности оборудования и годово-

го количества его работы. Укрупненные расчеты ведутся по удельным нормам расхода электроэнергии на 1 т годного литья или жидкого металла. Расход энергии на силовые установки (электропривод) рассчитывается аналогично. Расчет электроэнергии на освещение производится отдельно для производственных и бытовых помещений по удельному расходу электроэнергии на 1 м<sup>2</sup> освещаемой площади.

Сжатый воздух в литейном цехе расходуется на работу формовочного и стержневого оборудования, пневматические подъемники, пневмотранспорт и др. оборудование. Расход воздуха на годовую программу можно определить укрупненными расчетами по удельным нормам расхода воздуха на 1 т годного литья.

Вода в литейном цехе расходуется на технологические нужды (приготовление смесей, охлаждение отливок, охлаждение смесей после выбивки, охлаждение плавильных печей, гидроочистка отливок, мойка отливок перед грунтовкой и др.) и бытовые нужды. Расход воды на приготовление формовочных смесей можно определить в зависимости от содержания в этих смесях влаги. Количество воды на технологические нужды определяется по ее удельному расходу на 1 т годного литья. Расход воды на бытовые нужды можно рассчитать по принятым санитарным нормам на одного работающего в цехе с учетом количества работающих.

Топливо в виде природного газа или мазута в литейном цехе используется для сушки ковшей, прокалки шихты, термообработки и других целей. Укрупненные расчеты ведутся по удельным нормам расхода на 1 т годного литья.

Пар в литейном цехе используется для отопления и вентиляции помещений.

Расход пара определяют из расчета возмещения тепловых потерь здания, которые составляют 60...80 кДж/ч на 1 м<sup>3</sup> здания цеха.

Нормы удельного расхода электроэнергии, сжатого воздуха, воды и топлива [2] приведены в приложении Н.

## **6 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЦЕХА**

После определения состава цеха разрабатывают технологическую схему цеха, т.е. взаимное размещение его производственных, вспомогательных отделений и участков.

Оптимальным считается размещение всех отделений цеха в одном здании. Здание литейного цеха должно отвечать техническим и эстетическим требованиям, иметь гармоничные пропорции. В здании литейного цеха рекомендуется иметь минимальное количество внутренних стен и перегородок. Внутренние стены строятся только в том случае, если необходима изо-

ляция помещения с большим тепло- и газовойделениями, с сильно пахучими веществами, и помещений с сильно шумящим оборудованием (грунтовочные, плавильные, обрубные отделения, трансформаторные подстанции).

Предпочтительна компактная конфигурация плана в виде прямоугольника. Цехи крупносерийного и массового производства целесообразно размещать в зданиях, имеющих форму плана с отношением сторон от 1:1 до 1:3; для цехов мелкосерийного и единичного производства крупных и тяжелых отливок, а также для цехов стального литья целесообразны здания вытянутой формы с отношением сторон более 1:3.

При компоновке отделений и оборудования цеха необходимо предусматривать четкую схему внутренних проездов, удобных для напольного транспорта и безопасных для движения потоков людей.

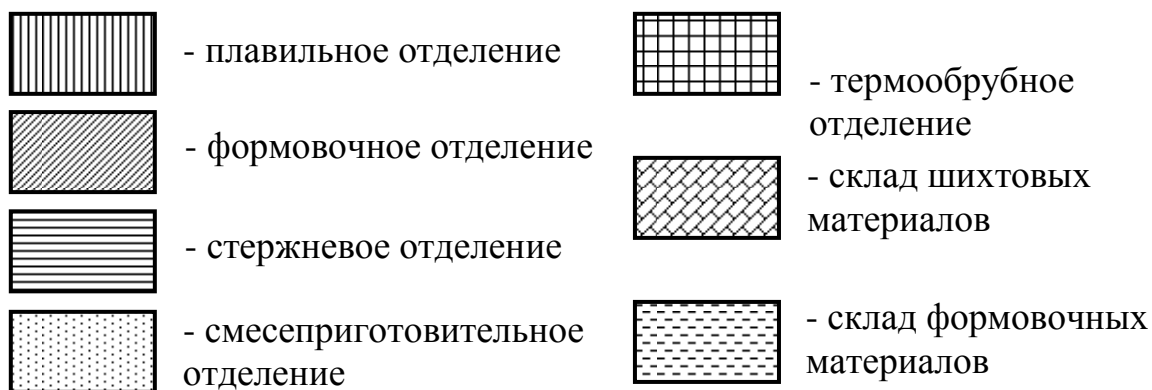
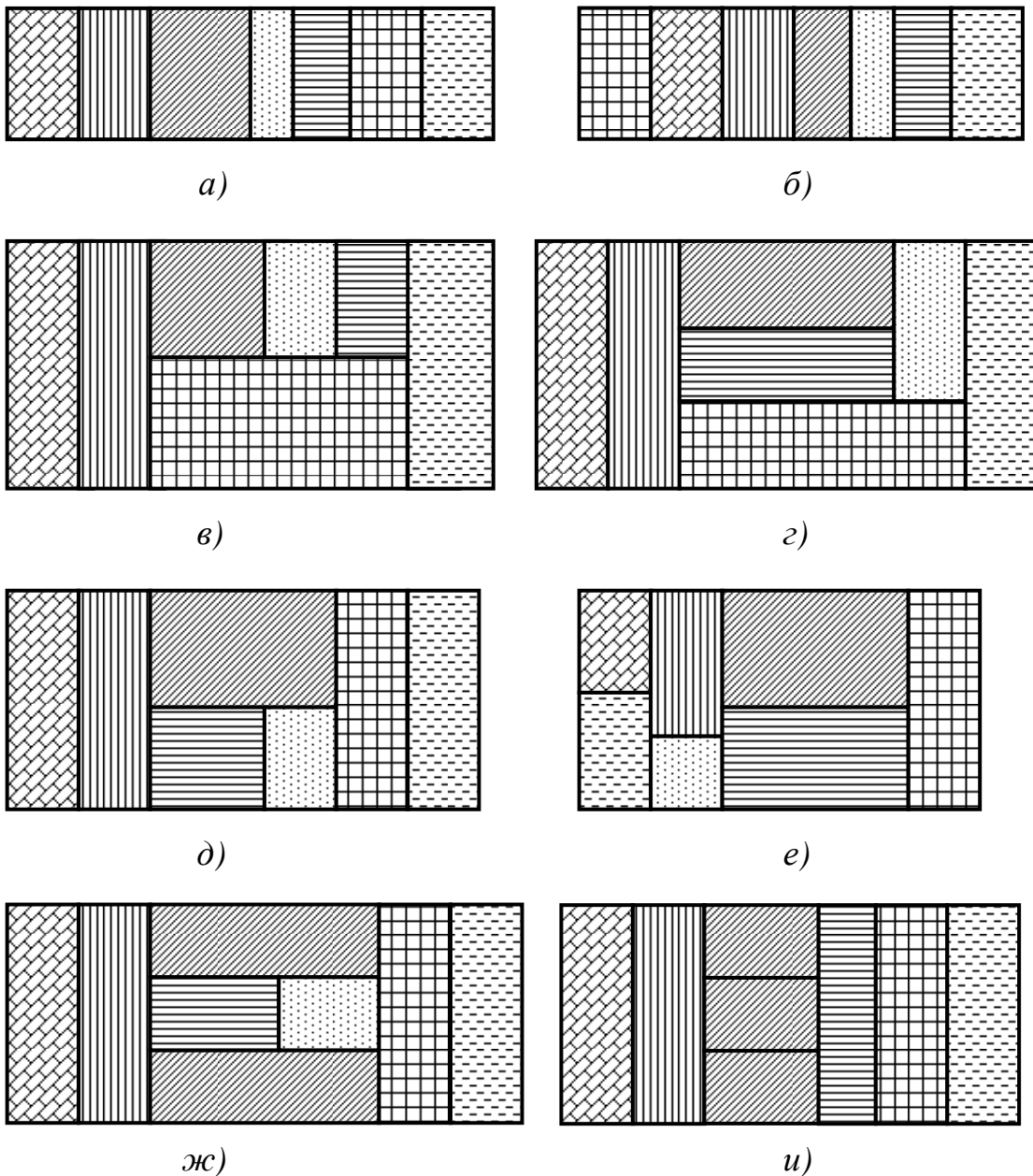
При разработке технологической схемы литейного цеха необходимо обеспечить кратчайшие и удобные передачи жидкого металла, готовых формовочных и использованных смесей. Поэтому во всех схемах литейных цехов располагают рядом плавильное отделение и заливочные участки формовочных отделений, формовочные и смесеприготовительные отделения, стержневые отделения и сборочные участки формовочных отделений. Транспортировку отливок в обрубное отделение желательно совместить с их охлаждением, поэтому приближение обрубного отделения к формовочному не обязательно.

Склады свежих сухих и регенерированных песков обычно размещаются в силосных башнях вне цеха, около основных потребителей этих материалов или на складах в составе цеха. Промежуточные склады моделей и стержневых ящиков должны находиться в непосредственной близости от формовочных и стержневых машин и рабочих мест, причем должен быть обеспечен удобный и бесперебойный транспорт этой оснастки. Это условие особо важно для литейных цехов, в программе которых большая номенклатура разнообразных отливок.

Некоторые схемы рекомендуемых компоновочных решений чугуно- и сталелитейных цехов различного назначения показаны на рис. 6.1.

Схема (а) предлагает компоновку цеха в одном здании шириной до 96 м. Эта схема рекомендуется для стале- и чугунолитейных цехов любого назначения. Недостаток ее - большая длина здания. Схема (б) отличается от первой тем, что отделение термической обработки и обрубки размещается за складом шихты. Преимущество этой схемы - это короткий грузопоток возврата в шихтовый пролет.

Схема (в) предопределяет большую ширину здания. Используют такую схему для цехов массового производства большой мощности, где большой объем термических и обрубных работ (сталелитейные и цехи ковкого чугуна). Литейные цехи, построенные по этой схеме, требуют искусственные освещение и вентиляцию.



*Рисунок 6.1 – Схемы рекомендуемых компоновочных решений чугуно- и сталелитейных цехов различного назначения*

Схема (z) требует минимальной длины цеха при большой ширине. Применяют для цехов малой и средней мощности. Особо подходит для мелкосерийного и единичного производства. Цех, выполненный по этой схеме, также требует искусственные вентиляцию и освещение.

Схемы (d) и (e) предлагаются для цехов малой мощности, чаще с мелкосерийным производством. Ширина здания 48 м, что обеспечивает хорошие естественные вентиляцию и освещение. Удобное транспортирование стержней на сборку.

Схема (ж) также чаще применяется для цехов мелкосерийного производства средних и крупных отливок. Удобное расположение стержневого отделения между двумя формовочными отделениями.

Схема (и) аналогична предыдущей, рассчитана на широкую номенклатуру средних и крупных отливок. Центральное смесеприготовительное отделение, характерное для цехов мелкосерийного производства, обеспечивает просторное размещение смесеприготовительного оборудования и лучшие условия работы в цехе.

Приведенные выше схемы предоставляют широкий выбор компоновочных решений для цехов различного назначения и различных условий производства.

Примеры других технологических схем и описания компоновок цехов и отдельных участков, а так же варианты расположения оборудования на участках приведены в литературе [1–3, 11, 13].

При проектировании отдельных участков и цеха в целом следует руководствоваться нормативами [1–4], которые строго регламентируют размеры пролетов (ширину и высоту) и грузоподъемности транспортных средств для всех основных отделений цеха.

## **7 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

Содержание и оформление графической части проекта должны отвечать определенным ниже требованиям.

### **7.1 Планировка цеха**

Планировка цеха должна выполняться в масштабе, обеспечивающем надлежащую полноту и отчетливость изображения, предпочтительно 1:100 или 1:200, для небольших по размерам производств – 1:50.

На планировке должны быть показаны:

- расположение основного и вспомогательного оборудования; технологическое оборудование, за исключением мелкого, должны быть показаны в принятом масштабе, в соответствии с конфигурацией и расположением, с указанием, по возможности, привязочных размеров относительно колонн;

- строительные элементы здания - колонны, стены, дверные и оконные проемы, ворота, двери, перегородки, галереи и т. д.;

- размеры здания и его основных частей в плане, включая размеры пролетов, шаг колони, их нумерация в соответствии с разбивочной сеткой; изображения сечений железобетонных или металлических колонн должны быть выполнены в масштабе и соответствовать их конструкции;

- расположение помещений вспомогательных отделений, служб, лабораторий, мастерских, кладовых, трансформаторных подстанций, а также других помещений, расположенных на площади цеха;

- основное подъемно-транспортное оборудование (мостовые, консольные краны, кран-балки).

При выполнении чертежа планировки цеха следует придерживаться следующих рекомендаций.

Обозначение разбивочных осей здания цеха производят в следующем порядке: по оси ординат – снизу вверх заглавными буквами русского алфавита (кроме букв «З» и «О»), по оси абсцисс – слева направо последовательно арабскими цифрами. Наружные стены цеха, внутренние перегородки и несущие стены выделяются штриховкой.

Установленное в проектируемом цехе оборудование изображается условными обозначениями в пределах своих габаритов основными линиями. Мостовые, консольные, консольно-поворотные краны, кран-балки показываются тонкими штрихпунктирными линиями при помощи общепринятых условных изображений [2, 4] с указанием их грузоподъемности. Ленточные, пластинчатые, тележечные и другие конвейеры, рольганги, грузовые тележки показываются, по возможности, в масштабе чертежа. Монорельсы, подъемники, железнодорожные и другие рельсовые пути выделяются жирными сплошными линиями. Площадки обслуживания, эстакады, ёмкости, стеллажи, переходные мостики, ограждения и др. изображаются в тех случаях, когда это необходимо для пояснения работы основного оборудования.

Все основное оборудование цеха должно быть показано в спецификации с указанием его моделей (марок) или основных характеристик и количества. Оборудование нумеруется по отделениям и участкам цеха последовательно слева направо и затем сверху вниз. Сначала нумеруются все виды технологического, а затем подъемно-транспортного оборудования.

## 7.2 Схема грузопотоков

При компоновке плана литейного цеха сравнивают несколько вариантов и выбирают оптимальный. Схема грузопотоков позволяет наглядно выявить достоинства и недостатки компоновки и проекта цеха в целом.

При построении грузопотоков на компоновочной схеме цеха наносят все потоки грузов, которые будут выполняться при функционировании цеха. Направление перемещения грузов указывается стрелками. При построении грузопотоков стараются избегать перекрещивания и встречи одноименных грузопотоков и добиваются их минимальной длины. Установив путь и направление грузопотоков, определяют их мощность (рассчитывается масса или количество передаваемых грузов в единицу времени) и выбирают соответствующий масштаб по ширине стрелки, соответствующий количеству материала (например, 10 мм = 10000 т). Для наглядности пути перемещения различных грузов и материалов изображают различными цветами: шихта – черный, жидкий металл – красный, горячие отливки – красная штриховая, холодные отливки – синяя, годные отливки – синяя штриховая, свежие формовочные материалы – желтая, формовочные и стержневые смеси – зеленая, готовые стержни – желтая штриховая, литники и прибыля – коричневая, брак отливок - коричневая штриховая, отработанная формовочная смесь - зеленая штриховая. На схеме грузопотоков так же должны быть указаны условные обозначения всех передаваемых материалов и выбранный масштаб.



## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование машиностроительных заводов и цехов : справочник. В шести томах / под общей ред. Е. С. Ямпольского. – Т. 2. Проектирование литейных цехов и заводов / под ред. В. М. Шестопаля. – М. : Машиностроение, 1974. – 294 с.
2. **Логинов, И. З.** Проектирование литейных цехов / И. З. Логинов. – Минск : Вища школа, 1976. – 320 с.
3. Основы проектирования литейных цехов и заводов / под ред. Б. В. Кнорре. – М. : Машиностроение, 1979. – 376 с.
4. **Туманский, Б. Ф.** Проектирование литейных цехов / Б. Ф. Туманский. – Киев : УМК ВО, 1992. – 192 с.
5. **Исагулов, А. З.** Проектирование литейных цехов : учеб. пособ. / Л. С. Кипнис, А. З. Исагулов, Д. К. Исин. – Караганда : КарГТУ, 2003. – 83 с.
6. Производственно-технологическая комплектация литейных цехов / Д. А. Демин [и др.]. – Харьков : Технологический центр, 2012. – 319 с.
7. **Сафронов, В. Я.** Справочник по литейному оборудованию / В. Я. Сафронов. – М. : Машиностроение, 1985. – 320 с.
8. **Матвиенко, И. В.** Оборудование литейных цехов : учебник для учащихся средних специальных учебных заведений / И. В. Матвиенко, В. Л. Тарский. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 400 с.
9. **Орлов, Г. М.** Автоматизация и механизация процесса изготовления литейных форм / Г. М. Орлов. – М. : Машиностроение, 1988. – 262 с.
10. Литейные машины : каталог / под ред. Тарского В. Л. – М. : Машиностроение, 1979–1980. – Вып. 1–13. – 196 с.
11. **Немировский, Р. Г.** Автоматические линии литейного производства : учеб. пособ. для вузов / Р. Г. Туманский. – Киев : Вища школа, головное изд-во, 1981. – 208 с.
12. **Довнар, Г. В.** Расчет конвейеров литейных цехов : учебно-методическое пособие для практических занятий по дисц. «Механическое оборудование литейных цехов» для студ. спец. Т 02.01 «Металлургические процессы и металлообработка». – Мн. : БГПА, 2000. – 62 с.
13. Основи автоматизації ливарного виробництва і контрольно-вимірjuвальні прилади / В. И. Ширяев [та ін.]. – М. : Машинобудування, 1994. – 211 с.
14. **Елизаров, К. А.** Сравнительные показатели дуговых сталеплавильных печей постоянного и переменного тока для литейных производств. / К. А. Елизаров, М. М. Крутянский, С. М. Нехамин. – М. : Электрометаллургия, 2011. – № 1. – С. 9–15.
15. ОНТП 07-86. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Литейные цехи и склады шихтовых и формовочных материалов.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Официальный сайт Публичного акционерного общества «Ново-краматорский машиностроительный завод». – Режим доступа : <http://www.NKMZ.com>.

2. Официальный сайт Публичного акционерного общества «Старо-краматорский машиностроительный завод». – Режим доступа : <http://www.SKMZ.dn.ua>.

3. Официальный сайт Публичного акционерного общества «Энергомашспецсталь». – Режим доступа : <http://www.emss.ua>.

4. Официальный сайт Публичного акционерного общества «Краматорский завод тяжелого станкостроения». – Режим доступа : <http://www.kzts.com>.

5. Информационный сайт «Промышленный портал». Технология металлов. Литейное производство. Технология изготовления форм и стержней. – Режим доступа : <http://промпортал.su/formsmesi>.

6. Информационный сайт ООО «Азиатские промышленные технологии». – Режим доступа : <http://aitcom.ru>.

## **Приложение А**

### **Содержание разделов проекта при проектировании или реконструкции литейного цеха**

Введение

1 Выбор и обоснование места строительства цеха (Обоснование реконструкции цеха и определение его базовой мощности)

2 Программа цеха

2.1 Состав программы

2.2 Распределение программы на группы по массе и маркам сплавов

3 Выбор и обоснование режимов работы отделений цеха. Расчет фондов времени

4 Проектирование основных отделений цеха

4.1 Расчет плавильного отделения

4.1.1 Составление баланса металла

4.1.2. Обоснование, выбор и описание способа плавки металла

4.1.3 Определение количества плавильных агрегатов

4.1.4 Разработка ведомости шихт и материалов

4.1.5 Расчет парка ковшей

4.1.6 Расчет количества кранов

4.1.7 Определение площади отделения

4.2 Расчет формовочно-сборочно-заливочно-выбивного отделения

4.2.1 Анализ технологических групп и выбор метода изготовления форм

4.2.2 Обоснование принятого технологического процесса и выбор формовочного оборудования

4.2.3 Расчет количества формовочного оборудования

4.2.4 Организация заливки и выбивки форм

4.2.5 Определение площадей формовочных участков

4.3. Расчет стержневого отделения

4.3.1 Определение номенклатуры стержней

4.3.2 Анализ технологических групп стержней

4.3.3 Выбор и обоснование метода изготовления стержней.

4.3.4. Расчет количества стержневого оборудования

4.3.5. Определение площадей стержневого отделения

4.4. Расчет смесеприготовительного отделения

4.4.1 Определение количества и составов формовочных смесей на годовую программу

4.4.2 Выбор и расчет количества оборудования для приготовления формовочных смесей

4.4.3 Определение количества и составов стержневых смесей на годовую программу

4.4.4 Выбор и расчет количества оборудования для приготовления стержневых смесей

4.4.5 Расчет конвейеров для транспортировки готовых смесей

- 4.5 Расчет термообрубного отделения
  - 4.5.1 Анализ номенклатуры литья. Определение и обоснование технологических потоков
  - 4.5.2 Выбор технологических процессов и оборудования для обрубки, очистки и термообработки литья по переделам.
  - 4.5.3 Расчет количества оборудования
  - 4.5.5 Определение площадей отделения
- 5 Проектирование складов и вспомогательных отделений цеха
  - 5.1 Проектирование склада шихтовых материалов
  - 5.2 Проектирование склада формовочных материалов
  - 5.3 Проектирование вспомогательных отделений
    - 5.3.1 Расчет участка подготовки свежих формовочных материалов
    - 5.3.2 Расчет участка подготовки шихтовых материалов
    - 5.3.3 Расчет участка ремонта оборудования
    - 5.3.4 Расчет площадей кладовых и лабораторий
- 6 Энергетическая часть
  - 6.1 Расчет расхода электроэнергии
  - 6.2 Расчет потребности сжатого воздуха
  - 6.3 Расчет расхода воды
  - 6.4 Расчет потребности топлива
- 7 Внутрицеховой транспорт

**Приложение Б**  
**Содержание разделов проекта при проектировании**  
**или реконструкции термообрубного цеха**

Введение

1 Выбор и обоснование места строительства цеха (Обоснование реконструкции цеха и определение его базовой мощности)

2 Программа цеха

2.1 Состав программы

2.2 Распределение программы на группы по массе и маркам сплавов

3 Выбор и обоснование режимов работы отделений цеха. Расчет фондов времени

4 Проектирование основных отделений цеха

4.1 Проектирование отделения обрубки

4.2 Проектирование отделений очистки

4.2.1 Проектирование отделения очистки мелкого литья

4.2.2 Проектирование отделения очистки среднего литья

4.2.3 Проектирование отделения очистки крупного литья

4.2.3 Проектирование отделения очистки тяжелого литья

4.3 Проектирование отделения термической обработки

4.4 Проектирование участка грунтовки

5 Проектирование складов и вспомогательных отделений цеха

5.1 Расчет площадей складских помещений

5.1 Расчет участка ремонта оборудования

5.2 Расчет площадей кладовых и лабораторий цеха

6 Энергетическая часть

6.1 Расчет расхода электроэнергии

6.2 Расчет потребности сжатого воздуха

6.3 Расчет расхода воды

6.4 Расчет потребности топлива

7 Внутрицеховой транспорт

**Приложение В**  
**Данные к расчетам фондов времени**

*Таблица В.1 – Потери от номинального фонда времени, %*

Оборудование	Величина потерь времени при работе		
	в 1 смену	в 2 смены	в 3 смены
<b>Плавильное оборудование</b>			
Вагранки закрытые с подогревом дутья и очисткой газов	2	6	10
Блок вагранок	-	-	-
Дуговые печи для плавки чугуна и стали емкостью			
до 1,5 т	4	6	-
св. 1,5 до 6 т	-	6	10
св. 6 до 25 т	-	6	11
св. 25 т	-	-	13
Индукционные печи для плавки стали емкостью			
до 2,5 т	4	6	-
св. 2,5 т	-	7	12
Индукционные печи для плавки чугуна емкостью			
до 2,5 т	3	6	-
св. 2,5 т	-	6	11
<b>Формовочное, стержневое и смесеприготовительное оборудование</b>			
Автоматизированные и автоматические формовочные и стержневые линии	-	12	15
Формовочные и стержневые машины, смесеприготовительное оборудование для цехов мелкосерийного и серийного производства	2	4	5
Формовочные и стержневые машины, смесеприготовительное оборудование для цехов крупносерийного и массового производства	-	5	8
<b>Оборудование для финишных операций</b>			
Оборудование для очистки отливок и удаления стержней	2	4	5
Гидрокамеры и дробеметные установки для крупного и тяжелого литья	-	9	11
Абразивные линии для зачистки и грунтовки отливок	-	10	12
Прочее оборудование для обрубки и зачистки литья	2	3	4
<b>Термические печи</b>			
С длительным или непрерывным режимом работы	-	-	11
С коротким режимом работы	-	4	10
<b>Сушильные печи</b>			
Непрерывного действия	-	5	7
Камерные	3	4	6

**Приложение Г**  
**Основные технические характеристики плавильных печей**  
**для литейных сплавов**

*Таблица Г.1 – Нормы производительности и технические характеристики вагранок литейных коксовых (ВЛК)<sup>1</sup>*

Внутренний диаметр шахты, мм	Производительность, т/ч <sup>2</sup>	Емкость копильника, т <sup>3</sup>	Металлургические показатели
900	4...6	2,5; 5,0; 6,0	Расход кокса - 100...140 кг/т. Угар и потери – 2,5...4,5 %.
1100	6...9	5,0; 6,0; 8,0; 10,0	
1300 (1350)	10...14	5,0; 8,0; 10,0; 12,0; 16,0	
1600 (1700)	15...22	8,0; 10,0; 12,0; 16,0; 25,0	
1900	20...25	8,0; 10,0; 12,0; 16,0; 25,0	
2100	25...32	10,0; 12,0; 16,0; 25,0; 40,0	
2650	36...50	10,0; 12,0; 16,0; 25,0; 40,0	

Примечания:

1. Нормы относятся к блоку, состоящему из 2-х вагранок (одной работающей и одной резервной).
2. Расчет количества вагранок рекомендуется выполнять по среднему значению диапазона производительности.
3. Емкость копильника уточняется в каждом конкретном случае.

*Таблица Г.2 – Нормы производительности и технические характеристики индукционных тигельных печей для плавки чугуна*

Тип печи	Производительность ,т/час		Металлургические показатели	
	Без подогрева шихты	С подогревом шихты	Расход электроэнергии, кВтЧ на 1т жидкого металла	Угар и потери
ИЧТ–1/0,4	0,36	0,4...0,45	650...700	2...4 %
ИЧТ–2,5/1	1,25	1,37...1,4		
ИЧТ–6/1	1,5	1,65...1,8		
ИЧТ–6/1,6	1,9	2,1...2,3		
ИЧТ–10/1,6	2,1	2,4...2,61	600...650	
ИЧТ–10/2,5	3,1	3,41...3,46		
ИЧТ–16/2,5	3,5	3,85...4,0		
ИЧТ–21,5/5,6	11,3	12,4...13,6		
ИЧТ–31/7,1	14,2	15,6...16,5	550...600	
ИЧТ–50/15	26,3	28,9...31,6		
ИЧТ–60/20	33,6	36,9...40,0		

Примечание. 1. В маркировке печи в числителе указана емкость тигля в тоннах, в знаменателе – мощность трансформатора в кВт.

Таблица Г.3 – Нормы производительности и технические характеристики дуговых электрод печей прямого действия для плавки чугуна

Номинальная емкость печи, т	Производительность, т/ч		Металлургические показатели	
	Кислый процесс	Основной процесс	Расход электроэнергии, кВт·ч на 1т жидкого металла	Угар и потери
3	1,65	1,18	520...570	4...6 %
6	2,8	2,0		
12	5,1	3,64		
25	8,1	5,8	500...520	
50	14,0	10,0		

Примечание. 1. Подогрев шихты до 400...450 °С повышает производительность на 20...25 %.

Таблица Г.4 – Нормы производительности и технические характеристики индукционных тигельных печей повышенной частоты для плавки стали

Тип печи	Производительность, т/ч		Металлургические показатели	
	Кислый процесс	Основной процесс	Расход электроэнергии, кВт·ч на 1т жидкого металла	Угар и потери
ИСТ–0,06	0,05...0,07	0,04	1000...1150	5...7 %
ИСТ–0,16	0,1...0,15	0,085		
ИСТ–0,25	0,25...0,35	0,21	850...950	
ИСТ–0,4	0,26...0,36	0,23		
ИСТ–1,0	0,57...0,81	0,48	775...800	
ИСТ–2,5	1,75...2,5	1,5		
ИСТ–6,0	3,0...4,3	2,55	725...750	
ИСТ–10,0	3,5...5	2,9		

Таблица Г.5 – Нормы производительности и технические характеристики дуговых электрод печей прямого действия для плавки стали

Номинальная емкость печи, т	Производительность, т/ч		Металлургические показатели	
	Кислый процесс	Основной процесс	Расход электроэнергии, кВт·ч на 1т жидкого металла	Угар и потери
0,5	0,33	0,26	650...700	5...7 %
1,5	0,94	0,75		
3	1,56	1,25		
6	2,7	1,9	700...750	
12	4,2	3,4		
25	6,6	5,3		
50	-	11,4		
100	-	44,0		

Примечание. 1. При плавке легированных сталей производительность уменьшается на 10...20 %.



Таблица Г.6 – Нормы производительности и технические характеристики дуговых печей постоянного тока для выплавки чугуна и стали [16]

Тип печи	Производительность, т/ч	Металлургические показатели	
		Расход электроэнергии, кВт×ч на 1т жидкого	Угар и потери
ДП-0,1	0,14	735	0,5...2 %
ДП-0,25	0,36	660	
ДП-0,5	1,0	560	
ДП-1,5		540	
ДП-3	3,75	530	
ДП-6	6,0	480...500	
ДП-12	10,0		
ДП-15	15,0		
ДП-25	20,0	380...400	
ДП-50	40,0		

Примечание. 1. Производительность приведена для выплавки сталей. При выплавке чугунов производительность увеличивается на 10...20 %.

Таблица Г.7 – Нормы производительности и технические характеристики универсальных индукционных тигельных плавильных печей для стали и чугуна

Модель	Емкость тигля, т	Расход электроэнергии, кВт×ч на 1т жидкого		Производительность, т/ч	
		сталь	чугун	по стали	по чугуну
GWJ 1.5-750	1,5	800	870	1,15	1,27
GWJ 1.5-1000	1,5	770	835	1,58	1,65
GWJ 2-1000	2	610	660	1,56	1,62
GWJ 2-1500	2	625	750	2,58	2,85
GWJ 3-1500	3			2,43	2,75
GWJ 3-2000	3	650	740	3,36	3,79
GWJ 3-2500	3	600	660	4,35	4,90
GWJ 5-2500	5			4,20	4,74
GWJ 5-3000	5	590	640	5,13	5,82
GWJ 8-3000	8			5,04	5,71
GWJ 8-4000	8	530	610	7,04	7,90
GWJ 10-4000	10	530	590	6,83	7,76
GWJ 10-5000	10	515	530	8,80	10,00
GWJ 10-6000	10	500	525	10,70	12,20
GWJ 12-5000	12	530	590	8,58	9,76
GWJ 12-6000	12	515	530	10,45	11,90
GWJ 15-5000	15	500	525	8,40	9,53
GWJ 15-6000	15	490	520	10,20	11,60
GWJ 15-8000	15	450	480	13,65	15,51
GWJ 20-6000	20	515	540	9,90	11,25
GWJ 20-8000	20	500	530	13,45	15,30
GWJ 20-10000	20	430	470	17,80	19,30
GWJ 20-12000	20	410	440	22,00	25,00

**Приложение Д**  
**Справочные данные для расчетов парка ковшей**  
**и количества огнеупоров**

*Таблица Д.1 – Рекомендуемая емкость разливочных ковшей для чугунолитейных цехов*

Ручные ковши					
Группы литья, кг	До 10		10...30		30...50
Емкость ковшей, кг	15...30		20...50		40...80
Крановые ковши					
Группы литья, кг	50...100	100...250	250...500	500...2000	2000...5000
Емкость ковшей, кг	150...250	350...500	750...1000	2000...4000	5000...10000

*Таблица Д.2 – Продолжительность работы и время оборота одного ковша*

Емкость ковша, кг	20...50	50...80	80...200	500...1000	1000...5000	свыше 5000
Продолжительность непрерывной работы, ч	2	2...3	3...4	4...6	2...4	1...2
Время оборота ковша, мин	6	8...9	9...12	14...20	20...30	30...60

*Таблица Д.3 – Нормы для расчета расхода огнеупоров, кг, для сталеного литья / чугунолития [3]*

Материал	Ремонт плавильных печей и ковшей <sup>1</sup>		Ремонт печей <sup>2</sup>	
	Дуговые печи	Индукционные печи	Термических	Сушильных
Кирпич шамотный	25,0 / 28,0	– / 17,0	3,0 / 2,0	0,4...3,6
Кирпич динасовый	11,0 / 20,0	–	–	20,0...55,0
Огнеупоры легковесные	2,0 / –	–	– / 1,0	–
Кирпич диатомовый	–	–	2,3 / 1,5	–
Кирпич магнезитовый	25,0 / –	– / 25,0	–	–
Кирпич хромомагнезитовый	2,0 / 2,0	– / 2,0	0,3 / 0,3	0,3
Стопорный припас	10,0	–	–	–
Магнезит молотый	25,0 / 25,0	–	–	–
Шамот молотый	1,3 / 1,3	– / 2,5	–	–
Асбест листовой	2,0 / 2,0	1,5 / 0,9	2,5 / 2,5	0,8
Глина огнеупорная	14,0 / 15,0	– / 17,0	1,5 / 1,5	–
Кварц молотый	35,0 / 15,0	24,0 / 24,0	–	–

Примечания: 1. Нормы расхода материалов на 1 т жидкого металла.

2. Нормы расхода материалов на 1 т термообработываемых отливок.

**Приложение Е**  
**Технические характеристики оборудования для изготовления форм**

*Таблица Е.1 – Машины формовочные*

Наименование	Модель	Размеры опок в свету, мм	Производительность, полуформ/ч	Давление сжатого воздуха, МПа	Удельное давление допрессовки, кг/см <sup>2</sup>
Машины формовочные импульсные низкого давления с допрессовкой и рамочным съемом полуформ	2Н380	500х400х200	50...60	0,63	До 12
	2Н381	630х500х250	40...60		
	2Н382	800х630х300	25...40		
	2Н383	1000х800х350	15...30		
	2Н385	1600х1250х500	10...15		
				Габаритные размеры в плане, мм	
Машина формовочная импульсно-прессовая	4841	800х700х300	90	4000х3000	
Машина формовочная встряхивающе-прессовая	4836	1000х600х250	40	2210х1265	
	4834	500х400х200	40	1040х1100	
	4821	960х650х320	80	2370х1800	
	4829	1100х700х320	80	2800х1930	
Машина вакуумно-пленочной формовки	МФ-6.5/9	900х650х250	6...15	2350х2740	
	МФ-9/10.5	1000х900х250		2680х2900	
	МФ-12/10	1200х1000х300		2970х3180	
	МФ-12.5/13	1320х1270х350		3280х3500	
	2697В	3600х1600х600	5...10	–	
091Н	1000х900х250	12...20	–		
Машина вертикально-стопочной формовки	4812	400х350х50	600	2500х1400	
	4840	400х350х50	180	1900х1400	
	4828	400х350х100	300	2300х1500	
	4837	500х400х100	220	3000х2200	

Продолжение таблицы Е.1

Наименование	Модель	Размеры опок в свету, мм	Производитель- ность, полуформ/ч	Давление сжатого воздуха, МПа	Удельное давление допрес- совки, кг/см <sup>2</sup>
Машины фор- мовочные для SEIATSU- процесса фирмы SINTO	EFA-SD2 <sup>1</sup>	500x400x150	140	0,85	До 18
	ZFA-S2 <sup>2</sup>		250		
	HSP1	650x500x150(200)	35		
	HSP-1D <sup>1</sup>		70		
	DAFM-SD3		80		
	EFA-SD3 <sup>1</sup>		140		
	SFA-S3 <sup>2</sup>		250		
	HSP2		25		
	HSP-2D <sup>1</sup>	60			
	DAFM-SD4	800x650x250(300)	70		
	EFA-SD4 <sup>1</sup>		120		
	ZFA-S4		200		
	HSP3		18		
	HSP-3D <sup>1</sup>	50			
	EFA-SD5 <sup>1</sup>	1000x800x300	120		
	EFA-S5		60		
	ZFA-S5 <sup>2</sup>		180		
	HSP-4D <sup>1</sup>		40		
	DAFM-SD6	1250x1000x250(350)	50		
	EFA-SD6		100		
	ZFA-S6 <sup>2</sup>		160		
	DAFM-S7	1600x1250x400(500)	30		
	EFA-SD7		80		
DAFM-S8	2000x1600x400(450)	20			
DAFM-S9	2500x2000X400(600)	10			
EFA-S9		20			

Примечания:

1. Машины для формовочных линий.
2. Формовочные автоматы для крупносерийного и массового производства

Таблица Е.2 – Линии формовочные

Модель	Размеры опок, мм	Производительность, форм/ч	Габаритные размеры <sup>1</sup> , м	Примечание
АЛ1012	500x400x100	300	28,2x5,6	Горизонтально-стопочная безопочная формовка (прессовая)
7239	400x350x50	350	29,5x5,4	
ЛЗ20А	600x500x300	150...260	35,0x8,0	
Disamatik 2110	500x400x100(300)	185...200	Длина 50,0	
Disamatik 130	800x600x150(400)	320...350	Длина 70,0	
Disamatik 270	1000x800x200(650)	280...300	Длина 165,0	
XZZ427A	800x700x250	90...100	14,2x6,8	(импульсно-прессовая)
ZZ416A	600x480x130	300	5,54x3,5	Вертикально-стопочная безопочная формовка (импульсно-прессовая)
ZZ416B	650x535x140			
ZZ417A	700x535x150	240	8,2x4,0	
ZZ417B				
ZZ418	800x600x170			
Omega Fast Loop	800x600x250 1000x800x300 1200x1000x350 1600x1200x500 3500x2500x600	10...35 <sup>2</sup>	-	Безопочная формовка ХТС
Disa Flex 70	700x800x300	50...90	-	Импульсно-прессовая
Disa Flex 80	1000x800x350	60...120	-	
Disa Flex 90	1250x900x400	40...100	-	
YJZ 10070	1000x700x300	80...100	-	
YJZ 12090	1200x900x350		-	
YJZ 13080	1300x800x300	50...70	-	
YJZ 13090	2000x1600x350		-	
ЛК2304	700x600x250/250	300	62,0x9,0	
ЛК2305	800x700x150/150	280	54,0x14,0	
ЛК2405	1000x800x350/350	240	69,0x9,5	
Л22821	500x400x150/150	240	72,0x11,0	Прессовая
Л651	1200x1000x400/400	80	96,3x27,1	
Л453С	1600x1200x500/500	25	109,2x21,4	Комбинированное уплотнение

Продолжение таблицы Е.2

Модель	Размеры опок, мм	Производительность, форм/ч	Габаритные размеры <sup>1</sup> , м	Примечание
Л665	2000x1600x300/600	5...10	41,6x15,5	ХТС, песко-метная
Ф637С	5000x700x200/350	3...12	42,4x14,0	ХТС, песко-метная
Ф665	2250x1600x600/600	10	41,6x15,5	ХТС
ИФЛ-70С	1000x800x350/350	25...30	45,5x15,6	ХТС
ИФЛ-71С	1200x1000x400/400	12...15	132x13,8	ХТС
ИФЛ-73С	1600x1200x200..500	8...10	132x13,8	ХТС
Л666	2500x2000x700	2	80,2x15,7	ПСС, ЖСС
ЛН240	3000x2500x300..900	5	43,5x18,1	ХТС, песко-метная
Л450	1000x800x300/300	240	105,0x16,8	Прессовая
Л541	1200x1000x300/350	220	110,0x18,5	
ИФЛ-ПС	800x700x130/130	360	58,5x15,5	
КЛ2002	600x450x180-300	300	39,1x4,3	

Примечания:

1. Габаритные размеры могут изменяться при привязке линии в конкретной планировке, в таблице приведены размеры при стандартной планировке линии.

2. Производительность уточняется в зависимости от установленного смесителя Spartan.

Таблица Е.3 – Основные технические характеристики пескометов<sup>1</sup>

Наименование	Модель	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Общий вылет рукава, мм	Габаритные размеры в плане, мм	Установленная мощность, кВт
Пескомет формовочный стационарный рукавный	2Б93М	12,5	4600	5800x1200	25,9
Пескомет формовочный передвижной рукавный	24512 (Н2033)	50,0	7500	4500x4200	87,0
Пескомет формовочный мостовой	24515	40,0	Площадь обслуживания – 12 м <sup>2</sup>	–	–

Примечание. 1. При проектировании новых цехов устанавливать не рекомендуется.

**Приложение Ж**  
**Нормы расчетного количества стержней**

*Таблица Ж.1 – Количество стержней на 1 т годных чугунных и стальных отливок*

Группа стержней, кг	Норма, шт, для групп отливок по массе, кг								
	до 20	20... 100	100... 500	500... 1000	1000... 2000	2000... 5000	5000... 10000	10000... 20000	Св. 20000
До 1	46,0	16,5	5,0	4,3	1,7	1,7	1,7	1,3	1,3
1...2,5	21,0	5,9	4,5	3,5	1,4	0,6	0,6	0,6	0,2
2,5...6,0	14,4	13,5	3,7	2,0	1,8	1,2	0,6	0,1	0,1
6,0...10	1,8	5,2	4,3	3,3	1,1	1,0	0,8	0,2	0,2
10...16	0,5	2,5	2,7	1,9	1,8	0,4	0,2	0,2	0,2
16...25	0,5	1,3	1,5	2,2	3,5	1,6	1,5	0,5	0,5
25...40	0,4	2,3	2,7	1,4	1,5	1,1	0,7	0,6	0,6
40...60	-	0,6	2,1	1,8	1,0	0,7	1,7	1,2	1,2
60...100	-	0,5	1,5	2,2	2,3	2,7	1,0	0,2	0,2
100...250	-	-	0,5	1,2	1,4	1,4	0,5	0,4	0,4
250...600	-	-	0,1	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3
600...1000	-	-	-	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
1000...1600	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
1600...2500	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1

## Приложение И

### Технические характеристики оборудования для изготовления стержней

*Таблица И.1 – Линии автоматические для изготовления стержней*

Модель	Наибольшие размеры стержневого ящика, мм	Наибольшая масса стержней, кг	Производительность, съёмов/ч	Габаритные размеры в плане, мм
Из песчано-глинистых смесей с тепловой сушкой <sup>1</sup>				
Л16Т (ЛП013)	630x500x300...445	16	До 90	5100x4100
Л40Т	800x630x320...495	40	До 60	7000x4820
Л100Т	1000x800x380...555	100	До 50	10050x7000
СО <sub>2</sub> -процесс				
Л16С	1000x800x380...555	16	110	5100x4100
Л40С	630x500x300...445	40	100	7000x4820
Л100С	1000x800x380...555	100	60	10050x7000
Л250С	1250x1000x380...450	250	30	20100x15900
Из холодно-твердеющих смесей				
Л16Х (ЛП046)	630x500x300...445	16	90	20720x4260
Л40Х (ЛП061)	800x630x320...495	40	90	23000x5180
Л100Х (ЛП031, 038, 047, 048, 053, 053А, 060)	1000x800x380...555	100	60	19000x5300
Л250Х (ЛП059)	1250x1000x380...450	250	20	17900x13200
Л600Х	1500x1200x750	600	10	55500x18000
Из жидких самотвердеющих смесей <sup>1</sup>				
Л600Ж (ЛП011, 036)	1500x1200x750	40...600	12	58850x11300
Л600Ж (ЛП034, 035, 1334, 794М)	1500x1200x750	100...600	15	50350x18750
Л1000Ж (ЛП052)	1800x1400x1000	250...1000	5	76900x27400
Л2000Ж (ЛП037)	1900x1400x1200	600...2000	2	76900x27400

Примечание. 1. При проектировании новых цехов устанавливать не рекомендуется либо применять смеси без жидкого стекла.



Таблица И.2 – Стержневые пескострельные автоматы

Модель	Размеры стержневого ящика, мм	Время цикла, с	Масса стержня, кг	Примечание
Disamatik TP20	750x750x500	16	До 25	Для SO <sub>2</sub> и Cold-box-amin-процессов
Disamatik TP40	1000x850x600	20	До 50	
Disamatik TP80	1250x1100x600	30	40...100	
Disamatik MP10	600x700x300	13...15	До 15	
Disamatik MP40	1200x1000x500	22...26	10...50	
Disamatik MP120	1500x1500x1300	32...40	60...150	
Disamatik MP200	1500x1500x1500	38...45	100...300	
Disamatik RP10	500x400x350	7...13	До 16	
Disamatik RP20	700x600x500	8...15	До 20	
Disamatik LP150	2600x1100x800	33	40...200	
Disamatik LP250	2600x1600x2000	36	100...325	
Laempe LE10	600x500x350	18...30	До 15	Для процессов холодного или горячего отверждения стержней
Laempe LE16	800x700x600	25...50	До 30	
Laempe LL10	700x480x350	30	13...20	
Laempe LL20	800x630x400	60	25...40	
Laempe LFB25	800x700x300	36	25...40	
Laempe LFB50	1600x1000x900	40	60...250	
Laempe L1	320x210x140	25	До 15	Для процессов холодного отверждения стержней
Laempe L20	980x630x600	40	40	
Laempe L40	1150x900x800	60	40...80	
Laempe L100	1300x1000x900	80	60...150	
Laempe LHL <sup>1</sup>	-	40...100	50...200	
АНВ-3	540x500x440	15	До 10	Для Cold-box-amin, MF, CO <sub>2</sub> , -SO <sub>2</sub> процессов
АНВ-5	600x540x440		До 15	
АНВ-20	900x800x670	40	До 25	
АНВ-30	1000x900x700	45	До 40	
АНВ-60	1400x1300x900	60	25...80	
АНВ-100	1450x1300x1000		50...150	
АНВ-250	2000x1900x1500		85	

Примечание. 1. Рекомендуется для трехсменного режима работы.

**Приложение К**  
**Технические характеристики оборудования для приготовления**  
**формовочных и стержневых смесей**

*Таблица К.1 – Смесители литейные периодического действия для приготовления песчано-глинистых смесей*

Тип и назначение смесителя	Модель	Основные параметры			
		Масса замеса, кг	Продолжительность цикла, мин	Производительность, т/ч	Габаритные размеры в плане, мм
Турбо-вихревого типа для единых формовочных смесей	ИСЛ-10	250	2...6	10	Ø 1200
	ИСЛ-20	500		20	Ø 1600
	ИСЛ-40	1000		40	Ø 2000
	ИСЛ-60	1500		60	Ø 2500
	ИСЛ-80	2000		80	Ø 2500
	ИСЛ-100	2500		100	Ø 2500
Вихревого типа для формовочных и стержневых смесей	4842	500	1...5	22	1650x1650
	4843	1000		44	2850x2960
	4844	250		11	1500x1550
	4845	2000		90	3000x3250
	S1408	75	2...3	1,5	Ø 800
	S1410A	100		2,5	Ø 1000
	S1418	400		11,5	Ø 1800
	S1420K	800		17,5	Ø 2000
S1425	1250	35		Ø 2500	
S1426	2500	50		Ø 2500	
Периодического действия чашечные турбинные для формовочных и стержневых смесей	S1310	55	2,5...3,5	1,25	Ø 1000
	S1312	200		3,5	Ø 1200
	S1318	325		7,5	Ø 1800
	S1320C	400		10,0	Ø 2000
	S1320E	450		12,0	Ø 2000
	S1322	675		15,0	Ø 2240
Катковые периодического действия для формовочных и стержневых смесей	C1C-050	50	2...12	0,15...0,25	895x700
	C1CM-050	80		0,24...0,4	710x1015
	C1C-150	150		0,45...0,8	970x1055
	C1C-200	200		0,6...1,0	1060x1765
	C1C-300	300		0,9...1,5	992x1000
	S1110D	55		3...6	1,5...2,5
	S1112	100	2,0...3,0		Ø 1200
	S1116D	250	5,0...7,0		Ø 1600
	S1118	235	7,0...8,0		Ø 1800
	S1120E	450	10,0...12,0		Ø 2000
	S1122	675	13,0...17,0		Ø 2240
	S1125	750	20,0...24,0	Ø 2500	

Продолжение таблицы К.1

Тип и назначение смесителя	Модель	Основные параметры			
		Масса замеса, кг	Продолжительность цикла, мин	Производительность, т/ч	Габаритные размеры в плане, мм
Турбинного типа DISA Industries A/S (Дания) для едининых формо- вочных смесей	SAM 3	750	4...6	15...18	Ø 1600
	SAM 6	1500		38...45	Ø 2000
	SAM 10	2500		75...90	Ø 2400
	SAM 16	4000		120...140	Ø 2700
	SAM 22	6000		180...216	Ø 2850
	TM 160	500	1...3	15...20	Ø 1650
	TM 190	700		21...25	Ø 2000
	TM 240	1400		40...50	Ø 2400
TM 285	3200	90...115		Ø 2500	

Таблица К.2 – Смесители литейные для приготовления холодно-твердеющих смесей

Тип смесителя	Модель	Примечание	Установленная мощность, кВт	Производительность, т/ч	Габаритные размеры в плане, мм
Смеситель лопастной периодического действия	П-1881	Масса замеса, кг 1200 Для смесей на жидком стекле	65	5...8	6100x4100
Смеситель шнековый непрерывного действия	С2Ш1	Для стержневых смесей на смолах и жидком стекле	5	2	2295x510
	С1Ш3		3	3	1000x350
Смесители шнековые однорукавные фирмы Spartan	303P	Для формовочных и стержневых смесей	3	1...3	1450x500
	305P		4	3...6	2900x600
	310P		6	5...12	3150x600
	320P		11	10...20	3150x750
	335P		19	20...35	3350x750
	360P <sup>1</sup>		30	40...60	4100x1000
3100P <sup>1</sup>	37	80...100	4650x1000		
Смесители шнековые двухрукавные фирмы Spartan	310A	Для формовочных смесей на фурановых смолах	4	5...12	5100x1400
	320A		11	10...20	6500x1400
	335A		19	20...35	6500x1400
	360A <sup>1</sup>		30	40...60	10500x1700
	3100A <sup>1</sup>		37	80...100	11200x2000
Смесители шнековые фирмы WEBAC одно-вальные	Q 5	Для смесей на смолах и жидком стекле	5...22 <sup>2</sup>	5	— <sup>2</sup>
	Q 10			10	
	Q 20			20	
	Q 30			30	
Смесители шнековые фирмы WEBAC двух-вальные	EM 5	Для смесей на фурановых смолах		5	
	EM 10			10	
	EM 20			20	
	EM 30			30	

Продолжение таблицы К.2

Тип смесителя	Модель	Примечание	Установ- ленная мощность, кВт	Произво- дительность, т/ч	Габаритные размеры в плане, мм
Смесители шне- ковые фирмы WEBAC трехвальные (пе- редвижные)	IM 10 (G)	Для смесей на фурановых или фенольных смолах	7,5...22 <sup>2</sup>	10	_ <sup>2</sup>
	IM 20 (G)			20	
	IM 30 (G)			30	
	IM 45 (G)			45	
Передвижные смесители ХТС для формовки в опоках на плацу и в кессонах	AIS2505	Для формовоч- ных смесей на фурановых смо- лах с использо- ванием регене- рата	10	5	_ <sup>2</sup>
	AIS2510		14	10	
	AIS2515		18	15	
	AIS2520		15	20	
	AIS2525		30	25	
	AIS2530		36	30	
	AIS2550		48	50	
AIS2560	52	60			
Смесители шне- ковые фирмы FAT COMBIMIX <sup>3</sup>	2003	Для смесей на фурановых смо- лах	9...40 <sup>2</sup>	3	_ <sup>2</sup>
	2006			6	
	2015			15	
	2022			22	
	2032			32	
	2042			42	

Примечания:

1. Изготавливаются в передвижном варианте.
2. Информация на сайте производителя.
3. Изготавливаются в передвижном и стационарном вариантах.

**Приложение Л**  
**Технические характеристики оборудования для финишных операций**

*Таблица Л.1 – Установки электрогидравлические*

Наименование	Модель	Наибольшая масса загрузки, т	Производительность, т/ч (по чугуну / по стали)	Габаритные размеры в плане, мм	Мощность, кВт
Тупиковая периодического действия	36121А	2,5	3,0 / 2,5	8000x5699	74,0
	36131А	8,0	4,7 / 3,6	17000x9500	120,0
	36141А	25	6,5 / 4,0	21100x10000	210,0
Проходная периодического действия	36212	2,5	5,0 / 4,0	9700x4500	-
	36213	5,0	8,0 / 5,0	11000x4800	150,0
	36214	10,0	9,0 / 6,0	15900x6200	180,0
	36215	20,0	12,3 / 8,0	26000x10000	210,0
	36216	40,0	16,0 / 19,0	32000x13000	400,0
Конвейерная непрерывного действия для работы с пластинчатым конвейером	36313	0,4	9,0 / 6,0	12500x9000	48,0
Конвейерная непрерывного действия для работы с подвесным конвейером <sup>1</sup>	36412	0,16	6,0 / 4,5	11000x8000	100,0
	36413	0,315	10,0 / 6,0	15000x10000	60,0
	36414	0,63	12,5 / 8,0	13600x10300	75,0
	36415	1,25	16,0 / 13,0	13900x10250	100,0

Примечание. 1. Рекомендуется для цехов массового и крупносерийного производства.

*Таблица Л.2 – Барабаны очистные галтовочные*

Наименование	Модель	Наибольшая масса очищаемой отливки, кг	Расчетная производительность, т/ч	Габаритные размеры в плане, мм	Масса, т
Барабан очистной галтовочный периодического действия	41114	50	2,4	3930x1214	6,9
ОБ-900М	1000	3,5	3,6	3500x1600	3,8
Барабан очистной галтовочный непрерывного действия	41212	150	5,0	7646x2528	15,2

Таблица Л.3 – Барабаны очистные дробебетные

Модель	Наибольшая масса очищаемой отливки, кг	Производительность, т/ч	Габаритные размеры в плане, мм	Номинальная мощность, кВт
Периодического действия				
SB2005G	50	4,0...5,0	7200x3500	51,0
SB2015G	150	3,0...2,0	3600x3000	32,6
SB2025	250	5,0...8,0	5500x5300	41,0
SB2036G	500	14,0...20,0	8000x6000	67,3
42322M	25	7,0	7600x4500	65,0
42313	40	10,0	8400x5800	148,0
42203	50	3,0	4700x4370	21,0
42434	80	16,0	9000x7000	166,0
42233	100	2,5	4900x4200	36,4
42236	500	5,4	7000x6000	85,0
42237	1000	8,0	9000x8000	123,0
Непрерывного действия с подвесным конвейером				
SB3410X	100	15...20 <sup>1</sup>	2800x2500	27,0
SB3420X	250		9600x3800	39,0
SB3450X	500		7200x6500	42,0

Примечание. 1. Производительность – подвесок в час.

Таблица Л.4 – Камеры очистные дробебетные

Модель	Наибольшая масса очищаемой отливки, кг	Производительность, т/ч	Габаритные размеры в плане, мм	Номинальная мощность, кВт
Периодического действия				
42813 <sup>1</sup>	500	6,5...8,5	4900x3800	36
42634M <sup>1</sup>	30000	8,0...15,0	12500x12000	101
42638M <sup>1</sup>	50000	9,8...16,0	20000x16000	202
42639M <sup>1</sup>	150000	19,0...20,5	29000x16000	214
2P887 <sup>2</sup>	1000	6,5...8,5	4200x4300	55
42834	500	3,8...5,5	3900x4850	13
42846	5000	2,5...6,5	5500x5500	25
42847 <sup>2</sup>	3000	4,0...5,0	7900x11000	100
42848 <sup>2</sup>	5000	5,0...6,0	7900x11000	140
42849 <sup>2</sup>	10000	6,0...7,0	9000x14000	170
Непрерывного действия				
42857 <sup>2</sup>	3000	11,0...14,0	7900x11000	100
42858 <sup>2</sup>	5000	14,0...17,0	7900x11000	140
42859 <sup>2</sup>	10000	17,0...19,0	9000x14000	170

Примечания:

1. Камеры с тележкой и поворотным столом.
2. Камеры с подвесками.

Таблица Л.5 – Оборудование для абразивной зачистки и обрубки

Наименование оборудования	Модель	Основная техническая характеристика	Производительность	Габаритные размеры, мм
Станок обдирочно – шлифовальный стационарный	МЗ-48 МЗ-49	Диаметр круга 600 мм Диаметр круга 750 мм	0,015... 0,025 т/ч	2100x2100
	МЗ-11В	С двумя независимыми абразивными кругами диаметром 400 мм для оливок массой до 50 кг	0,025... 0,04 т/ч	1700x1500
	4626		300...350 отливок/ч	5135x3300
	4581	С тремя независимыми абразивными кругами диаметром до 600 мм для оливок массой до 100 кг	250...300 отливок/ч	5500x3870
Станок обдирочно – шлифовальный подвесной	ЗЕ374	Диаметр круга 400 мм	0,06... 0,08 т/ч	2850x2000
	ЗЕ375	Диаметр круга 500 мм		
	4674	С тремя независимыми абразивными кругами диаметром до 600 мм для оливок массой до 100 кг	70...90 отливок/ч	4800x4200
Комплекс механизированный для абразивной зачистки отливок	99910	Наибольшие размеры отливки, мм 1200x1000x1000	0,15... 0,25 т/ч	4300x2400
	99911М		0,30... 0,50 т/ч	6000x46 40
	99912М			8200x4600
Комплекс механизированный для абразивной зачистки отливок	98516М	Размеры отливок, мм 2000x1200x1200	0,40... 0,60 т/ч	6200x4600
Камера с установкой воздушно-дуговой резки	РВДл-1000	Для отливок массой свыше 1000 кг	0,10... 0,15 т/ч	4000x4000 и более
Станок для механической резки прибылей	СЭО.01	Для отделения прибылей диаметром до 300 мм	Скорость реза 0,5...5 мм/с	4500x2680
Установка для электроконтактной резки прибылей	2М58		Скорость реза 10...30 мм/с	–
Установка для ручной кислородной резки	УРР-700-72		Для отделения прибылей диаметром от 300 мм до 1000 мм	Скорость реза 15...50 мм/мин
Для механизированной кислородной и кислородно-флюсовой резки	ПМР-1000	–		

Таблица Л.6 – Установки стационарные для отделения прибылей и литниковых систем отливок

Модель <sup>1</sup>	Габаритные размеры устанавливаемой отливки, мм	Скорость реза, мм/мин
РК-2,5	2500x800	До 200
РК-5,0	5000x800	
РПл-2,5	2500x800	До 1000
ТК-2,5	2500x800	До 160
ТК-5,0	5000x800	
ТПл-2,5	2500x800	До 1000
УК-2,0	2000x800	До 160
УК-3,2	3200x650	
УПл-1,6	1600x650	До 400
МК-1,0	1000x100	До 160
МПл-1,0		До 400

Примечание. 1. К — для резки стали кислородной струей; Пл — для резки плазменной дугой; Т — для точной прямолинейной и фигурной резки деталей; У — универсальные для прямолинейной и фигурной резки заготовок; М — для резки малогабаритных деталей и заготовок.



**Приложение М**  
**Технические характеристики оборудования для подготовки свежих  
формовочных материалов**

*Таблица М.1 – Сита барабанные полигональные*

Назначение	Модель	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Мощность, кВт	Габаритные размеры в плане, мм
Для просеива- ния свежих песков и отра- ботанной формовочной смеси	173М2	5,0	1,1	1960x830
	174М2	12,5	1,5	2510x1150
	175М1	25,0	3,0	3000x1300
	176М1	50,0	5,5	3700x1700
	178М	80,0	7,5	4800x2400
	179	125,0	11,0	6000x2900

*Таблица М.2 – Сушила для песка*

Тип	Модель	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Мощность, кВт	Расход топлива, кг/т
Барабанное	S623	3,0	3,0	35
	S625	5,0	5,5	60
	S6210	10,0	7,5	80
Пневмофонтанное (в кипящем слое)	АФ-1	1 <sup>1</sup>	–	10
	АФ-3	3 <sup>1</sup>	–	30
	АФ-5	5 <sup>1</sup>	–	50
	АФ-10	10 <sup>1</sup>	–	100
	АФ-20	20 <sup>1</sup>	–	122
	АФ-30	30 <sup>1</sup>	–	200
Установка для сушки песка в пневмопотоке фирмы ALLGAIER <sup>2</sup>	ATL A	15...18	2200...2350	–
	ATL B	25...32		–
	ATL C	35...45		–
	ATL C1	40...65		–

Примечания:

1. Производительность указана в т/ч.
2. Данные рекламного проспекта фирмы ALLGAIER.

**Приложение Н**  
**Данные для разработки энергетической части проекта**

*Таблица Н.1 – Расход электроэнергии на плавку*

Виды печей	Емкость, т	Удельный расход электроэнергии на 1 т жидкого металла, кВт×ч
<b>Чугунолитейные цехи</b>		
Индукционные тигельные печи повышенной частоты, емкостью	до 6 т	650...700
	6...20 т	600...650
	св. 20 т	550...600
Индукционные тигельные печи пониженной частоты, емкостью	до 3 т	600...870
	св. 3...8 т	525...600
	св. 8...15 т	480...590
	св. 15 т	440...540
Дуговые электропечи прямого действия, емкостью	до 12 т	520...570
	св. 12 т	700...750
Дуговые печи постоянного тока, емкостью	до 3 т	480...500
	св. 3...15 т	430...480
	св. 15 т	360...390
<b>Сталелитейные цехи</b>		
Индукционные тигельные печи повышенной частоты, емкостью	до 0,16 т	1000...1150
	св. 0,16...0,4 т	850...1000
	св. 0,4...2,5 т	775...800
	св. 2,5 т	725...750
Индукционные тигельные печи пониженной частоты, емкостью	до 3 т	625...800
	св. 3...8 т	530...600
	св. 8...15 т	450...530
	св. 15 т	400...450
Дуговые электропечи прямого действия, емкостью	до 3 т	650...750
	св. 3 т	700...750
Дуговые печи постоянного тока, емкостью	до 3 т	530...735
	св. 3...15 т	480...500
	св. 15 т	380...400

*Таблица Н.2 – Расход электроэнергии на термообработку литья*

Вид литья	Вид термообработки	Удельный расход электроэнергии на 1 т термообрабатываемого литья, кВт×ч
Серый чугун	Старение	230...250
Ковкий чугун	Отжиг	450...500
Высокопрочный чугун	Отжиг	250...300
Легированный чугун	Отжиг/закалка	280...300 / 150...210
Углеродистая сталь	Нормализация/отжиг/закалка	260...310 / 260...280 / 160...210
Легированная сталь	Нормализация/отжиг/закалка	200...350 / 250...300 / 150...250

Таблица Н.3 – Расход электроэнергии на силовые установки

Цехи	Проектная мощность цеха, т	Сменность работы цехов	Удельный расход электроэнергии на 1 т годного литья, кВт×ч
Серого чугуна	До 10000	2 смены	0,06...0,08
	10000...30000	2 смены	0,07...0,09
		3 смены	0,065...0,08
	Св. 30000	2 смены	0,09...0,12
3 смены		0,08...0,1	
Ковкого чугуна	-	2 смены	0,08...0,1
Сталелитейные цехи	До 30000	2 смены	0,10...0,12
	Св. 30000	2 смены	0,13...0,15
		3 смены	0,09...0,11

Таблица Н.4 – Расход электроэнергии на освещение

Отделения цеха	Годовой расход электроэнергии на освещение 1м <sup>2</sup> цеховой площади, кВт×ч, при режиме работы		
	односменном	двухсменном	трехсменном
Основные отделения	10,5...12,6	36,0...43,2	70,5...84,6
Складские отделения	5,6...7,0	19,2...24,0	37,6...47,0
Бытовые	5,6	20,0	38,0

Таблица Н.5 – Расход сжатого воздуха

Цехи	Удельный расход на 1т годного литья, м <sup>3</sup>
Литейные цехи серого чугуна	1000...1300
Литейные цехи ковкого чугуна	1200...1500
Сталелитейные цехи	1400...1800

Таблица Н.6 – Расход воды на технологические нужды

Плавильный агрегат	Часовой расход для охлаждения, м <sup>3</sup>	Удельный расход на 1 т жидкого металла, м <sup>3</sup>
Тигельные индукционные печи	4,8...9,0	8...10
Дуговые печи	10,0...28,0	13...15
Вагранки	6,0...10,0	8...10
Дуплекс - процесс	–	14...17

Таблица Н.7 – Расход природного газа на технологические нужды

Цехи	Удельный расход на 1т годного литья, м <sup>3</sup>
Литейные цехи серого чугуна	125...150
Литейные цехи ковкого чугуна	140...170
Сталелитейные цехи	130...180

*Навчальне видання*

## **ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ**

**Посібник**

**до виконання курсового проекту  
для студентів спеціальності 7.05040201  
«Ливарне виробництво чорних та кольорових металів та сплавів»  
всіх форм навчання**

*(Російською мовою)*

Укладач                      ПРИХОДЬКО Олег Вікторович

За авторським редагуванням

Комп'ютерне верстання              О. М. Болкова

102/2015. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. 3,49.  
Обл.-вид. арк. 2,73. Тираж 3 пр. Зам №

Видавець і виготівник  
Донбаська державна машинобудівна академія  
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК №1633 від 24.12.2003