



Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

**Кафедра «Металлургия и технологии
обработки материалов»**

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
для студентов специальности 1-42 01 01
«Металлургическое производство
и материалобработка (по направлениям)»
специализации 1-42 01 01-01 «Металлургическое
производство и материалобработка (металлургия)»
направления 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия
черных и цветных металлов»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2017

УДК 669.1:378.147.091.313(075.8)
ББК 34.321.4+74.480.281.35я73
Д46

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 23.02.2016 г.)*

Составитель *В. А. Жаранов*

Рецензент: доц. каф. «Техническая механика» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. физ.-мат. наук, доц. *Д. Г. Кроль*

Дипломное проектирование : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» специализации 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» направления 1-42 01 01-02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» днев. и заоч. форм обучения / сост. В. А. Жаранов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 168 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://library.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Изложены основные положения дипломного проектирования, даны примеры расчетов основного технологического оборудования, представлен набор чертежей актуальных планировок участков и цехов металлургических заводов, отражены вопросы энерго- и ресурсосбережения с соответствующими схемами реализации процессов.

Для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» специализации 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» направления 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» дневной и заочной форм обучения.

УДК 669.1:378.147.091.313(075.8)
ББК 34.321.4+74.480.281.35я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2017

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 СТРУКТУРА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, ВЗАИМОСВЯЗЬ ЦЕХОВ, СЛУЖБ И СИСТЕМ.....	7
2 ТИПЫ ПРОЕКТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ...	13
3 ОБЩИЙ ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	16
3.1 Стадии проектирования.....	17
3.2. Задания на проектирование.....	19
3.2.1 Задание на разработку ТЭО.....	19
3.2.2 Задание на разработку технического проекта.....	20
3.2.3 Задание на разработку рабочей документации.....	23
3.2.4 Задание на выполнение технологических работ.....	23
3.2.5 Задания на проектирование отдельных частей проекта.....	24
(зданий, обслуживающих систем и инфраструктуры производства) .	24
3.3. Технологическое задание на проектирование, рекомендации по технологическому процессу.....	30
3.4. Техническое задание на создание оборудования единичного производства.....	34
3.5. Технико-экономическое обоснование.....	40
3.6. Технический проект.....	46
3.7. Рабочая документация.....	48
3.8. Послепроектная деятельность и авторский надзор.....	50
4 СТРОИТЕЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА, ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ И ПОРЯДОК ВЫБОРА.....	55
5.1 Расчет шихтовки плавки.....	60
5.2 Пример расчета шихтовки стали X12МФ1.....	61
5.3 Хронометраж плавки.....	67

6 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТДЕЛЕНИЙ, ЦЕХОВ	83
7 РАСЧЕТ И КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХУ	90
7.1 Производственная программа	91
7.2 Площади и планировка отделения.	94
7.3 Типы МНЛЗ и их применение	102
7.4 Утилизация отходов	127
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	162

ВВЕДЕНИЕ

Металлургия – это область науки и техники, охватывающая процессы обработки руд, получения металлов и сплавов с определенными потребительскими свойствами. За последние 20 лет, несмотря на появление огромного количества альтернативных конструкционных материалов: пластмасс, композитов, стекла, сплавов на основе магния, алюминия, титана и др., черные металлы останутся основными материалами для машиностроительной индустрии и других отраслей народного хозяйства. Доля продукции, изготовленной с использованием металлов, в настоящее время составляет более 70% валового национального продукта государства.

Обычно темы дипломных проектов задаются в зависимости от предполагаемого места работы конкретного выпускника. В качестве примера можно привести следующие темы:

1. Разработать технологию выплавки, внепечной обработки и разливки стали ШХ15, подобрать наиболее рациональное оборудование и составить план отделения на выпуск 400000 т. литых заготовок в год.

2. Разработать технологию выплавки, внепечной обработки и разливки стали 00X18H10 с ультранизким содержанием углерода, подобрать наиболее рациональное оборудование и составить план отделения на выпуск 100000 т. проката в год.

3. Разработать технологию выплавки, внепечной обработки и разливки сплавов, применяемых для электронагревателей, подобрать наиболее рациональное оборудование и составить план отделения на выпуск 4000 т. проката в год.

4. Разработать технологию выплавки, внепечной обработки и разливки сплава 36НХТЮ, применяемого для конструирования упругих элементов, подобрать наиболее рациональное оборудование и составить план отделения на выпуск 4000 т. литых заготовок в год и т.п.

В дипломном проекте предлагается разработать следующие основные разделы:

1. Мировой рынок стали и сплавов.
2. Описание потребительских свойств выпускаемой продукции.

3. Выбор и расчет геометрических и теплотехнических параметров основного технологического оборудования по выплавке стали. Расчет силового трансформатора.
4. Обоснование выбора оптимальной технологии выплавки сталей и сплавов.
5. Расчет шихтовки плавки.
6. Расчет количества основного оборудования для выплавки сталей и сплавов.
7. Обоснование способа и технологии разливки сталей и сплавов.
8. Расчет основных характеристик МНЛЗ.
9. Составление плана цеха или отделения по производству стали и сплавов.
10. Экономическое обоснование проекта.
11. Описание опасностей и вредностей проектируемого производства.
12. Описание влияния производственных процессов на экологическую безопасность и утилизация отходов.

1 СТРУКТУРА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, ВЗАИМОСВЯЗЬ ЦЕХОВ, СЛУЖБ И СИСТЕМ

Металлургические предприятия подразделяются на горнорудные и металлургические с полным циклом или использующие в качестве сырья лома, а также заводы по производству отдельных видов продукции (кокс, трубы, метизы, огнеупоры и т.п.).

Каждое из указанных металлургических предприятий – многофункциональное производство, в котором взаимодействуют объекты основного технологического производства, объекты подсобного и обслуживающего назначения, вспомогательные службы и системы (рисунок 1.1).

К основным производствам (цехам) относятся добывающие, перерабатывающие сырье и полуфабрикаты в готовую продукцию, для производства которой предназначено данное предприятие.

К подсобным относятся производства (цехи), изготавливающие основные и вспомогательные материалы или осуществляющие их подготовку для переработки в основных цехах предприятия. Часто указанные производства относятся к основным.

Побочными считаются производства (цехи), изготавливающие продукцию из отходов производства.

Для нормального функционирования основных, подсобных и побочных производств (цехов) на металлургических предприятиях создаются разные службы, системы и хозяйства.

Система материально-технического снабжения и сбыта служит для обеспечения бесперебойного снабжения производств основными и вспомогательными материалами, необходимыми для ритмичного функционирования производства и организации своевременного сбыта продукции. Обычно организуется не для отдельного цеха, а для всего предприятия в целом.

Автоматизированная система управления производством (АСУП) – комплекс структурно-алгоритмических служб, обеспечивающих автоматический контроль и управление производством. Материальная часть АСУП включает в себя технические средства, системы (датчики, регуляторы, компьютеры и микропроцессоры, средства связи и др.), соединенные в соответствии со структурно-алгоритмической частью АСУП.

Система бытового обслуживания включает бытовые помещения, места отдыха, столовые и пункты питания, медпункты, оздоровительные комплексы и другие службы, обеспечивающие нужды трудящихся во время пребывания их на работе.

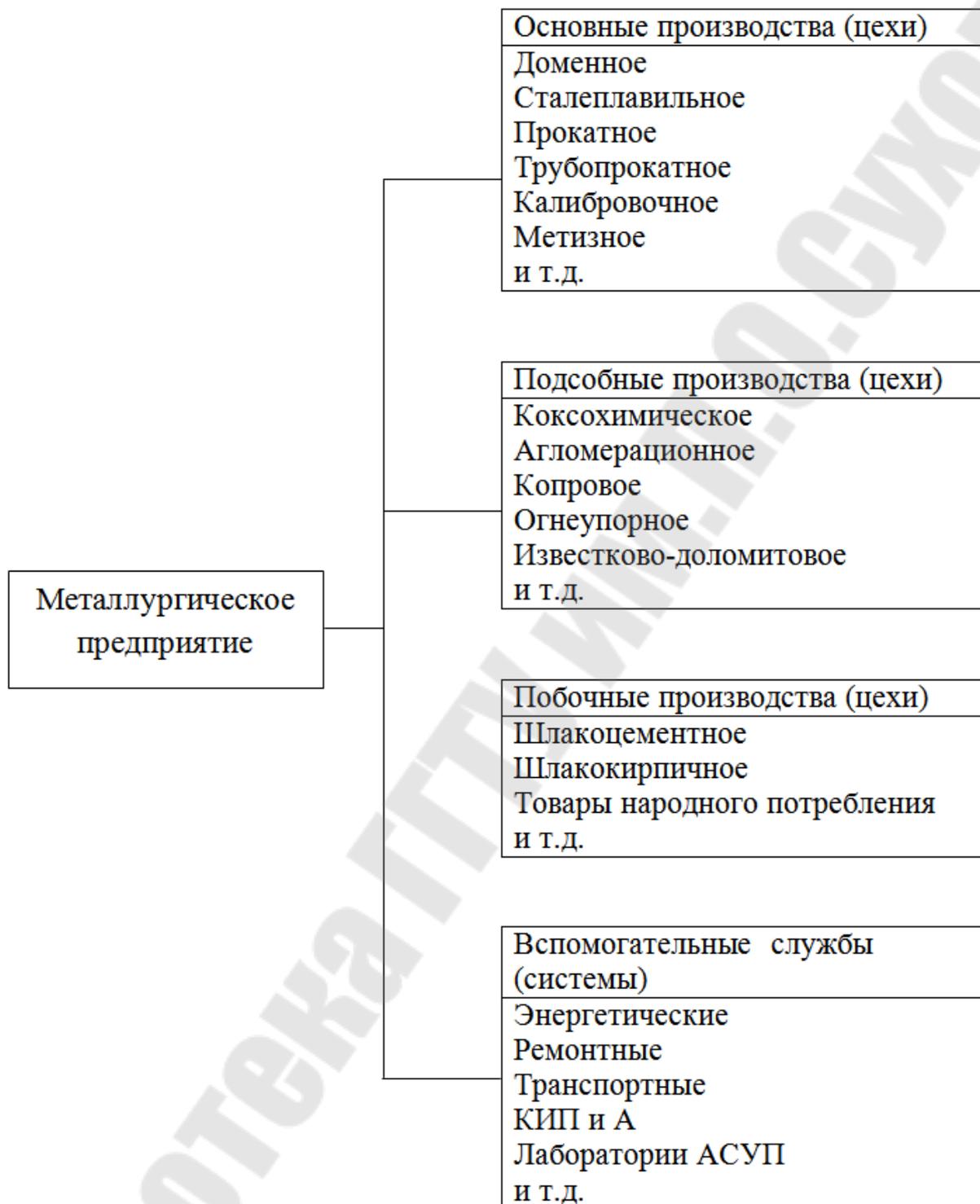


Рисунок 1.1 - Состав цехов, служб и систем металлургического предприятия

Система технического контроля обеспечивает контроль качества сырья, других исходных материалов, контроль технологии производства и качества готовой продукции на каждом из переделов.

Система энергоснабжения обеспечивает подачу электроэнергии, сжатого воздуха, воды, пара, природного газа, кислорода и других газов, горячей воды, специальных веществ, полей, излучений и т.п.

Система подачи сырья и материалов, отгрузки готовой продукции служит для обеспечения передачи с других предприятий или общезаводских на внутрицеховые склады исходных материалов и последующей отгрузки готовой продукции потребителю. Для этого используют железнодорожный, автомобильный, водный, трубопроводный, конвейерный и др. виды транспорта. На рисунке 1.2 показана схема, характеризующая взаимосвязь производств, служб, систем металлургического производства.

На рисунке 1.2 обозначено: I – цех углеподготовки; II – коксохимический цех; III – обогатительная фабрика; IV – агломерационный цех; V – доменный цех; VI – сталеплавильный цех; VII – прокатные цехи; VIII – трубные цехи; IX – вспомогательные цехи; X – побочные цехи; XI – склады; XII – энергетическое хозяйство; XIII – транспортное хозяйство; XIV – заводоуправление; 1 – рудный двор; 2 – бункерная эстакада; 3 – доменная печь; 4 – литейный двор; 5 – скиповый подъемник; 6 – воздухонагреватели; 7 – пылеуловители грубой очистки газа; 8 – отделение разливочных машин; 9 – агрегаты тонкой очистки доменного газа; 10 – грануляционный бассейн; 11 – миксерное отделение; 12 – шихтовый двор; 13 – главный корпус (сталеплавильные печи); 14 – отделение раздевания слитков; 15 – отделение подготовки изложниц; 16 – шлаковый двор; 17 – скрапоразделочные отделения; 18 – цех огнеупорных материалов; 19 – литейный цех; 20 – кузнечно-прессовый цех; 21 – механический цех; 22 – цех металлоконструкций; 23 – склад угля; 24 – склад чугуна; 25 – склад стальных слитков; 26 – склад огнеупорных материалов; 27 – склад металлургического оборудования; 28 – шлаковые отвалы; 29 – электрическая станция; 30 – воздуходувная и компрессорная станции; 31 – кислородная станция; 32 – газгольдер коксового газа; 33 – насосная станция; 34 – железнодорожная станция; 35 – железная дорога МПС; 36 – железнодорожное депо; 37 – автомобильный гараж.

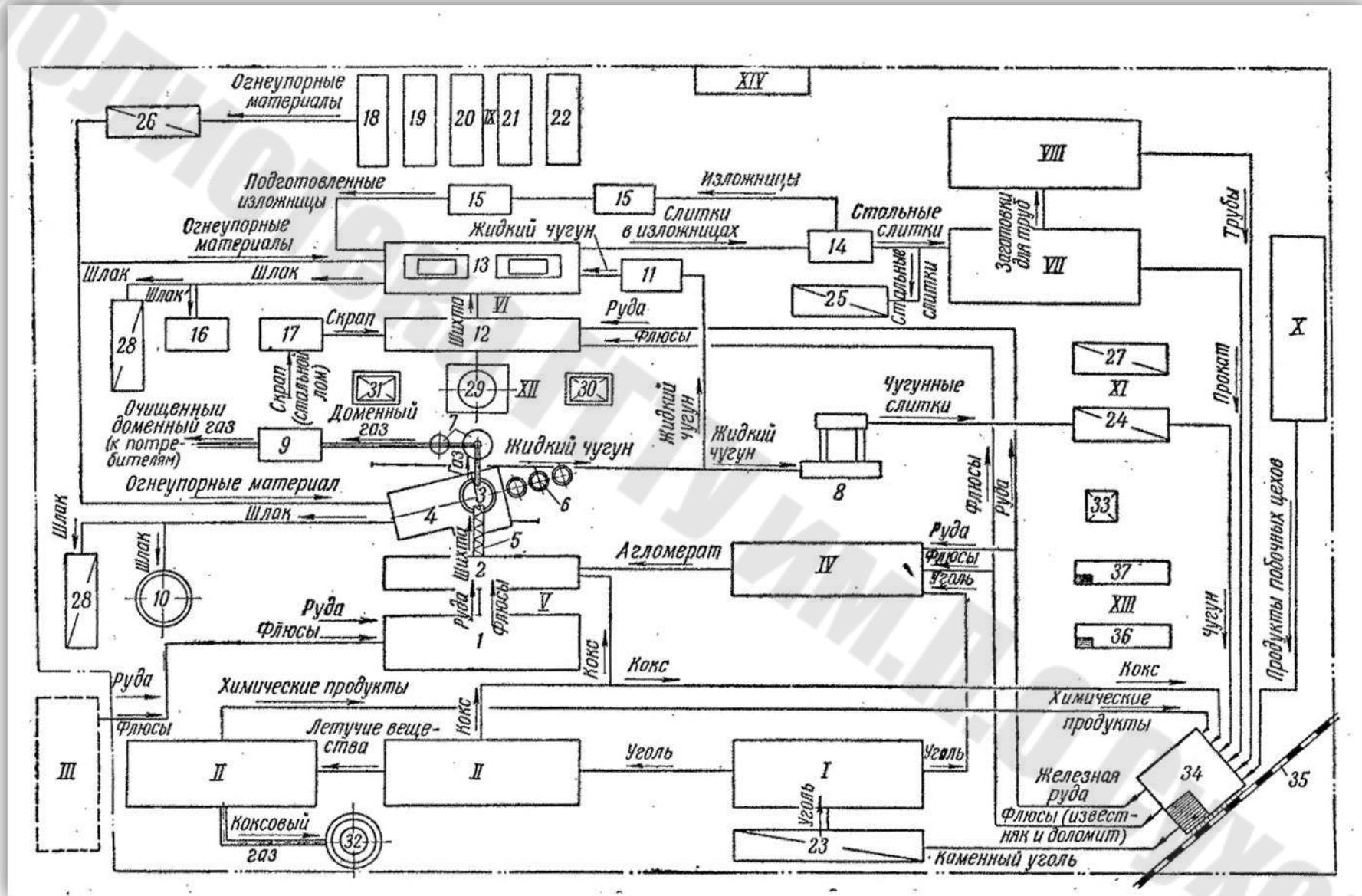


Рисунок 1.2 – Схема взаимосвязи объектов металлургического производства

Таким образом, металлургическое предприятие представляет собой комплекс производств, цехов, служб и систем, характеризующихся большим масштабом потребления сырьевых, энергетических ресурсов и производства готовой продукции, большими занимаемыми производственными площадями, значительной численностью обслуживающего персонала, высокой стоимостью строительства и т.п. Все это требует внимательного комплексного подхода к его проектированию.

2 ТИПЫ ПРОЕКТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Существует несколько типов проектов металлургических предприятий: проекты нового строительства, расширения, реконструкции и технического перевооружения действующего предприятия.

К новому строительству (новостройкам) относится строительство предприятия, осуществляемое на новых площадках и по первоначально утвержденному в установленном порядке проекту. В случаях, когда в период строительства производится пересмотр проекта до ввода в действие мощностей, обеспечивающих выпуск основной конечной продукции, продолжение строительства предприятия по измененному проекту также относится к новому строительству;

к расширению действующего предприятия относится осуществляемое по утвержденному в установленном порядке новому проекту строительство вторых и последующих очередей действующего предприятия, дополнительных производственных комплексов и производств, а также новых либо расширение существующих цехов основного производственного назначения со строительством новых или расширением (увеличением пропускной способности) действующих вспомогательных и обслуживающих производств, хозяйств и коммуникаций на территории действующего предприятия или примыкающих к ней площадках. Целью расширения действующего предприятия является увеличение его производственной мощности (производительности, пропускной способности, вместимости зданий или сооружений) в более короткие сроки и при меньших затратах по сравнению с созданием аналогичных мощностей путем нового строительства с одновременным повышением технического уровня и улучшением технико-экономических показателей предприятия;

к реконструкции действующего предприятия относится осуществляемое по единому проекту полное или частичное переоборудование и переустройство производства (без строительства новых и расширения действующих цехов основного производственного назначения, но со строительством при необходимости новых и расширением действующих объектов вспомогательного и обслуживающего назначения) с заменой морально устаревшего и физически изношенного оборудования,

механизацией и автоматизацией производства, устранением диспропорций в технологических звеньях и вспомогательных службах, обеспечивающих увеличение объема производства на базе новой, более современной технологии, расширение сортамента или повышение качества продукции, а также улучшение других технико-экономических показателей с меньшими затратами и в более короткие сроки, чем при строительстве новых или расширении действующих предприятий.

Реконструкция действующего предприятия может осуществляться также с целью изменения профиля предприятия и организации производства новой продукции на существующих производственных площадях.

К реконструкции действующего предприятия относится также строительство новых цехов и объектов той же мощности (производительности, вместимости) или мощности, соответствующей объему выпуска конечной продукции предприятия, взамен ликвидируемых цехов и объектов того же назначения, дальнейшая эксплуатация которых по техническим и экономическим условиям признана нецелесообразной.

В случаях, когда по техническим и экономическим условиям целесообразно или по хозяйственным соображениям необходимо одновременно с реконструкцией действующего предприятия осуществлять его расширение, при разработке проектно-сметной документации, титульных списков и планов капитального строительства следует относить такие объекты к расширяемым или реконструируемым в зависимости от преобладания работ соответствующего характера;

к техническому перевооружению действующего предприятия относится осуществление в соответствии с планом технического развития объединения (предприятия) по проектам на отдельные объекты или виды работ комплекса мероприятий (без расширения имеющихся производственных площадей) по повышению до современных требований технического уровня отдельных участков производства, агрегатов, установок путем внедрения новой техники и технологии, механизации и автоматизации производственных процессов, модернизации и замены устаревшего и физически изношенного оборудования новым, более производительным, устранению «узких мест», улучшению организации и структуры производства и общезаводского хозяйства, а также других ор-

ганизационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение прироста продукции, повышение производительности, условий и организации труда и других показателей работы предприятия.

Практически Гипрометзу и другим институтам приходится, как правило, выполнять проекты действующих металлургических заводов, направленные одновременно как на расширение, так и на реконструкцию и техническое перевооружение, но с различным соотношением этих видов работ.

3 ОБЩИЙ ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Технология проектирования представляет собой формулировку существа собственно проекта и процесса проектирования металлургических заводов. Технология проектирования базируется на следующих основных положениях:

- формулировке и подготовке исходных данных и требований к научным, конструкторским организациям и смежным отраслям народного хозяйства;
- обосновании стадийности проектирования и определении задач, состава и содержания проекта в целом и его отдельных частей на разных стадиях проектирования;
- определении порядка разработки проекта и процесса проектирования с взаимной выдачей заданий и законченных частей проекта всеми участниками;
- разработке основных принципов по выбору площадки для строительства;
- организации авторского надзора;
- обеспечении полноты и комплексности всех вопросов проекта и единстве методов разработки и оформления проектной документации при минимально необходимом объеме для каждой стадии проектирования;
- разработке и широком использовании нормативных материалов для проектирования;
- разработке порядка экспертизы и утверждения проектов и другой проектной документации;
- разработке системы управления, планирования и организации проектных институтов.

Проектирование предприятий является весьма сложным и длительным процессом, которому предшествуют: геологическая разведка полезных ископаемых; научные разработки технологического процесса и конструирование оборудования; выбор района и площадки строительства, инженерные изыскания на ней; выбор источников снабжения сырьем, топливом, энергией, водой, стройматериалами; ТЭО целесообразности строительства и другие подготовительные работы.

Для того чтобы приступить к строительству завода или какого-либо цеха или агрегата, нужен детальный его проект. Но сразу

разработать в деталях все элементы проекта будущего предприятия невозможно, для этого потребуется много времени и труда. Ошибка или изменение в проекте какой-либо части повлекла бы за собой потерю впустую труда большого коллектива проектировщиков. Поэтому проектные материалы разрабатываются путем последовательного проектирования от общего к частному с постепенной их детализацией.

Вначале проектируются общие контуры этого предприятия, намечаются основные его решения, а потом переходят ко все более и более детальной разработке всех частей проекта.

Последовательность проектирования от общего к частному обусловлена установленным порядком проектирования по стадиям, различием задач, решаемых на каждой из них, а также соответствующим этим задачам составом разрабатываемых проектных материалов. Каждый этап процесса проектирования имеет свои задачи и особенности. Задачей на начальной стадии проектирования является определение профиля, мощности и принципиальной технологической структуры завода и района его размещения. На этой стадии выявляются и устанавливаются возможные наилучшие экономически эффективные проектные решения по строительству в целом и его основным объектам, предназначенные для выполнения определенных задач, на принципе вариантного проектирования. Задача на следующей стадии проектирования – детализация принятых общих решений, т.е. разработка рабочих чертежей, предназначенных для непосредственного осуществления по ним строительных и монтажных работ.

3.1 Стадии проектирования

При различных этапах развития строительства и в зависимости от роста квалификации проектировщиков была различная стадийность проектирования.

Большая трудоемкость, длительность выполнения и рассмотрения проектных заданий металлургических заводов при относительно ограниченных сроках их действия вызвала необходимость поисков новых форм экономического обоснования целесообразности проектирования и строительства (реконструкции) того или иного объекта.

В декабре 2000г. стадия ТЭО отменена. Однако само содержание данного этапа проектирования остается и разрабатывается при выполнении предпроектных работ.

На рисунке 3.1 приведена схема, показывающая основные этапы (стадии) проектирования.

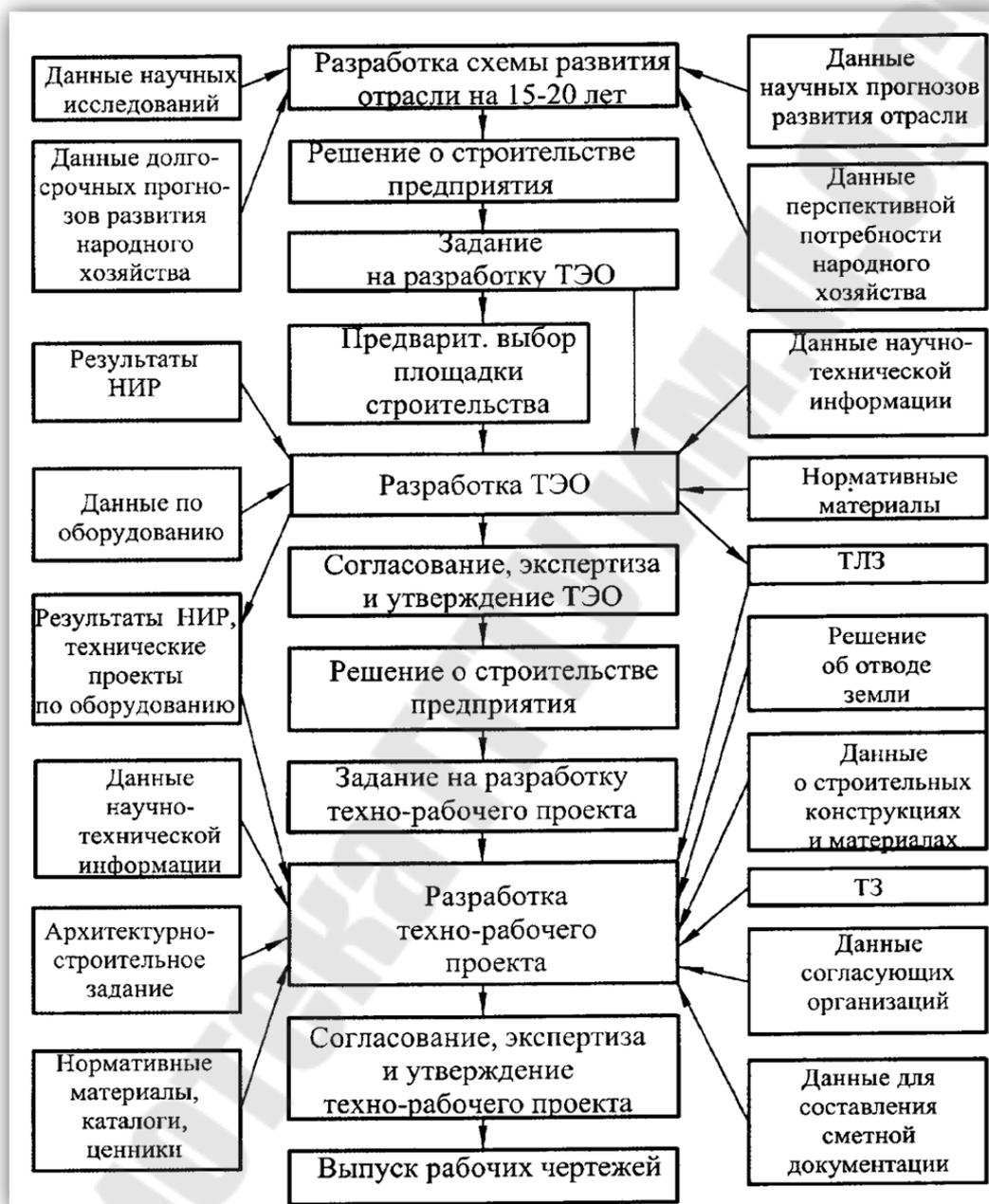


Рисунок 3.1 – Стадии проектирования

3.2. Задания на проектирование

На разных стадиях проектирования существуют стандартные требования к порядку разработки, составу оформления и утверждения задания на проектирование объектов производственного назначения.

Задание на производство проектной продукции фиксирует в документированной форме основные характеристики и показатели проектируемого объекта, отражающие обоснованные концепции, требования и пожелания заказчика. Задание является неотъемлемой частью юридического соглашения (договора, контракта) на проектирование или на выполнение отдельных видов проектных работ (услуг) и представляет форму документированных входных данных проекта, включая исходные данные, требования к качеству и показатели качества проектной продукции. В условиях субподряда (в том числе и в условиях производства работ разными подразделениями одной проектной организации) указанные требования заказчика и показатели качества должны быть обеспечены соответствующими соглашениями на производство субподрядных проектных, изыскательских и других необходимых работ.

Различают порядок разработки, оформления, утверждения и требования к составу задания на обоснование инвестиций, на выполнение рабочего проекта и на выполнение рабочей документации. Во всех случаях задание является неотъемлемой частью договора.

3.2.1 Задание на разработку ТЭО

Задание на выполнение обоснований строительства объекта (ТЭО) разрабатывает заказчик или привлекаемая им проектная организация. Главный инженер проекта и ведущий технологический отдел Гипромеза составляют задание на разработку обоснования, перечень необходимых материалов и данных, выдаваемых заказчиком, график и календарный план и утверждают заказчиком.

Перечень основных данных и требований задания на разработку ТЭО.

1. Основные данные о заказчике.
2. Местоположение предприятия, здания, сооружения.
3. Цели и источники инвестирования.
4. Ориентировочный объем финансирования.
5. Номенклатура и объем продукции (услуг).
6. Основные требования к технологии, производству, продукции и основному технологическому оборудованию.

7. Требования к архитектурно-планировочным, конструктивным и инженерным решениям.

8. Требования к охране окружающей среды.

9. Особые условия строительства (сейсмичность, группа грунтов и проч.).

10. Показатели объекта.

К заданию прилагаются:

– материалы, полученные от местных органов исполнительной власти, в том числе решения по результатам рассмотрения ходатайства (декларации) о намерениях;

– технические условия на присоединение предприятия (здания, сооружения) к источникам снабжения энергоресурсами, инженерным сетям и коммуникациям;

– картографические (топографические) материалы, ситуационные планы и т.п.;

– требования по санитарно-эпидемиологическим, экологическим условиям;

– устанавливаемые технические характеристики продукции предприятия, данные об ее стоимости;

– рекомендации по технологическому процессу;

– требования по созданию (применению, использованию) технологий и оборудования;

– требования ГО и ЧС;

– другие необходимые для выполнения работы материалы.

3.2.2 Задание на разработку технического проекта

Разработка технического проекта (проектной документации) на строительство объектов осуществляется на основе утвержденных ТЭО при наличии договора и задания на проектирование, которое включает исходные материалы и данные.

Задание на выполнение технического проекта разрабатывает заказчик проектной документации или поручает его разработку организации, привлекаемой к разработке данного проекта.

Примерный состав данных и требований, включаемых в задание на проектирование (технический проект)

1. Основание для проектирования (утвержденная предпроектная стадия).

2. Вид строительства.

3. Основные технико-экономические показатели объекта, в том числе мощность, производительность, производственная программа.

4. Требования к качеству, конкурентоспособности и экономическим параметрам продукции.
 5. Требования к технологии, режиму работы предприятия.
 6. Требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям.
 7. Особые условия проектирования и строительства (сейсмичность, группа просадочности грунтов, вечная мерзлота, водопонижение площадки строительства, водоочистные сооружения и сооружения по переработке отходов производства, утилизация тепла, рекультивация земель и другие условия).
 8. Объем проектных решений (необходимость выполнения работы в объеме утвержденных обоснований инвестиций или иных предпроектных материалов; требования по дополнительным проработкам, уточняющим решения утвержденных обоснований или иных предпроектных материалов).
 9. Выделение очередей и пусковых комплексов, требования по перспективному расширению предприятия.
 10. Требования и условия к разработке природоохранных мер и мероприятий.
 11. Требования к режиму безопасности и гигиене труда.
 12. Требования по ассимиляции производства.
 13. Требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
 14. Требования по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ.
 15. Требования по проектированию объектов жилищно-гражданского назначения.
 16. Необходимость выполнения и состав демонстрационных материалов.
 17. Проектная организация – генеральный проектировщик.
 18. Генеральная подрядная строительная организация.
 19. Сроки строительства.
- Вместе с заданием на проектирование заказчик выдает следующие исходные материалы и данные.
1. Обоснование инвестиций в строительство объекта.
 2. Решение местного органа исполнительной власти о предварительном согласовании места размещения объекта.

3. Акт выбора земельного участка (трассы) для строительства и прилагаемые к нему материалы.

4. Архитектурно-планировочное задание.

5. Технические условия на присоединение проектируемого объекта к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям.

6. Исходные данные по оборудованию.

7. Технологическое задание на проектирование либо необходимые данные по выполненным научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, связанным с созданием технологических процессов и оборудования.

8. Материалы инвентаризации, оценочные акты и решения органов местной администрации о сносе и характере компенсации за сносимые здания и сооружения.

9. Материалы, полученные от местной администрации и органов государственного надзора, в том числе характеристика социально-экономической обстановки, природных условий и состояния природной окружающей среды, данные о существующих источниках загрязнения и другие сведения в соответствии с требованиями природоохранных органов, санитарно-эпидемиологические условия в районе строительства.

10. Имеющиеся материалы инженерных изысканий и обследований, обмерочные чертежи существующих на участке строительства зданий и сооружений, подземных и наземных сетей и коммуникаций.

11. Чертежи и технические характеристики продукции предприятия.

12. Задание на разработку тендерной документации на строительство (при необходимости).

13. Заключение и материалы, выполненные по результатам обследования действующих производств, конструкций зданий и сооружений.

14. Технологические планировки цехов, участков со спецификацией оборудования и сведениями о его состоянии, данные об условиях труда на рабочих местах.

15. Условия на размещение временных зданий и сооружений, подъемно-транспортных машин и механизмов, мест складирования строительных материалов.

16. Другие необходимые для проектирования материалы.

3.2.3 Задание на разработку рабочей документации

Рабочую документацию разрабатывают на основе утвержденного технического проекта. Для технически несложных объектов, а также для объектов, строящихся по проектам массового и повторного применения, рабочий проект может разрабатываться на основе утвержденного ТЭО или другой предпроектной документации.

Примерный состав данных и требований задания на разработку рабочей документации.

1. Основание для проектирования.
2. Вид строительства.
3. Сроки начала и окончания строительства.
4. Проектная организация - генеральный проектировщик.
5. Генеральная подрядная строительная организация.
6. Требования о необходимости дополнительных проработок, уточняющих материалы проекта (по отдельным особо сложным объектам).

7. Исходные данные для выполнения рабочей документации и сроки их выдачи.

8. Необходимость разработки рабочих чертежей на специальные вспомогательные сооружения, приспособления, устройства и установки (для объектов с особо сложными конструкциями и методами производства работ).

9. Требования по применению узлового метода строительства, комплектно-блочного монтажа оборудования и других прогрессивных методов организации строительства.

3.2.4 Задание на выполнение технологических работ

Для разработки проекта строительства предприятия, включающего применение вновь создаваемого технологического процесса, необходима подготовка и выдача заявки и технического задания на выполнение технологических работ по созданию основного технологического документа – технологического задания на проектирование (ТЛЗ). ТЛЗ – это текстовый документ, в котором содержатся технические и технологические требования к исходному сырью, технологическим процессам и оборудованию, производимой продукции и состоянию поставки продукции, безопасности, экологической оценке и метрологическому обеспечению технологического процесса.

При выдаче заявки и технического задания на выполнение ряда взаимосвязанных технологических процессов разрабатывается комплексное технологическое задание (КТЛЗ).

Состав технического задания на выполнение технологических работ.

- Основание для разработки.
- Полное наименование технологии.
- Вид продукции (марочный, сортаментный, размерный).
- Объем выпускаемой продукции с указанием групп по марочному, профильному и размерному признакам.
- Технические требования к готовой продукции и состояние поставки.
- Характеристики исходных материалов, способы их производства или подготовки.
- Намечаемые проектные решения и техническую характеристику объекта.

Перечень необходимых для проектирования технологических параметров и данных, которые должны быть отражены в рекомендуемой технологии, технических характеристик по рекомендуемому технологическому оборудованию, рекомендаций по автоматизации и механизации технологического процесса.

Общие требования, в частности: требования к энергоносителям, экологии, безопасности, патентоспособности, возможности лицензионного соглашения, ноу-хау, инжиниринг.

Метрологическое обеспечение технологического процесса (перечень контролируемых параметров с указанием точек замера, диапазон и периодичность измерений; технологически допустимые пределы погрешности измерений и предел запаздывания информации по каждому параметру исходных материалов, собственно процесса, конечной продукции, включая подготовительные, основные и вспомогательные операции, рекомендуемые способы (средства) измерений, включая отбор проб и их анализ).

3.2.5 Задания на проектирование отдельных частей проекта

(зданий, обслуживающих систем и инфраструктуры производства)

3.2.5.1 Содержание задание на проектирование здания цеха

1. Габаритные размеры здания с планом расположения колонн с обозначением рядов и нумерацией колонн, размеров по осям рядов (пролетов) и осям колонн, отметками заглубления фундаментов, каналов, тоннелей, подвалов и других подземных сооружений вблизи

всех колонн с указанием привязок подземных сооружений, а также размеров (ширины и длины) здания.

2. Масса наиболее тяжелых деталей и узлов, подлежащих транспортировке кранами в пролете цеха, а также устанавливаемых (с указанием места) и подлежащих транспортировке вне зоны действия электромостовых кранов в процессе монтажа, ремонта и эксплуатации оборудования. Массы самых тяжелых деталей и узлов для монтажа выделяют отдельно.

3. Максимальная высота подъема крюка крана от пола цеха, а также необходимую величину опускания крюка ниже уровня пола цеха с учетом способа строповки при транспортировке электромостовым краном.

4. Нагрузки на полы свободных от оборудования площадей цеха при складировании, монтаже и ремонтах оборудования.

5. Максимальную высоту оборудования с указанием места размещения с учетом площадок обслуживания оборудования и нахождения на них персонала. Для крупных деталей и узлов - габаритные размеры (для проверки размеров выездные ворота).

6. Монтажные места железнодорожных и автовъездов в пролеты цеха.

7. Материалы геологических и гидрологических изысканий.

8. Чертеж генплана размещения здания.

9. Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности.

10. Данные, необходимые для химической защиты конструкций здания, фундаментов, полов и экранирования металлоконструкций зданий от тепловыделений (при необходимости).

3.2.5.2 Содержание задания на проектирование фундаментов под оборудование и подземных сооружений.

1. Относительная отметка уровня (уровень пола, уровень головки рельсов железнодорожных путей и т.п.).

2. Чертежи планов и разрезов стройзаданий на фундаменты под оборудование с привязочными размерами к осям колонн здания цеха, а также чертежи подвалов, тоннелей, каналов, прямков с данными привязок, заглублений и уклонов, указаниями о толщине подливаемого бетона между низом оборудования и верхом фундамента. Оси на чертежах строительных заданий должны соответствовать осям на чертежах оборудования.

3. Планы фундаментных болтов с разбивкой главных осей, к которым должны быть привязаны все анкерные и фундаментные болты.

4. Чертежи стройзаданий на фундаменты должны содержать данные о фундаментах с анкерными болтами и расположении анкерных болтов, размерах анкерных болтов, в том числе размерах выступающих над бетоном частей анкерных болтов, а также таблицы поставляемых с оборудованием анкерных болтов с указанием марок их материалов, количества, длины, отметок верха болтов.

5. Чертежи анкерных болтов (специальных) или указания на стандарты, согласно которым изготавливаются поставляемые болты, а также чертежи закладных частей отдельно по каждому виду оборудования.

6. Чертежи установки закладных деталей для закрепления трубопроводов в подвалах и каналах, включая рабочие чертежи на эти крепления, с указанием о включении или не включении их в объем поставки.

7. Рекомендации по расположению температурно-усадочных швов.

8. Данные по защите участков фундаментов от действия высоких температур, кислот, щелочей, масел с указанием их составов и других данных, необходимых для выполнения антикоррозионной, термо- и маслозащиты.

9. Чертежи поставляемых ограждений и перекрытий подвалов и приямков, закладных частей, плитных настилов, переходных мостиков, площадок обслуживания и проч., их крепления к фундаментам.

10. Расположение коммуникаций смазочных и гидравлических систем, примыкающих к фундаментам оборудования и проходящих через них с размерами как в плане, так и по высоте, с указанием мест входов в тоннели, требуемых продольных и поперечных уклонов и минимальных размеров лотков для случайных стоков.

11. Указания об отводе стоков из мест возможного их появления.

12. Расположение и размеры монтажных и эксплуатационных проемов.

13. Данные о статических и динамических нагрузках на фундамент и возможных ударных воздействиях на него от падающего металла с указанием наибольших (аварийных) величин вертикальных

и горизонтальных нагрузок, крутящих и опрокидывающих моментов, передаваемых на фундамент с учетом коэффициентов перегрузки двигателей, а также размеров, массы и высоты падения металла.

14. Другие технические требования, отражающие особенности данного участка или оборудования.

3.2.5.3 Состав задания на проектирование металлоконструкций

1. Схематический план цеха с расположением металлоконструкций, их привязками к основным технологическим осям или колоннам.

2. Чертежи-задания на отдельные металлоконструкции с указанием привязок относительно осей оборудования, габаритов, проемов, горизонтальных и вертикальных нагрузок (статических и динамических) и точек их приложения.

3. Данные о защите металлоконструкций от особых воздействий (тепловое излучение, агрессивные среды и т.п.) с указанием зон защиты от этих воздействий, химического состава воздействующих веществ и температуры.

4. Требования к покрытию площадок и переходных мостиков.

3.2.5.4 Содержание задания на проектирование внутрицеховых коммуникаций воды, сжатого воздуха, пара, газов, масел, эмульсий и других энергоносителей

1. Сводный план расположения точек потребления по каждому энергоносителю с привязками границы проектирования к осям колонн цеха и по высоте с указанием диаметра присоединяемых трубопроводов.

2. Таблица потребителей энергоносителей с указанием максимальных, минимальных и средних (минутных, часовых) расходов, давления, температуры, качества, режимов потребления (постоянный, периодический), коэффициента одновременной работы потребителей и суммарного потребления энергоресурсов.

3. Требования по параметрам на границе проектирования (максимальные, средние, минимальные), допустимые предельные отклонения и необходимость соответствующей сигнализации.

4. Рабочие чертежи разводок трубопроводов в пределах оборудования, входящего в объем поставки.

3.2.5.5 Содержание задания на проектирование вентиляции и аспирации

1. Координаты присоединения приточной и вытяжной вентиляции к местам подачи воздуха или его отсоса (укрытиям,

вытяжным зонтам, бортовым отсосам и другим вентиляционным системам).

2. Размеры и конфигурацию присоединительных фланцев.

3. Характеристика вентиляционной системы (приточная, вытяжная) с указанием производительности, скорости воздушного потока или глубины вакуума.

4. Объем вентилируемых помещений, количество и характеристику удаляемых вредностей с выделением канцерогенных веществ, требующих создания дополнительной системы очистки, количество тепловыделений от оборудования.

5. Указания о необходимости дублирования системы.

3.2.5.6 Состав задания на проектирование электрической части

1. План цеха с указанием электроприводов и нанесением рекомендуемых мест расположения пультов и рабочих мест управления этими электроприводами.

2. Принципиальные электросхемы электроприводов и автоматики.

3. Пояснительная записка с приложением расчетов электроприводов.

4. Таблицы электроприводов, преобразователей и других электроагрегатов с указанием их электрических параметров и режимов работы.

5. Категория и требования по электроснабжению электроприводов.

6. Схемы электрических подключений.

7. Чертежи общих видов механизмов с привязками электрооборудования, аппаратов, датчиков и клеммных ящиков.

8. Задание на проектирование токоподвода к перемещающимся механизмам.

9. Рекомендуемое количество и размещение электротехнических помещений и постов управления.

3.2.5.7 Содержание задания по оборудованию для химической обработки

1. Описание (пояснительную записку) технологической схемы химической обработки.

2. Состав рабочих растворов.

3. Температура рабочих растворов.

4. Состав отработавших рабочих растворов, в том числе и продуктов реакции.

5. Режим корректировки и сброса отработавших рабочих растворов.

6. Состав промывных вод (каждой ступени промывки).

7. Количество промывных вод и режим их сброса, требования к качеству исходной воды для приготовления рабочих растворов и для целей промывки.

8. Температуры промывных вод.

9. Годовые расходы химикатов.

10. Расходные коэффициенты химикатов с учетом возможной регенерации отработавших растворов.

11. Количество подаваемых в рабочую ванну растворов и промывочных вод.

12. Время заполнения и опорожнения рабочей ванны.

13. Условия аварийного сброса растворов.

3.2.5.8 Задания по проектированию противопожарных средств

Должны содержать перечень установок, оборудования, помещений, тоннелей, требующих выполнения специальных противопожарных мероприятий с указанием категорий взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности.

На строительных заданиях должны быть отражены соответствующие противопожарные мероприятия, эвакуационные выходы, закрытые лестничные клетки, перегородки и проч.

3.2.5.9 Состав задания на проектирование ремонтно-инструментального хозяйства

1. Спецификация сменного технологического оборудования и инструмента с указанием номеров рабочих чертежей.

2. Рабочие чертежи сменного оборудования и инструмента с указанием материала, его твердости и других механических свойств, чистоты обработки поверхности и необходимых размеров и допусков.

3. Разовая стойкость и допустимое количество переточек инструмента.

4. Требования по специальной обработке.

5. Рекомендации по оборудованию (с его характеристиками) для изготовления, термической и термомеханической обработок, ремонта и реставрации, включая специфическое оборудование для реставрации инструментов и валков.

3.3. Технологическое задание на проектирование, рекомендации по технологическому процессу

Технологическое задание (ТЛЗ) – это исходный документ на вновь создаваемый технологический процесс, в котором содержатся технические и технологические требования к исходному сырью, технологическим процессам, оборудованию, производимой продукции и состоянию поставки продукции, безопасности, экологической оценке и метрологическому обеспечению технологического процесса.

ТЛЗ является основанием для разработки ТЭО, проектной документации, технического проекта, рабочей документации (рабочего проекта), подготовки технического задания (исходных требований) на разработку и изготовление оборудования.

Рекомендации по технологическому процессу (РТП) – это также текстовый документ, в котором в сокращенном объеме (по сравнению с ТЛЗ) содержатся основные технические и технологические требования к сырью, технологическим процессам и оборудованию, продукции, условиям его поставки, безопасности, экологии, метрологии.

РТП является основным технологическим документом для разработки предпроектных материалов, например, ТЭО.

ТЛЗ или РТП могут быть разработаны научно-исследовательской организацией по заявке проектной организации (Гипромез) или заказчика, а также самой проектной организацией по дополнительному договору с заказчиком на инженеринговые услуги.

Состав и содержание основного технологического документа – РТП и ТЛЗ определены «Инструкцией о порядке разработки, согласования, утверждения, регистрации и использования технологического задания (ТЛЗ)».

Примерный состав технологических заданий на разные переделы металлургического производства.

В ТЛЗ на доменное производство указываются требования к качеству железорудного сырья и кокса (крупность, допустимые колебания железа, примесей в железорудной части шихты), рекомендации по технологии и машинам для осреднения сырья: соотношения составляющих железорудной части шихты (агломерат, окатыши, кусковая руда); требования к качеству чугуна (содержание серы, кремния, углерода, марганца, ванадия, фосфора).

Основные показатели технологии плавки – теоретическая температура горения кокса у фурм; степень использования оксида углерода и водорода; внешние потери тепла в единицу времени; температура колошниковых газов, их состав, давление, содержание в них пыли и влаги; оптимальный состав и основность шлака; коэффициент распределения серы; выход фурменного газа в единицу времени; оптимальное число выпусков чугуна; методы интенсификации плавки (содержание в дутье кислорода, температура и влажность дутья, вдуваемый реагент). Задаются расчетное число суток работы доменных печей в году и некоторые конструктивные параметры (число леток для чугуна и шлака, число фурм).

В случае переработки жидкого доменного шлака непосредственно у доменной печи определяются: удельный выход, химический состав, температура шлака, количество выпусков чугуна и шлака, продолжительность одного выпуска чугуна, шлака, среднее и максимальное количество шлака за выпуск, интенсивность поступления шлака на переработку, количество чугуна в шлаке, количество рабочих дней в году.

Состав, размещение, технологические показатели и режим работы установок придоменной переработки шлака основываются на принципиальной технологической схеме и технологических и конструктивных решениях, определяя количество установок и технологических линий; состав и производительность основного технологического оборудования; объем производства; вид, объемную массу, фракционный состав, влажность и другие физические свойства готовой продукции; способ отгрузки готовой продукции; удельные расходы энергоносителей, их параметры и режим потребления; пооперационные потери сырья, полупродуктов и готовой продукции.

В ТЛЗ конвертерного производства задают: расходы и требования к шихтовым, шлакообразующим и добавочным материалам по химсоставу, крупности, допустимым примесям, общую схему технологического процесса ведения плавки по периодам, включая шихтовку, продувку, добавки в ходе продувки, выпуск стали и шлака, график потребления кислорода на плавку и график выхода конвертерных газов, требования к кислороду (чистота, влажность, количество примесей, давление), удельный расход кислорода, требования к технологии раскисления и легирования стали, включая требования к ферросплавам и легирующим.

В ТЛЗ на внепечную обработку рекомендуется вид внепечной обработки для сталей каждой группы марок. При технологии внепечной обработки жидкой стали аргонным указываются способ продувки (через днище, посредством погружаемой фурмы), параметры продувки (расход и давление газа, интенсивность, длительность продувки), необходимость по ходу продувки контроля температуры, присадки добавок, перечень и количество присадок, продолжительность технологических операций, длительность процесса по периодам, стойкость в плавках огнеупорных фурм и пробок. При десульфурации или с другой целью продувки металла в ковше порошковыми реагентами задается технология процесса, состав и расход реагентов, физико-химические свойства реагентов, рекомендации по хранению, транспортировке, вдуванию реагентов, перечень контролируемых параметров, газ-носитель, его расходы и параметры, длительность процесса по операциям, прочие показатели, включая стойкость огнеупоров. При вакуумной обработке описываются процесс и его параметры, длительность по операциям.

Задаются требования к технологии разливки стали (на слитки), включая расходы и требования к применяемым материалам и энергоресурсам.

ТЛЗ на электросталеплавильное производство включает расходы и требования к шихтовым, шлакообразующим и добавочным материалам по химсоставу, крупности, допустимым примесям; общую схему технологического процесса (показатели технологии плавки одношлаковым и двухшлаковым процессами с учетом особенностей для каждой группы марок стали; требования к технологии ведения плавки в электропечах по периодам, включая завалку, расплавление, раскисление, рафинировку и выпуск стали, добавки в ходе плавки). Требования для внепечной обработки близки к требованиям ТЛЗ конвертерного производства.

ТЛЗ для непрерывной разливки стали содержит: марочный и размерный сортамент непрерывнолитых заготовок и слябов; ограничения по химсоставу готовой стали; метод внепечной обработки жидкой стали; тип и режимы работы установок внепечной обработки (вакуумирование, продувка инертными газами, обработка порошковыми реагентами, корректировка химсостава, обработка синтетическими шлаками); рекомендуемый тип УНРС, радиус изгиба для радиальных, количество ручьев, возможность разливки «плавка на плавку» с указанием плавков в серии; скорости разливки по маркам

стали и сечениям, глубина жидкой фазы (с учетом резерва 10 % для слябов, 25 % для непрерывнолитых заготовок), продолжительность разлива (с учетом коэффициента 0,9); температуру жидкой стали в промежуточном ковше и его емкость; способы защиты струи жидкой стали по пути из сталеразливочного ковша в промежуточный; данные по огнеупорным изделиям, применяемым в промежуточном ковше (футеровка, сталеразливочные стаканы, стопора или шибера) и для подвода металла в кристаллизатор под уровень; температуру разогрева футеровки промежуточного ковша, сталеразливочных и погружных стаканов перед разливкой; состав и расход защитных смесей, подаваемых в кристаллизатор и промежуточный ковш, контроль качества смесей и контролируемые параметры, тип и расход смазки стенок кристаллизатора, расходы воды на кристаллизатор и вторичное охлаждение; условия вторичного охлаждения непрерывнолитого слитка, обеспечивающие заданную температуру поверхности слитка в точке разгиба или на выдаче; необходимость и режим регламентированного охлаждения (ускоренного или замедленного) заготовок и слябов после отливки на МНЛЗ в зависимости от марочного сортамента; метод и температурный режим порезки непрерывного слитка на мерные длины; методы и ориентировочный объем зачистки поверхности, температура, при которой осуществляется зачистка; расходы и требования к газам для зачистки, резки и продувки (давление, допустимое содержание пыли, влаги, примесей); количество отходов и выход годного; дополнительные требования к конструкции оборудования МНЛЗ, обеспечивающие получение литой продукции высокого качества (необходимость электромагнитного перемешивания жидкой сердцевины, продольный раскрой, наличие перегородки в кристаллизаторе для получения узких слябов и сортовой заготовки из сталеплавильных агрегатов большой единичной емкости).

Разработанные проекты рекомендаций по технологическому процессу или технологические задания на проектирование перед утверждением подлежат согласованию с проектной организацией, выдавшей заявку и техническое задание на выполнение технологических работ, и с предприятием, для которого они выполнены. Порядок утверждения РТП и ТЛЗ определяется органами государственного управления или предприятием-заказчиком.

3.4. Техническое задание на создание оборудования единичного производства

Техническое задание (ТЗ) – основной исходный документ для вновь создаваемого оборудования единичного и мелкосерийного производства, определяющий процесс разработки, изготовления и приемки в эксплуатацию первого экземпляра оборудования.

ТЗ разрабатывает, как правило, проектная организация или заказчик в соответствии с ГОСТ.

Основанием для разработки ТЗ является технологическое задание на проектирование и принципиальные технические решения, принятые на предпроектных стадиях (обоснование инвестиций в строительство, проектных предложений и др.).

ТЗ должно определять экономически обоснованные требования на создание комплектного оборудования, включающего комплекс взаимосвязанных агрегатов, машин и механизмов, обеспечивающих выполнение заданного технологического процесса для производства продукции, удовлетворяющей требованиям заказчика и действующих стандартов, конкурентоспособной на рынке сбыта. В нем указывается: полное наименование оборудования, для выполнения каких функций оно предназначается и основные задачи, решаемые в результате его использования (освоение технологии, выпуск новой продукции, повышение производительности, качества продукции, улучшение условий труда и др.). Приводятся показатели оборудования (основные технические характеристики и параметры), характеристика объекта, на котором планируется его применение или намечается область использования с приложением необходимых материалов (схем, планировок, чертежей, данных по энергоносителям и др.); данные об отечественных и зарубежных аналогах, соответствующих высшим мировым достижениям; результаты патентных исследований; выбор и обоснование базового оборудования из числа приведенных аналогов.

Для технологического процесса и условий эксплуатации оборудования приводятся: программа производства, заданная производительность, сортамент (в том числе на период освоения) и качественные показатели готовой продукции; краткое описание технологического процесса; схема работы оборудования и планы его расположения; расположение рабочих мест, количество производственных и вспомогательных рабочих (данные предварительные); характеристика используемого сырья, исходных

заготовок, основных и вспомогательных материалов; параметры энергоносителей, характеристика отходов производства, требования по их удалению, использованию или утилизации; характеристики вредных выбросов и других опасных факторов; условия эксплуатации, режим работы, внешние воздействующие факторы (климатические, биологические и др.), продолжительность и интенсивность воздействия.

Требования по надежности должны состоять из требований по безотказности, долговечности и ремонтпригодности с выделением в случае необходимости требований к отдельным узлам и комплектующим.

Требования по использованию материальных, энергетических и трудовых ресурсов определяют: удельный расход основных видов сырья, материалов, масел и энергоносителей (на единицу готовой продукции); удельную материалоемкость оборудования (на единицу основного параметра оборудования: производительность, емкость, вместимость, мощность, грузоподъемность); коэффициент использования материальных ресурсов (отношение полезного расхода материала к общему); уровень производительности труда (объем производства и удельная трудоемкость).

Строительные требования включают: требования по условиям установки и крепления конструкций оборудования, по оснащению опорных частей оборудования конструктивными элементами, уменьшающими воздействие оборудования на фундаменты (виброизоляторы, специальные опоры), по упрощению конфигураций фундаментов и ограничению их заглублений (рациональная трассировка гидросмыва, приближение технологических подвалов к точкам потребления смазки и других технологических сред), по выдаче стройзаданий.

Монтажные требования включают: требования по обеспечению комплектной поставки оборудования единичного производства монтажными блоками или сборочными единицами высокой заводской готовности с установкой комплектующих изделий, технологических трубопроводов, электрооборудования и электропроводки, систем гидравлики, пневматики и смазки, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и др.; по проведению контрольной сборки; по выверке базовых поверхностей и осей оборудования; требования к монтажной оснастке оборудования; к оснащению опорных частей оборудования; по обеспечению шефмонтажных работ

и авторского надзора; по методам расконсервации оборудования и применения специальных материалов.

Одновременно формулируются требования по обеспечению безопасности при монтаже, эксплуатации, обслуживании и ремонте оборудования, в том числе по защите от вредных и опасных воздействий.

Обязательны требования по улавливанию, очистке и утилизации вредных выбросов, включая требования по защите воздушного и водного бассейнов.

Основные требования к системе автоматизации включают: описание структуры системы с составом функций по уровням, включая перечни контролируемых и регулируемых параметров и управляемых операций; описание информационных связей со смежными системами (АСУ производства цеха, АСУТП, соседних по технологическому циклу агрегатов, локальных систем автоматики предыдущих и последующих участков, систем диагностики неисправностей); специфические требования к технологическому, механическому и электрическому оборудованию, связанные с установкой, эксплуатацией и функционированием системы автоматизации; рекомендации по выбору и изготовлению отдельных технических средств автоматизации.

В состав технического задания на оборудование единичного производства также входят требования эргономические и эстетические; по механизации, унификации, к техническому обслуживанию и ремонту, по метрологическому обеспечению технологического процесса, к патентной чистоте, разработке, изготовлению и приемочному контролю, поставке оборудования, испытаниям и приемке.

Дается также оценка технического уровня разрабатываемого оборудования и экономические показатели.

Состав и содержание исходных данных по оборудованию для проектирования обобщенно включают задания на проектирование, фундаментов под оборудование и подземных сооружений, металлоконструкций, коммуникаций (воды, сжатого воздуха, пара, газов, масел, эмульсий и других энергоносителей), спецвентиляции и аспирации, электрической части проекта, КИП и автоматики, по оборудованию для химической обработки, защите от излучений. Приводятся данные для проектирования противопожарных мероприятий, ремонтно-инструментального хозяйства; о всех видах

выбросов, отходов (в том числе просыпи) и случайных стоков (в том числе конденсата) с их характеристикой (температура, давление, состав и т.д.), режимом выхода и количеством; об уровне и частотной характеристике шума и вибрации, создаваемых разрабатываемым оборудованием, о численности обслуживающего персонала с указанием рабочих мест и основных выполняемых операций. Задаются режим работы оборудования (непрерывный, периодический), число часов работы в сутки и в год, периодичность проведения ремонтов (ППР, текущий, капитальный), их продолжительность – данные разработчика оборудования; спецификации в объеме, необходимом для составления смет; монтажные чертежи и чертежи общих видов оборудования, включая данные по электроприводу; сводный план расположения оборудования с указанием сетки колонн здания, размещения в нем маслоподвалов, насосных, тоннелей, машзалов, постов управления и других сооружений, предусмотренных проектом.

Дается ссылка на утвержденное в установленном порядке технологическое задание, проведенные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Приводятся программа производства, заданная производительность, сортамент (в том числе на период освоения) и качественные показатели готовой продукции, краткое описание технологического процесса, схема работы оборудования и планы его расположения, расположение рабочих мест, количество производственных и вспомогательных рабочих (данные предварительные), характеристика используемого сырья, исходных заготовок, основных и вспомогательных материалов; параметры энергоносителей, условия эксплуатации, режим работы, внешние воздействующие факторы (климатические, биологические и др.), продолжительность и интенсивность их воздействия, перечень агрегатов, машин, механизмов и систем, входящих в комплект поставки, их количество, назначение, требования к основным техническим характеристикам и параметрам.

Требования к надежности должны состоять из требований по безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Требования по безотказности характеризуются показателем «Установленная безотказная наработка». Это минимальное значение наработки, в течение которой изготовитель гарантирует безотказную работу оборудования при соблюдении заказчиком условий эксплуатации. Требования по долговечности характеризуются показателем

«Установленный ресурс (срок службы)». Требования по ремонтпригодности характеризуются показателем «Удельная суммарная трудоемкость технического обслуживания и ремонтов». Приводятся показатели использования сырья, материалов, топлива (энергоносителей), масел, трудовых ресурсов, в том числе:

- удельный расход основных видов сырья, материалов, масел и энергоносителей (на единицу готовой продукции);

- удельная материалоемкость оборудования, т.е. материалоемкость на единицу основного параметра оборудования – производительности, емкости, вместимости, мощности, грузоподъемности и др.;

- коэффициент использования материальных ресурсов (отношение полезного расхода материала к общему, т.е. количеству используемого материала);

- уровень производительности труда, объем производства в натуральном или стоимостном выражении, удельная трудоемкость.

Требования по улавливанию, очистке и утилизации вредных выбросов, включая требования по защите воздушного и водного бассейнов.

Требования по безопасности и требования по охране окружающей среды устанавливаются в соответствии с системой государственных стандартов по безопасности труда и другими действующими государственными, отраслевыми и ведомственными директивными и нормативными документами.

Приводятся основные требования к системе автоматизации, в том числе:

- описание структуры системы с составом функций по уровням, включая перечни контролируемых и регулируемых параметров и управляемых операций; описание информационных связей со смежными системами (с АСУ производства цеха, АСУ ТП с АСУ ТП соседних по технологическому циклу агрегатов, с локальными системами автоматики предыдущих и последующих участков, с системами диагностики неисправностей и пр.);

- специфические требования к технологическому, механическому и электрическому оборудованию, связанные с установкой, эксплуатацией и функционированием системы автоматизации;

- рекомендации по выбору и изготовлению отдельных технических средств автоматизации.

Эргономические и эстетические требования: по технической эстетике, удобству управления и обслуживанию оборудования, комфортабельности рабочих мест.

Требования по механизации характеризуются показателем «Степень механизации труда» – процентным отношением числа рабочих, занятых механизированным трудом, к общему числу рабочих (включая число рабочих, выполняющих обслуживание и ремонт оборудования). Значения этого показателя должны приниматься, исходя из необходимости повышения степени механизации труда по сравнению с уровнем, достигнутым в результате эксплуатации лучших образцов аналогичного оборудования, но не ниже уровня ведущих зарубежных фирм.

Требования по унификации оборудования с другим оборудованием формулируют, исходя из условий производства или эксплуатации и требований по взаимной унификации составных частей оборудования, входящего в комплект поставки.

Требования к техническому обслуживанию и ремонту определяют: виды и методы технического обслуживания и ремонта; периодичность и допустимую трудоемкость технического обслуживания и ремонта; требования по установке встроенных средств технической диагностики для безразборной оценки технического состояния элементов оборудования и прогнозирования сроков его отказа.

Требования по метрологическому обеспечению технологического процесса: основные контролируемые параметры; исходные требования к методам и средствам измерения и контроля; требования к диапазонам, точности и технологически допустимому пределу производственного запаздывания информации при измерении параметров технологических процессов, продукции и энергоносителей.

Требования к патентной чистоте: указываются страны, в отношении которых должна быть обеспечена патентная чистота оборудования.

Проводится оценка технического уровня разрабатываемого оборудования.

Экономические показатели, необходимость их разработки, их состав и объем информации определяются заказчиком в договоре на выполнение технического задания.

Определяются стадии разработки, комплектность конструкторской документации, порядок ее согласования, объемы и сроки выдачи исходных данных для разработки проектно-сметной документации на строительство, порядок их представления.

Приводятся требования по очередности и срокам поставки оборудования.

3.5. Технико-экономическое обоснование

Основной задачей ТЭО является доказательство экономической целесообразности и хозяйственной необходимости проектирования и строительства данного предприятия, обоснование профиля и сортамента продукции, обеспеченности железорудным и другим сырьем, технологическим и энергетическим топливом, энергоресурсами, выбор района размещения и площадки для строительства и выявление связей проектируемого металлургического завода со смежными и сопряженными отраслями народного хозяйства.

На стадии ТЭО основным объектом исследования являются инфраструктура, внешние связи, влияние внешних факторов на экономику строительства и производства завода при пуске его на полную мощность, а также очередей, т. е. вопросы межотраслевой экономики. На стадии ТЭО вопросы внутривозводской экономики рассматриваются укрупненно в такой степени, чтобы можно было определить ориентировочную стоимость строительства.

ТЭО должно состоять из следующих разделов:

1. Исходные данные и положения: постановления, решения и другие документы, являющиеся основанием для разработки ТЭО, данные о техническом состоянии реконструируемого или расширяемого предприятия, анализ и оценка его деятельности, основные технико-экономические показатели работы за три года, предшествовавших году разработки ТЭО.

2. Выбор района, пункта, площадки (трассы) для строительства и их характеристики; обоснование выбора района и пункта, обоснование выбора площадки (трассы) для строительства, схема генерального плана предприятия, предусматривающая размещение на промышленной площадке наиболее крупных зданий и сооружений, зон объектов подсобного и обслуживающего назначения, объектов энергетического хозяйства, транспортного хозяйства и связи, площади для возможного расширения предприятия; основные требования к развитию транспорта общего пользования с учетом наиболее

рационального использования отдельных его видов (железнодорожного, автомобильного, водного и др.);

3. Мощность (объем производства продукции), номенклатура продукции, специализация и возможная кооперация предприятия; основные технические данные и экономические показатели продукции в сравнении с данными и показателями аналогичных видов продукции отечественных и зарубежных предприятий; конкурентоспособность продукции; обоснование получения и использования попутной продукции при комплексной переработке сырья и утилизации отходов производства.

4. Обеспечение предприятия сырьем, материальными полуфабрикатами, энергией, топливом, водой и трудовыми ресурсами: данные о наличии трудовой базы, разведанных и утвержденных запасах сырья и перспективе их роста; потребность в сырье, требования к качеству и способам его подготовки, потребность в материалах и полуфабрикатах, источники их получения; обоснование источников обеспечения предприятия электрической и тепловой энергией и топливом с учетом топливно-энергетического баланса района размещения предприятия; обоснование обеспечения предприятия водой (с учетом других потребителей); расчет численности работающих, предложения по организации подготовки кадров.

5. Основные технологические решения, состав предприятия, организация производства и управления, обоснование рекомендуемой технологии производства (технологической схемы) на основе сравнения возможных технологических процессов и схем и оценка оптимальности выбранной технологии; обоснование выбора основного технологического оборудования; важнейшие требования к основному технологическому оборудованию, требования к уровню механизации и автоматизации предприятия и основные технические решения; обоснование производственно-технологической структуры и состава предприятия, мощности его основных производств и цехов, состав обслуживающего и энергетического хозяйств; структура управления предприятием и обоснование применения АСУП.

6. Основные строительные решения, организация строительства: принципиальные объемно-планировочные и конструктивные решения и их основные параметры по наиболее крупным и сложным зданиям и сооружениям, площади корпусов, зданий и сооружений предприятия; предложения по строительству предприятия очередями для ускорения

ввода в действие производственных мощностей и основных фондов или обоснование невозможности (нецелесообразности) выделения очередей строительства; ситуационный план с указанием размещения площадок промышленного и жилищно-гражданского строительства, внеплощадочных сооружений (водозабора, очистных сооружений, трасс электро-, тепло-, газо-, водоснабжения, подъездных железных и автомобильных дорог); особенности организации и сроки осуществления строительства; основные мероприятия по организации строительства; объемы основных строительного-монтажных работ и потребность в важнейших строительных материалах и механизмах, трудоемкость строительства, определяемые по укрупненным нормативам и показателям.

7. Охрана окружающей среды: характеристика и объем сточных вод и вредных выбросов; мероприятия по спецводопользованию; мероприятия по предупреждению загрязнения воздушного бассейна, почвы и водоемов, по рекультивации нарушенного земельного участка и использованию плодородного слоя почвы; размеры санитарно-защитной зоны, предложения по использованию отходов производства для повышения экономической эффективности работы предприятия, влияние на окружающую среду в данном районе действующих, строящихся и намечаемых к строительству предприятий; экономическая эффективность осуществления природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиняемого загрязнением окружающей среды.

8. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

9. Сметная документация, расчетная стоимость строительства определяется для всех выделенных объектов. В разделе излагаются вопросы и приводятся данные по определению в ТЭО расчетной стоимости.

10. Экономика строительства и производства, основные технико-экономические показатели: экономическая эффективность инвестиций, расчетная себестоимость основных видов продукции, удельные расходы сырьевых, материальных и топливно-энергетических ресурсов; сравнение с показателями действующих отечественных и зарубежных предприятий и с перспективными показателями проектируемых.

11. Выводы и предложения: оценка экономической эффективности строительства предприятия; соответствие принятых

технологий, оборудования, строительных решений, организации производства и труда новейшим достижениям науки, техники и технологий, лучшим удельным показателям; данные для составления задания на проектирование предприятия; перечень научно-исследовательских, конструкторских, экспериментальных и изыскательских работ, которые необходимо выполнить для проектирования и строительства предприятия, изготовления оборудования.

При разработке проектов технического перевооружения, реконструкции и расширения действующих металлургических заводов дополнительно в состав ТЭО включаются разделы, в которых рассматриваются вопросы современного состояния производства, приводится технико-экономический анализ работы завода с выявлением основных недостатков, диспропорций, а также соображения о необходимости и целесообразности выполнения ТЭО проектирования и реконструкции данного предприятия. Для изучения положения на месте, сбора необходимых материалов и обсуждения с заказчиком вопросов технического перевооружения и развития завода обычно на завод командировается бригада проектировщиков. Весьма важным является обоснование состава и уровня технико-экономических показателей исходной базы для разработки мероприятий по техническому перевооружению, реконструкции и развитию действующего металлургического завода, а также базы, по сравнению с которой определяется экономическая эффективность основных рекомендаций ТЭО.

Порядок выполнения ТЭО.

Разработка ТЭО начинается с подготовительных работ, которые организует главный инженер проекта вместе с экономическим отделом, выступающим ведущим (им может быть и технологический отдел). На этой стадии принимают участие и обеспечивающие отделы, и группы института (плановый, диспетчерский и др.).

Подготовительные работы начинаются с составления графика проектирования и определения состава исполнителей. Уточняется, оформляется и утверждается задание на выполнение. Составляется смета на проектирование.

В период выполнения подготовительных работ технологический отдел участвует в составлении графика проектирования и в определении состава исполнителей (представляются все отделения и

участки цеха и все части проекта, в частности специализированные, требующие для своего выполнения привлечения институтов других ведомств). Подготавливаются задания на составление сметы на проектирование всем участникам для определения стоимости проектирования цеха. Готовится и выдается техническое задание (ТЗГ) на разработку технологии производственных процессов и согласовывается утвержденное технологическое задание (ТЛЗ), получается через главного инженера проекта (ГИП) задание на выполнение ТЭО и подбираются цехи-аналоги.

Затем технологический отдел прорабатывает полученные задания, указания от ГИП.

Расчетная и графическая части, выполняемые технологическим, например, сталеплавильным отделом, включают:

- определение расхода шлакообразующих;
- определение типа, количества основного оборудования;
- разработку предварительной планировки цеха;
- выбор оптимальной планировки цеха на основе вариантных проработок отделения, пролетов, участков;
- определение потребности в извести, доломите, огнеупорах;
- определение количества шлака;
- составление ведомости прихода и расхода материалов;
- составление грузооборота по конвертерному цеху (без ОНЛЗ);
- определение потребности в кислороде, аргоне, азоте; природном (коксовом) газе, сжатом воздухе, паре;
- определение потребности в электроэнергии;
- определение потребности в воде;
- определение потребности в сменном оборудовании;
- определение типа и количества проб чугуна, стали и шлака;
- определение источников вредных выбросов и сбросов, их количества и характеристик;
- определение количества трудящихся;
- выбор типа газоотводящего тракта.

На основании выполненных проработок выдаются задания:

- доменному отделу – определить потребности в жидком чугуне;
- ОНЛЗ – выдать данные для проектирования ОНЛЗ;
- отделу генпланов и транспорта – определить размещение отделений конвертерного цеха и грузооборот;

– экономистам – составить баланс скрапа, исходных данных на экономическую часть (удельные расходы энергоресурсов по конвертерному производству, ведомость прихода и расхода материалов); определить эффективность инвестиций;

– отделу механизации и складского хозяйства – на проектирование складского хозяйства;

– горно-сырьевому – выдать данные о железосодержащих отходах и потребности в железной руде;

– отделу шлакопереработки – на проектирование отделения шлакопереработки;

– электротехническому – на проектирование электроснабжения и электрооборудования конвертерного цеха;

– газовому – на проектирование снабжения конвертерного цеха кислородом, азотом, аргоном, топливом;

– ремонтного хозяйства, данных для проектирования лабораторного хозяйства;

– отделу огнеупоров и извести – определить потребность конвертерного цеха в извести, доломите, огнеупорных материалах;

– отделу защиты атмосферы – на защиту воздушного бассейна района конвертерного цеха;

– отделу АСУ – на проектирование АСУТП конвертерного цеха, на проектирование связи и сигнализации;

– теплосиловому отделу – на проектирование газоотводящего тракта от конвертеров, на проектирование снабжения жидким топливом, сжатым воздухом, паром, химочищенной водой;

– отделу промышленной вентиляции – на проектирование отопления и вентиляции, улавливания неорганизованных выбросов пыли и газа;

– отделу водоснабжения – на проектирование водоснабжения и канализации;

– отделу организации производства – на проектирование штатов конвертерного отделения;

– сметному – на выдачу сметно-финансовых расчетов на приобретение оборудования, строительные и монтажные работы;

– отделу комплектации оборудования – на разработку укрупненных спецификаций на оборудование;

– отделу организации строительства – на подготовку ведомости объемов основных строительно-монтажных работ, потребности в материалах, срочность строительства.

После выдачи заданий, согласований и обсуждения встречных заданий и уточнений выполняются работы по завершению ТЭО:

- разработка чертежей;
- составление сводной пояснительной записки;
- выпуск ТЭО (печать, размножение, переплет, подписи, отправка).

3.6. Технический проект

Технический проект предусматривает создание проектной документации.

В техническом проекте должны быть решены следующие основные вопросы:

1. Схемы транспортных потоков сырья и готовой продукции.
2. Специализация и кооперация производства, а также связи с сопряженными отраслями промышленности.
3. Технологии производства, обеспечивающие высокую производительность труда.
4. Состав оборудования и связанные с ним планировочные, строительные и другие решения.
4. Потребность производства в исходном сырье, материалах, энергии, воде, топливе и других ресурсах.
5. Состав проектируемой очереди строительства.
6. Рациональное использование намечаемого для строительства земельного участка, выбор варианта генерального плана и схемы генерального плана предприятия на его полное развитие.
7. Объемно-планировочные, архитектурные и конструктивные решения зданий и сооружений.
8. Применение автоматизированных систем управления предприятием.
 - Обеспеченность производственными кадрами.
 - Создание условий для научной организации труда и бытового обслуживания работающих.
 - Обеспечение жилищно-бытовых условий работающих на предприятии и на строительстве.
 - Экономика и организация производства.
 - Организация строительства и осуществления его в нормативные сроки.
 - Охрана водоемов, почвы и атмосферного воздуха от загрязнения сточными водами и промышленными выбросами.

Восстановление (рекультивация) нарушенных земель и охраны недр.

Сметная стоимость строительства.

Технико-экономические показатели, включая производительность труда, себестоимость продукции, эффективность и рентабельность производства, уровень его механизации, автоматизации и энерговооруженности, экономическую эффективность капитальных вложений и др.

Качество намечаемой к производству продукции, оценка прогрессивности и эффективности ее в народном хозяйстве, освоения проектных мощностей в соответствии с действующими нормами; технико-экономические показатели и стоимость строительства предприятия.

Технический проект со сводной сметой после его утверждения в установленном порядке является основанием для разработки рабочих чертежей (рабочего проекта) финансирования и планирования строительства, материально-технического снабжения.

В техническом проекте приводятся заказные спецификации для размещения заказов на технологическое, энергетическое, подъемно-транспортное, насосно-компрессорное, специальное и другое оборудование, на изготовление которого необходимо длительное время, а также на оборудование, по которому проектные организации должны получать от заводов-изготовителей исходные данные для разработки чертежей, заявочные ведомости по укрупненным показателям на общезаводское оборудование, в том числе импортное и нестандартизированные приборы, арматуру, кабельные и другие изделия массового и серийного производства, сводный перечень заказных спецификаций и заявочных ведомостей, технические требования на разработку нестандартизированного оборудования.

К техническому проекту и смете прилагают утвержденное задание на проектирование, документы, подтверждающие согласование отдельных вопросов, и документы по утверждению запасов железорудного и других видов сырья.

В целях сокращения объема передаваемых заказчику и на утверждение проектных материалов в технический проект включаются только материалы и чертежи, необходимые для технической и экономической оценки проектных решений и определения сметной стоимости строительства. Не включаются расчеты технологических процессов, оборудования, строительных конструкций, расчеты объемов работ для составления смет на от-

дельные виды работ, расчеты численности трудящихся, потребности в материалах, в электроэнергии, топливе и другие вспомогательные расчетные материалы. Указанные расчеты и графические материалы должны храниться в оформленном виде в архиве проектного института и представляться по требованию экспертирующих или утверждающих организаций.

3.7. Рабочая документация

Рабочая документация выполняется на основе утвержденного техпроекта. В техническом проекте представлены проектные решения, выражающие лишь принципиальную характеристику объекта и не могут являться технической документацией, по которой осуществляется строительство.

Рабочая документация для строительства разрабатывается организациями и лицами, имеющими лицензии на соответствующие виды проектно-изыскательских работ. В ряде случаев (например, при строительстве "под ключ") разработку рабочей документации целесообразно осуществлять силами строительного подрядчика, при условии, что в составе строительной (проектно-строительной) организации имеются необходимые проектные (изыскательские) подразделения.

Основные задачи этапа рабочего проектирования:

– обеспечение процессов строительного производства технической документацией (чертежами, схемами, сметами, спецификациями, ведомостями материалов и оборудования, расчетами объемов работ и т.п.);

– снабжение организаций, предприятий – разработчиков, изготовителей и поставщиков оборудования, изделий, конструкций и материалов необходимой технической документацией для изготовления и комплектации строительного объекта в соответствии с принятыми проектными решениями, отраженными в утвержденной на предыдущем этапе проектирования проектной документации.

Рабочая документация представляет комплект рабочих чертежей и текстовых документов, содержащих необходимую информацию об объекте строительства, и является основанием для производства строительных и монтажных работ, а также изготовления строительных изделий на заводах строительной индустрии (например, на заводах железобетонных изделий, домостроительных комбинатах и т.п.) или непосредственно на строительной площадке.

Состав, содержание и формы рабочей документации установлены государственными стандартами системы СПДС.

Строительно-монтажная рабочая документация подразделяется на основной комплект рабочих чертежей, спецификацию оборудования, ведомость потребности в материалах, сводную ведомость потребности в материалах, ведомость строительных и монтажных работ, сборник ведомостей строительных и монтажных работ, локальную смету, объектную смету.

Рабочая документация на строительное изделие подразделяется на чертеж детали, сборочный чертеж, спецификацию сборочной единицы, технические условия, расчет (параметров и величин).

В состав рабочей документации могут входить и другие виды документов, необходимые для строительных и монтажных работ, например опросные листы, эскизы общих видов нетиповых изделий и конструкций и т.п.

Рабочая документация для строительства должна выдаваться заказчику комплектно. Состав ее в каждом случае устанавливается при заключении договоров на рабочее проектирование.

В общем случае полный комплект рабочей документации на здание (сооружение) или очереди его строительства включает:

- основные комплекты рабочих чертежей по видам работ;
- полные комплекты рабочей документации на строительные изделия, предусмотренные соответствующими основными комплектами рабочих чертежей.

Для производства строительно-монтажных работ заказчику должны выдаваться основные комплекты рабочих чертежей с прилагаемыми к ним рабочими документами: спецификацией оборудования, ведомостью потребности в материалах, ведомостью объемов строительных и монтажных работ, рабочей документацией на индивидуальные строительные изделия, дополнительными рабочими чертежами, содержащими изменения типовых изделий, применяемых в конкретном здании (сооружении), локальной сметой и пр.

Следует различать рабочую документацию, разрабатываемую для данного конкретного проекта, но имеющую индивидуальный характер и применяемую для привязки рабочей документации массового применения, и повторно применяемую рабочую документацию.

Рабочая документация массового применения (типовая рабочая документация, типовые строительные конструкции, изделия и узлы) – разработанная, сертифицированная и утвержденная в установленном нормативными документами порядке, в необходимых случаях привязанная к конкретному объекту строительства.

Рабочая документация повторного применения – разработанная ОАО "Гипромез" или другими организациями (с их согласия) на объект, часть, марку, изделие, узел изделия, деталь, по своим технико-экономическим показателям, нормам и правилам соответствующая новому заданию на проектирование.

Рабочая документация массового применения включает: типовую – предприятий, зданий и сооружений на строительство новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений (типовые проекты, типовые проектные решения, типовые материалы для проектирования); типовых строительных конструкций, изделий и узлов зданий и сооружений.

Рабочая документация массового применения, кроме чертежей типовых конструкций, изделий и узлов, подлежит привязке к конкретному объекту строительства. При привязке документации проверяется соответствие принятых в ней архитектурно-планировочных, технологических, инженерных и других решений здания или сооружения конкретным условиям строительства.

Ведущий производственный отдел, определивший возможность повторного применения ранее разработанной рабочей документации, выдает смежному производственному отделу задание на привязку рабочей документации, в котором указывает, что при ее выполнении по настоящему заданию рекомендуется повторно применить ранее выполненную рабочую документацию – далее указать обозначение и полное наименование основного комплекта рабочих чертежей или основного комплекта конструкторской документации.

3.8. Послепроектная деятельность и авторский надзор

Послепроектная деятельность – процессы и процедуры, осуществляемые проектной организацией после даты сдачи-приемки проектной продукции с целью авторского надзора за строительством, информации органов надзора о соблюдении в гарантийный (послегарантийный) срок норм и правил, оказания разных инжиниринговых услуг по строящемуся или эксплуатируемому объекту строительства.

Послепроектная деятельность может быть установлена договором, предшествующим поставке проектной продукции, и включает: корректировку поставленной заказчику проектной продукции в гарантийный срок (два года), связанную с введением новых норм и правил, и авторский надзор за строительством. Необходимость корректирующих действий может быть вызвана предложением заказчика и послегарантийным обслуживанием для обеспечения строительно-монтажных работ в связи с введением новых норм и правил, с изменением исходных данных по оборудованию и других исходных материалов для проектирования, с изменением подрядчиком изделий и материалов для строительства, с необходимостью временной консервации объекта (предусмотренной мощности) – цеха, здания, сооружения.

Послепроектная деятельность в порядке инициативной разработки проектной организацией может включать предложения по расширению, реконструкции, техническому перевооружению, модернизации оборудования действующих предприятий, цехов, зданий и сооружений; консультации и разъяснения по проектной документации и по решению спорных вопросов между заказчиком и строительным подрядчиком; контроль работ по устранению недоделок, обнаруженных в период гарантийного срока эксплуатации объекта; консультирование по переделке выполненных работ, необходимость которых вызвана форсмажорными причинами; составление исполнительной документации на строительство и выполнение обмерных работ; техническую помощь при пусконаладочных работах и выходе на проектные показатели; разработку проектов производства работ; анализ потребностей рынка; пересчет использования производственных мощностей; расчеты ожидаемых полных затрат на строительство с учетом инфляционных процессов и выплат; расчеты реальной прибыли; помощь в инженерной подготовке производства; консультации по эксплуатации технологического оборудования; обследование с целью поиска резервов, улучшения производственных показателей: анализ данных о функционировании запроектированных объектов и прогноз экономического эффекта.

По решению организаций, утвердивших рабочий проект, или предприятия-заказчика (как правило, до окончания разработки проектной документации) осуществляется авторский надзор за строительством объектов, проектами которых предусмотрено

применение сложных строительных решений, новых строительных конструкций и материалов, сложных и новых технологических процессов, машин и оборудования, и за строительством всех предприятий, зданий и сооружений, возводимых в сложных природных условиях, включая неблагоприятные физико-геологические процессы и сложные грунтовые условия.

Авторский надзор следует вести в ходе всего строительства и приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов. Выполненные технологические, архитектурно-строительные и другие технические решения, а также технико-экономические показатели введенных в эксплуатацию объектов должны соответствовать проектным.

Авторский надзор обязан проверять в процессе строительства соответствие выполненных работ по возведению предприятий, зданий и сооружений проектным решениям, предусмотренным рабочими чертежами, соблюдение технологий (в том числе проектов организации строительства), качество строительно-монтажных работ и работ по монтажу технологического и других видов оборудования, соблюдение предусмотренных проектом мер по выполнению правил пожаро- и взрывобезопасности помещений строящихся объектов; участвовать в приемке отдельных ответственных конструкций (опор, арок, пролетных строений мостов, сводов, подпорных стен, несущих металлических и железных конструкций и других элементов) по мере их готовности в процессе строительства объекта и в составлении акта промежуточной приемки этих конструкций; в освидетельствовании основных работ, скрываемых последующими работами и конструкциями, от качества выполнения которых зависит прочность и устойчивость возводимых зданий и сооружений.

Авторский надзор имеет право проверять соответствие сертификатов (паспортов) и других технических документов на конструкции, детали, строительные материалы и оборудование государственным стандартам, техническим условиям и проектной документации; запрещать применение несоответствующих конструкций, деталей, изделий, строительных материалов и оборудования, давать указания о прекращении работ, выполняемых с нарушениями требований проекта, нормативных документов; правил выполнения строительных и монтажных работ; принимать решения о замене предусмотренных проектом материалов, конструкций и оборудования и по согласованию с заказчиком вносить изменения в

проектную документацию, если эта замена не ведет к снижению качества проектных решений и увеличению стоимости строительства.

Авторский надзор по технологическому оборудованию проверяет соответствие установленного оборудования запроектированному; полноту монтажа всего вспомогательного, нестандартизированного и прочего оборудования; соблюдение подходов, условия для ремонта и демонтажа; своевременность укладки трубопроводов, лотков (особенно – закладываемых в землю); качество монтажа оборудования, лестниц, мостиков и т.д.; соблюдение требований правил Госгортехнадзора при установке мостовых кранов.

На строительной площадке авторский надзор осуществляется не только по технологическому оборудованию, но и по другим частям проекта. Так, по строительной части обращают внимание на земляные, свайные, бетонные и железобетонные работы, на сборные и металлические конструкции, на прочие работы (по кровле, гидроизоляции, отделке, заделке швов и пр.). Надзор осуществляется по теплосиловому хозяйству, по водоснабжению и канализации, по электротехнической части, по механизации ремонта кранов и открывания ворот, по отоплению и вентиляции, по КИП и автоматике, по связи, сигнализации и пожаротушению, по организации строительства.

Существует форма задания на выполнение авторского надзора за строительством, журнал надзора (где указывается: кто, по какому документу, за какой работой и когда осуществлял надзор; выявленные отступления и нарушения с указанием об устранении), регистрация представителей и план-график осуществления надзора, квартальный (или в другие установленные сроки) отчет.

Указания, записанные в журнал авторского надзора, обязательны для исполнения организациями-заказчиками и подрядчиками. При несвоевременном или некачественном выполнении указаний по устранению дефектов следует вносить в журнал авторского надзора повторную запись, сообщая об этом в письменной форме заказчику или руководителю генподрядной организации для принятия оперативных мер. Обязательно следует оперативно информировать руководителей организации и начальников отделов по вопросам, в решении которых необходимо

участие руководства организации и соответствующих его подразделений.

По окончании строительства руководитель группы авторского надзора представляет отчет о работе за весь период строительства, в котором отражает общую характеристику объекта и основных проектных решений; анализ качества проектной документации и выявленные в процессе строительства ошибки и неувязки с указанием отделов, их допустивших; анализ причин, вызвавших изменения сметной стоимости строительства; оценку работы членов группы авторского надзора; предложения и рекомендации по повышению качества проектной документации, улучшению организации авторского надзора за строительством; отчет оформляется в виде записки в произвольной форме.

Проектная документация в необходимых случаях подлежит согласованию в органах государственного надзора и управления.

4 СТРОИТЕЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА, ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ И ПОРЯДОК ВЫБОРА

При проектировании металлургических цехов большое значение имеют климатические, инженерно-геологические и топографические условия места их строительства – строительной площадки. Эти условия являются исходными при принятии тех или иных проектных решений.

Так при проектировании отопления и вентиляции зданий цехов, проведении расчетов температурных напряжений конструкций, проведении теплотехнических расчетов ограждающих конструкций используют сведения о колебаниях температуры наружного воздуха, т.е. о температурных условиях в районе строительства металлургического цеха.

Другие параметры метеорологических условий (влажность воздуха, количество осадков, величина снежного покрова) необходимы при проведении расчетов влажностного режима ограждающих конструкций, определении дополнительных нагрузок на кровлю зданий цеха, проектировании устройств ливневой канализации.

Для расчетов естественного освещения зданий прокатных цехов, а также для проведения расчетов теплоустойчивости ограждающих конструкций учитывают величину солнечной радиации. Эти же данные учитывают при выборе ориентации здания с целью обеспечения наилучших условий внутреннего естественного освещения.

При решении вопросов планировки зданий цехов, их взаимного расположения (особенно зданий с повышенным тепловыделением: цехов горячей прокатки, термических отделений цехов холодной прокатки) учитывают силу и направление ветра.

Большое внимание уделяют определению характеристик гололеда; устанавливают величины отложений, изморози, возможность оседания на проводах мокрого снега, повторения этих явлений. Эти сведения принимают во внимание при проектировании линий электропередач, трубопроводов, линий связи и других объектов.

Для определения типа зданий и сооружений, их характера, проектирования их оснований необходимы сведения о геофизических показателях строительной площадки: наличии вечномерзлых грунтов, сейсмичности района, просадочности грунта от замачивания, нормативной глубине промерзания грунта и т. д.

Получение данных о геологии строительной площадки проводят путем сбора и изучения имеющихся материалов, проходке инженерно-геологических выработок, проведение лабораторных исследований грунтов, выполнения полевых опытных работ, составления заключения об инженерно-геологических условиях площадки. В пределах каждого здания или группы зданий на уровне 1,5–3,0 м ниже сжимаемой зоны под основанием здания определяют гидрогеологические условия и физико-механические свойства пород. Изыскания проводят методами бурения скважин и закладки шурфов (для отбора монолитов и уточнения характера залегания грунтов). После проведения обработки данных геологических изысканий составляют техническое заключение, содержащее краткую техническую характеристику проектируемых зданий и сооружений; общее геологическое описание площадки с краткими сведениями о геоморфологии; описание грунтов в пределах активной зоны с характеристикой их физико-механических свойств; краткое описание грунтов основания, несущего и подстилающего слоев; характеристику грунтовых вод, их расчетных отметок, агрессивности по отношению к бетону и растворам, применяемым при кладке кирпича, рекомендации по наиболее рациональной с инженерно-геологической точки зрения отметке заложения подошвы фундаментов; расчетное сопротивление грунтов или рекомендуемые расчетные показатели; рекомендации по выбору наиболее рационального типа фундаментов для заданной конструкции зданий; обоснование применения гидроизоляции; рекомендации по применению конструктивных мероприятий, увеличивающих устойчивость зданий; исходные материалы для проектирования и расчетов дренажей; рекомендации по общей планировке участка, отводу поверхностных вод и последующему геологическому контролю при строительстве.

Получение данных о местности, где намечается строительство металлургического производства, осуществляется путем проведения топографо-геодезических работ. Для этого проводят инструментальную геодезическую горизонтальную и вертикальную съемку на местности. Затем производят обработку собранных материалов. Материалы изысканий представляют в виде полевых журналов во время съемки на местности и планшетов с нанесением на них всех объектов, подлежащих топографо-геодезической съемке.

К выбираемой строительной площадке предъявляются следующие основные требования: достаточные для размещения предприятия с учетом перспектив развития размеры территории с благоприятным рельефом местности; близость к источникам снабжения водой и благоприятное их высотное расположение; возможность организации коммуникаций для ввоза сырья и вывоза продукции, подачи электроэнергии; благоприятные инженерно-геологические характеристики площадки.

Используется следующий порядок выбора строительной площадки: выбор вариантов площадок на географической карте района; визуальное изучение площадок на месте с проведением простейших изыскательских работ на выбранных вариантах площадок; окончательный выбор площадок по результатам исследований; подготовка и утверждение у заказчика акта выбора строительной площадки.

Акт выбора строительной площадки является основанием для выполнения последующих более глубоких изыскательских работ, предусматриваемых на стадиях проектирования, а также разработки проектных материалов, необходимых для организации строительства.

Технологическая группа составляет заказную спецификацию или ведомость оборудования для производственных и вспомогательных участков, определяет энергетические потребности производства. В соответствии с технологией и отраслевыми нормами проектирования определяют потребность в производственной и вспомогательной площадях цехов, выбирают и согласовывают между отделами оптимальные варианты проектных решений по компоновке. Отдел вспомогательного производства выполняет все необходимые расчеты по своим участкам, в том числе расчет количества производственного персонала, загрузки ремонтного и прочего оборудования, расчет технико-экономических показателей по участкам, разрабатывает специальные требования к помещениям участков, где размещаются эти службы.

Обрабатывая полученные проектные материалы по вспомогательным производствам, ответственный исполнитель технологической группы производит корректировку основных проектных решений в соответствии с этими данными, уточняет габариты производственных зданий и выдает задание отделу проектирования генерального плана на разработку схемы генерального плана завода.

Отдел генерального плана подтверждает возможность размещения здания (зданий) в заданных габаритах на промышленной площадке или рекомендует ответственному исполнителю улучшенные варианты размещения, которые учитываются при проектировании.

По уточненным габаритам зданий отдел генерального плана разрабатывает технологическую схему генерального плана завода и выдает исходные данные на разработку специальных частей проекта. Технологи совместно со специалистами смежных отделов разрабатывают уточненный план расположения технологического и транспортного оборудования цеха (планировка цеха). Этот план рассматривается руководством проектной организации и согласовывается в процессе работы по основным проектным решениям. При реконструкции действующего цеха проект разрабатывают с учетом существующего оборудования, коммуникаций, конфигурации здания, сантехнического и энергетического обеспечения производства.

Последовательность выполнения этапов проекта вспомогательных частей такая же, как и основных частей. Получив задание от технологов-проектировщиков, отделы, выполняющие проект вспомогательных служб, разрабатывают проектную документацию на соответствующие участки и в свою очередь выдают задания специалистам смежных отделов на проектирование этих участков. Так, при выполнении проекта технологической части прокатного цеха технологи-проектировщики разрабатывают компоновку прокатных станов, в то время как проект мастерской ремонта подшипников жидкостного трения выполняет отдел вспомогательных служб по заданию технологического отдела. В свою очередь после проработки задания технологов отдел вспомогательных служб, определив состав ремонтной мастерской, выдает задания специалистам других отделов на строительство мастерской, обеспечение мастерской электроэнергией, на подвод различных коммуникаций и т.п., т.е. на удовлетворение всех технических и хозяйственных нужд данного участка цеха.

Пояснительная записка является итоговым этапом работы технологов-проектировщиков по разработке технологической части проекта нового или реконструируемого завода (цеха). Она составляется ответственным исполнителем технологического отдела и содержит текстовые и цифровые материалы, расчетные таблицы,

чертежи, планировки, справочные материалы и др. Вместе с запиской прилагается заказная спецификация основного и вспомогательного оборудования, на основании которой осуществляется заказ оборудования на заводах-изготовителях.

Сметный отдел определяет стоимость строительства, оборудования и монтажа механического и энергетического оборудования. Сметчики-проектировщики по укрупненным нормам определяют стоимость фундаментов под оборудование, затраты на проектирование нестандартного оборудования и другие расходы, составляют сводную смету на объект.

Пояснительная записка к проекту оформляется в соответствии с руководящими техническими материалами (РТМ) проектного института и подписывается исполнителями, начальником технологического отдела, ГИПом, руководством проектного института и передается в технический архив для отправки заказчику.

5 РАСЧЁТЫ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ

5.1 Расчет шихтовки плавки

Расчет шихтовки плавки входит в ряд мероприятий, ведущихся во время проведения очередной плавки до ее выпуска в сталеразливочный ковш. Мероприятия включают: 1) Расчет шихты на конкретную марку стали; 2) Точное взвешивание составляющих шихты; 3) Загрузку составляющих в корзину или мульды; 4) Проверка наличия и исправности инструмента и машин для очистки и заправки футеровки печи; 5) Доставка огнеупорных составляющих заправочных материалов; 6) Дозировка необходимых ферросплавов и раскислителей; 7) Обеспечение графитизированными электродами и ниппелями для их свинчивания и ряд других операций.

Шихтовка плавки – это составление перечня подлежащих завалке материалов с указанием их весовых количеств, определяемых в зависимости от марки выплавляемой стали [1]. Шихтовку получают расчетом с учетом состава шихтовых материалов и особенностей технологии производства стали или сплава. При расчете шихты для плавки с полным окислением исходят из следующих соображений:

1. Содержание углерода в шихте должно обеспечивать возможность проведения интенсивного и достаточно длительного кипения ванны. Кипение ванны способствует удалению фосфора, водорода и азота из расплава и ускоряет расплавление шихты. Практически для кипения необходимо иметь в первой пробе после полного расплавления шихты углерода на 0,4-0,5% больше нижнего предела заданного состава стали данной марки.

2. Содержание кремния в металле после полного расплавления шихты должно быть не более 0,10%. Более высокое количество кремния задерживает начало кипения металла. Но в случае производства хромо-никелевого нержавеющей металла, с целью разогрева расплава и уменьшения потерь хрома вводят значительно большее количество кремния. Окисляясь, кремний разогревает расплав.

3. При выплавке конструкционных марок сталей в первой пробе должно быть не более 0,6-0,8%Mn. Больше количество марганца тормозит кипение металла.

4. Содержание фосфора не должно превышать 0,06%. При работе с жидким чугуном рекомендуется проводить внепечное обесфосфоривание и обессеривание заливаемого полупродукта.

5. При выплавке мало- и средне легированных сталей отходы хромистой стали допускаются из расчета получения не более 0,3-0,4% Cr. Более высокое содержание хрома затрудняет проведение окислительного периода из-за повышенной вязкости шлака. Вязкие шлаки нарушают нормальный режим окисления углерода и фосфора. Это замечание не относится к выплавке сложно легированных хромоникелевых сталей типа 12X18H10T и аналогов, а также высокохромистых типа X12M; 95X18 и быстрорежущих P6M5 и их аналогов.

6. Шихта по габаритности должна состоять из 20-30% мелочи, 40% крупных кусков и 30-40% кусков средней величины. Для печей различной емкости принимают следующее примерное соотношение (в процентах по массе) между кусками отдельных групп: [2]

Емкость печей, т	Крупные куски, %	Средние куски, %	Мелкие куски, %
1,5-5	20 – 30	30 - 40	30 -35
6-10	25 – 35	30 – 40	25 -30
12 -15	30 – 40	35 -40	20 – 25
20-40	40 - 45	25 – 35	15 – 20

7. Все шихтовые материалы должны быть замаркированы и иметь определенный химический состав. Применение отходов неизвестного химического состава приводит к забраковке плавки и переводу ее в разряд шихтовой болванки (ШБ) с соответствующими экономическими потерями.

Химический состав стали приведен в таблице 5.1. В таблице 5.2 представлены составляющие, из которых составляется шихта.

5.2 Пример расчета шихтовки стали X12MФ1

Таблица 5.1 - Химический состав стали X12MФ1, %.

Элемент												
C	Si	Mn	S	P	W	Cr	Ni	Mo	Ti	Al	V	Cu
Заданный анализ, %												
1,5	0,10	0,20	<0,025	<0,025	-	11,0	<0,40	0,50	0,03	0,03	0,9	<0,3
-1,6	-	-				-		-			-	
	0,40	0,45				12,0		0,80			1,0	

Расчет металлической части завалки

Количество элемента (Э) в шихте (кг) и его относительное содержание, Э% определяется из соотношений:

$$\text{Э} = \text{А} * \text{Б} / 100 \quad \text{и} \quad \text{Э}\% = 100 * \text{Э} / \text{Q}, \quad (5.1)$$

где: А-содержание элемента в компоненте шихты; % (таблица 5.2)

Б -навеска компонента шихты, кг.

Q -масса всей шихты плавки, кг.

Расчет металлической завалки шихты представлен в таблице 5.3

Таблица 5.2 Химический состав составляющих шихты, %.

Наименование материала	C	Si	Mn	P	W	Cr	Ni	Mo	Ti	V	Al
FeSi-45%	-	43-45	<0,8	<0,5	-	<0,5	-	-	-	-	-
FeMn-75%	7,0	2,0	77	0,33	-	-	-	-	-	-	-
FeCr 100	0,7	3,0	-	0,04	-	68	-	-	-	-	-
FeCr 800	8,0	3,0	-	0,07	-	63	-	-	-	-	-
FeMo HM01	0,1	1,0	-	0,1	-	-	-	58	-	-	-
FeV	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-
Al куск.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
X12MФ1	1,55	0,33	0,30	0,025	-	11,6	-	0,8	-	0,95	-
30X1M1Ф1	0,35	0,33	0,35	0,025	-	1,00	-	1,0	-	1,00	-
08X17	0,12	0,35	0,35	0,025	-	17,2	-	-	-	-	-
25X5M	0,22	0,30	0,40	0,025	-	5,0	-	0,4	-	-	-
ШХ15	1,0	0,32	0,33	0,02	-	1,5	-	-	-	-	-
Эл. бой*	98,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*-кокс из-за повышенного содержания "P" применять не рекомендуется.

Таблица 5.3 - Расчет составляющих шихты для ДСП-20

Наименование материала	Количество кг.	C	Si	Mn	P	Cr	Mo	V	S
160X12МФ1	7000	108,5	23,1	21,0	1,75	812	56	66,5	1,75
30X1М1Ф1	1050	3,7	3,5	3,5	0,21	10,5	3,5	3,5	0,21
08X17	3500	4,2	12,3	12,3	0,88	602	–	–	0,07
25X5М	1750	3,9	9,3	7,0	0,46	87,5	–	–	0,035
ШХ15	6160	61,6	19,6	20,3	1,23	92,4	–	–	1,05
Сумма мет. составл. кг.	19460	181,9	67,8	64,1	4,53	1604,4	59,5	7,0	3,115
% мет. состав л.	100	0,93	0,35	0,33	0,023	8,24	0,31	0,36	0,016
ФЕРРОСПЛАВЫ									
FeMo	169,3	0,2					98,2		
FeV	233,5	2,3						186,8	
FeCr 800	1394	111,5	41,8			878,2			
Эл. бой	158	143,4							
Итого, кг.	21414,8	439,3	109,6	64,1	4,53	2482,6	157,7	193,8	3,115
Итого, %	100	2,05	0,51	0,30	0,021	11,59	0,74	0,90	0,015

Пояснения к заполнению таблицы 5.3.

Пример - выплавить 21т стали Х12МФ1, содержащей: 1,6%С, 12%Сг и по1% Мо и V (см. таблица 5.1). Сталь выплавили, применив метод сплавления, при котором шихта состоит из отходов хромистых сталей, возможно, полном удалении фосфора с первым шлаком, долегировании ферросплавами в период рафинирования. Окончательное раскисление проводят в ковше.

В связи с примененной технологией, шихта должна состоять из отходов хромистой и высокохромистых сталей. В примере это Х12МФ1, 30X1М1Ф1, 08X17, 25X5М, ШХ15. Шихтовых материалов

набирают в количестве 21000кг. С расчетом получения около 1,8% углерода, (10-11)% хрома и некоторого количества молибдена и ванадия. Необходимо помнить, что Mo, Cu, Ni и W почти не окисляются (не выгорают), в связи с чем в шихте не должно быть отходов Cu, а количество Mo, Ni и W ниже марочного и допустимых значений.

Расчет заключается в вычислении поэлементного вклада каждого компонента составляющих шихты.

Так, 7000кг стали 160X12МФ1 вносят:

Углерода: $\text{Эс} = \text{А} \cdot \text{Б} / 100 = 1,55 \cdot 7000 / 100 = 108,5 \text{ кг}$,

где 1,55 - % С см. табл.2

Кремния: $\text{Эsi} = 0,33 \cdot 7000 / 100 = 23,1 \text{ кг}$. Марганца: $\text{ЭMn} = 0,30 \cdot 7000 / 100 = 21 \text{ кг}$.

Фосфора: $\text{Эр} = 0,025 \cdot 7000 / 100 = 1,75 \text{ кг}$. Хрома: $\text{ЭCr} = 11,6 \cdot 7000 / 100 = 812 \text{ кг}$.

Молибдена $\text{ЭMo} = 0,80 \cdot 7000 / 100 = 56 \text{ кг}$. Ванадия $\text{Эv} = 0,95 \cdot 7000 / 100 = 66,5 \text{ кг}$.

Аналогичный расчет проводим по всем составляющим шихты. Результаты расчетов заносим в таблицу 5.3.

При суммировании вклада металлической части шихты видно, что до марочного состава (таблица 5.1) недостает углерода, хрома, молибдена и ванадия, т.е. в расплав необходимо ввести ферросплавы. Расчет ферросплавов проводится по формуле (5.2).

$$P_{\text{ф}} = \frac{(\text{Эм} - \text{Эв}) \cdot \text{Ос} \cdot (100 + \text{Уф})}{\text{Эф} \cdot 100}, \quad (5.2)$$

где: $P_{\text{ф}}$ – расчетное количество вносимого ферросплава, кг.

Эм – содержание элемента в металле согласно требований ГОСТ, (см. таблица 5.1).

Эв – содержание элемента в ванне (проба) или по расчету (таблица 5.3).

Ос – масса расплава, кг.

Уф – угар легирующего элемента ферросплава, %.

Эф – содержание легирующего элемента в ферросплаве, %.

Принимаем угар хрома – 20%, марганца – 10%, кремния – 80%, молибдена – 3%, ванадия - 50%. Тогда количество:

Феррохрома: FeCr 800

$$P_{\text{FeCr}} = \frac{(12 - 8,24) \cdot 19460 \cdot (100 + 20)}{63 \cdot 100} = 1394 \text{ кг}$$

Ферромolibдена: FeMo

$$P_{FeMo} = \frac{(0,8 - 0,31) * 19460 * (100 + 50)}{58 * 100} = 169,3 \text{ кг.}$$

Феррованадия: FeV

$$P_{FeV} = \frac{(1 - 0,36) * 19460 * (100 + 50)}{80 * 100} = 233,5 \text{ кг.}$$

Электродного боя

$$P_c = \frac{(1,6 - 0,93) * 19460 * (100 + 10)}{98 * 100} = 158 \text{ кг}$$

Феррохром кроме Cr вносит в расплав углерод и кремний:

$$\text{Углерода: } \mathcal{E}_c = \frac{8 * 1394}{100} = 111,5 \text{ кг}$$

$$\text{Кремния: } \mathcal{E}_{Si} = \frac{3 * 1394}{100} = 41,8 \text{ кг}$$

где: 8 и 3 см. таблица 5.2.

Аналогичный расчет проводится по FeMo, FeV.

$$\text{Внесенный углерод: } \mathcal{E}_c = \frac{1 * 233,5}{100} = 2,3 \text{ кг и т.д.}$$

В итоговой строке (%) таблица 5.3 видно, что количество углерода (2,05%) более заданного. Следовательно, количество вводимого электродного боя необходимо уменьшить и корректировать его ввод по мере поступления результатов анализа.

Введение ферросплавов увеличивает (разбавляет) объем металла на сумму: $169 + 233 + 1394 + 220 = 2000 \text{ кг}$, что составляет 10% от массы металла. В этой связи количество вводимых ферросплавов необходимо увеличить на 10%:

$$P_{FeCr} = 1394 * 1,1 = 1533 \text{ кг.}$$

$$P_{FeV} = 233,5 * 1,1 = 257 \text{ кг.}$$

$$P_{FeMo} = 169,3 * 1,1 = 186 \text{ кг.}$$

Кроме указанных ферросплавов, необходимо предусмотреть раскисление шлака порошком FeSi, ввод в металл FeMn, FeTi, FeCe и кускового алюминия. Эти ингредиенты должны находится также рядом с ДСП-20.

FeSi пор. – 105кг.; FeSi кус.-105кг.; FeMn – 20 кг.; FeTi – 10кг.; FeCe – 20кг.; Al – 14кг.

Загрузку печи проводим корзинами. Корзину формируем так, чтобы внизу располагалась мелкая шихта, в центре средние или крупные куски, а сверху мелкие куски и электродный бой или кокс [2]. С целью ускорения периода расплавления необходимы не только мощные электрические дуги (мощный силовой трансформатор), но и

плотная укладка шихты. Электродный бой, кокс, находящийся вверху шихты, обладает большим электросопротивлением и меньшей теплопроводностью, чем холодные куски шихты, лучше сохраняет концы электродов в нагретом состоянии и тем способствуют большей устойчивости горения электрических дуг. В целом шихта должна быть загружена так, чтобы электроды в начале плавления находились внутри шихты под ее верхним слоем, состоящим из мелких плотных кусков и предотвращающим непосредственный нагрев свода и стен электрическими дугами. При этом очень важно, чтобы отдельные куски шихты были уложены прочно и надежно, что предотвращает обвалы их во время плавления и поломку электродов; кроме того, уменьшается количество коротких замыканий электродов с металлом. Если в нижних слоях шихта загружена слишком рыхло или наверху находится тугоплавкая часть шихты (например, мягкое железо), то при плавлении может образоваться «мост», разрушить который сложно. Жидкая сталь под «мостом» сильно перегревается, что приводит к разрушению подины печи. В случае образования «моста» предусматривают подрезку металла струей кислорода под давлением 6-8 ат. (0,6-0,8 МПа). Примеры удовлетворительной и неудовлетворительной загрузки шихты, частично состоящей из длинных кусков сортового проката, приведены на рисунке 5.1. На рисунке 5.2 показано образование «моста».

Кроме металлической части шихты, в корзину загрузили известь – 2000кг и 50кг плавикового шпата. После выпуска предыдущей плавки аналогичного химического состава проводится осмотр подины, откосов, стен и свода печи. Откосы заправили за 15 минут. Заправку провели вручную, при этом магnezит наносили немного выше места «каверны» ямы с расчетом, чтобы скатившись по откосу вниз, магnezит попал в расчетный участок. Перед выпуском предыдущей плавки сталевар выявлял ориентировочное место появления каверн по состоянию шлака. Магnezит, отрывающийся от подины, повышает вязкость шлака. В шлаке появляются комки. Свежезаправленные откосы необходимо защитить от разрушения во время завалки шихты. Для защиты на заправленный участок укладывают слой извести или мелкий шихтовой материал или листовой металл. Время осмотра, заправки, завалки шихты и перепуска электродов необходимо минимизировать с целью предупреждения охлаждения рабочего слоя печи. Так, например, во

время двухчасового перерыва между плавками рабочий слой футеровки ДСП-20 охлаждается на 1000 градусов.

В рассматриваемом примере печь загрузили за – 10 мин., перепустили и нарастили электроды за 10 мин. Ход процесса выплавки стали удобно проследить с помощью хронометража плавки.

5.3 Хронометраж плавки

Время операции час-мин.	Результат
15-00	Включили ток. $U = 280$ В. Мощность -8000 кВт.
15-20	Переключили ток. $U = 390$ В. Мощность – 15000 кВт.
16-20	Металл расплавлен. Дали известь около 150кг.
16-25	Переключили ток. $U = 328$ В. Мощность – 12000 кВт.
16-35	Отбрали пробу металла. Хим. состав в %: -С-1,37; Si 0,09; Mn -0,22; Cr-10,42; W – 0,04; Mo – 0,4; V – 0,32; Ni – 0,21; Cu – 0,08; P – 0,022; S – 0,025.
16-40	Переключили ток . $U = 280$ В. Мощность – 8000 кВт.
16-45	Дано FeCr800 – 350кг и FeV – 140кг.
16-50	На шлак дали порошок FeSi – 20 лопат, кокс– 20 лопат.
16-55	Отключили ток. Скачали шлак. Шлак черный.
17-00	Включили ток. $U = 206$ В. Мощность – 4300 кВт. Дали – 70кг. FeSi; 20кг FeMn; 2кг Al; 160кг FeV; а также 400кг извести и 50кг плавикового шпата.
17-05	Дали порошок FeSi и кокс на шлак.
17-10	Дали по 15 лопат FeSi и кокс на шлак.
17-15	Отключили ток. Перемешали металл и шлак. Отбрали пробу металла. Хим. состав в %: C =1,52; Si = 0,25; Mn = 0,31; Cr = 11,16; Mo = 0,62; V = 0,59; S = 0,021; P = 0,024; Замерили температуру. Температура равна 1520 °С. Шлак белый.
17-20	Включили ток. $U = 196$ В. Мощность – 3070 кВт.
17-25	Дали по 20 лопат порошка FeSi и кокса на шлак. Перемешали металл и шлак. Шлак белый. Температура – 1530 °С.
17-30	Переключили ток. $U = 150$ В. Мощность 2700 кВт. Отбрали пробу металла. Хим.состав в %: C = 1,47; Si = 0,25; Mn = 0,31; Cr = 11,13; Mo = 0,70; V = 0,78.

17-35	Дали 180кг FeSi куск. и 18кг FeMo и 150кг БАС+CaO+CaF ₂ +Al порошок.
17-40	Переключили ток. U = 130 В. Мощность – 2100 кВт.
17-45	Дали 40кг FeSi кускового.
17-50	Дали по 20 лопат FeSi порошок и кокс. Перемешали металл и шлак. Шлак белый. Температура металла = 1530 °С.
17-55	Отключили ток. Ввели 10кг Al. В ковш дали 10кг FeTi и 20кг FeSe.
18-00	Выпуск металла. Шлак белый, температура металла в ковше = 1500 °С. Анализ пробы из ковша в % : С = 1,53; Si = 0,33; Mn = 0,30; Cr = 11,6; Mo = 0,75; V = 0,95.

Разлили 7 слитков по 2800кг. Общая масса - $7 \cdot 2800 = 19600$ кг.
Недоливы = 250кг. Литники = 140кг. Скрап = 50кг.

Итого металла: $19600 + 250 + 140 + 50 = 20040$ кг. Выход годного:

20040 ----100%

19600----- X

$$X = \frac{19600 \cdot 100}{20040} = 97,8\%$$

Пояснения к хронометражу плавки

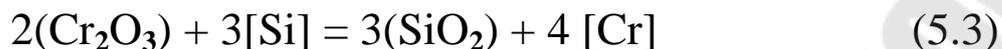
Электрический режим.

Обычно в начале расплавления шихты печь включают на пониженную мощность, затем через 10-15 минут вторичное напряжение силового трансформатора переключают на наиболее высокую ступень. К концу расплавления напряжение понижают на одну ступень, т.е. во время расплавления в печь вводится максимальная мощность. Рисунке 5.3 и хронометраж плавки показывает, что полная мощность трансформатора используется только в период расплавления. В этой связи целесообразно, после первого скачивания шлака проводить процесс рафинирования металла, используя внепечные методы очистки расплавов, например установку АКВОС.

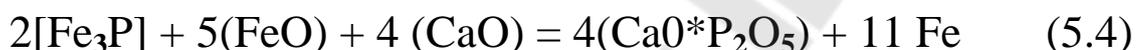
Период плавания, рафинировка и выпуск металла.

Плавание прошло в штатном режиме. Шлакообразующие: известь, плавиковый шпат, окалина металла, магнезит подины, а также сгоревший кремний сформировали первый шлак. Первый шлак раскислили порошком FeSi

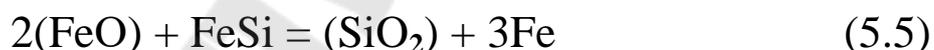
Раскисление понадобилось для уменьшения окисления хрома.



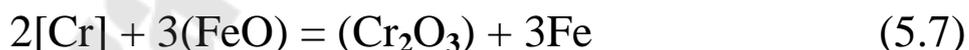
В расплавленном металле нет превышений по примесям: Cu; Ni; S и P. Количество Cr, Mo, V и C соответствует расчету (см. табл.3 металлическая часть шихты), но ниже требуемого марочного состава. Сгоревший кремний шихты и углерод защитили хром от окисления. Шлак черный, что указывает на наличие в нем окислов Fe и Mn. Окислы хрома имеют зеленый цвет. Окислы железа и относительно низкая температура способствует выводу фосфора из стали по реакции:



Реакция (4) может проходить при высокой активности кислорода в металле. Наличие Si, V, Cr препятствуют протеканию этого процесса. Во время рафинировки образовавшийся шлак раскисляли порошком FeSi и коксом с целью удаления из шлака кислорода, находящегося в виде (FeO).



Отсутствие кислорода в шлаке предупреждает угар хрома, который может проходить по реакции:



и способствует удалению серы, протекающей по реакции:



Необходимо отметить, что диффузионное раскисление шлака не эффективно.

Показано, что ракисление шлака происходит через раскисление металла. Частицы порошка FeSi, прогреваясь в шлаке, проходят его и, попав в поверхностный слой металла растворяются, раскисляя расплав. Поверхностный слой расплава раскисляет шлак.

Одновременно с раскислением шлака в металл вводили ферросплавы для корректировки химического состава стали. Перед выпуском сталь раскислили FeCe, и окончательное раскисление

провели Al и FeTi. Для уменьшения угара присадки Ti, FeTi поместили в ковш.

Расчетные данные (таблица 5.3) и результаты первого анализа химического состава указывают на выгорание кремния. Увеличилось количество углерода и не изменилась концентрация хрома и марганца.

4. Поведение хрома, кремния, марганца, углерода и фосфора во время расплавления стали.

Оценим поведение Cr, Si, Mn, C и P с помощью уравнений термодинамического равновесия. Равновесие между углеродом и хром содержащих компонентов расплава при $[Cr] > 9\%$ оценивают по уравнениям [4]:



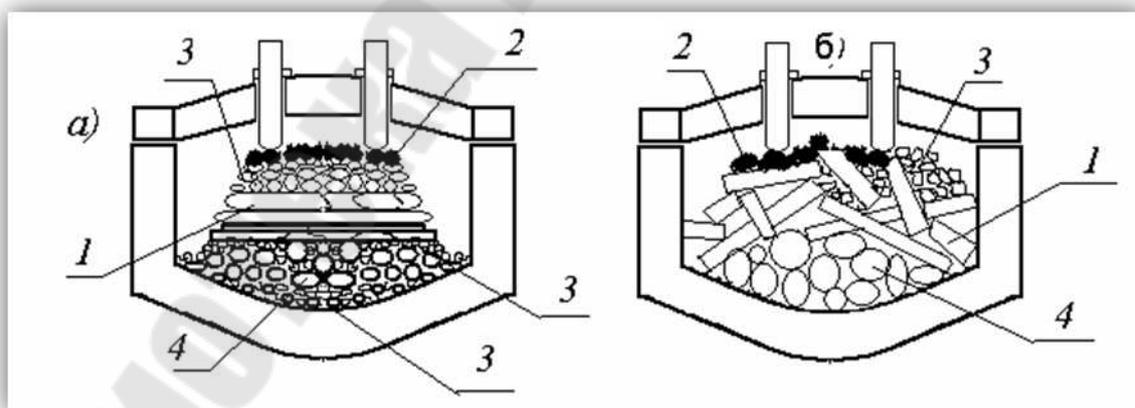
$$\Delta G = +210760 - 139,7T$$

$$\lg \frac{[Cr]^{3/4} \cdot P_{CO}}{f_c \cdot [C]} = -\frac{11520}{T} + 7,64 \quad [5], \quad (5.10)$$

где: $[Cr]$ – концентрация Cr в расплаве = 10% (таблица 3);

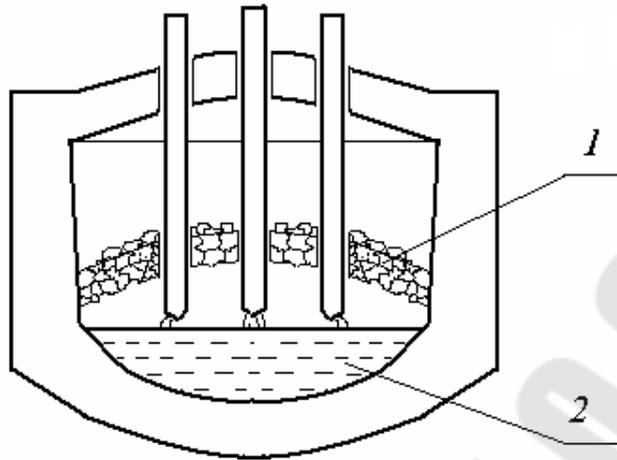
$[C]$ – концентрация C в расплаве = 1,3%;

f_c - коэффициент активности углерода.



1 – отходы сортового проката; 2 – куски кокса; 3 – мелкая кузнечная обсыпка; 4 – тяжелые массивные прибыли.

Рисунок 5.1 – Примеры удовлетворительной (а) и неудовлетворительной (б) загрузки шихты.



1-"мост"; 2-жидкая сталь

Рисунок 5.2 – Образование "моста" при плавке легковесной малоуглеродистой шихты.

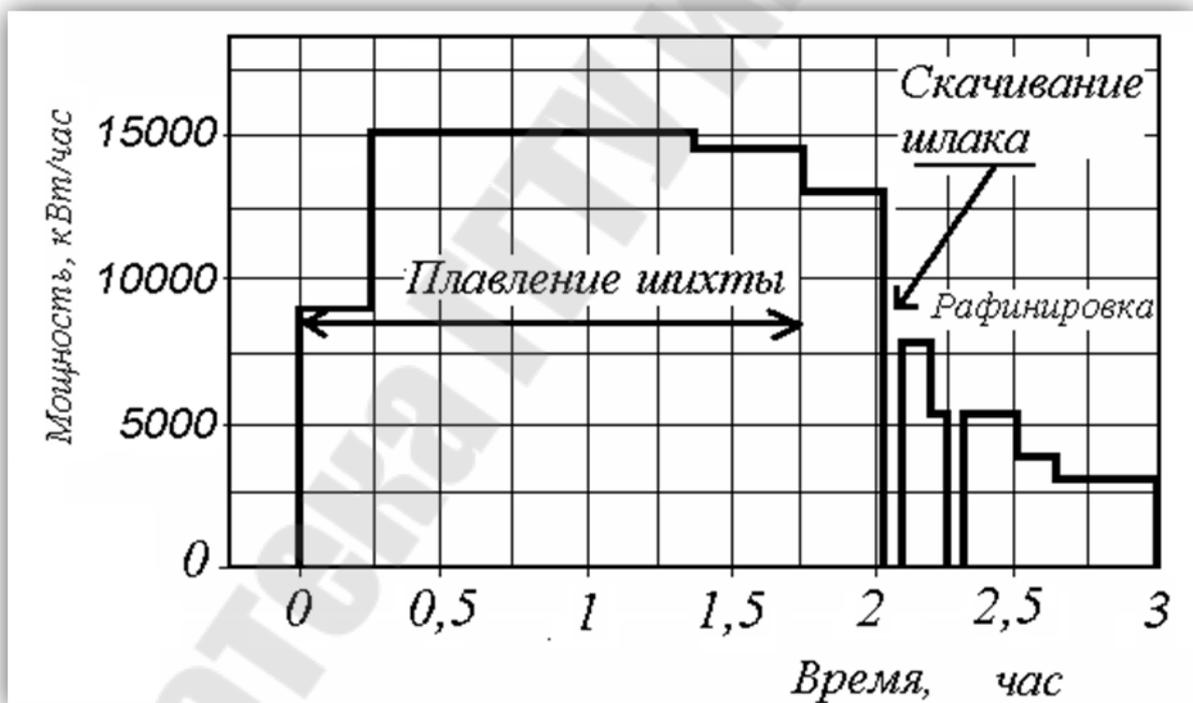


Рисунок 5.3 – График изменения мощности во время выплавки стали X12M1Ф

$$I_{gfc} = \sum \varepsilon^* \%_{эл}, \quad (5.11)$$

где: ε – коэффициент активности [5,6],

% эл – содержание элемента в расплаве, в % (1-я проба)

$$\lg f_c = 0,14 * \%C - 0,024 * \%Cr - 0,012 * \%Mn - 0,0083 * \%Mo - 0,051 * \%P + 0,046 * \%S + 0,08 * \%Si - 0,077 * \%V$$

$$\lg f_c = 0,14 * 1,3 - 0,024 * 10 - 0,012 * 0,22 - 0,0083 * 0,3 - 0,051 * 0,03 + 0,046 * 0,03 + 0,08 * 0,09 - 0,077 * 0,35 = -0,084.$$

$$f_c = 0,824$$

Расчет проведем для $P_{CO} = 1 \text{ атм.}$

$$T = t + 273 = 1530 + 273 = 1803 \text{ К}$$

$$\lg \frac{[Cr]^{3/4} * 1}{0,824 * 1,3} = -\frac{11520}{1803} + 7,64 = -6,39 + 7,64 = 1,25$$

$$\lg [Cr]^{3/4} * 0,933 = 1,25 \quad 10^{1,25} = 17,78$$

$$[Cr]^{3/4} * 0,933 = 17,78 \quad \text{или} \quad [Cr]^{3/4} = 19,07 \quad 3/4 * \lg [Cr] = 1,28$$

$$\lg [Cr] = 1,707 \quad \text{или} \quad Cr = 50,9\%$$

Следовательно, расплав, содержащий 1,3%С, находится в равновесии с 51% Cr, т.е. хром не должен интенсивно окисляться при расплавлении и феррохром можно вводить в завалку (см. также рисунок 5.6).

Расчет состава шлака по расплавлению шихты

Расчетом оценим состав шлака по расплавлению шихты. Во время расплавления компоненты металлической завалки выгорают.

Потери: по Fe = $\frac{19460 * 0,4}{100} = 80 \text{ кг}$; по C = $\frac{181,9 * 20}{100} = 36,4 \text{ кг}$ по Si = $\frac{67,8 * 80}{100} = 54,24 \text{ кг}$ и т.д. Согласно приведенному ранее расчету Cr не окисляется, но это справедливо в условиях равновесия. При плавлении равновесия нет, принимаем окисление хрома = 1%.

Таблица 5.4 – Потери компонентов во время расплавления шихты

Элемент	Fe	C	Si	Mn	P	Cr	Mo	V
Потери компонента, % от внесенного в ванну	0,4	20	80	10	40	1	3	50
Сумма металлической составляющей шихты, кг. (таблица 5.3)	19460	181,9	63,8	64,1	4,35	1604	59,5	7,0
Потери компонента в кг.	80,0	37,0	54,24	6,4	1,8	24,8	4,7	35,0

Рассчитаем количество кислорода, израсходованного на окисление компонентов шихты и массу образовавшихся окислов [7]. Принимаем, что 30% С окисляется до CO_2 и 70% до CO , получим:

Расход кислорода, кг	Масса оксида, кг
$\text{C} \rightarrow \text{CO} \quad 0,7 \cdot 37 \cdot 16 / 12 = 34,5$	$0,7 \cdot 37 + 34,5 = 60,4$
$\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \quad 0,3 \cdot 37 \cdot 32 / 16 = 29,6$	$0,3 \cdot 37 + 29,6 = 40,7$
$\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \quad 54,24 \cdot 32 / 28 = 62,0$	$54,24 + 62,0 = 116,2$
$\text{Mn} \rightarrow \text{MnO} \quad 6,4 \cdot 16 / 55 = 1,86$	$6,4 + 1,86 = 8,3$
$\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \quad 1,8 \cdot 80 / 62 = 2,3$	$1,8 + 2,3 = 4,1$
$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \quad 24,8 \cdot 48 / 104 = 11,4$	$24,8 + 11,4 = 36,2$
$\text{Mo} \rightarrow \text{Mo}_2\text{O}_3 \quad 4,7 \cdot 48 / 102 = 1,2$	$4,7 + 1,2 = 5,9$
$\text{V} \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5 \quad 35 \cdot 80 / 102 = 27,5$	$35 + 27,5 = 62,5$
$\text{Fe} \rightarrow \text{FeO} \quad 0,5 \cdot 80 \cdot 16 / 56 = 11,4$	$0,5 \cdot 80 + 11,4 = 51,4$
$\text{Fe} (\text{Fe}_2\text{O}_3) \quad 0,5 \cdot 80 \cdot 48 / 112 = 17,1 \text{ (дым)}$	$0,5 \cdot 80 + 17,1 = 57,1$
Всего: $198,86 \text{ кг}$	$442,8 \text{ кг}$

Перешло окислов в шлак: $442,8 - 57,1 \text{ (дым)} - 40,7 \text{ (CO}_2) - 60,4 \text{ (CO)} = 284,0 \text{ кг}$.

Осело в виде дыма (Fe_2O_3) в трубопроводах газоочистки – $57,1 \text{ кг}$.

Расход футеровки по заводским данным за период плавления на массу садки принимаем равным:

Магнезитовый кирпич – 0,2% или 42 кг.

Магнезитовый порошок – 0,7% или 150 кг.

В завалку и во время плавления ввели извести около 2% или 410 кг. В извести содержится 3,5% MgO и 3,5% SiO_2 ; в магнезитовом порошке содержится 3,5% SiO_2 . Основность шлака $L = \frac{\% \text{CaO}}{\% \text{SiO}_2} =$

$\frac{43,3}{15,0} = 2,9$. Рассчитаем сумму загущающих компонентов шлака:

$\% \Sigma (\text{CaO} + \text{MgO} + \text{MnO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{V}_2\text{O}_3) = (43,3 + 23,25 + 0,94 + 4,1 + 7,1) = 78,69$, т.е. сумма компонентов оказалась больше 65%. Полученный шлак должен быть вязким. Для уменьшения вязкости в завалку необходимо добавить плавиковый шпат или шамотный порошок.

По расплавлению шихты, шлаки должны быть легкоплавкими и жидкотекучими, что облегчает скачивание шлака и способствует более полному удалению фосфора. На рисунок 5.4. представлены диаграммы состояния систем, являющихся основами шлаков, формирующихся при плавлении шихты и применяемых при рафинировании стали. Требуемая основность для рафинировки стали

обычно около $L = (1,8 - 2,5)$. Но это область очень тугоплавких шлаков с температурой ликвидус порядка 2000°C . Можно применять высокоглиноземистые шлаки, содержащие 45% Al_2O_3 , но они дороги. В тройной системе $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{MgO}$, составы, отвечающие нужному диапазону основностей $L = (1,8 - 2,5)$ имеют высокую температуру плавления. ($t_{\text{л}} = 1700^{\circ}\text{C}$). На рисунке 5.4 представлена вязкость шлаков системы $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ в виде линий, равной интенсивности (цифры у кривых). Вязкость более 6-это, видимо, шлаки в твердом состоянии. Такие шлаки не могут быть использованы для рафинирования стали без присадки 5 – 10% плавикового шпата. Шлаки 1 и 2 приготовлены спеканием порошков; основой шлаков 4 – 7 послужил шлак №3 – типичный электропечной шлак. Отличаются шлаки – количеством MgO . Чем больше количество MgO , тем выше температура плавления шлака и соответственно более вязок (гуще) шлак (рисунок 5.5).

Таблица 5.5 – Поступило составляющих в шлак

Составляющие шлака	Содержание компонентов шлака в кг.								
	FeO	MnO	CaO	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	Сумма, кг.
Шихта	51,4	8,3	-	-	116,2	4,1	36,2	62,5	278,7
Кирпич	-	-	-	40,5	1,5	-	-	-	42,0
Известь	-	-	381,3	14,3	14,3	-	-	-	409,9
MgO из подины				150,0					150,0
Всего, кг.	51,4	8,3	381,3	204,8	132,0	4,1	36,2	62,5	880,6
%	5,84	0,94	43,3	23,25	15,0	0,47	4,1	7,1	100

Таблица 5.6 – Температура плавления некоторых шлаков системы $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$

Номер шлака	Состав шлака в %					CaO/SiO ₂	Температура ликвидус, °C
	CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂		
1	55,0			45,0			1450
2	50,0	20,0		30,0		2,5	1550
3	49,9	22,2	14,6	4,1	8,2	2,2	1430
4	57,0	22,4	5,9	4,4	7,7	2,2	1305
5	46,9	21,2	19,4	4,0	7,7	2,2	1505
6	45,8	20,3	23,5	3,2	6,7	2,2	1580
7	46,5	13,5	18,7	4,2	16,8	3,4	1460
8	39,9	35,0	12,7	12,4		1,1	1250
9	36,8	31,6	19,5	12,1		1,2	1290

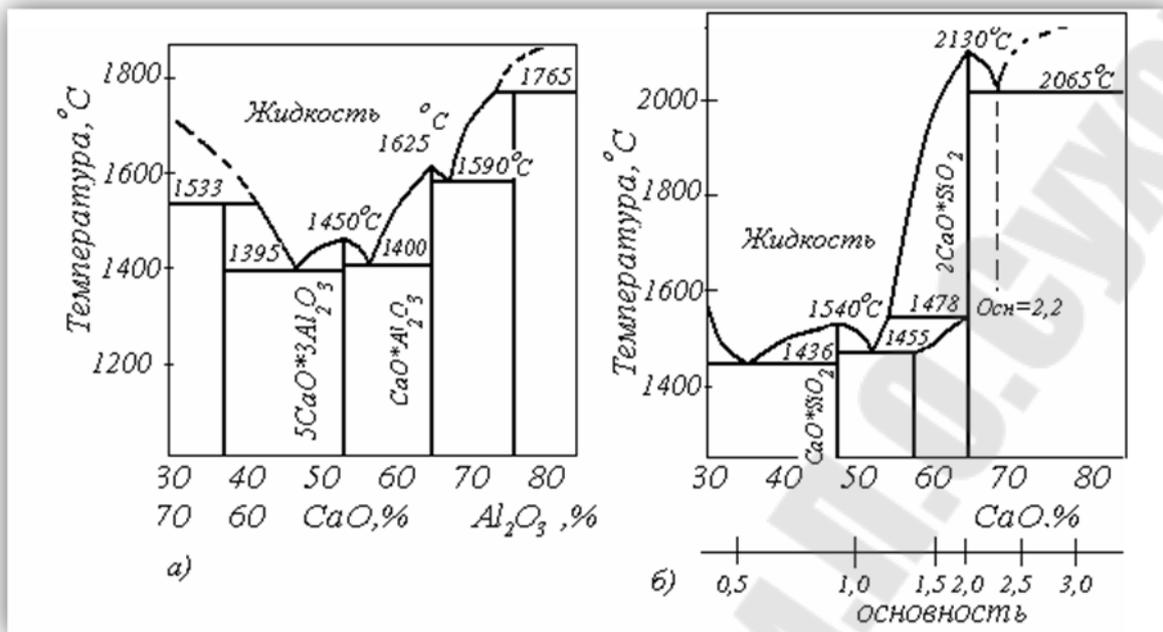


Рисунок 5.4 – Диаграммы состояния систем: а) CaO-Al₂O₃; б) CaO - SiO₂

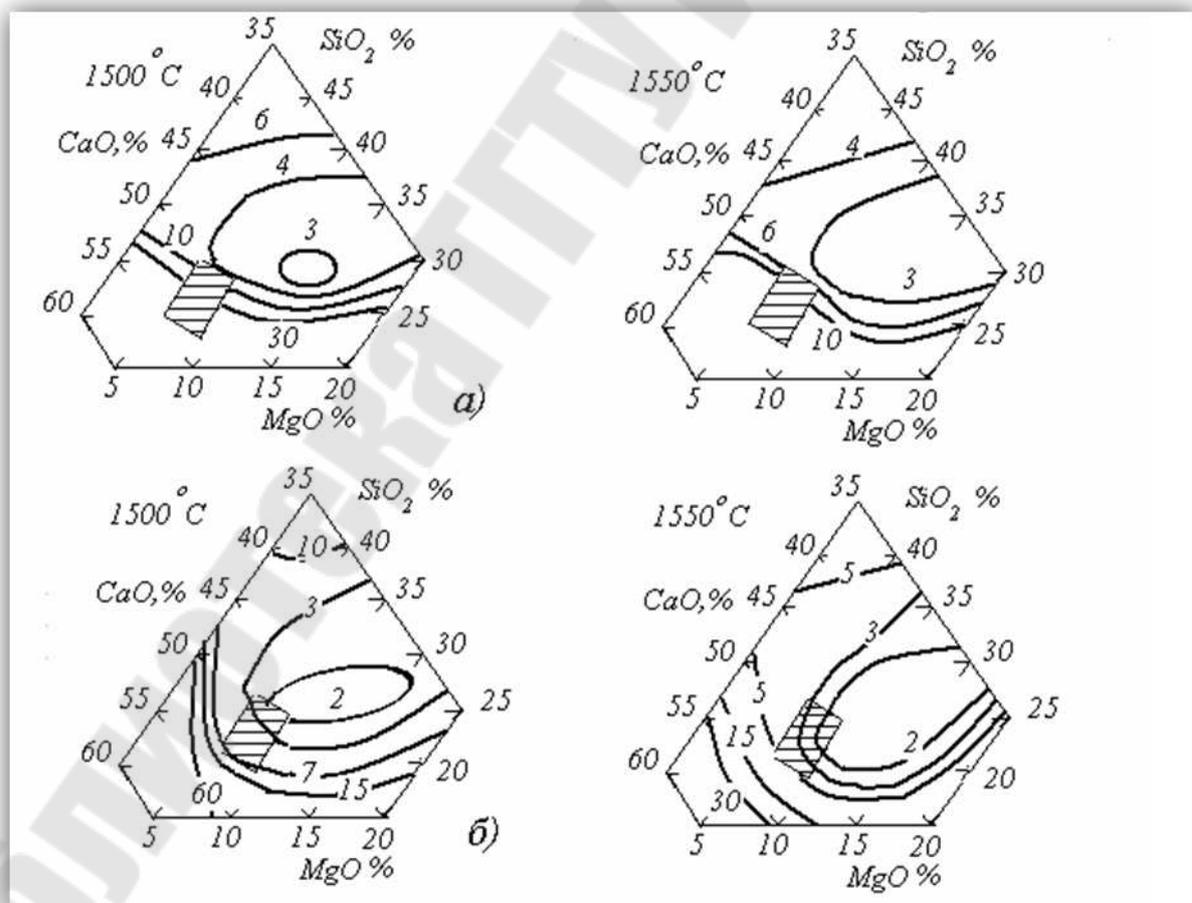


Рисунок 5.5 – Вязкость шлаков системы CaO- SiO - MgO - AlO :

а)-15%AlO ; б)-20%AlO. В прямоугольниках шлак с оптимальной основностью и содержанием 7-12% MgO. Цифры у кривых - вязкость.

Окисленность расплава

По химическому составу шлака (таблица 5.7) рассчитаем равновесную концентрацию кислорода в расплаве. [4,6,24] Воспользуемся методом Кожеурова, по которому массовые доли или процентное содержание оксидов пересчитывают на числа молей на 100г шлака.

$$n_i = \%(\text{масс.}) / (\text{молекулярная масса})$$

Общее число катионов:

$$\sum n_i = n_{\text{FeO}} + n_{\text{MnO}} + n_{\text{CaO}} + n_{\text{MgO}} + n_{\text{SiO}_2} + 2 \cdot n_{\text{P}_2\text{O}_5} \quad (5.12)$$

Ионную долю рассчитывают:

$$X_i = \frac{n_i}{\sum n_+} \quad (5.13)$$

Расчет и обозначение ионных долей катионов:

$$X_1 = X_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{n_{\text{FeO}}}{\sum n_+}; \quad X_2 = X_{\text{Mn}^{2+}} = \frac{n_{\text{MnO}}}{\sum n_+}$$

$$X_3 = X_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{n_{\text{CaO}}}{\sum n_+}; \quad X_4 = X_{\text{Mg}^{2+}} = \frac{n_{\text{MgO}}}{\sum n_+}$$

$$X_5 = X_{\text{Si}^{4+}} = \frac{n_{\text{SiO}}}{\sum n_+}; \quad X_6 = X_{\text{P}^{5+}} = \frac{n_{\text{P}_2\text{O}_5}}{\sum n_+}$$

Активность любого оксида рассчитывается с поправкой на коэффициент активности катиона γ_i , например:

$$a_{\text{FeO}} = X_1 \cdot \gamma_i \quad (5.14)$$

Формулы Кожеурова для расчета коэффициентов активностей γ_i имеют вид:

$$\text{Lg} \gamma_1 = \text{lg} \gamma_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{1000}{T} [2,18 \cdot X_2 \cdot X_5 + 5,90 \cdot (X_3 + X_4) \cdot X_5 + 10,50 \cdot X_3 \cdot X_6] \quad (5.15)$$

$$\lg \gamma_2 = \lg \gamma_{\text{Mn}^{2+}} = \lg \gamma_1 - \frac{2180}{T} X_5 \quad (5.16)$$

$$\lg \gamma_4 = \lg \gamma_{\text{Mg}^{2+}} = - \frac{5900}{T} (X_1 + X_2 + X_3) * X_5 \quad (5.17)$$

$$\lg \gamma_6 = \lg \gamma_{\text{P}^{5+}} = \lg \gamma_1 - \frac{10500}{T} * X_3, \quad (5.18)$$

где: T – температура, К.

Данные для расчета приведены в таблице 5.7

Таблица 5.7 - Исходные данные и расчет ионных долей.

Химический состав шлака по расплавлению шихты, %							Температура, °С
Составляющие	FeO	MnO	CaO	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	1530
%, (Табл.5)	5,84	0,94	43,3	23,25	15,00	0,47	
Молекулярная масса	72	71	56	40	60	142	
X _i	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
Число молей, n _i	0,081	0,013	0,773	0,581	0,250	0,003	Σ=1,705
Ионная доля, X _i	0,047 5	0,0076	0,454	0,340	0,147	0,003 9	Σ=1,000

$n_{\text{FeO}} = 5,84/72 = 0,081$; $n_{\text{MnO}} = 0,94/71 = 0,013$; $n_{\text{CaO}} = 43,3/56 = 0,773$
и т.д.

$X_1 = 0,081/1,705 = 0,0475$; $X_2 = 0,013/1,705 = 0,0076$; $X_3 = 0,773/1,705 = 0,454$; и т.д.

Сумма ионов: $\Sigma n_i = n_{\text{FeO}} + n_{\text{MnO}} + n_{\text{CaO}} + n_{\text{MgO}} + n_{\text{SiO}_2} + 2 * n_{\text{P}_2\text{O}_5} = 0,081 + 0,013 + 0,773 + 0,581 + 0,25 + 2 * 0,0033 = 1,705$

Рассчитаем коэффициенты активностей компонентов шлака, γ_i :

$\lg \gamma_1 = \frac{1000}{1530 + 273} (2,18 * 0,0076 * 0,147 + 5,90(0,454 + 0,340) * 0,147 + 10,50 * 0,454 * 0,0039) = 0,3836$ или $10^{0,3836} = 2,475$
т.е. $\gamma_1 = 2,475$

$$\lg \gamma_2 = 0,3836 - \frac{2180}{1530 + 273} * 0,147 = 0,2059.$$

$$\gamma_2 = 1,6064.$$

$$\lg \gamma_4 = -\frac{5900}{1530+273} * (0,0475+0,0076+0,454) * 0,147 = -0,2449 \quad \gamma_4 = 0,569.$$

$$\lg \gamma_6 = 0,3836 - \frac{10500}{1530+273} * 0,454 = -2,2603 \quad \gamma_6 = 0,0055$$

Рассчитаем активность компонентов шлака.

$$a_{\text{FeO}} = 0,0475 * 2,475 = 0,1176 \quad a_{\text{MnO}} = 0,0076 * 1,6064 = 0,0122$$

$$a_{\text{MgO}} = 0,340 * 0,569 = 0,193 \quad a_{\text{P}_2\text{O}_5} = 0,0039^2 * 0,0055^2 = 4,60 * 10^{-10}$$

Рассчитаем растворимость кислорода в металле. Формально переход кислорода из шлака в металл представляется уравнением:



$$\lg K = \frac{a_{\text{FeO}}}{a_{\text{O}}} = \frac{6400}{T} - 2,54 = 6400 / (1530 + 273) - 2,54 = 0,87$$

$$K = 6,456$$

$$[\text{O}] = \frac{a_{\text{FeO}}}{f_{\text{O}} * K}; \quad \lg f_{\text{O}} = (0,736 - \frac{1750}{T}) * [\text{O}] \quad (5.20)$$

Т.к. неизвестна величина $[\text{O}]$, примем $f_{\text{O}} = 1,0$; тогда $[\text{O}] = \frac{0,1176}{1 * 6,456} = 0,01822\%$

Подставим величину 0,01822% в уравнение расчета $\lg f_{\text{O}}$ (5.20)

$$\lg f_{\text{O}} = (0,736 - \frac{1750}{1530+273}) * 0,01822 = -0,004274. \quad f_{\text{O}} = 0,99$$

Пересчитаем количество кислорода. $[\text{O}] = \frac{0,1176}{0,99 * 6,456} = 0,0184\%$

Полученное значение близко к первому, равному = 0,0186%, расчет по $[\text{O}]$ считаем завершенным.

Кремний

Рассчитаем количество $[\text{Si}]$, равновесное с $[\text{O}] = 0,0184\%$. Формально реакция окисления кремния:



$$\lg K_{\text{SiO}_2} = \lg \frac{a_{\text{SiO}_2}}{[\% \text{Si}] * [\% \text{O}]^2 * f_{\text{Si}} * f_{\text{O}}^2} = \frac{31000}{T} - 12,15 \quad (5.22)$$

$$a_{\text{SiO}_2} = 1; [\text{O}] = 0,0184\%; f_{\text{O}} = 0,99$$

$$\lg f_{\text{Si}} = 0,18\%C - 0,003\%Cr + 0,02\%Mn - 0,23\%O - 0,11\%P + 0,056\%S + 0,11\%Si + 0,025\%V = 0,18*1,3 - 0,003*10 + 0,02*0,22 - 0,23*0,0184 - 0,11*0,025 + 0,056*0,025 + 0,11*0,4 + 0,025*0,4 = 0,2834$$

$$10^{0,2834} = 1,920$$

$$f_{\text{Si}} = 1,920$$

$$\lg \frac{1}{[\%Si] * 0,0184^2 * 1,92 * 0,99^2} = \frac{31000}{1530 + 273} - 12,15 = 5,044 \quad 10^{5,044} = 110662$$

$$\lg \frac{1}{[\%Si]} * \frac{1}{0,000637} = 5,044 \quad \text{или} \quad \frac{1569,6}{[\%Si]} = 110662$$

$$[\%Si] = \frac{1569,6}{110662} = 0,0142\%$$

$$[Si] = 0,0142 \%$$

Это равновесная концентрация кремния в стали, т.е. кремний окислится при расплавлении шихты.

Углерод

Рассчитаем равновесную концентрацию углерода при содержании кислорода, равном $[O] = 0,0187\%$.

$$[C] = \frac{2,08 * 10^{-3}}{[O] + 6,61 * 10^{-4}} = \frac{2,08 * 10^{-3}}{0,0184 + 6,61 * 10^{-4}} = 0,109\% \quad (5.23)$$

Это означает, что углерод может выгореть с 1,3% до 0,109%. Кислород, углерод и хром (оксиды хрома) взаимодействуют друг с другом по реакции ($Cr > 9\%$)



$$\lg K^{1/4} = \lg [Cr]^{3/4} * P_{CO/aC} = -\frac{11500}{T} + 7,64 \quad (5.25)$$

$$\lg \frac{[Cr]}{[C]} = -\frac{138000}{T} + 8,76 \quad (5.26)$$

При выплавке коррозионностойких сталей с никелем, $[Ni]$ повышает активность углерода и способствует обезуглероживанию расплава. В этом случае равновесные количества оцениваются по уравнению [5.15, 5.25].

$$\lg \frac{[Cr]}{[C]} = -\frac{138000}{T} + 4,21[Ni] + 8,76 \quad (5.27)$$

На рисунке 5.6 приведено соотношение между [C], [O], температурой (жирные линии) и [Cr]. Рисунок 5.6 показывает, что длительная выдержка расплава при постоянной температуре (например 1600⁰С-жирная линия) под окислительным шлаком сопровождается одновременным выгоранием (окислением) углерода и хрома. В случае выплавки коррозионностойкой стали для выжигания углерода, с одновременным сохранением хрома, в расплаве необходимо повышать температуру расплава до 2000⁰С. В рассматриваемом примере после расплавления необходимо скачать окислительный шлак.

Марганец

Оценим равновесную концентрацию марганца в расплаве. Константа равновесия для реакции имеет вид: [Mn] + (FeO) = (MnO) + Fe

$$K_{Mn} = \frac{a_{MnO}}{a_{FeO} * [%Mn]} \quad \lg K_{Mn} = \frac{6440}{T} - 2,95 = \frac{6440}{1803} - 2,95 = 0,62 \quad K_{Mn} = 10^{0,62} = 4,18$$

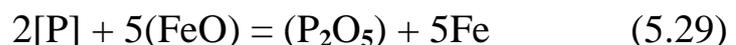
$$[%Mn] = \frac{a_{MnO}}{a_{FeO} * K_{Mn}} = \frac{0,0122}{0,1176 * 4,18} = 0,025\%$$

Фосфор

По Кожеурову, количество равновесного фосфора рассчитывается по формуле:

$$[%P] = \sqrt{\frac{a_{P_2O_5}}{a_{FeO}^5 * 0,023}} = \sqrt{\frac{5,03 * 10^{-10}}{0,1176^5 * 0,023}} = 0,031\%, \quad (5.28)$$

где: 0,023 – константа равновесия реакции



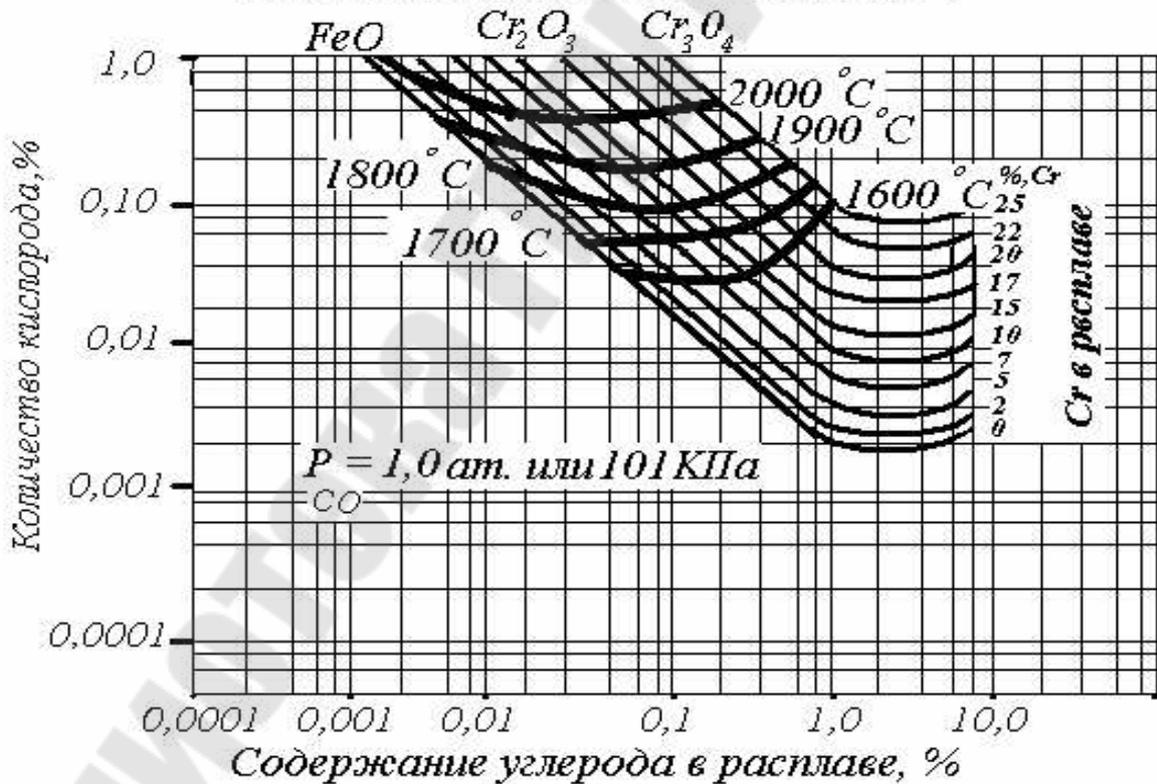
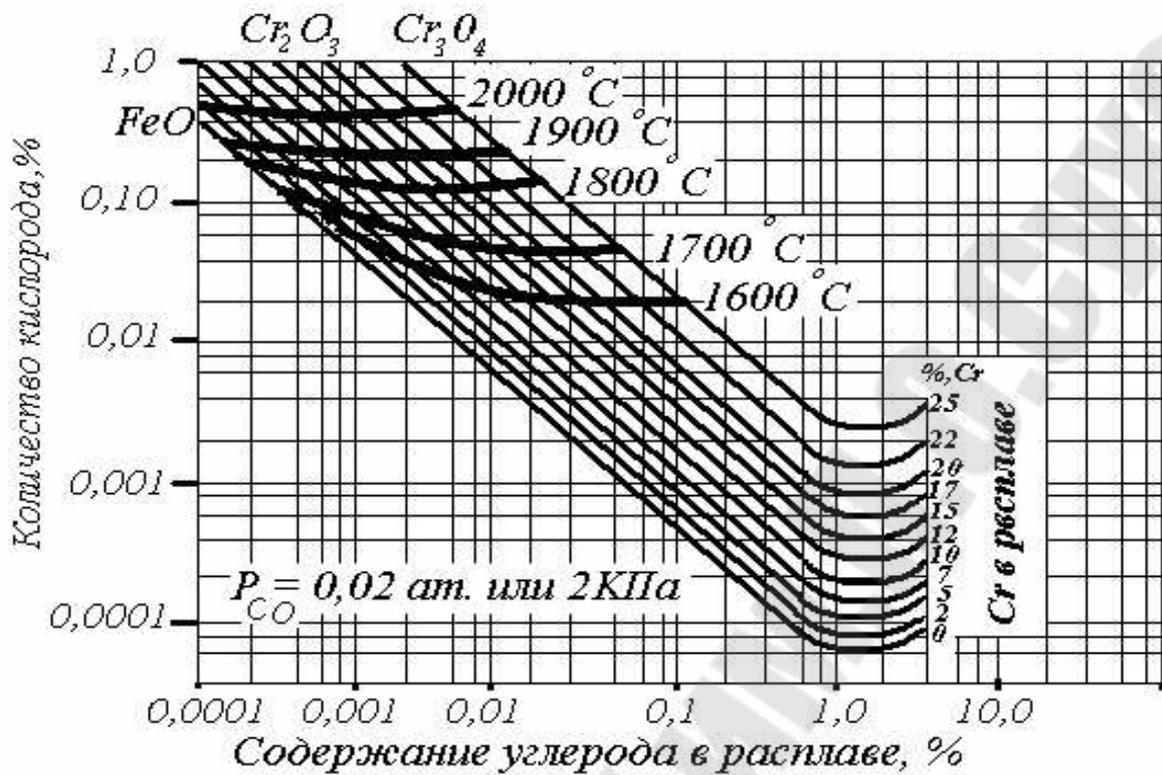


Рисунок 5.6 – Соотношение между углеродом, кислородом, хромами и температурой в расплавах.

Видим, что активности (FeO) недостаточно для удаления фосфора, т.е. при высокой концентрации углерода в расплаве и соответственно небольшой активности (FeO) фосфор невозможно удалить до малых значений.

Расчеты показывают, что при данном химическом составе расплавленной ванны хром не окисляется, выгорает кремний, удаляется марганец, а затем может выгореть углерод. Фосфор может быть удален до 0,031%.

6 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТДЕЛЕНИЙ, ЦЕХОВ

При разработке проекта участка, отделения, пролета или цеха обязательно учитывают возможность применения технологий высокого уровня (ТВУ) [8]. По этой технологии сталеплавильному агрегату (напр. ДСП) отводится роль производителя высококачественного полупродукта [9], а доводка металла проводится в агрегатах внепечной обработки. Легирующие элементы вводят при выплавке полупродукта в ДСП или при сливе расплава в ковш, а минимальную коррекцию осуществляют на установках внепечной обработки. Приведенная последовательность проведения технологических операций служит основой проектирования современных электросталеплавильных цехов (ЭСЦ) или реконструкции существующих цехов. Иногда реконструкцию проводят с целью перестройки цеха на выпуск готового сортового проката, труб или проволоки, т.е. проектируют мини-завод. С этой целью в технологический поток встраивают печи подогрева и прокатные станы. (см. рисунки 13, 19, 20, 21, 23, 26 приложения). С целью успешной реализации ТВУ необходимо уделять каждому элементу технологии особое внимание. Некоторые элементы технологии:

Подготовка шихты: скрап ЭСЦ и прокатных цехов должен храниться в отдельных бункерах; покупная шихта должна быть сертифицирована и храниться в специальных закромах. Все ингредиенты должны быть сертифицированы и храниться в бункерах.

Подача шихты. В ЭСЦ с печами 80 – 200 т и выплавляющих ограниченный сортамент сталей целесообразно подавать шихтовые материалы, используя конвейеры, организовать подогрев шихты можно либо на конвейерах или в специальных камерах над печами или используя тепло охлаждающихся литых заготовок (продукции цеха). В действующих цехах, оборудованных печами небольшой емкости: ДСП 1,5 – 20т шихтовые материалы подают в загрузочных корзинах (бадьях), лотках или мульдах. Мутьды загружают в печь напольными или крановыми завалочными машинами.

Слив полупродукта. В цехах, оборудованных крупными электропечами и выпускающих ограниченный сортамент сталей, печи оборудуют эркерным или сифонным выпуском металла. [10] (рисунок 6.1). Металл сливается в разогретый ковш не полностью. Печь

работает с «болотом». Заправку таких печей проводят через 8 – 10 плавок после полного слива металла. В этом случае полупродукт сливают в сталеразливочный ковш, установленный на сталевозе. Этот сталевоз перемещает ковш на АКВОС и может одновременно обслуживать печь и АКВОС (рисунок 12, приложения, ч.2) рисунки 6.1, 6.2. После обработки на АКВОС сталеразливочный ковш мостовым краном снимают со сталевоза и перемещают на МНЛЗ для последующей разливки.

В цехах, оборудованных ДСП небольшой емкости, металл сливают в прогретый до 800-1000⁰С ковш, подвешенный мостовым краном перед сливным желобом (рисунок 5 приложения).

Слив шлака. В цехах, оборудованных малотоннажными печами, шлак скачивают гребками в шлаковую чашу (шлаковню). Шлаковни удаляют либо по железнодорожным путям или мостовыми кранами. Шлак из крупнотоннажных печей сливают в автошлаковозы или в шлаковни, установленные на железнодорожные тележки.

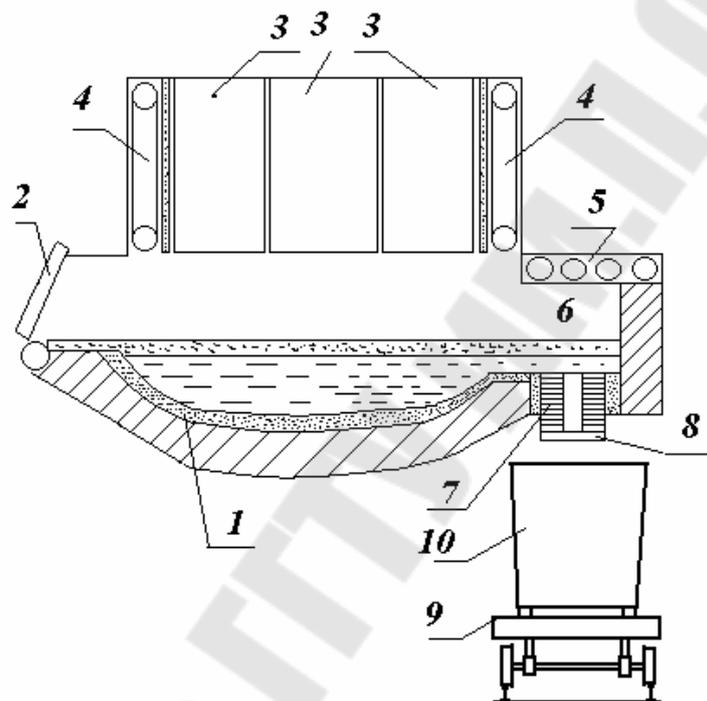
Ремонт футеровки. В цехах, оборудованных крупными ДСП, футеровку вакуум-камеры, сталеразливочных ковшей и промковшей ремонтируют на специализированных участках, а в цехах, оборудованных малотоннажными печами в плавильных, разливочных или дополнительных пролетах. (Напр. рисунки 1,2,4 приложения).

В состав крупных ЭСПЦ входят: главное производственное здание, футеровочное отделение, отделение сыпучих материалов и ферросплавов, экспресс-лаборатория, административно-бытовой корпус. Сюда же входят: ремонтный и электроремонтные цехи, компрессорная и кислородные станции, понижающая электроподстанция, скрапоразделочный цех, цех шлакопереработки, склады огнеупоров, электродов, смазочных материалов, газовое и водное хозяйство, межцеховой транспорт и др.

В случае электросталеплавильных цехов (ЭСПЦ), оборудованных малотоннажными печами, все перечисленные службы размещаются в специальных пристройках к главному производственному зданию и в пролете обработки литой заготовки. Главное производственное здание состоит из шихтового, сталеплавильного, литейного пролетов, а также пролета обработки и складирования литой заготовки. В административно-бытовом корпусе размещают экспресс-лабораторию.

Основное производственное здание крупных ЭСПЦ – это главное здание, где размещены электропечи, агрегаты внепечной

обработки, МНЛЗ, основное технологическое и крановое оборудование. Главные здания крупных ЭСПЦ сооружаются двух типов: 1) со специализированными пролетами и 2) с размещением в одном пролете всех технологических агрегатов. К первому типу относятся главные здания, включающие параллельно расположенные специализированные пролеты: шихтовой, печной, бункерный, ковшевой, распределительный (внепечной обработки), МНЛЗ, пролеты обработки и складирования литой заготовки, (и рисунки 6.3 и 6.4)



1-утолщенный набивной слой пода; 2-заслонка; 3-водоохлаждаемая стенная панель; 4-трубчатый водоохлаждаемый каркас стен; 5-свод эркера; 6-эркер; 7-сталевыпускное отверстие; 8-запорная пластина; 9-сталевоз; 10-ковш.

Рисунок 6.1 – Рабочее пространство печи с эркерным выпуском и расположение сталевоза.

Т.е. применена классическая схема размещения оборудования, наследованная от планировки малотоннажных печей. (рисунки 1-10 Приложения). По классической схеме цеха состоят из шихтового, плавильного, литейного и пролета обработки складирования литой заготовки. При небольшом количестве печей - (3-4) печи, их устанавливают вдоль плавильного пролета. В случае большего количества печей – (5-7) печей, возникают сложности обслуживания

печей, находящихся в середине пролета, особенно если плавильный и литейный пролеты соединены. В этом случае применяют блочную схему планировки основного технологического оборудования (рисунок 6.2). При блочной схеме печи размещают поперек пролета, и каждую печь обслуживает свой кран. В этом случае рядом с печью устанавливают установку внепечной обработки и МНЛЗ.

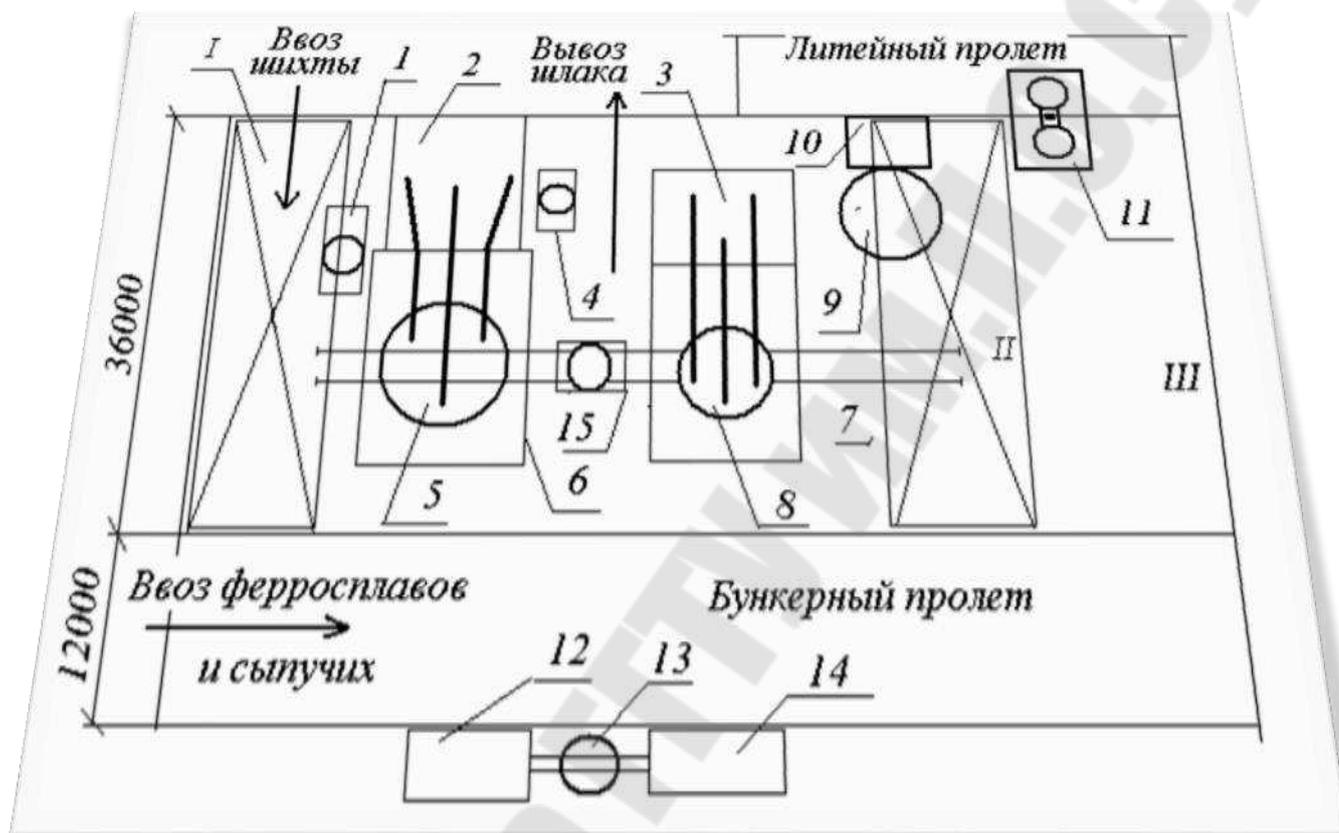
Высота зданий определяется принципиальными решениями установки ДСП на полу цеха или на специализированной площадке, а также габаритами защитного экрана и высотой МНЛЗ. В случае установки экрана, между верхом экрана и низом конструкций крана расстояние должно быть не менее 2-х метров, для проведения ремонтных работ. Применение технологий ТВУ требует вакуумирование металла при разливке на МНЛЗ. В этой связи необходимо предусмотреть габаритные размеры на установку вакуумирования струи металла.

Установка сверхмощных сталеплавильных печей ДСП (100 – 200) создает дополнительные экологические проблемы, главными из которых являются значительное возрастание уровня шума и повышение интенсивности газо- и пылевыведений. [15]. С целью эффективного снижения уровня шума и создания хороших условий для газо и пылеулавливания печи заключают в защитный кожух. По одному из вариантов конструкции кожуха при завалке шихты открываются двухстворчатые загрузочные ворота, завалочная бадья вводится внутрь кожуха. Свод отведен. Ворота закрываются, открытой остается лишь щель в крышке защитного кожуха для прохождения тросов загрузочного крана. Металл выпускается в ковш, установленный на сталевозе, который через ворота на уровне пола цеха въезжает в укрытие (рисунок 6.3) Для прохода персонала к печи в кожухе имеется калитка. В период работы дуг персонал находится вне защитного кожуха. Телеобъективы позволяют рабочим следить за сливным желобом и рабочим окном.

Рассмотрим пример размещения основного технологического оборудования в случае применения сверхмощных печей по выплавке коррозионностойких сталей в ЭСПЦ, работающем по дуплекс процессу с применением внепечного аргонокислородного рафинирования.

По проекту главное здание состоит из пролетов: шихтового, печного, АКР, бункерного, загрузочного, МНЛЗ и ряда других, связанных с охлаждением, зачисткой и складированием

непрерывнолитых заготовок (рисунки 6.3, 6.4). Применена классическая схема размещения оборудования. Материалы из шихтового пролета в бункерный передаются напольными самоходными тележками 3. В печном пролете размещена ДСП-100, снабженная топливо-кислородными горелками и водоохлаждаемыми панелями в стенах и на своде 7.



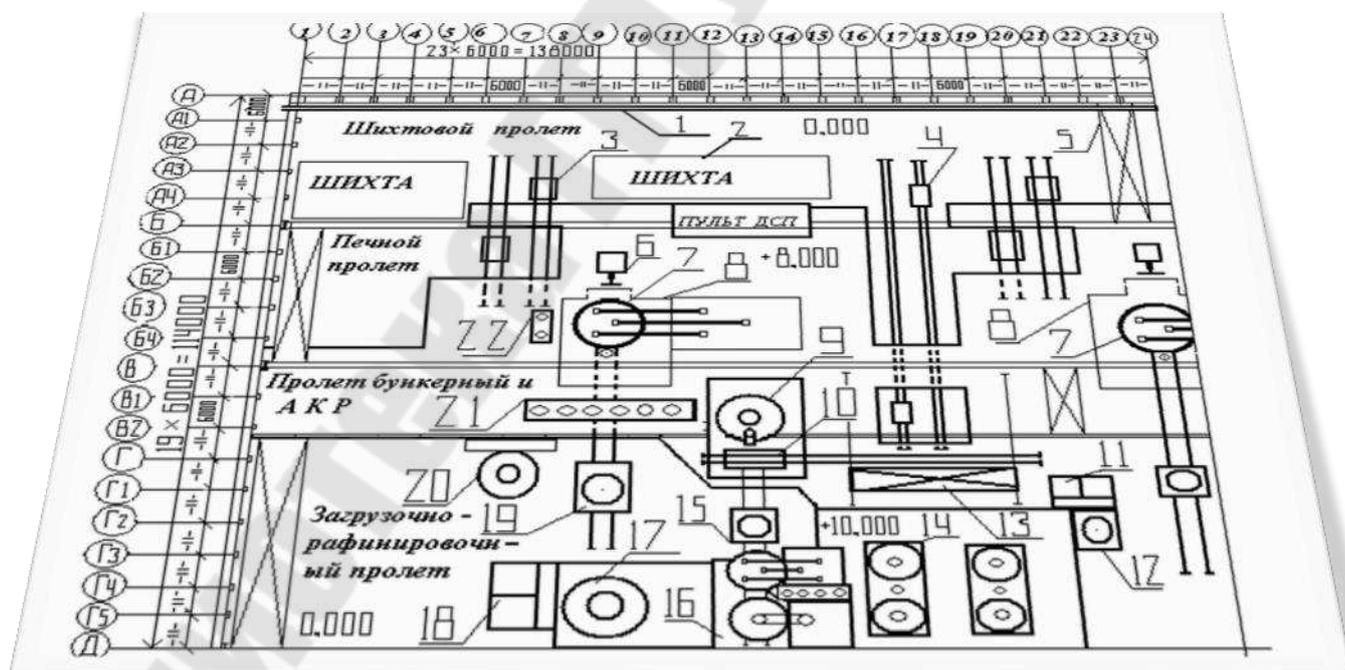
1-автобадьевоz; 2-печная подстанция; 3-трансформатор АКOC; 4-авто - шлаковоe; 5-ДСП-100; 6-шумопылезащитный кожух ДСП-100; 7-шумо- пылезащитный кожух АКOC; 8-АКОС; 9-установка вакуумирования стали; 10-пульт управления В У; 11-МНЛЗ; 12-газоочистка ДСП-100; 13-труба; 14 газоочистка АКOC/15-сталевоz.

I -кран загрузочный; II-кран литейный. III- участок ремонта и сушки ковшей

Рисунок 6.2 - ЭСПЦ с планировкой блочного типа.

Печь размещена в пыле-шумоизолирующем кожухе 8 и загружается мостовым краном. Специальная напольная машина 6 скачивает шлак. Шлак скачивают в чашу и вывозят шлаковозом 23

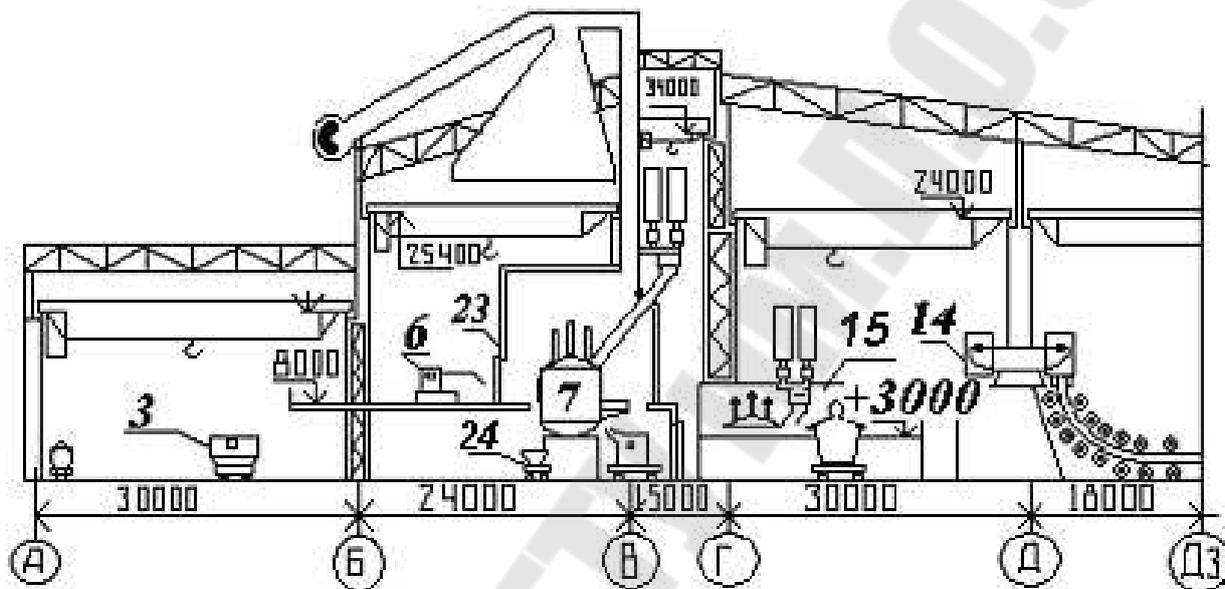
через загрузочный пролет. Легированный полупродукт выпускают в глухонный передаточный ковш 19, установленный на сталевозе. В печном пролете размещены участки для ремонта футеровки сводов и водоохлаждаемых панелей. Между печным и загрузочным пролетом расположен пролет, обычно называемым бункерным. В данном пролете размещены конвертора АКР. Пролет оборудован подвесными расходными бункерами 21, которые загружаются конвейерными транспортерами сыпучими и ферросплавами. Из бункеров сыпучие и ферросплавы через отверстие в своде подают в печь, а также системой конвейеров загружают в реторту АКР. Конвертор ремонтируют в загрузочном пролете, вывозя его по специально предусмотренным рельсовым путям. Загрузочный пролет предусмотрен для обеспечения загрузки конвертора шихтовыми материалами, передачи готовой стали на МНЛЗ, ремонта огнеупорной футеровки АКР и ковшей, а также уборки шлака из цеха. Легированный полупродукт в глухонном ковше на сталевозе передается из печного пролета в загрузочный. Затем мостовым краном полупродукт переливают в наклоненный конвертор.



1 - железнодорожный путь; 2 - закрома шихты; 3 - скраповоз; 4 - передаточная тележка 5 -мостовой кран; 6 -машина для скачивания шлака; 7 -ДСП-100; 8 - пылешумоизолирующий кожух; 9 - агрегат АКР; 10 -

машина для завалки скрапа в агрегат АКР; 11 - сушка ковшей; 12 - участок ремонта ковшей; 13 - кран поперечный; 14 -МНЛЗ; 15 - стале- воз; 16- АКВОС; 17- стенд для ремонта футеровки АКР; 18 -установка прогрева сталеразливочных ковшей; 19- тележка передвижения глухондных ковшей; 20 - стенд для прогрева футеровки АКР; 21 - бункера для сыпучих; 22 - стенд свинчивания электродов.

Рисунок 6.3 - План сталеплавильного отделения с ДСП -100, АКР, АКБ ОС и МНЛЗ в осях: А-Д;1-24.



23-пылешумоизолирующий кожух, 24-шлаковня, остальные обозначения те же, что на рисунке 6.3

Рисунок 6.4 - Разрез главного здания ЭСПЦ с ДСП-100, АКВОС, МНЛЗ.

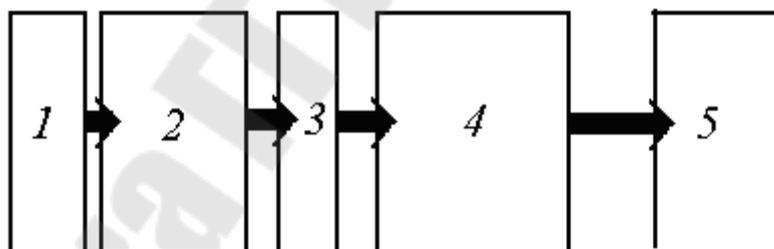
Материалы, которые невозможно загружать из бункеров, (никель, легированный лом) передают из шихтового пролета в загрузочный самоходными тележками и затем загружают специальными машинами в конвертор по мере необходимости. Готовую сталь сливают из конвертора в сталеразливочный ковш, установленный на сталеvoзе. Сталеvoз выкатывают в загрузочный пролет и мостовым краном устанавливают на поворотный стенд МНЛЗ. Ковш поворачивают на 180 град. и сталь разливают на МНЛЗ. После окончания разливки ковш поворотным стендом возвращается в загрузочный пролет, где шлак сливают в чаши, а ковш готовят к следующему приему плавки.

7 РАСЧЕТ И КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХУ

В основе расчета количества оборудования и его размещения положена схема производственного процесса, программа цеха и режим работы. В дипломном проекте всегда рассматривают две схемы производственного процесса. Одну схему принимают за базовый вариант, а вторая схема – альтернативная, т.е. внесены изменения в базовый вариант. За базовый вариант принимают, как правило, существующий – заводской, где студент проходил практику. В сравниваемом варианте предусматривают современную технологию или более современное оборудование и лучшую технологию. При этом соблюдают принцип соответствия базового и альтернативного вариантов:

- а) выпускается одинаковая продукция;
- б) используются аналогичные шихтовые материалы;
- в) получают близкие, лучшие по качеству характеристики выпускаемой продукции.

Производственные процессы (маршрутная технология) в обоих вариантах представляются в виде блочных схем, например:



1 - подготовка к плавке; 2-расплавление шихты; 3-удаление первого шлака; 4 - рафинировка металла и доводка до заданного хим.состава; 5 - разливка металла и получение литой заготовки.

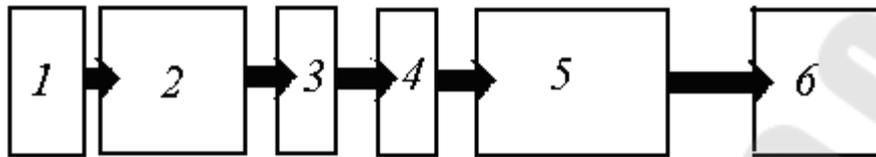
Рисунок 7.1 - Базовый вариант производства литой заготовки.

В настоящее время основными тенденциями в производстве высококачественной стали являются следующие мероприятия:

- 1) перенос процессов рафинирования и доводки до заданного марочного состава в агрегаты внепечной обработки расплава;
- 2) перевод выплавки стали в электропечи постоянного тока;
- 3) получение малоуглеродистой нержавеющей стали в агрегатах с продувкой кислородом или водяным паром;

- 4) замена разливки в изложницы разливкой на МНЛЗ;
- 5) создание мини-заводов по выпуску готового сортового проката, ленты или проволоки.

В этой связи одним из альтернативных вариантов может быть:



1 - подготовка к плавке; 2 - расплавление шихты; 3 - удаление первого шлака; 4 - слив металла в разливочный ковш; 5 - рафинировка металла и доводка до заданного химического состава; 6 - разливка металла и получение литой заготовки.

Рисунок 7.2 – Альтернативный вариант производства литой заготовки.

7.1 Производственная программа

Производственная программа цеха, отделения рассчитывается в натуральных единицах (тоннах), производимых в течение календарного года [11]. В базовом варианте (в заводском цеху, где проходила практика), выплавляется широкий ассортимент продукции из многих марок сталей и сплавов. В сравниваемом варианте используют ограниченный сортамент продукции и марочный состав, (напр. 2-3 марки), но увеличивают объем выпускаемой продукции до реального, заводского.

Расчет потребного количества основного оборудования.

Расчет проводится для: 1-плавильных агрегатов; 2-МНЛЗ; 3-кранов.

Исходными данными для расчета необходимого оборудования служит годовой объем выплавляемой продукции, выбранный тип оборудования и режим его работы. В большинстве проектов принимают оборудование периодического действия, в связи с этим расчеты представлены для данного типа оборудования. Необходимое количество оборудования (Op) рассчитывают по формуле:

$$O_p = \frac{\sum_{i=1}^m T_i}{F_0}, \quad (7.1)$$

где: T_i – время, потребное для выплавки данной марки стали, сплава, часы;
 m – количество выплавляемых марок сталей (сплавов);
 F_0 – годовой фонд времени работы единицы оборудования.

Величина T_i – определяется по уравнению:

$$T_i = \frac{A_i}{P_i}, \quad (7.2)$$

где: A_i – производственная программа по маркам;
 P_i – часовая производительность единицы оборудования.

$$P_i - \text{рассчитывается по формуле: } P_i = \frac{\Theta_{\text{п}}}{T_{\text{п}}}, \quad (7.3)$$

где: Θ_i – масса одной загрузки печи, т;
 $T_{\text{п}}$ – нормативное время обработки одной плавки, час. Масса одной загрузки определяется типом выбранного оборудования. Например, для плавки выбраны печи ДСП-12 или ДСП-20, масса выплавляемого металла 12т и 20т соответственно.

Нормированное время обработки одной плавки определяется по формуле:

$$T_{\text{п}} = T_0 + T_3 + T_{\text{сл}} + T_{\text{пз}} + T_{\text{зг}}, \quad (7.4)$$

где: T_0 – основное (технологическое) время;
 T_3 – время на заправку печи;
 $T_{\text{сл}}$ – время на слив металла;
 $T_{\text{пз}}$ – непрерывное время обслуживания оборудования на одну плавку;
 $T_{\text{зг}}$ – время загрузки. (Все цифры в часах).

Расчет годового фонда работы оборудования для заводов непрерывного цикла (Заводы Ч.М.) проводят по формуле:

$$F_o = TН(1 - 0,01ТПО), \quad (7.5)$$

где: ТН – номинальный фонд рабочего времени печи за год, час;
ТПО – время, учитывающее текущие простои печи, включая задержки в работе печи (перепуск или смена электродов, перестройка механизмов и т.д.) Его принимают в % от ТН. При непрерывном (четырёх бригадном) графике ТН составляет:

$$ТН = 24*[365 - (КР + ППР)], \quad (7.6)$$

где: 365 - число календарных дней в году;
(КР + ППР) – число суток, выделяемых на капитальные ремонты и планово-предупредительные ремонты печи в году; (КР + ППР) следует принимать:

для	ДСП-5	16 суток
для	ДСП-40	26 суток
для	ДСП-100	40 суток.

ТПО – следует принимать: а) для печей однородных марок – 12%; б) для печей широкого марочного состава – 15%.

Пример расчета количества печей для выплавки стали X12МФ1 на годовую программу 50000 тонн

Блок схема процесса представлена на рис 11. Выплавку высокохромистых и быстрорежущих сталей проводим в печах ДСП – 20. Из данных преддипломной практики известно время, затраченное на проведение следующих операций:

Заправка	20 минут,
Завалка	20 минут,
Плавление	180 минут,
Рафинировка	55 минут,
Слив металла	5 минут,

Всего 280 минут или 4,7 часа.

Откуда нормированное время обработки одной плавки составит (7.4):

$$ТП = ТО + ТЗ + ТСЛ + ТПЗ + ТЗАГ = 4,7 + 0,3 = 5 \text{ час.}$$

Рассчитаем производительность печи (7.3):

$$P_i = \frac{\Theta_{П}}{T_{П}} = \frac{21т}{5ч} = 4,2 \text{ т/ч}$$

Рассчитаем время, необходимое для выполнения намеченной программы (7.2):

$$T_i = \frac{\Theta_i}{P_i} = \frac{50000}{4,2} = 11905 \text{ час.}$$

Определим величину нормированного времени ТП:

$$ТП = 24[365 - 26] = 8136 \text{ час.}$$

Определим годовой фонд работы оборудования (34)

$F_0 = ТП(1 - 0,01ТПО) = 8136*(1 - 0,01*12) = 7160$ час. F_0 принимают 300 суток или $300*24 = 7200$ час.

Рассчитаем количество печей, потребное для выполнения заданной программы:

$$O_p = \frac{\sum T_i}{F_0} = \frac{11905}{7200} = 1,65 \text{ печи}$$

Принимаем 2 печи или $O_{ф} = 2$; определим коэффициент загрузки печей:

$$Z = \frac{O_p * 100}{O_{ф}} = \frac{1,65 * 100}{2} = 83\%$$

Коэффициент 83% показывает достаточную загруженность печи. Резерв на увеличение выплавляемого металла составляет 17%. Резерв можно увеличить, сократив время заправки и завалки.

Вспомогательное оборудование выбирают по каталогам в зависимости от его производительности. Обычно АКВОС емкостью 20т может работать с двумя печами ДСП20.

7.2 Площади и планировка отделения.

Планировку отделения, цеха следует начинать с выяснения взаимосвязей участков в отделении и отделений в цеху. Выяснив расположение участков и отделений, необходимо наметить направление грузопотока по пролетам и цеху, т.е. в поступлении материалов из шихтового отделения к плавильному участку и из плавильного, к участку внепечной обработки и затем на участок разлива и отгрузки литых заготовок в прокатные цеха. В грузопотоке не должно быть встречных перемещений. Для организации грузопотока намечаются точки поступления ингредиентов и точка выхода готовой продукции рисунок 7.3. Затем в соответствии с основным направлением движения материалов и продукции по операциям размещается оборудование, промежуточные складские площадки, участки ремонта разливочных ковшей, промковшей, сводов и т.п.

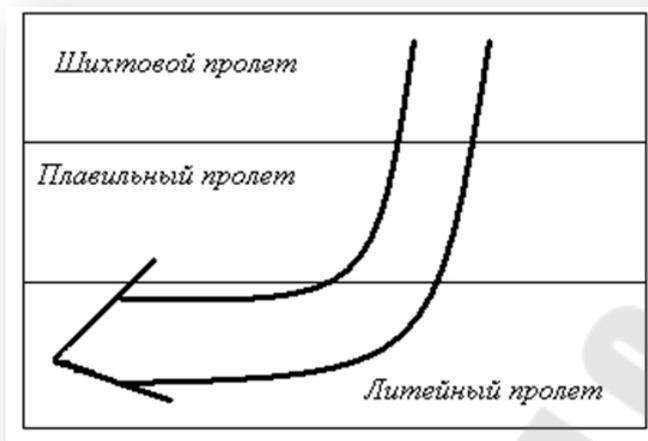


Рисунок 7.3 - Схема грузопотока при классической компоновке оборудования.

Площадь цеха по назначению делится на производственную и вспомогательную. К производственной относятся площади, занимаемые участками основного производства, на которых производится подготовка шихты, выплавка металла, рафинировка стали, разливка и отгрузка заготовок, а при необходимости и предварительный отжиг или отпуск металла перед отгрузкой произведенных заготовок. Помимо выше перечисленных, в производственную площадь входят площадки для хранения мульд и корзин с шихтой, площадки для хранения изложниц, площади для размещения бункеров с флюсами, а также проезды для внутри цехового транспорта и прохода работающих.

В состав вспомогательных площадей относят площади, занимаемые:

- кладовыми для хранения шихтовых материалов, расположенных в помещении цеха;
- мастерскими механика и энергетика по ремонту оборудования;
- экспресс - лабораториями по анализу материалов и технологических параметров;
- энергетическим и сантехническим оборудованием (преобразователи электрического тока, воздуходувки, вентиляторы);
- станциями КИП и автоматики;
- трансформаторными подстанциями.

Вспомогательная площадь принимается из расчета 25 – 30% от величины производственной площади.

Для учебных целей площадь рекомендуется рассчитывать по укрупненным показателям путем суммирования площади для каждого вида оборудования.

$$\text{Собор.} = \sum_1^n S_i, \quad (7.7)$$

где: S_i – площадь, занимаемая единицей основного оборудования, м^2 ; n – количество основного оборудования; Собор. - площади, занимаемые основным оборудованием.

Площади, отводимые на внутри цеховую транспортировку груза, принимают в расчете 25% от площади, занимаемой основным оборудованием. Площади на складские площадки принимают в размере 10% от площади, занимаемой основным оборудованием. Площади для ремонта ковшей, промежуточных ковшей сводов составляют 15% от площади, занимаемой основным оборудованием. Площади под мульдами, бункерами, находящимися около печей, принимают в расчете 20% от площади печей.

Расчет площадей для рассматриваемого примера

1 - Определим величину площади, занимаемой основным оборудованием:

$$\text{Собор.} = \sum_1^n S_i = 2*150 + 1*200 + 1*60 + 1*20 + 1*20 + 1*40 = 620 \text{ м}^2$$

2 – Площади на проходы:

$$S_{\text{прох.}} = 0,25 * \text{Собор.} = 0,25 * 620 = 155 \text{ м}^2$$

3 – Площади на складские площадки:

$$S_{\text{скл.}} = 0,1 * \text{Собор.} = 0,1 * 620 = 62 \text{ м}^2;$$

4 – Площади под корзины, мульды:

$$S_{\text{кор.}} = 0,2 * n * S_{\text{п}} = 0,2 * 2 * 150 = 60 \text{ м}^2;$$

5 – Площади для ремонта ковшей, сводов:

$$S_{\text{ковш}} = 0,15 * \text{Собор.} = 0,15 * 620 = 93 \text{ м}^2;$$

6 – Общая производственная площадь равна:

$S_{\text{произ.}} = S_{\text{прох.}} + S_{\text{скл.}} + S_{\text{кор.}} + S_{\text{ковш.}} + S_{\text{собр.}} = 155 + 62 + 60 + 93 + 155 = 990 \text{ м}^2$. Округлим до 1000 м^2 ;

7 – Вспомогательная площадь:

$$S_{\text{вс.}} = 0,25 * S_{\text{произ.}} = 0,25 * 1000 = 250 \text{ м}^2;$$

8 – Общая площадь плавильного отделения равна:

$$S_{\text{общ.}} = S_{\text{произ.}} + S_{\text{вс.}} = 1000 + 250 = 1250 \text{ м}^2$$
. Округляем до 1300 м^2 .

Округление проводим до большей величины с целью резервирования площадей для размещения нового оборудования или создания непредусмотренных в момент проектирования участков.

При проектировании плавильного пролета решают два основных вопроса: 1) - на каком уровне должны быть размещены печи и 2) - кранами какого пролета будут обслуживаться печи. Электросталеплавильные печи можно располагать: 1) на уровне пола литейного пролета; 2) на специальной площадке, находящейся на определенной высоте от пола.[12] Капитальные затраты ниже, в случае расположения печей на уровне пола, т.к. понижается общая высота здания цеха, и следовательно, уменьшаются потери тепла, упрощается транспорт материала к печам с шихтового пролета. Обычно такое решение принимают в случае установки малотоннажного оборудования типа (ДСП1,5 – 5) При установке одной, двух ДСП-5 на уровне пола сталеплавильный пролет совмещают с литейным. Трансформаторные подстанции и пост управления располагают сбоку от печей, в специальном пролете типа бункерного, а сами печи придвинуты к одной из стен. В этом же пролете проводят капитальный ремонт и прогрев ковшей, ремонт сводов и промковшей. Перед печью приходится устраивать специальные углубления, предназначенные для установки ковша и шлаковой чаши (Рис 1 – 4 Приложения). Во время извлечения шлаковой чаши из приемка задолживается кран литейного отделения; очистка приемков от мусора, разлившегося шлака и металла – трудоемкая операция.

Таблица 7.1 - Сводная ведомость оборудования сталеплавильного пролета

N п/п	Наименование	Число единиц	Занимаемая площадь, м ²	Стоимость, тыс. \$.	
				Единицы	общая
1	Дуговая сталеплавильная печь ДСП-20	2	150*	75	165
2	АКВОС	1	200*	108	108
3	Печь прокалочная	1	60	2	2
4	Горн	1	20	1	1
5	Сверлильный станок	1	20	1	1
6	Пресс ковочный	1	40	2	2

* - с учетом площадей, занимаемых трансформаторами, воздуходувками.

В современных цехах печи размещают на специальной площадке, т.к. проще решать вопросы, связанные с установкой печных трансформаторов, установок внепечной обработки расплава и главное – значительно облегчается обслуживание печей. При установке нескольких печей (типа ДСП-20) печная подстанция располагается между двумя соседними печами. (рисунки 5, 9, 17, 18, Приложения) Посты управления также находятся на рабочей площадке напротив печей. Под рабочей площадкой организуют хранение огнеупоров, ферросплавов, дефицитных легирующих элементов и т.п. Шлак скачивают через рабочее окно в шлаковую чашу, установленную на железнодорожную тележку или автошлаковоз. Тележки передвигаются по рельсам, подведенным к отдельным печам. При тщательном обслуживании шлаковых путей, шлак быстро удаляется из цеха без его перевалки внутри отделения. В случае крупных печей >100т, есть вариант, по которому шлак сливают под рабочую площадку, не применяя шлаковых чаш, на пол цеха. Затвердевший шлак специальным скребковым краном извлекают из-под площадки и погружают на думпкары. В этом случае под рабочей площадкой размещают радиаторы водяного охлаждения и организуется мощная система газо- и пылеотсоса.

Таблица 7.2 - Рекомендуемые параметры размещения печей [8].

Наименование	Параметры		
	50	100	150
Емкость печи, т	50	100	150
Высота рабочей площадки, м.	7	8	8
Высота до уровня головки подкранового рельса, м	24	27	28
Ширина печного пролета	27	30	33

Независимо от расположения печей, перед ними и вокруг них отводятся площадки достаточного размера для размещения загрузочных приспособлений, организации кратковременного хранения шихтовых материалов, необходимых для ведения плавки (ферросплавы, кокс, известь, железная руда и т.д., см. хронометраж плавки), а также для размещения корзин с шихтой. Рядом с ДСП размещают печи для прогрева ферросплавов, извести, а так же весы. В примере - это 20% от площади занимаемой ДСП. Печи емкостью > 10 тонн устанавливают так, чтобы они обслуживались кранами плавильного пролета. Это связано с необходимостью капитального ремонта печей. При капитальном ремонте печей надолго задерживаются мостовые краны. В случае обслуживания печей кранами литейного пролета, это затрудняет работу в нем. Таким образом, при расположении печей под кранами литейного пролета, если и достигается некоторая экономия в первоначальных затратах, то весьма сильно усложняется работа в цеху.

При расположении печей под кранами плавильного пролета удлиняют выпускной желоб печей вследствие наличия мертвой зоны в перемещении мостового крана вблизи подкрановой балки, расположенной на границе печного и литейного пролетов, или применяют сталевозы для транспортирования ковшей на агрегаты внепечной обработки или МНЛЗ. Примеры планов цехов представлены на рисунках 4, 8, 10, 16, 17 Приложения.

Шихтовое отделение.

На заводах, производящих качественные стали и сплавы, шихтовые материалы хранятся в закрытых помещениях, недоступных для посторонних людей. Шихта, расположенная на открытых складских площадках, насыщается влагой. Сталь, выплавленная из такой шихты, отличается низким качеством. В ЭСПЦ, оборудованных печами до 80 тонн, шихтовое отделение примыкает к

сталеплавильному пролету, что значительно упрощает транспорт шихтовых материалов на плавильную площадку. Если печи размещены на рабочей площадке, то мульды или лотки подаются на балкон, соединяющий шихтовой пролет и рабочую площадку. (Рисунки 5,7,9 Приложения) С балкона при помощи загрузочных устройств шихта подается к печам.

При загрузке печей сверху, загрузочные корзины устанавливаются на тележках, перемещающихся по железнодорожным путям шихтового пролета в печной пролет. Хорошим решением признан вариант подачи корзин в концы печного пролета, не перекрытые рабочей площадкой. В этом случае нет необходимости устраивать люки в рабочей площадке и, кроме того, обслуживание корзин, находящихся не под рабочей площадкой, упрощается. (Рисунок 10 Приложения)

Площадь шихтового пролета рассчитывается в соответствии с программой цеха и нормами хранения материалов. Для каждой марки материала предусматривают свой контейнер. Отводятся площадки для хранения порошкообразных материалов. Они должны храниться в бункерах, снабженных транспортерами. Выделяются площадки для разделки пребывающего крупногабаритного лома газокислородной, электродуговой или иными способами резки. Если обслуживаемых печей довольно много, то закрома с одноименной номенклатурой повторяют и размещают по пролету: в начале, середине и в конце отделения. Стеллажи для мульд, лотков, загрузочные корзины, весы, железнодорожные пути должны быть надлежащим образом размещены внутри пролета, и для них также отводится необходимая площадь.

Шихтовые пролеты обслуживаются мостовыми магнитными грейферными кранами. Эти же краны используют для подачи мульд, лотков на балкон рабочей площадки печей.

Разливочный (литейный) пролет.

Метод организации разливки предопределяет разработку плана литейного пролета (отделения). Применяют четыре способа организации разливки: 1) – разливка на МНЛЗ; 2) – разливка в подвижные составы; 3) – разливка в стационарные канавы; 4) – разливка с использованием конвейеров. При любой организации разливки в печном и литейном пролете отводят площади для: ремонта и сборки ковшей; ремонта сводов; участок для установки шибберных затворов; сборки и сушки стопоров; установки кузнечного горна и

пресса, которые используются для изготовления цехового инструмента, например ложек для отбора проб металла и шлака, а также необходимо установить сверлильный станок для изготовления отверстий в деревянных плашках, применяющихся для скачивания шлака, и необходимо предусмотреть растворный узел.

Наиболее прогрессивным является способ разливки металла на МНЛЗ. Преимущества непрерывной разливки по сравнению с разливкой в изложницы заключается в сокращении числа операций, увеличении выхода годного металла, улучшения качества сталей и сплавов из-за быстрой кристаллизации расплава, более полной автоматизации процесса разливки. При отказе от блюминга или слябинга улучшаются условия труда. Нет необходимости содержать парк изложниц, отказываются от создания отделения разрезания слитков. Непрерывная разливка дала возможность организовать непрерывный высокопроизводительный процесс производства непрерывных заготовок по профилю и размерам, пригодным для использования на сортовых и листовых станах, минуя блюминг или слябинг. Появилась возможность создать мини-завод по выпуску сортовой, листовой и проволочной продукции. С целью экономии энергии в некоторых случаях предусматривается передача непрерывно-литых заготовок непосредственно на прокатный стан без промежуточного складирования и охлаждения (Рисунки 10, 14, 16, 17 приложения).

Разливка в изложницы сохраняется при выплавке некоторых легированных сталей, для которых технология непрерывной разливки еще не разработана. Эти стали рекомендуют разливать в изложницы, изготовленные по наиболее совершенной технологии [16].

Опасность возникновения прорывов металла ограничивает скорость вытяжки заготовок при непрерывной разливке. В настоящее время скорость вытягивания - порядка одного метра в минуту. С уменьшением сечения кристаллизатора скорость вытягивания увеличивают до 2 – 2,5 м/мин. Уменьшить вероятность прорыва металла в сортовых заготовках можно при непрерывном замере температуры по высоте кристаллизатора. Технологические меры, применяемые для увеличения линейной скорости разливки, должны включать: точное регулирование перегрева стали, что может потребовать разогрева металла в промежуточном ковше (рис 22), принятие мер, ускоряющих кристаллизацию стали; совершенствование смазки в кристаллизаторе (новые

порошкообразные разливочные смеси, оптимизированный режим качания кристаллизатора); повышение эффективности охлаждения в кристаллизаторе; полная автоматизация процесса разливки.

Большие возможности при производстве высоколегированных сталей, отливки из которых нельзя подвергать выпрямлению, открывает горизонтальная непрерывная разливка. Применение горизонтальной непрерывной разливки обеспечивает: полную герметизацию системы подачи металла в кристаллизатор; предупреждает вторичное окисление металла и значительно улучшает качество литой заготовки. Наиболее перспективным является совмещение разливки с прокаткой. В этом случае пригодны станы с высокой степенью деформации заготовок за один пропуск. Например, станы продольной периодической прокатки, винтовой прокатки со скоростями входа в клеть, измеряемыми метрами в минуту. (Рисунки 18,19,20 Приложения) Если не удастся создать процесс непрерывной подачи заготовок в прокатный стан, применяют так называемый «горячий посад» (Рисунок 17 Приложения). В этом случае горячие (при 700 – 800⁰С) непрерывно литые заготовки загружают в печи прокатных станов, которые служат как бы печами - копильниками. Затем заготовки извлекают из печей и прокатывают.

Одно из направлений развития новых схем процесса непрерывной разливки – получение тонких слябов (например, толщиной 20 - 50мм). Для этой цели применяют МНЛЗ с качающимися, ленточными или конвейерными кристаллизаторами. Скорость разливки на них может быть в пределах (5 – 20) м/мин. При этом экономия на прокате может составить 8 – 15%, сокращение расхода топлива до 40 кг/т и электроэнергии до 50 кВт*ч/т.

7.3 Типы МНЛЗ и их применение

Первоначально на практике применялись только вертикальные МНЛЗ. Недостаток – значительная высота и заглубление фундамента до 30 м, а также отсутствие увеличения скорости разлива металла. Исключается переход к перспективному технологическому процессу: совмещение непрерывной разливки металла с прокаткой. МНЛЗ вертикального типа применяют: при отливке слитков крупного сечения; сплошных трубных заготовок большого диаметра; полых трубных заготовок; при разливке сталей, склонных к образованию трещин.

Вертикальные установки с изгибом полностью затвердевшего металла созданы с целью уменьшения высоты МНЛЗ и уменьшения глубины залегания фундамента. Непрерывный слиток разрезают на мерные заготовки в горизонтальном положении. По мере увеличения сечения более 200мм разница по высоте по сравнению с вертикальными установками уменьшается, что делает нецелесообразным применение этих установок. В последние годы в связи с внедрением технологии изготовления тонких слябов МНЛЗ с изгибом вновь начинают применяться.

Радиальные МНЛЗ целесообразно применять при отливке мелкой сортовой (сечением от 70х70 до 200х200мм) заготовки из сталей, не допускающих деформации в двухфазном состоянии.

МНЛЗ криволинейного типа с прямым кристаллизатором применяют в высокопроизводительных цехах для разлива нелегированных и низко легированных сталей. Протяженность таких МНЛЗ достигает 45 – 47 м.

МНЛЗ наклонно-криволинейного типа отличается от криволинейной тем, что радиальный кристаллизатор устанавливают под углом $50 - 55^{\circ}$ к горизонтальной плоскости. Слиток на такой МНЛЗ формируется вначале на дуге постоянного радиуса и полностью затвердевает в криволинейном и горизонтальных участках. У этих МНЛЗ малая конструктивная высота, (не превышает 6м) для отливки максимального сечения 320х320мм. Они устанавливаются в небольших по высоте цехах для отливки сортовых заготовок. Обязательное условие применения такой МНЛЗ – оснащение системой электромагнитного перемешивания жидкой фазы слитка в процессе разлива металла.

Горизонтальные МНЛЗ применяют для цехов малой емкости печей для разлива легированных и коррозионностойких сталей. Есть конструкции воронкообразного плоского кристаллизатора для отливки плоских заготовок – 60 – 70мм. Затем уменьшение толщины слитка осуществляется в направляющих зонах вторичного охлаждения до толщины порядка 40мм. В этом случае получается тонкий сляб для производства горячекатаной полосы и тонкого листа.

Рекомендуемые значения базовых радиусов криволинейной МНЛЗ в зависимости от толщины или диаметра заготовки приведены в таблице 7.4.

Выбор основных параметров МНЛЗ

Определяющие факторы - это марочный состав разливаемой стали, размеры и формы поперечного сечения заготовок, вместимость сталеразливочного ковша, цикл подачи ковшей на МНЛЗ, расположение МНЛЗ в цеху. Для радиальных и криволинейных МНЛЗ базовый радиус R (таблица 7.4) является основным параметром.

Базовый радиус ограничен в пределах $= ((25 - 30) * \text{толщина заготовки})$ сортовых и диаметра круглых заготовок.

Другой важный фактор – это длина технологической линии, которая определяется из максимально ожидаемой в процессе разливки протяженностью жидкой фазы в заготовке с резервом 15%. Протяженность жидкой фазы определяется по формуле:

$$L = K * a^2 * V, \quad (7.8)$$

где: K – коэффициент;

a – толщина заготовки, мм;

V – нормативная скорость разливки, м/мин.

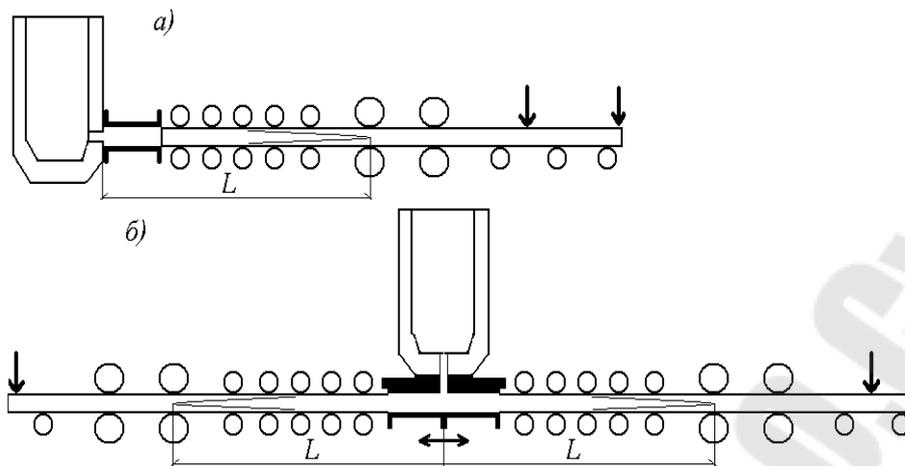
Коэффициент K выбирают из соотношений v/a (ширины к толщине слитка), таблица 7.3.

Таблица 7.3 - Значение коэффициента K в зависимости от соотношения v/a .

	Квадрат	Блюм				Сляб	
v/a	1	1,1 – 1,9	2 - 3	3 – 4	4 - 5	5 - 6	>6
K	240	245 - 285	290 - 320	320 – 332	332 - 337	337 - 340	340

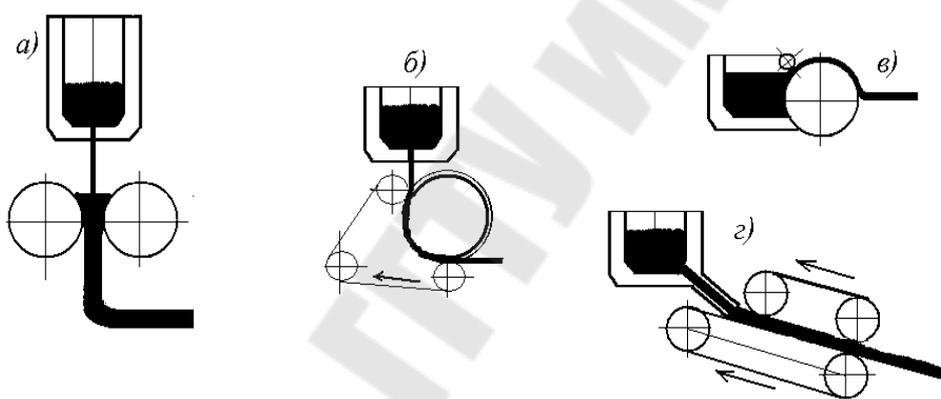
Нормативная скорость разливки, м/мин.:

$$\text{Для слябов: } V = K1 * (1 + \frac{6}{a}) / v \quad (7.9)$$



а)-неподвижный кристаллизатор; б)-двигающийся кристаллизатор. L - протяженность жидкой фазы (металлургическая протяженность).

Рисунок 7.4 - МНЛЗ горизонтального типа.



а) - двухвалковая (толщина ленты 1 - 10мм, ширина 200 - 850мм);
 б) - роторная, сечение заготовки - трапеция (130x160x128мм);
 в) - одновалковая (толщина ленты 1 - 6мм, ширина 150 - 600мм);
 г) - конвейерного типа (толщина ленты 12 - 40мм, ширина 1300 - 1830мм).

Рисунок 7.5 - Опытные МНЛЗ.

Рекомендуемые значения K_1 :

0,28 – 0,30 – стали углеродистые, низколегированные конструкционные;

0,22 – стали судостроения, мостостроения, высоколегированные;

0,18 – электротехническая, ШХ15, трансформаторная.

Таблица 7.4 - Рекомендуемые значения базовых радиусов криволинейной МНЛЗ.

Наименование	Параметры						
	100	150	200	250	300	350	00
Толщина или диаметр заготовки, мм.							
Базовый радиус R при отливке слябов, м.	3,5	5	6	8	10	12	14
Базовый радиус R при отливке сортовой заготовки, м.	4,0	6	8	10	12	14	15

Для заготовок прямоугольного сечения:

$$V = K2 * (1 + \frac{B}{a}) / B, \quad (7.10)$$

где K2 – для сталей:

0,15 – судостроения, мостостроения, трубная;

0,11 – легированная конструкционная, инструментальная, высоко легированная, ШХ15.

Для заготовок квадратного сечения:

$$V = 2 * K2 / a \quad (7.11)$$

Металлургическая длина МНЛЗ определяется длиной жидкой фазы.

$$H = 1,15 * L; \text{ м} \quad (7.12)$$

Аналогично определяется металлургическая длина МНЛЗ радиального, наклонно-криволинейного и горизонтального типов.

Для МНЛЗ вертикального типа $H \leq 15\text{м}$, т.к. дальнейшее увеличение связано с большим ферростатическим давлением и возможностью прорыва металла. В этом случае расчет ведут от $H = 15\text{метров}$ к определению допустимых (а) и (в).

Общая длина МНЛЗ от конца металлургической длины H до конца приемного рольганга состоит из участков: рольганг перед газорезкой, устройство отцепления затравки, устройство резки заготовок, клеймитель, устройство хранения затравки, приемные

транспортные рольганги, устройство поперечной передачи заготовок. В целом протяженность этого участка составляет 25 – 50 метров.

Определение параметров разливки стали на МНЛЗ.

ГИПРОМезом введено понятие о максимально допустимом времени разливки металла (T_{\max} в мин.) из сталеплавильных ковшей различной емкости, m^3 и рекомендуемая для расчетов реальная продолжительность разливки. Данные представлены в таблице 7.5.

Таблица 7.5 - Рекомендуемая продолжительность разливки. (T_{\max})

Наименование	Величина параметра						
	25	59	100	150	200	300	400
Емкость ковша, m^3	25	59	100	150	200	300	400
T_{\max} , мин. углеродистых и низколегированных сталей.	55	60	75	85	95	110	120
T_{\max} , мин. легированных сталей.	35	40	55	65	75	85	100

Количество ручьев в МНЛЗ определяется по формуле:

$$N = \frac{1000 * \Theta}{T_p * V_{\text{нор}} * \beta * K_3}, \quad (7.13)$$

где: $K_3 = 0,9$ потеря времени на непредвиденные простои; Θ – масса разливаемого металла в тоннах;

$V_{\text{нор}}$ – нормативная скорость разливки, м/мин.; β – масса погонного метра литой заготовки, кг;

T_p – время разливки, мин.

Время разливки T_p в мин. равно

$$T_p = \frac{1000 * \Theta}{N * V_{\text{нор}} * \beta * K_3}, \quad (7.14)$$

где: N – количество ручьев.

После определения времени разливки (T_p) для каждого сечения намеченного сортамента заготовок принимается время разливки, равное или кратное ритму поступления плавок из сталеплавильного отделения. Беря за основу принятое время разливки (T_p), зная количество ручьев в МНЛЗ и имея данные по размерному и

марочному сортаменту заготовок, определяют параметры разливки (для каждого сечения протяженность жидкой фазы).

Скорость разливки, м/мин.:

$$V = \frac{1000 * \Theta}{0,9 * N * \beta * T}, \quad (7.15)$$

где: T – время разливки, равное или кратное ритму поступления сталеразливочных ковшей в отделение.

Протяженность жидкой фазы, м:

$$L1 = K * a^2 * V, \quad (7.16)$$

где: V – скорость разливки, м/мин;
 a – толщина заготовки, м.

Результаты сводятся в таблицу для анализа полученных результатов и проверки следующих условий:

$$V < V_{\text{нор.}} + 20\% \quad \text{и} \quad T_{\text{р}} \leq T < T_{\text{мах.}} \quad (7.17)$$

Определение количества МНЛЗ в отделении разливки.

С внедрением агрегатов внепечной обработки стали и перенесением части технологических операций на АКВОС значительно сократилось время выплавки в электропечах и увеличилась их производительность. Время выплавки соизмеримо с временем разливки плавки на МНЛЗ и составляет 60 – 80 минут. С целью обеспечения разливки «плавка на плавку» в отделении разливки используют возможность внепечной обработки задерживать сталеразливочные ковши с металлом до момента подачи на МНЛЗ и обеспечить необходимую температуру металла перед разливкой. Металл, подаваемый на МНЛЗ, должен иметь:

- узкий диапазон колебаний температуры жидкой стали от заданной, в пределах $+5^{\circ}\text{C}$, что повышает качество металла осевой зоны литой заготовки;

- температуру металла в сталеразливочном ковше, обеспечивающую температуру стали в промежуточном ковше на $20-25^{\circ}\text{C}$ выше температуры ликвидус, для каждой марки стали;

- содержание серы и фосфора не должно превышать значений 0,025% и 0,015%. Ограничение содержания серы позволяет повышать

пластичность металла в процессе затвердевания слитка и уменьшает развитие ликвационных процессов в осевой зоне.

Для организации работы необходимо учитывать, что время разливки на МНЛЗ должно быть меньше или равно времени плавки, но не меньше времени обработки на АКВОС (АКОС). При производстве ремонтов одновременно с МНЛЗ должна останавливаться на ремонт и электропечь.

Если время разливки на МНЛЗ составляет половину времени плавки, то на одну МНЛЗ устанавливают две электропечи. С четырьмя печами – три МНЛЗ. Необходимое количество МНЛЗ равно:

$$N = \frac{A_{ц}}{A_{у}}, \quad (7.18)$$

где N – количество МНЛЗ;

:

$A_{ц}$ – производительность цеха или намеченный объем;

$A_{у}$ – пропускная способность МНЛЗ.

Пропускная способность МНЛЗ.

Пропускная способность $A_{у}$ – максимально возможная производительность МНЛЗ при бесперебойном ритме снабжения ее металлом.

$$A_{у} = \left(\frac{1440}{n * T + T_{п}} \right) * n * \Theta * \Phi * K_{в} * K_{н}, \text{т/год}, \quad (7.19)$$

где: 1440 – число минут в сутках;

n – количество плавков в серии, при разливке металла «плавка на плавку» (для слябовых МНЛЗ – $n = 4 - 8$);

T – время разливки плавки, мин;

$T_{п}$ – время подготовки МНЛЗ к приему плавков (40 – 50- минут для единичных плавков и 60-90 минут при разливке сериями); Θ – средняя масса плавки, т;

Φ – фонд времени работы МНЛЗ в году;

$K_{в}$ – коэффициент, учитывающий выход годного – 0,97 для слябов и 0,95 для сортовой заготовки;

$K_{н}$ – коэффициент загрузки (0,95 для сляба и 0,90 для сортовых заготовок).

Фонд времени работы МНЛЗ определяется периодичностью и длительностью ремонта основного технологического оборудования установки, сутки:

$$\Phi = 365 - T_k - T_{пп} - T_t, \quad (7.20)$$

где: T_k – продолжительность капитального ремонта, сутки;
 $T_{пп}$ – продолжительность планово – предупредительного ремонта, сутки;
 T_t – продолжительность текущих простоев, сутки (внеплановое изменение размеров отливаемых заготовок, аварийная замена вышедших из строя механизмов, секций, ликвидация последствий прорыва металла ит.п.).

В течение расчетного фонда времени Φ проводится разливка стали и подготовка установки к разливке. Это 40 – 50 минут при одиночных разливах и 60 – 90 минут при разливке сериями. В это время выполняют замену и подготовку сменного оборудования на разливочной площадке, вывод последнего конца слитка из машины, заведение затравки и заделку головки, установку оборудования на разливочной площадке в рабочую позицию.

Продолжительность ремонтов МНЛЗ: $T_k = 10$ суток (раз в году); $T_{пп} = 8$ час. в неделю. Продолжительность ликвидации прорывов – для слябовых МНЛЗ 3,3 суток, - для сортовых – 7,5 суток. Продолжительность замены кристаллизатора, секций вторичного охлаждения, внеплановое изменение размеров отливаемых заготовок, некачественно выплавленная сталь и т. п. технологических неполадок для слябовых МНЛЗ – 23,3 суток и сортовых – 23 суток. Таким образом фонд времени работы МНЛЗ составляет:

$$\Phi = 365 - 10 - 16,7 - 23,3 = 314,7 \text{ суток} - \text{слябовые};$$

$\Phi = 365 - 10 - 16,3 - 23,0 = 315 \text{ суток} - \text{сортовые, т.е. то же,}$
что для дуговых печей.

Объемно – планировочные решения размещения МНЛЗ в цехе.

В электросталеплавильных цехах, с небольшим объемом выпуска стали и оснащенных малотоннажными печами, МНЛЗ располагают линейно, параллельно плавильному пролету (рисунки 5,11,13 Приложения). В крупных ЭСПЦ МНЛЗ располагают

перпендикулярно плавильному пролету (рисунки 15, 16, 23 приложения).

Промежуточные ковши ремонтируют на соответствующем участке, обычно в торцах разливочного пролета. Рабочий слой днища и стен выполняют из шамотного или высокоглиноземистого ковшевого кирпича, набивной или наливной массы. В месте падения струи металла на дно ковша укладывают защитный слой из магнезитового кирпича, специального магнезитового блока или теплоизоляционных плит.

Грузоподъемные средства – это мостовые краны, краны однобалочные, тали, автопогрузчики, электропогрузчики. Существуют определенные соотношения между емкостью сталеплавильного агрегата, емкостью сталеразливочного ковша и грузоподъемностью литейного (разливочного) крана. (Таблица 7.6).

Таблица 7.6 - Соотношение между грузоподъемностью крана и емкостью ковша.

Наименование	Параметры					
	Емкость печи, т.	12	25	50	100	150
Емкость ковша, т.	15	25	60	130	175	220
Грузоподъемность крана, т.	30	50	100	180	280	320

Количество мостовых литейных кранов рассчитывают по формуле:

$$N_{кр.} = n \cdot (t_{ПК} + t_{СЛ.}) \cdot K_1 / (1440 \cdot K_2), \quad (7.21)$$

где: n – число плавов в сутки;

$t_{ПК}$ – время подачи ковша на МНЛЗ, минуты;

$t_{СЛ.}$ – время слива шлака и возврата ковша, мин.;

$K_1 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий выполнение кранами дополнительных операций;

$K_2 = 0,8$ – коэффициент использования крана.

Расчет количества МНЛЗ для рассматриваемого примера.

Определим объем разливочного ковша, для чего воспользуемся данными таблицы 7.7.

Таблица 7.7 - Размеры сталеразливочных ковшей.

Параметр ковша	Значение параметра для ковша различной емкости, т					
	10	30	50	90	160	220
Высота, м	1,83	2,3	2,8	3,4	4,0	4,9
Верхний диаметр, м	1,65	2,0	2,6	3,2	3,7	4,0
Масса порожнего ковша, т.	5,5	13	23	30	43	48

Отношение диаметра кожуха к высоте находится в пределах 0,75 – 0,90. Конусность стен составляет 3,0 – 3,5%.

Слив 21т стали проведем в 30 тонный ковш, верхний диаметр которого равен 2 м. (таблица 7.7).

$$\text{Объем ковша равен } V = \frac{\pi * D^2}{4} * H = \frac{3,14 * 2^2}{4} * 2,3 = 7,2 \text{ м}^3$$

Удельную массу 1м³ жидкой стали примем равной 7т. Тогда 21т жидкой стали будет занимать объем: 7т – 1м³

$$21\text{т} - X \quad X = \frac{21 * 1}{7} = 3 \text{ м}^3$$

3м³ стали массой 21 т разольем в заготовки квадратного сечения. Рассчитаем нормативную скорость разливки Vм/мин для заготовок квадратного сечения.

$$V = \frac{2 * K_2}{a} = \frac{2 * 0,11}{0,25} = 0,88 \text{ м/мин} \quad (7.22)$$

Примем: а – размер заготовки = 0,25м и K₂ = 0,11 сталь легированная. Определим время разливки T_p (мин.).

$$T_p = \frac{1000 * \Theta}{N * V * \beta * K_3} = \frac{1000 * 3}{4 * 0,88 * 7 * 0,9} = 135 \text{ м35} \quad \text{или } 2,25 \text{ час,}$$

где: $\Theta = 3 \text{ м}^3$ - объем разливаемой стали; N = 4 количество ручьев МНЛЗ; $\beta = 7$ – удельная масса 1м³ стали.

Ритм поступления стали на разливку – 120 минут, выбран из расчета, что металл поступает от двух печей.

Скорость разливки:

$$V = \frac{1000 * \Theta}{N * \beta * 0,9 * T} = \frac{1000 * 3}{4 * 7 * 0,9 * 120} = 0,99 \text{ м/мин} \quad (7.23)$$

Протяженность жидкой фазы равна: $L1 = K * a^2 * V = 240 * 0,25^2 * 0,88 = 13,2 \text{ м}$ $K = 240$

Протяженность меньше критических 15 метров, принятых, для вертикальных машин непрерывной разливки.

Проверим условие $V < V_{НОР} + 20\% = 0,88 + 0,88/5 = 1,056$, т.е. $0,99 \text{ м/мин} < 1,056 \text{ м/мин}$.

Вывод: при ритме поступления 3 м^3 жидкой стали в течение 120 минут или каждые два часа одна МНЛЗ справится с задачей разливки.

Подсчитаем пропускную способность МНЛЗ

$$A = \frac{1440}{n * T + T_{П}} * n * \Theta * \Phi * K_{В} * K_{Н}, \quad (7.24)$$

где: n - количество плавков в серии «плавка на плавку», принимаем $n = 1$;

T – время разливки плавки равно 135 мин.;

$T_{П}$ – время подготовки МНЛЗ – примем 45 минут; Θ - масса плавки, $t = 21t$;

Φ – фонд времени примем равным 315 дням;

$K_{В}$ – Коэффициент выхода = 0,95;

$K_{Н}$ – коэффициент загрузки = 0,99.

$$A = \frac{1440}{1 * 135 + 45} * 1 * 21 * 135 * 0,95 * 0,99 = 49471 \text{ т/год}$$

Одна МНЛЗ справится с разливкой 50000 тонн стали в год.

Рассчитаем количество мостовых кранов литейного пролета.

$$N_{кр} = n * (t_{ПК} + t_{СЛ}) * K1 / (1440 * K2) \quad (7.25)$$

Примем $t_{ПК} = 8$ мин и $t_{СЛ} = 12$ мин.; $n = 24 \text{ час.} / 5 \text{ час.} = 4,8 * 2$ печи = 9,6.

$$\text{НКР.} = 9,6 \cdot (8 + 12) \cdot 1,2 / (1440 \cdot 0,8) = 0,2$$

Т.е. 1 кран вполне обслужит МНЛЗ.

МНЛЗ размещают так, чтобы отливки поступали в пролет (участок) разделки заготовок для дальнейшей обработки. Одновременно на случай ремонта МНЛЗ, а также для разливки сталей, для которых не разработана технология разливки на МНЛЗ, предусматривают разливку в изложницы. Стационарную канаву располагают вдоль фронта печей и иногда поперек пролета. Предусматривают электроподогрев прибылей (Рисунки 5, 6, 21 Приложения). Размеры канавы определяются емкостью печей и развесом слитков. Обычно в одну канаву разливают одну плавку. Глубина канавы должна быть немного больше высоты изложниц с прибылью. Нецелесообразно совмещать в одной канаве изложницы и поддоны, предназначенные для заливки металлом из нескольких печей, т.к. при этом затрудняется работа по разборке канавы. Часто изложницы приходится извлекать из нее в тот момент, когда в канаве находятся неостывшие слитки позднее разлитой плавки.

В литейном пролете должен быть проложен железнодорожный путь, который используется для вывоза из цеха шлака, подвоза огнеупоров и других материалов. Если применяется разливочная канавы, то нужно предусмотреть площадку для чистки, хранения и подготовки изложниц, а также устройство извлечения слитков из изложниц.

При расчете площадей шихтового и литейного пролетов в учебных целях можно применить нормы укрупненного проектирования. Так, взяв за основу площадь сталеплавильного пролета, площади литейного и шихтового отделений получают умножением на соответствующие коэффициенты. Для литейного отделения это (1,3 – 1,5), а для шихтового – (1,6 – 1,8) и бункерного или вспомогательного – (0,6 – 0,8).

Тогда для рассматриваемого примера получим:

Площадь разливочного отделения равна –	$1300 \text{ м}^2 \cdot 1,4 = 1820$
Площадь шихтового отделения	$1300 \text{ м}^2 \cdot 1,7 = 2210$
Площадь вспомогательного отделения	$1300 \text{ м}^2 \cdot 0,7 = 910 \text{ м}^2$
Общая площадь рассматриваемого участка цеха равна:	
$1300 + 1820 + 2210 + 910 = 6240 \text{ м}^2$.	

Разработка чертежей строительной части проекта.

В современном промышленном строительстве широко применяется унификация и типизация объемно–планировочных и конструктивных решений зданий. [13] Типизация и унификация предопределила введение единой размерной величины, которой кратны все вертикальные и горизонтальные размеры. Эта размерная величина получила название «модуля» и равна 100мм или 0,1метра. Обычно используют укрупненные модули: $M = 600\text{мм}$ или $10M$. Ширина и длина пролетов принимается кратной – $10M$ т.е. 6000мм или 6 метрам. Для одноэтажных зданий без мостовых кранов ширину пролета принимают равной 12, 18, 24 метрам, а для зданий оборудованных, мостовыми кранами – 18, 24, 30, 36 метров. Шаг колонн по крайним рядам принимают равным 6 или 12 метров. Высоту зданий принимают кратной $2M$ или 1,2 метрам. Разработку плана цеха начинают с нанесения на лист координатных осей. Координатные оси наносят тонкими штрих пунктирными линиями с длинными штрихами и обозначают арабскими цифрами по стороне здания с большим количеством осей и прописными буквами русского алфавита за исключением букв З, Й, О, Х, Ъ, Ь, Ы по торцевой части здания. Колонны, поддерживающие стеновые панели (фахверка) допускается обозначать буквой с цифрой (например, А1, А2, Б1, Б2). Буквы и цифры вписывают в кружки диаметром 6 – 12мм. Расстояния между координатными осями – 6 метров. Последовательность цифровых и буквенных обозначений координатных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх.

В строительной литературе координатные оси называют также разбивочными осями. Есть единые правила привязки конструкций к разбивочным осям. Привязка определяется расстоянием от разбивочной оси до грани или геометрической оси сечения колонны. При «нулевой» привязке наружные грани колонн и внутренние поверхности стен совмещают с продольными осями (обычно обозначенными А). «Нулевая» привязка применяется для зданий с мостовыми кранами грузоподъемностью до 30т и при шаге колонн 6метров. Шаг колонн это-расстояние между геометрическими центрами колонн, установленных вдоль пролетов.

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 тонн, а также при шаге колонн 12 метров наружные грани колонн смещают с продольных внешних

разбивочных осей (ось А) на 250мм во внешнюю сторону здания: «привязка 250».

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью более 50 тонн или при высоте здания до подкрановых путей более 14,4 метров, принимается «привязка 500» т.е. наружные стороны колонн смещают с крайних продольных разбивочных осей во внешнюю сторону здания на 500мм.

Колонны средних рядов располагают так, чтобы оси сечения колонн совпадали с продольными и поперечными разбивочными осями. Поперечные разбивочные оси определяют шаг колонн. По внешней стороне здания колонны устанавливают обычно через 6 метров, а внутри здания для размещения крупногабаритного металлургического оборудования через 12, 18, 24 или 30 и 36 метров. В этом случае, для крепления стропильных ферм, между колоннами устанавливают подстропильные фермы, в которых через 6 метров изготовлены выемки (карманы), в которые заводят стропильные фермы.

Ось сечения колонн совмещают с поперечными разбивочными осями за исключением колонн, размещенных в торцах зданий и в поперечных температурных швах. Оси этих колонн смещают внутрь здания на 500мм с поперечной разбивочной оси (с оси 1). Стеновые панели по торцу здания закрепляют к дополнительным колоннам (так называемым колоннам фахверка). Поперечные температурные швы здания располагают на расстоянии 60 – 120 метров и исполняют на двух рядах колонн, отстоящих на расстоянии 1000 мм между их геометрическими осями.

Для основных цехов металлургического производства применяют металлические несущие и ограждающие конструкции. Пространственная жесткость здания и несущих конструкций достигается установкой вертикальных и горизонтальных связей колонн.

Разработка планов

План участка, отделения или цеха вычерчивается в масштабе 1 : 100 или 1 : 50 или 1 : 40. Основное технологическое оборудование представляют в виде контуров с указанием размеров между оборудованием и элементами привязок. На плане изображается вид сверху в разрезе ниже подкрановых путей на 1 метр. Краны на план цеха наносят схематически пунктирными или штрихпунктирными

линиями с указанием их грузоподъемности. В основу расстановки оборудования должно быть положено:

- 1) намеченная схема технологического потока;
- 2) возможность обслуживания и ремонт оборудования.

По внешнему контуру плана наносятся три линии размеров. На первой линии, которая наносится на расстоянии 15мм от контура стен или выступающих частей здания, указывают размеры оконных проемов, дверей, ворот. На второй линии указывают расстояния между ближайшими разбивочными осями; на третьей линии указывают общие размеры между крайними разбивочными осями (габариты здания). После составления плана допускается удаление разбивочных осей внутри контура здания.

Разработка плана части цеха (отделения) для рассматриваемого примера

В рассматриваемом примере отделение состоит из четырех пролетов:

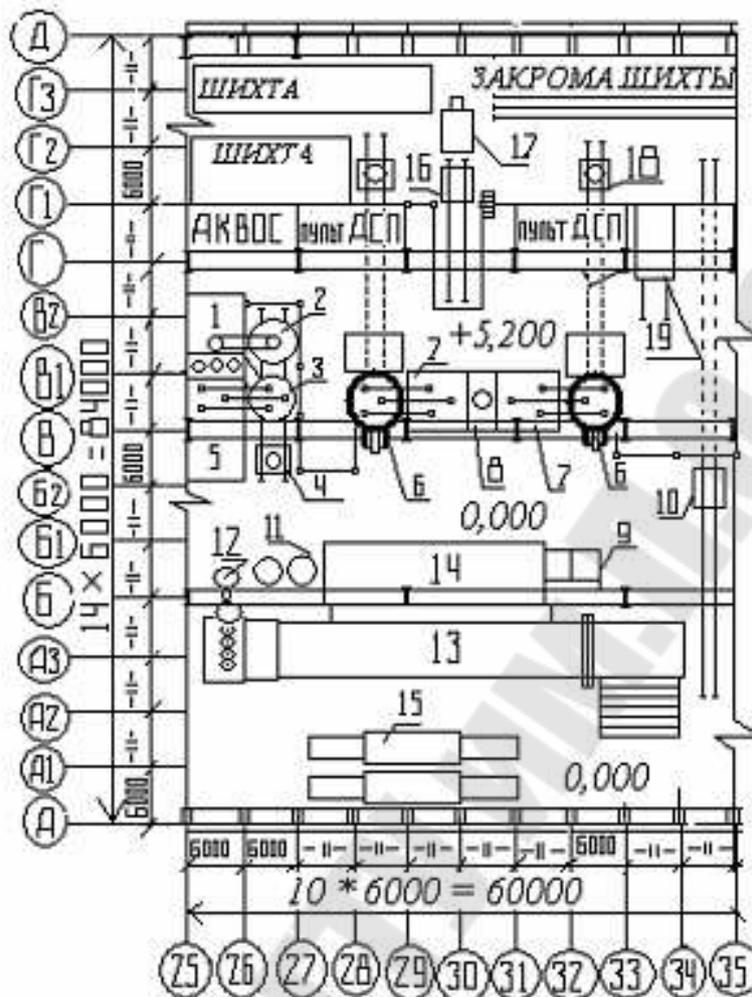
- шихтового, площадью 2210 м²; сталеплавильного, площадью 1300 м²; литейного, площадью 1820 м² и вспомогательного, площадью 910 м². Вспомогательный или бункерный пролет разместим между литейным и сталеплавильным. Примем классическую схему расположения пролетов и оборудования. Примем ширину шихтового пролета = 24 метрам; тогда длина = $2210/24 = 92$ метра;
- сталеплавильного = 18 метрам; тогда длина = $1300/18 = 72$ метра;
- литейного = 24 метрам; тогда длина = $1820/24 = 76$ метров;
- бункерного = 18 метрам; длина = $910/18 = 50$ метров.

Суммарная ширина здания равна $24 + 18 + 24 + 18 = 84$ метра. Примем длину отделения равную 60 метрам, с учетом того, что часть оборудования, учитывавшегося при расчете, будет размещена на соседних участках. Рассчитаем количество разбивочных осей:

- поперечных: $60/6 = 10$ шт.;
- продольных: $84/6 = 14$ шт.

Печи расположим на рабочей площадке высотой 5100мм. В рассматриваемом примере применена МНЛЗ вертикального типа, т.к. сталь 160X12МФ1 ледебуритного класса и на радиальной МНЛЗ в литой заготовке при изгибе образуются трещины. План разрабатываемого участка представлен на рисунке 7.6. Вначале наносим сетку разбивочных осей через 6 метров, соблюдая принятый масштаб. Колонны установим в соответствии с принятой привязкой. В

нашем случае используем привязку «500», т.к. применили вертикальную МНЛЗ и, следовательно, высота до подкрановых путей окажется более 14,4 метров. Затем намечаем, в соответствии с технологическим потоком (рисунок 7.7), расположение основного оборудования. В связи с наличием малогабаритного оборудования, шаг по средним рядам колонн (Б, В, Г) принимаем равным 12 метрам. Колонны плавильного пролета выбираем металлические, а остальные железобетонные. Наносим линии перемещения мостовых кранов (подкрановые пути) и в масштабе контуры оборудования. На рабочей площадке установлены бункера для расходуемых материалов и весы. Предусматриваем балкон выхода в шихтовой пролет. Пульты управления печами устанавливаем на балконе напротив печей. В шихтовом пролете устанавливаем горн, сверлильный станок, пресс, растворный узел. В литейном пролете предусматриваем канаву с обогреваемыми прибылями, а также пост прогрева ковшей перед заливкой. Кроме этого, предусматриваем участок сборки и прогрева стопоров. Для слива шлака устанавливаем шлаковые чаши, располагаемые на железнодорожных тележках, которые перемещаются в шихтовой пролет. Шлак перегружается на думпкары и вывозится на переработку.



1- блок вакуумных насосов; 2- вакуумный пост; 3- эл.дуговой подогрев расплава; 4- сталевоz; 5- трансформатор; 6- ДСП-20; 7- силовой трансформатор; 8- воздухоотсос; 9- стенд подогрева ковшей перед заливкой; 10- передаточная тележка; 11-участок ремонта ковшей; 12- поворотное устройство; 13- МНЛЗ; 14- управление МНЛЗ; 15- печь отжига; 16- шихтовоз; 17- весы 18- шлаковоз; 19- прокалочная печь.

Рисунок 7.6 – Эскиз плана расположения ДСП - 20. АКВОС и МНЛЗ в отделении ЭСПЦ в осях: А-Д.

Внепечная обработка расплава

Применение методов внепечной обработки подробно проанализировано, например, в работах [21,22,26]. В рассматриваемом примере для внепечной обработки выбран агрегат АКВОС. Схема агрегата показана на рисунке 7.7. АКВОС состоит из двух стендов, системы бункеров, блока вакуумных насосов и пульта управления агрегатом.

На одном стенде осуществляется электродуговой подогрев металла, продувка расплава азотом или аргоном, наведение шлака, коррекция химического состава, раскисление металла и шлака. На втором стенде расплав вакуумируют с одновременной продувкой металла аргоном или иными газами. Система бункеров предназначена для введения шлакообразующих и легирующих элементов.

Особенности технологического регламента на получение полупродукта и обработку металла на АКВОС.

1. Получение полупродукта.

1.1. Каждая партия извести, поступающая в цех, проходит проверку на недопал, пережог, наличия пустой породы. Категорически запрещается использование некачественной извести, даже при наличии положительного анализа на ППП (менее 5%). /Потеря веса при прокаливании/. [6,27]

1.2. С целью дефосфорации и частичной десульфурации, в обязательном порядке вводить известь в шихту в количестве 5% от массы садки: при удовлетворительном состоянии подины – до ½ перед завалкой, остальное в подвалку; при неудовлетворительном состоянии подины – при завалке две корзины, между первой и второй корзинами, а остальное в подвалку.

1.3. В ковш перед выпуском полупродукта дают шлакообразующую смесь (известь и плавиковый шпат). При этом, с целью обеспечения эффективного вакуумирования, печной шлак перед выпуском металла из ДСП скачивают в шлаковую чашу начисто. На установке АКВОС шлакообразующие дают после вакуумирования.

1.4. Легирование металла в ДСП производят с учетом минимальных корректирующих добавок на АКВОС.

1.5. Принять необходимые меры для исключения науглероживания металла в печи и в ковше.

1.6. Десульфурацию металла в ДСП ведут до содержания серы до 0,015% на шарикоподшипниковом металле и до 0,020% на остальных.

1.7. Ковш перед сливом прогревают до 800 – 1000⁰С.

1.8. После слива металла в ковш, из ковша отбирают пробу на химический анализ.

2. Обработка металла на АКВОС.

2.1. Ковш (12) с металлом перемещают на сталеvoz (13) АКВОС, который перемещают на стенд подогрева (8), подключают шланг подачи аргона (1) продувают, подогревают и долегируют металл, по результатам ковшевого химического анализа. При этом шлакообразующие не дают.

2.2. Затем ковш перемещают на стенд вакуумирования (2), в течение 20 – 30 минут проводят вакуумирование с одновременным продувкой расплава аргоном.

2.3. После вакуумирования ковш перемещают на стенд подогрева, отбирают пробу металла на химический анализ, шлак раскисляют алюминиевым порошком. Замеряют температуру расплава. Если анализ не соответствует марочному, в металл снова вводят необходимые легирующие элементы, после чего ковш перемещают на стенд вакуумирования и вакуумируют 8 – 10 минут, т.к. введенные легирующие элементы внесли в металл нежелательные примеси.

Перемещают ковш на стенд подогрева, снова отбирают пробу металла на химический анализ, подогревают расплав. Если результаты анализа пробы соответствуют марочному, то металл прогревают до температуры разливки, на поверхность расплава вводят 100 кг извести и, при необходимости глинозем (см. раздел шлаки), раскисляют шлак порошком алюминия и через 5 – 10 минут отбирают пробу металла. Регламентируют количество серы.

2.5. Если содержание серы в последней пробе выше рекомендованных, но не более 0,010% для шарикоподшипникового металла, то на поверхность расплава рекомендуют дать еще 50 кг извести и глинозем. Расплавившийся шлак раскисляют порошком алюминия и через 5 минут подают ковш на разливку.

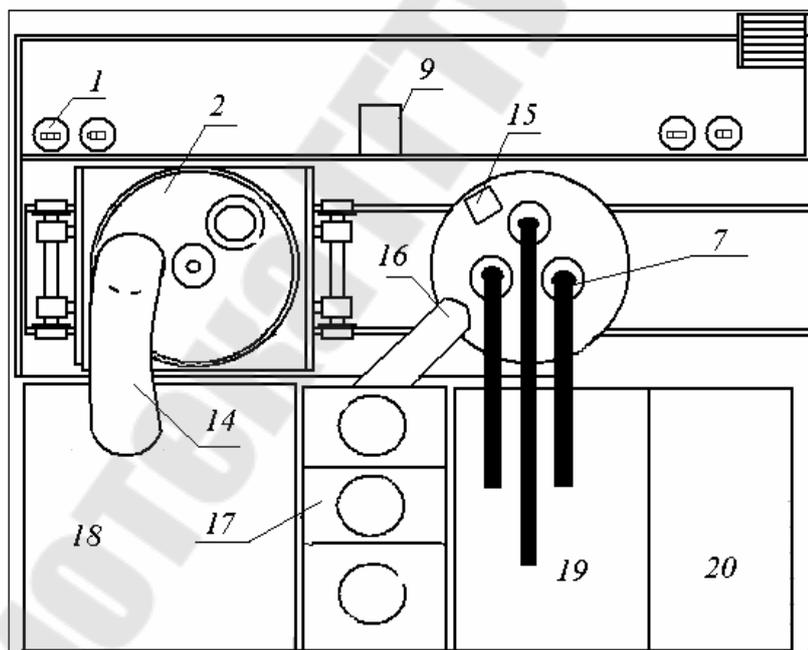
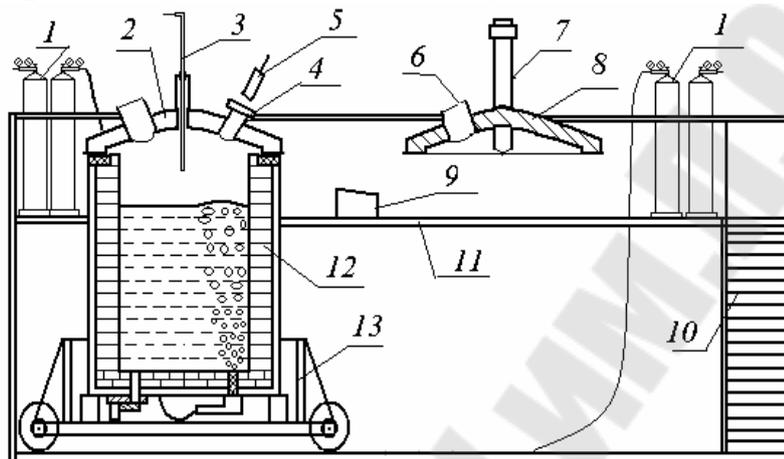
2.6. Рекомендуется на протяжении всей обработки металла на установке АКВОС расход аргона поддерживать на минимальном уровне, не допуская вскипания металла в ковше во время вакуумирования и его бурления в районе продувочной пробки. Интенсивный расход аргона приводит к преждевременному износу футеровки.

2.7. Продолжительность выплавки полупродукта в ДСП - 20: 180 – 210 минут;

- продолжительность обработки металла на АКВОС – не более 80 минут.

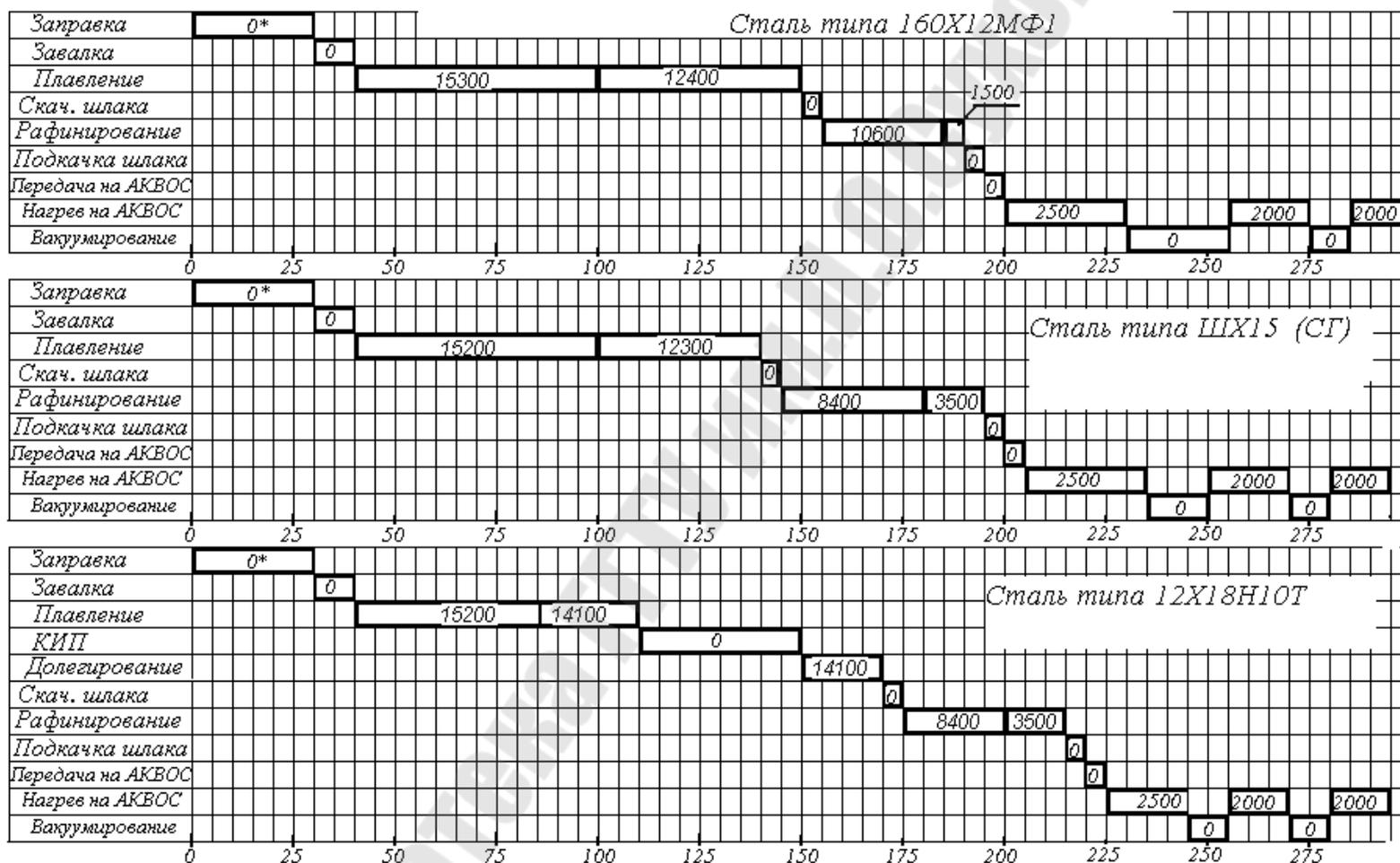
Графики продолжительности выплавки, рафинирования стали и вводимой мощности по группам сталей представлены на рисунке 7.8.

Установки вакуумирования расплавов. В металлургии применяют механические и парожеткорные насосы. Механические и паромасляные насосы применяют для создания разряжения в установках малой емкости. Это: печи ВДП, вакуумные индукционные печи, электронно-лучевые печи и т.п. установки.



1- рампа с аргоном; 2- стенд вакуумирования; 3- кислородная фурма; 4- смотровое окно; 5- телевизионная камера; 6- окно для шнека; 7- графитизированный электрод; 8- стенд подогрева расплава; 9- короб добавок; 10- лестница; 11- рабочая площадка; 12- ковш; 13- сталевоз; 14- вакуум-провод; 15- окно отбора проб, дачи добавок и замера температуры; 16- шнек; 17- бункера; 18- блок вакуумных насосов; 19- силовой трансформатор; 20- подсобное помещение. (Механизм скачивания шлака не показан).

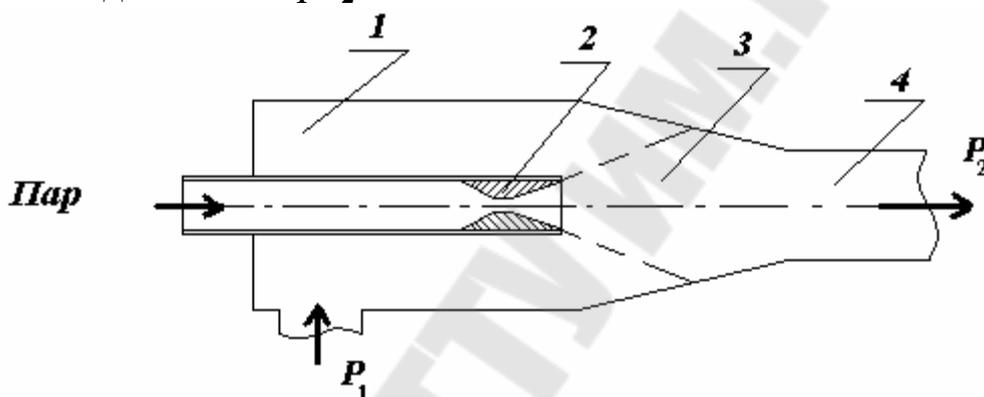
Рисунок 7.7 – Схема установки АКВОС.



*- цифры показывают вводимую мощность на данный период.

Рисунок 7.8 - Графики продолжительности периодов и вводимой мощности в кВт.час при выплавке сталей.

Из – за сравнительно малой производительности механические и паромасляные насосы не подходят для вакуумирования значительных масс расплавленного металла и больших по объему агрегатов. Разработаны водяные парожеторные насосы большой производительности. Производительность среднего парожеторного насоса при давлении 0,3 – 1мм р. ст. (30 – 100Па) составляет 80 – 100кг газа в час, что в 100 – 1000 раз больше, чем у самого мощного механического насоса. Работа парожеторного насоса (рисунок 7.10) основана на принципе захвата откачиваемых при давлении P_1 газов паровой струей 3, состоящей из Сопла Лавала в камеру смешения 3 со сверхзвуковой скоростью. Газ захватывается турбулентным смешением его с паром. Смесь выталкивается в выхлопной канал 4. Отношение давлений $P_1/P_2 = 5 - 8$.



1- всасывающий канал; 2- паровое сопло; 3- камера смешения; 4- выхлопной канал.

Рисунок 7.9 - Схема ступени парожеторного насоса.

Одна ступень парожеторного насоса не может создать большого разряжения; для получения разряжения необходимой глубины ступени насоса соединяют последовательно, размещая между ними устройства, конденсирующие отработанный пар. Схема пятиступенчатого вакуум – насоса показана на рисунок 7.10. Первые три ступени работают без конденсации пара, т.к. в этих ступенях при большом разряжении пар конденсироваться не может.

Пусковой эжектор 3 ускоряет запуск насоса. Вначале подают пар в пусковой эжектор, затем в 4-й, 3-й и 2-й и, только при стабилизации давления в вакуум – камере, включают 5-й и 1-й эжекторы.

Вакуумирование стали при разливке.

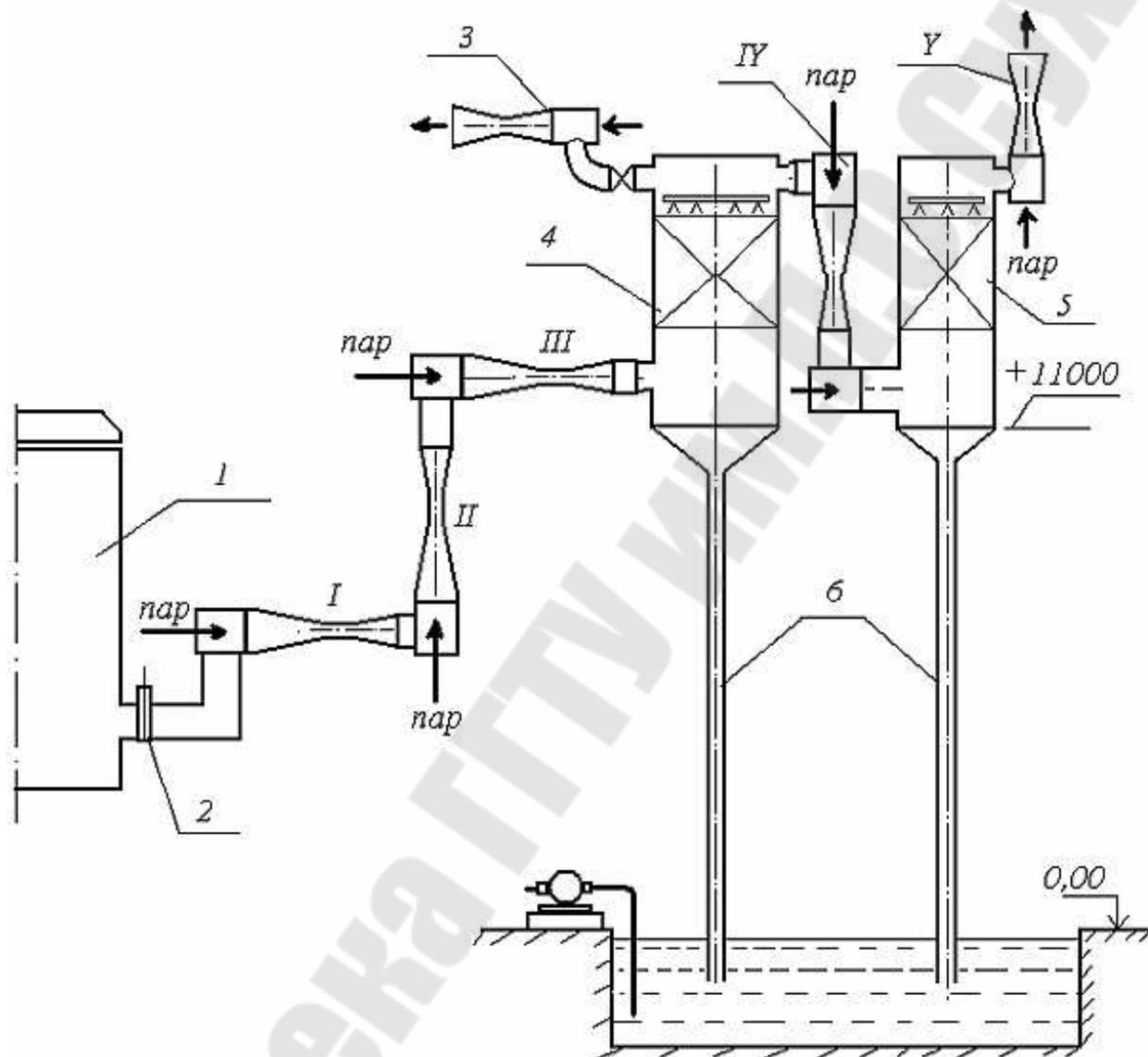
Технологии высокого уровня (ТВУ) заставляют вводить обязательное вакуумирование стали при разливке жидкого металла. Одним из направлений является непрерывное вакуумирование расплава при разливке сталей и сплавов при применении сифонных камер (рисунок 7.13). Перед началом разливки приемный ковш 3, вакуумную камеру 1 и промежуточный ковш 2 разогревают переносными горелками до 1000 – 1300⁰С. Затем вакуум-камеру собирают, надевают вакуум плотные колпачки на патрубки и создают рабочее разрежение. После заполнения металлом ковша 3, его поднимают до погружения всасывающего патрубка в сталь. Проплавляя легкоплавкий лист колпака, металл заполняет вакуум-камеру 1 и вытекает через сливной патрубков в промежуточный ковш 5. В входном патрубке установлен штуцер, через который подается аргон. Аргон способствует усилению циркуляции металла и повышает эффективность дегазации стали. Вакуумирование стали сопровождается понижением температуры расплава на участке большой ковш 2 – промежуточный ковш 5 примерно на 150⁰С. Для уменьшения тепловых потерь поверхность жидкой стали защищают ШОС. Кроме применения ШОС для поддержания необходимой температуры разливки в конструкцию промежуточного ковша вводят индукционный подогрев металла (рисунок 7.12), создавая канальную электропечь.

Конструкцию, показанную на рисунке 7.13, применяют как совместно с МНЛЗ, так и при разливке стали в слитки. При этом организуют конвейерное перемещение слитков.

Проточное вакуумирование проводят в специальных камерах цилиндрической формы диаметром 1,2м и высотой 1,8 метра. Крышка камеры стыкуется с корпусом резиновым уплотнением. Для защиты резины от перегрева контактирующие фланцы снабжены водяным охлаждением. Сталеразливочный ковш оснащен плоским уплотнительным кольцом с полостью для охлаждения сжатым воздухом. Сварной корпус вакуум-камеры опирается на три гидроцилиндра, расположенных под углом 120 градусов к ее оси и обеспечивающих перемещение камеры на 300мм.

Футеровка камеры – высоко глиноземистый кирпич. После выпуска плавки ковш с металлом подводят к вакуум-камере так, чтобы уплотнительное кольцо на его днище совпало по вертикали с горловиной камеры, а зазор был бы в пределах 150 – 200мм. Затем с

помощью гидроцилиндров поднимают камеру и прижимают ее горловину к днищу ковша, открывают стопор. Первая порция металла проходит через камеру без вакуумирования.



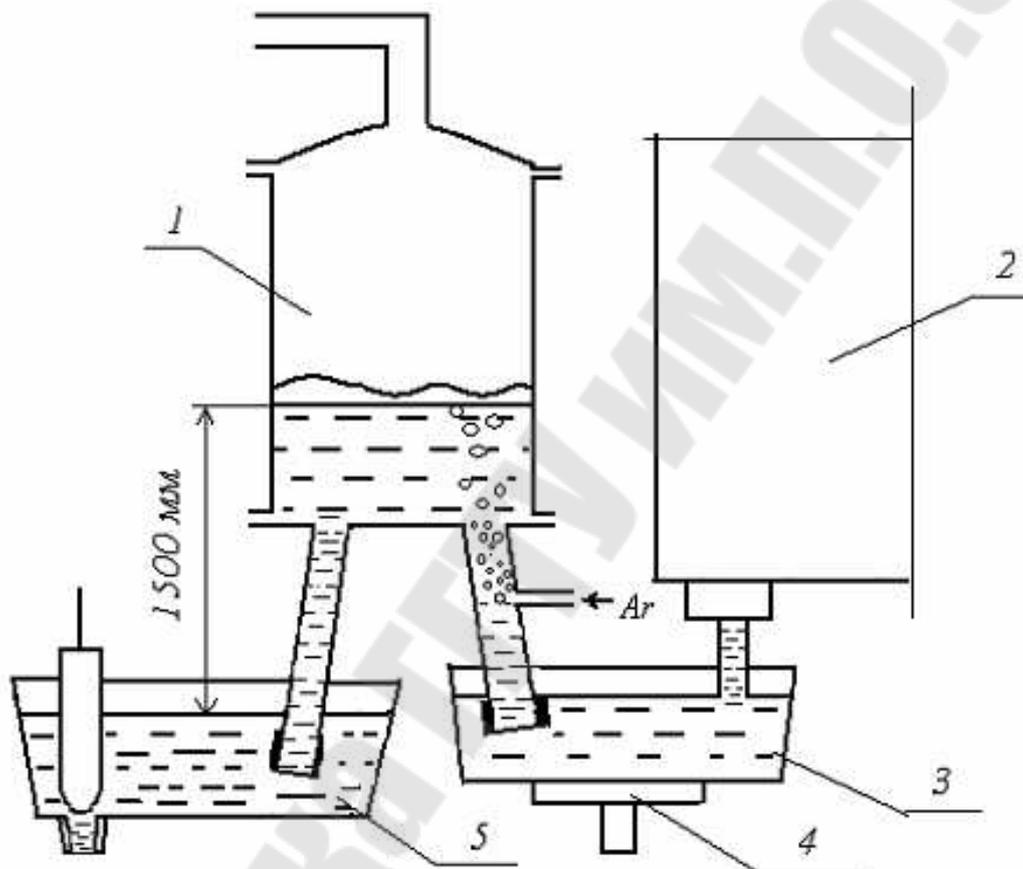
1-вакуум-камера; 2-шиберный затвор; 3-пусковой эжектор; 4,5-конденсаторы смешения; 6-барометрические трубы; I-V- ступени насоса; ← подвод пара.

Рисунок 7.10 – Схема пятиступенчатого парозжекторного насоса.

Металл заполняет промежуточный ковш; открывают вакуумный затвор и плавно создают разрежение, сливая металл в вакуум-камеру. Процесс стабилизируется.

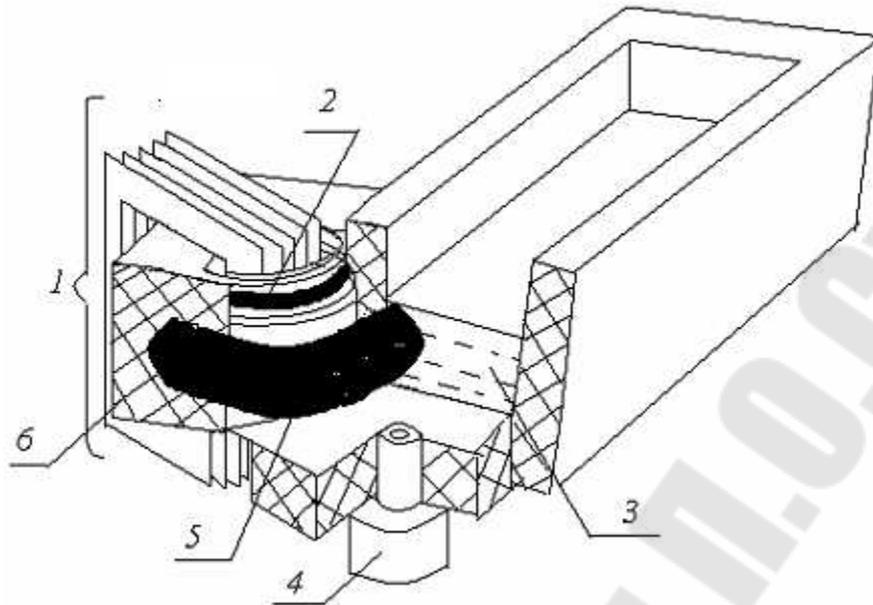
7.4 Утилизация отходов

По фазовому составу отходы разделяют: твердые (пыль, шламы, шлаки), жидкие (растворы, эмульсии, суспензии), газообразные (оксиды углерода, азота, соединения серы).



1-камера вакуумирования; 2-разливочный ковш; 3-приемный ковш; 4-гидравлический подъемник; 5-промежуточный ковш.

Рисунок 7.11 - Схема установки непрерывного вакуумирования сифонного типа.



1 -индуктор; 2-охлаждаемая рубашка; 3-жидкий металл; 4-разливочный стакан; 5-канал движения расплава; 6 - огнеупоры.

Рисунок 7.12 –Система подогрева металла в промежуточном ковше.

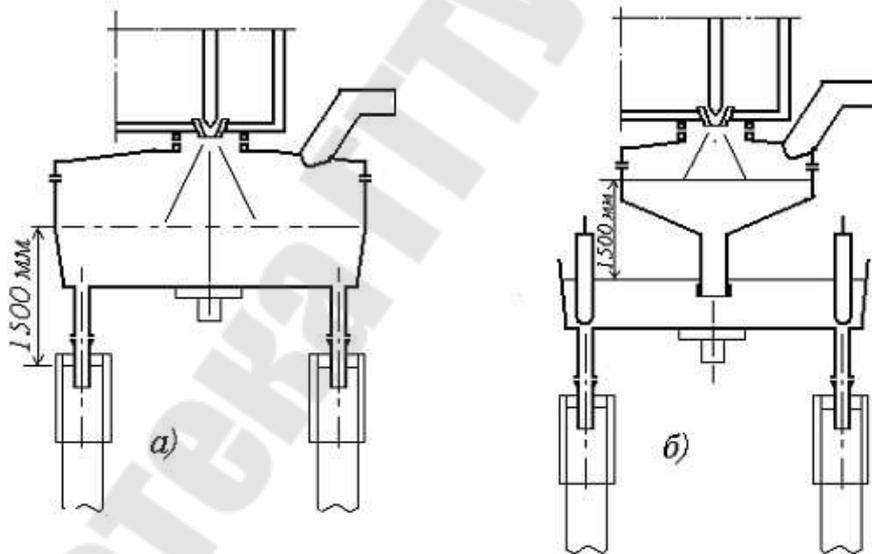


Рисунок 7.13 - Схема установок непрерывного вакуумирования, работающих на принципе дегазации струи и слоя в проточных камерах.

Пыль улавливается газоочистными установками, затем подается в накопитель шлама и оттуда направляется на переработку. В электропечах выплавляют стали, сплавы разного марочного состава,

поэтому химический состав шламов изменяется в широких пределах. Средний состав таких шламов [19]: в %

$Fe_{\text{общ.}}$ 30,0 – 55,0; SiO_2 2,0 – 12,0; Al_2O_3 0,3 – 10,0; CaO 1,5 – 17,0; MgO 5,0 – 27,0; Mn 1,5 – 5,5; P_2O_5 0,002 – 0,25; $S_{\text{общ.}}$ 0,02 – 0,5; $Cr < 10,0$; $Ni < 8,0$; $Zn < 2,0$; $Pb < 1,0$.

Для таких шламов характерно наличие большого количества частиц малых размеров:

Размер частиц, мм	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	< 0,005
Содержание, %	15 – 40	20 – 40	20 – 40

Плотность шламов достигает $4,5 \text{ т/м}^3$. Удельный выход шламов меняется от 0,5 до 7,5 % и зависит от интенсивности применения кислорода и емкости агрегата.

Из – за большого содержания ценных элементов шламы возможно возвращать в металлургию, предварительно окомковав и превратив шламы в окатыши; целесообразнее в металлизированные окатыши. Введение не обработанного шлама в ДСП, например через свод из бункера, снабженного шнековым питателем, проводимое неоднократно, существенно увеличило продолжительность плавки (раза в 3 – 4) и не дало реальной экономии процесса выплавки сталей.

Одна из схем получения окатышей из шлама показана на рисунке 7.14. Технологическая линия начинается с бункеров, в которых находятся: шлам, пыль, известняк, доломит, бентонит и возврат, снабженные тарельчатыми питателями. Для взвешивания компонентов шихты устанавливаются весы ленточного типа. Шихта смешивается в двухвалковых смесителях шнекового или роторного типа. Сырые окатыши получают либо в барабанном, либо тарельчатом окомкователе. Последующий рассев окатышей производится на вибрационном грохоте. Сушку и обжиг проводят по специальному режиму в интервале температур 200 – 1100°C . Охлаждают окатыши замедленно, для предупреждения их рассыпания. Окатыши могут рассыпаться из-за микронапряжений, образующихся при фазовом превращении $\beta 2CaO \cdot SiO_2$ в $\gamma 2CaO \cdot SiO_2$ в районе 570°C . Фазовое превращение сопровождается увеличением объема на 10%. Есть удачный опыт переработки шламов, не переводя их в окатыши. Для переработки используют процесс РОМЕЛТ. Но для реализации необходимо создать специальный цех по переработке железосодержащих руд. (См. рисунки 10,11 Приложения)

Переработка и использование металлургических шлаков.

Металлургические шлаки, после извлечения из них королек металла, являются ценным сырьем, особенно для производства строительных материалов. Наиболее ценными считаются доменные шлаки и шлаки процесса РОМЕЛТ. Количество шлака порядка 1,2 - 2,0т на тонну чугуна. Шлак стабилен по химическому составу и имеет основность в пределах 0,7 – 1,0, что придает им жидкотекучесть (см. рисунки 4 – 5,). Основная идея первоначальной обработки – это измельчение шлака, используя тепло расплава. Шлак измельчается при резком охлаждении в результате возникновения в нем больших по величине макронапряжений. Шлак растрескивается из-за образующихся напряжений при фазовом превращении $\beta\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ в $\gamma\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ в районе 570°C . Превращение сопровождается изменением объема на 10%. Шлак из агрегата плавки сливают в шлаковые чаши, которые вывозят из цеха. Для быстрого охлаждения полужидкий шлак выливают в бассейны с водой. При сливе шлака возможен мощный выброс пара, типа взрыва, а также загрязнение атмосферы неконтролируемыми газовыми выделениями: сероводородом, сернистым ангидридом и загрязнение прилегающей территории. Затем охлажденный шлак извлекают из водного бассейна, омагничивают с целью извлечения королек металла, и шлак рассеивают на ситах (грохотах). Полученный шлак направляют в строительную промышленность для изготовления щебня, шлако - портланд цемента, стеновых блоков и т.п. изделий.

Вода, применяемая для раздробления шлака, насыщается известью (гидратной щелочью), сероводородом, тиосульфатом, аммиаком при общей минерализации до 5,15г/л и РН 9 – 11. Жесткость воды очень высока. Сброс такой воды в водоемы общественного пользования вызывает тепловое, химическое и механическое загрязнение водоемов, а сброс в источники питьевого водопользования недопустим.

Длительное пребывание высоко щелочной воды в резервуарах, водоемах сопровождается поглощением углекислого газа из атмосферы с последующим выпадением кристаллического осадка карбоната кальция на дне водоемов и коммуникационных трубопроводов. Радикальным средством защиты водоемов от загрязнений стоками переработки шлаков является создание надежных замкнутых систем оборотного водоснабжения. Созданы замкнутые установки получения гранулированного шлака с

утилизацией тепла расплава. Схемы представлены на рисунках 7.15,7.16. По схеме, показанной на рисунок 7.17, расплавленный шлак из шлакоприемника 1 перетекает через отверстие 2 в перегородке в шлаковую ванну 3.

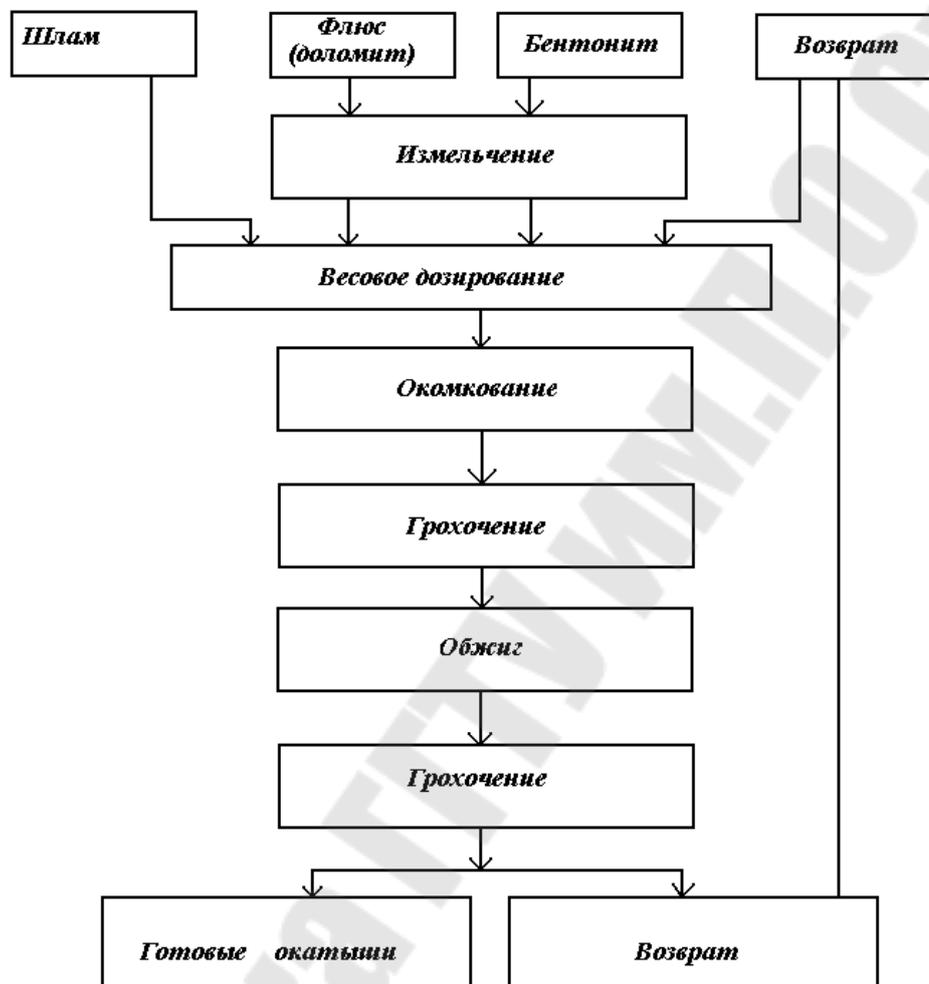
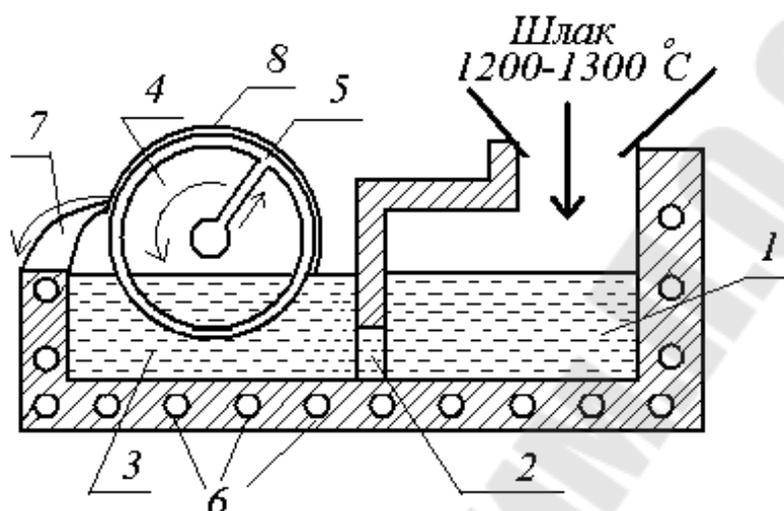


Рисунок 7.14 – Схема получения окатышей.

В ванне 3 вращается барабан 4, наружная поверхность которого образована навитой в виде змеевика трубкой 5 с входом и выходом из нее воды по оси барабана. Труба – змеевик снаружи залита чугуном. На поверхность змеевика налипает расплавленный шлак, образуя корочку толщиной 2 – 15мм (в зависимости от скорости вращения барабана). Вода, подаваемая в барабан, нагревается шлаком и превращается в пар, шлаковая корочка на поверхности барабана охлаждается, растрескивается и ножом шлакоснимателем 7 гранулированный шлак отделяется от барабана и попадает в бункер готовой продукции. Меняя скорость вращения барабана, можно

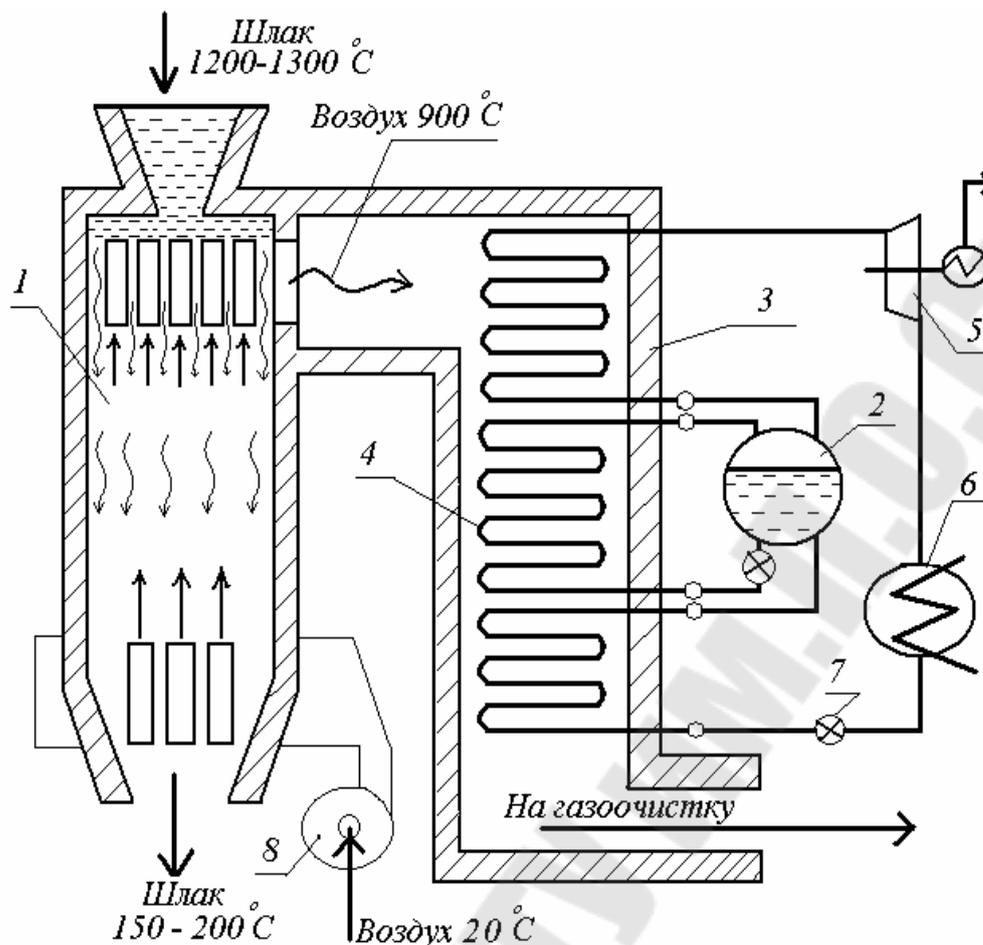
изменять толщину шлаковой корочки и, следовательно, производительность установки как по выходу гранулированного шлака, так и по выходу пара. Пар можно направить на парожекторный насос или на иные технологические нужды.



1-шлакоприемник; 2-летка; 3-шлаковая ванна; 4-барабан;
5-водоохлаждаемый змеевик; 6-электронагреватели; 7-нож
шлакоснимателя; 8-корка налипшего шлака.

Рисунок 7.15 – Схема установки для грануляции шлака контактным способом.

Воздушная грануляция шлака по схеме (рисунок 7.16) происходит внутри большого бункера во встречном потоке вдуваемого снизу холодного воздуха. Гранулированный шлак выдается из нижней части камеры – бункера. При начальной температуре шлака $1200 - 1300^{\circ}\text{C}$, холодный воздух в процессе движения вверх нагревается до $800 - 900^{\circ}\text{C}$, затем используется в котле-утилизаторе змеевикового типа с принудительной циркуляцией пароводяной смеси. Водяной пар нагревается до 450°C и направляется потребителю при давлении 4МПа. При воздушной грануляции 100т/час шлака и его охлаждении от $1300 -$ до 200°C получается до 50 т/час пара, достаточного для обеспечения турбогенератора мощностью 10МВт. В случае перерыва подачи шлака предусмотрен прогрев змеевика теплом от топлива кислородных горелок.



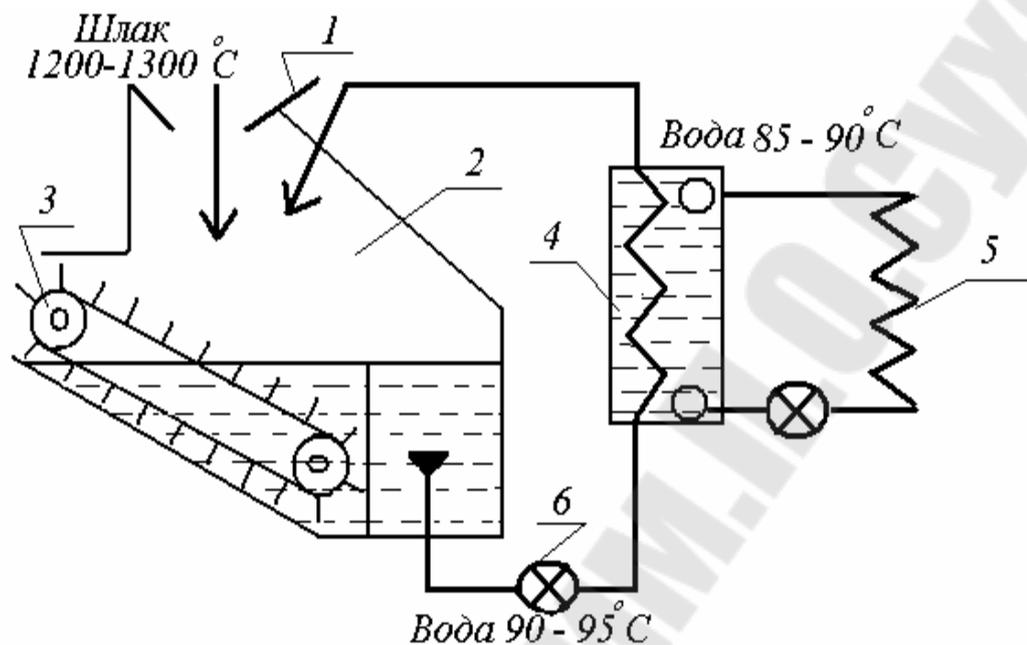
1-камера шлакогранулятора; 2-барабан-сепаратор котла утилизатора 3-пароперегреватель; 4-водяной экономайзер; 5-тепловая установка; 6-конденсатор; 7-насос; 8-воздуходувка.

Рисунок 7.16 – Воздушная грануляция шлака.

На рисунке 7.17 показана схема установки, в которой используется тепло расплава при грануляции шлака водой.

По этому способу грануляция шлака, стекающего из шлакоприемника 1, происходит не только при взаимодействии струи шлака с водой в бассейне 2, но и при механическом и термическом воздействии на нее «отработанной» воды «грязного» контура. Гранулированный шлак непрерывно удаляется из бассейна наклонным ленточным скрепковым транспортером 3. Вода в контуре теплового потребителя 5 подогревается «грязной» водой первого контура в водяном бойлере 4. Недостаток схемы – невысокая эффективность водо – водяного бойлера. Температура воды не более 100⁰С. Второй недостаток схемы – вода бойлера загрязняется и

насосы, трубопроводы работают в условиях абразивного износа и коррозии.



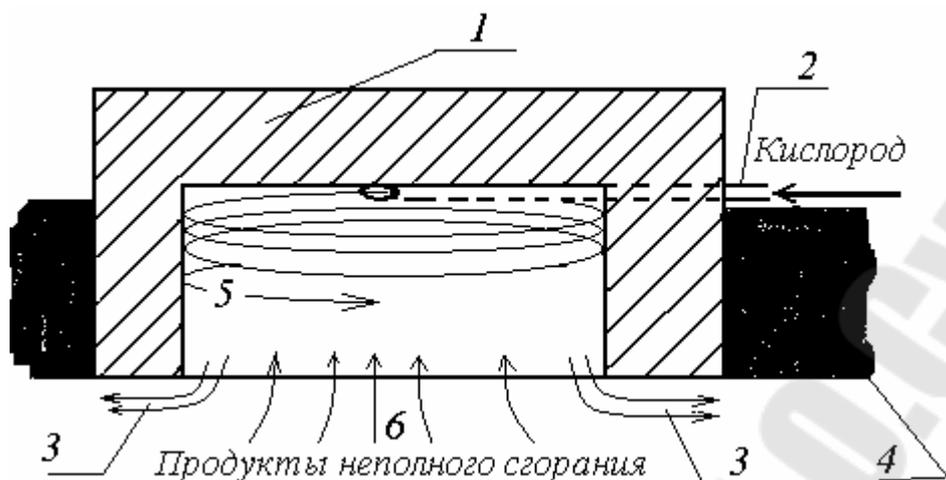
1-шлакоприемник; 2-бассейн; 3-скрепковый транспортер; 4-бойлер; 5-тепловой потребитель; 6-насос.

Рисунок 7.17 - Схема энерготехнологического использования шлака.

Утилизация компонентов технологических и сбросных газов.

При выплавке электростали в ДСП, в окислительный период выгорает углерод. Выделяются монооксид углерода (CO) и водород (H_2). Обычно монооксид и водород дожигают до диоксида (CO_2) и воды. Дожигание организуют в объеме печи, что уменьшает затраты энергии при производстве стали. Дожигают газы кислородом при непрерывном контроле состава отводимой газовой фазы. Для более эффективного дожигания, авторы [20] предложили вводить кислород в специальную цилиндрическую камеру сбоку - тангенциально, (по подобию способа подачи воздуха в плоско - пламенную горелку) (Рисунок 7.17).

Такой способ ввода позволяет раскрутить поток кислорода и создать в центре цилиндра разрежение, которое засасывает продукты из рабочего пространства печи и смешивает их с циркулирующими струями кислорода. Увеличивается степень дожигания CO и H_2 .



1-корпус; 2-труба подвода кислорода; 3-продукты полного сгорания; 4-стенная панель или свод печи; 5-схема движения струи кислорода; 6-продукты неполного сгорания (CO, H₂).

Рисунок 7.17 – Принцип работы вихревого радиантного инжектора.

Очистка сбросных газов от диоксида углерода (CO₂) обычно проводится промывкой отводимых газов водой под давлением. Водная очистка является типичным процессом физической абсорбции, при которой CO₂ находится в растворе преимущественно в свободном виде. Для водной абсорбции CO₂ используют, как правило, насадочные скрубберы, работающие под давлением 1 – 3 МПа. Десорбция CO₂ из водного раствора производится при постепенном понижении давления. На рисунке 7.18 показана схема типичной промышленной очистки газов. В промышленности также широко распространен метод очистки газов от CO₂ растворами этаноламинов, чаще всего моноэтаноламином (МЭА). Это типичный хемосорбционный процесс, протекающий по реакциям:

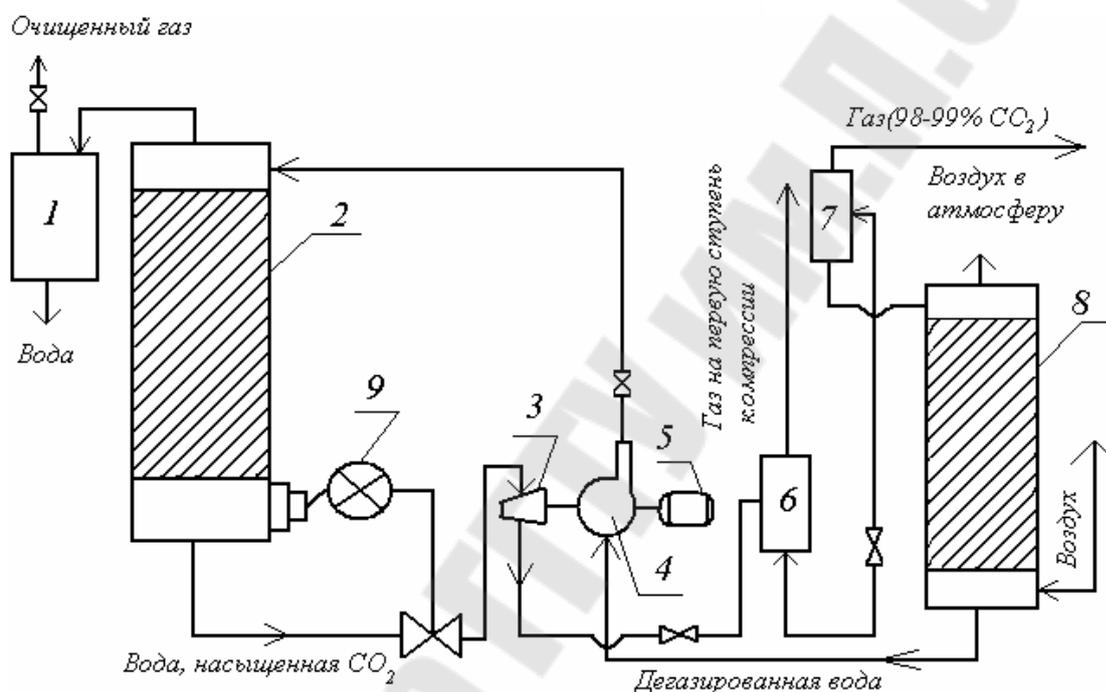


При поглощении CO₂ при атмосферном давлении температура абсорбента (15 – 20% раствор МЭФ) на входе в скруббер составляет 20 – 40⁰С. Для регенерации поглотительный раствор подогревают до 105 – 115⁰С. Недостаток – повышенный расход тепла.

Более удобен способ физической абсорбции CO₂ пропиленкарбонатом C₄H₆O₃. Растворимость CO₂ в

пропиленкарбонате примерно в три раза больше, чем в воде. Десорбция CO_2 из раствора происходит только за счет снижения давления над пропиленкарбонатом. Сернистые соединения также поглощаются пропиленкарбонатом.

Десорбированная двуокись углерода (CO_2) собирается, очищается от воды и примесей, сжимается компрессором и заправляется в емкости, которые используются в промышленности, например, в литейном производстве для продувки формовочных смесей, находящихся в формах.



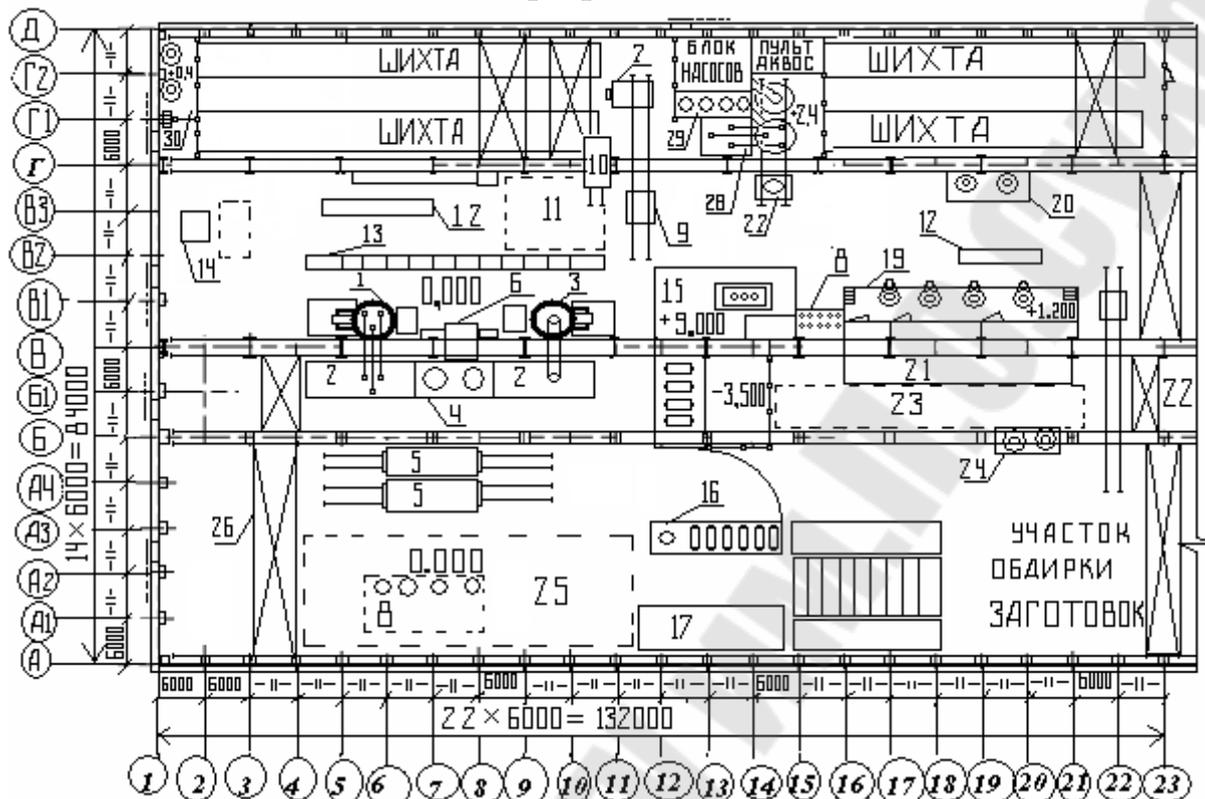
1-сепаратор; 2-абсорбер; 3-турбина; 4-насос; 5-электромотор; 6-промежуточный десорбер; 7-конечный десорбер; 8-десорбционная колонна; 9-регулятор уровня.

Рисунок 7.18 - Принципиальная схема водной очистки газа от CO_2

Каждая большегрузная печь обслуживается отдельной системой улавливания, охлаждения и очистки печных газов. Дымососные установки для отсоса грязных газов установлены под рабочей площадкой печей, а газоочистки размещены на площадках в печном пролете и над печными подстанциями. Отсос газов осуществляется от отверстия в своде электропечи и от шумопылезащитных кожухов. Уловленная пыль шнековыми транспортерами подается к окомкователю.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Эскизы планов и разрезы цехов и отделений.



1-ДСП-5; 2-силовая подстанция; 3-ДСПТ-5; 4-газозаборник; 5-термическая печь; 6-пульт управления печами; 7-весы; 8-место корзин; 9-передаточная тележка; 10-печь прогрева ферросплавов; 11-склад изложниц; 12-канавка; 13-короба; 14-пресс; 15-МНЛЗ; 16-перегрузчик; 17-правильная машина; 18-пост нагрева стопоров; 19-блок 4-х индукционных печей; 20-прогрев центровых и ковшей; 21-генераторы печей; 22-место ремонта сводов; 23-место ремонта ковшей; 24-установка прогрева ковшей; 25-участок складирования заготовок; 26-мостовой кран; 27-сталевоз ВКВОЗ; 28-трансформатор; 29-система дозирования; 30-газификационная станция аргона и азота.

Рисунок 1 – План расположения оборудования в электросталеплавильном отделении.

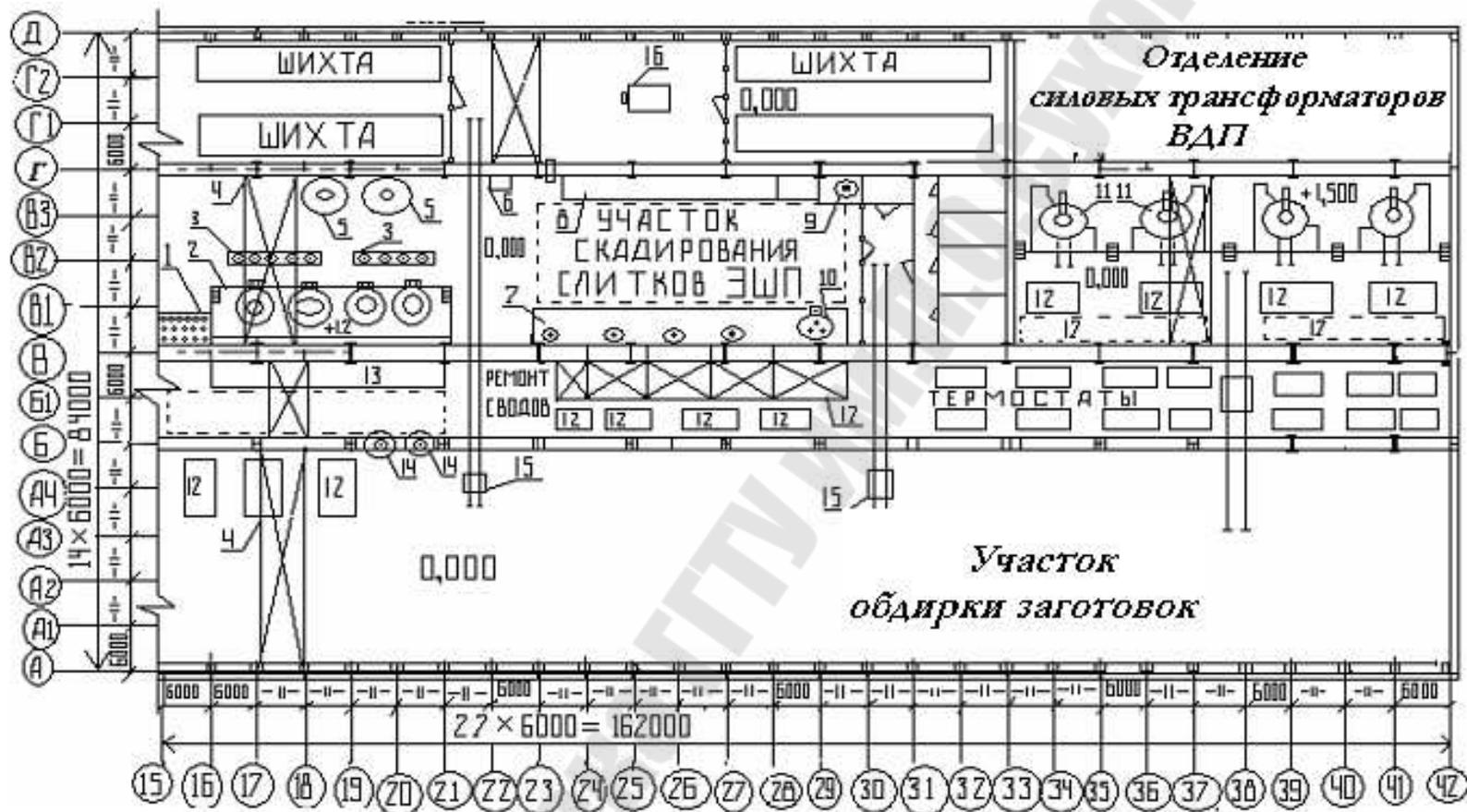
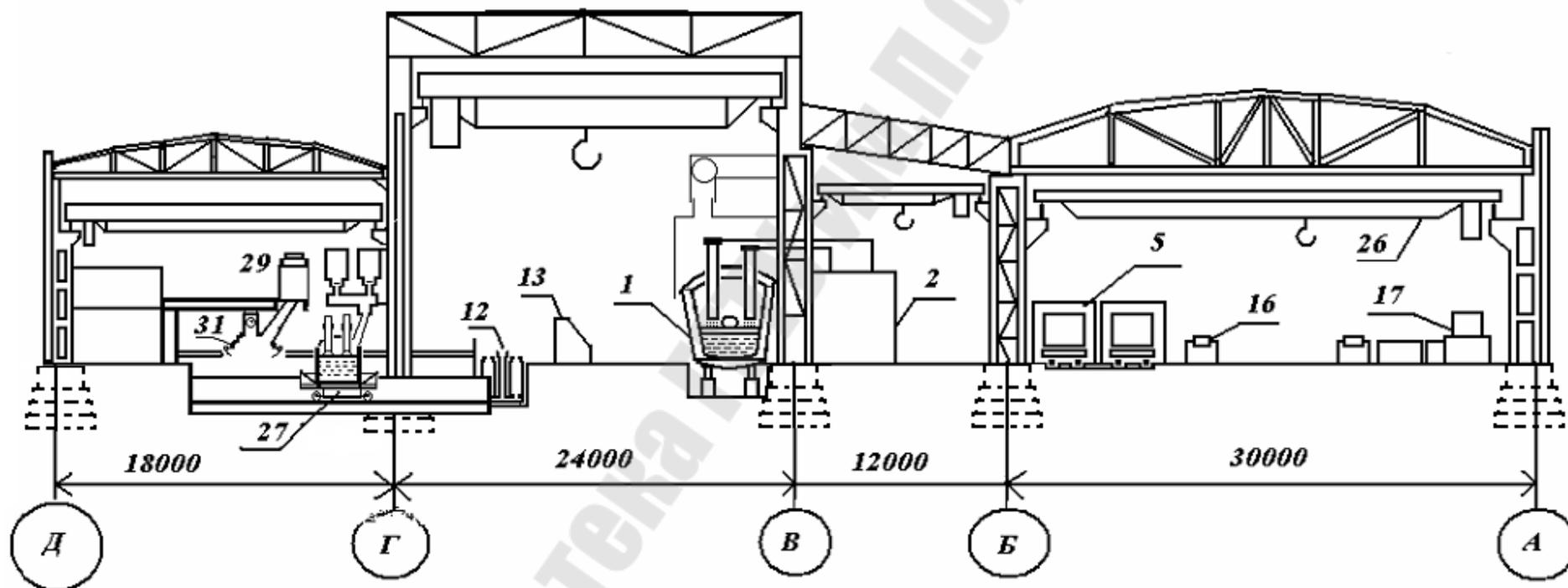


Рисунок 2 – Продолжение рисунка 1 (План расположения индукционных печей, ЭШП и ВДП в ЭСПЦ.)

1 - участок монтажа и прогрева стопоров; 2 - блок индукционных печей; 3 - канава; 4 - мостовой кран; 5-участок сборки и прогрева ковшей; 6-печь прогрева; 7 - блок установок ЭШП; 8 - конторы; 9 - электродная печь для плавки солей; 10 - трехэлектродная ЭШП с жидким стартом; 11 - ВДП; 12 - термостаты; 13 - блок генераторов; 14 - участок сборки и прогрева капитальноотремонтированных ковшей; 15 - передаточные тележки; 16-весы; 17- место складирования слитков ВДП.



27-сталеоз; 29-бункера-дозаторы; 31-стенд вакуумирования; остальные обозначения те же, что на рис. 1.

Рисунок 3 – Поперечный разрез электросталеплавильного отделения по АКБ ОС и ДСП - 5.

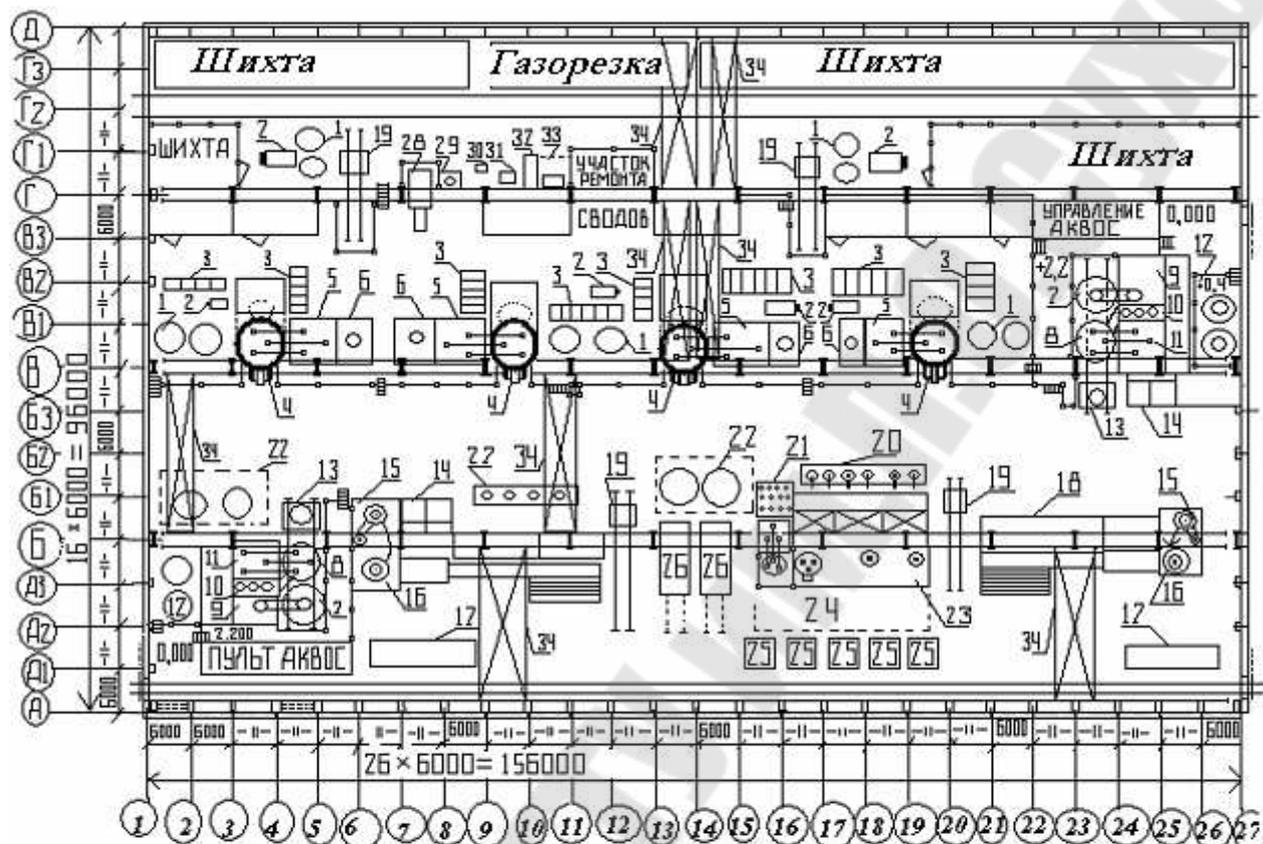


Рис. 4. План расположения ДСП - 12, АКВОС, МНЛЗ, и ЭШП в электросталилаварном цехе в осях : А-Д; 1-27.

1 - участок размещения бадей; 2 - весы; 3 - коробка; 4 - ДСП - 12; 5 - силовой трансформатор; 6 - газоочистка; 7 - станд вакуумирования ковша; 8 - пост подогрева расплава; 9 - блок вакуумных насосов; 10 - бункера; 11 - трансформатор подогрева; 12 - газификаторы азота и аргона; 13 - сталевоз; 14 - станд подогрева ковшей перед заливкой; 15 - поворотное устройство МНЛЗ; 16 - МНЛЗ; 17 - правильная машина; 18 - пульт АКВОС; 19 - передаточная тележка; 20 - канава с электроподогревом прибылей; 21 - участок сборки и подогрева ступорос; 22 - участок ремонта и подогрева ковшей; 23 - участок ЭШП; 24 - место расположения отливок ЭШП; 25 - термосы; 26 - пачь откисга; 27 - канава; 28 - пачь подогрева добавок; 29 - горн; 30 - пресс; 31 - сварильный станок; 32 - слесарный стол; 33 - растворный вкл; 34 - мостовой кран.

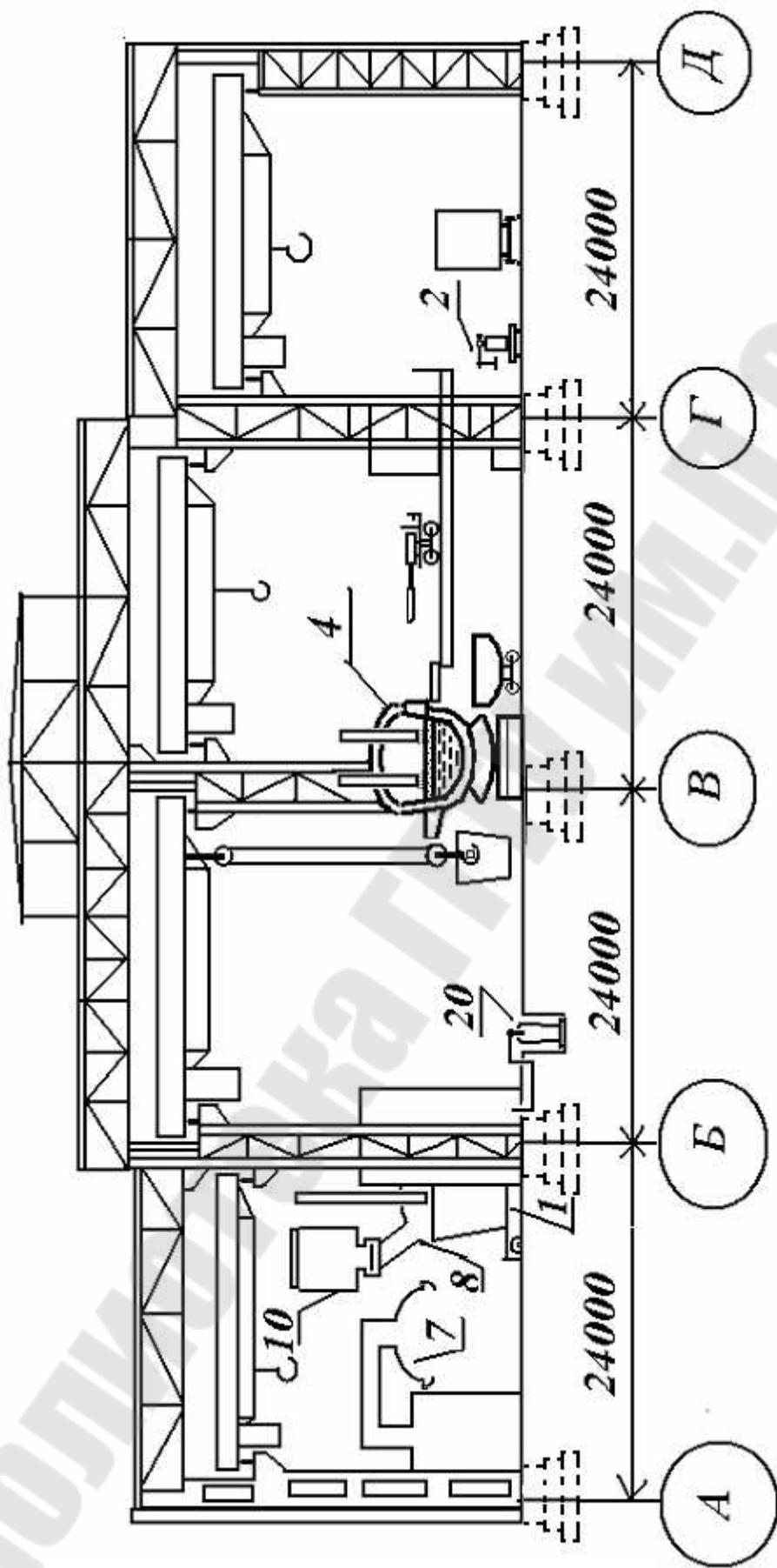


Рис.5. Поперечный разрез электросталеплавильного цеха. (Обозначения те же, что на рис. 4.)

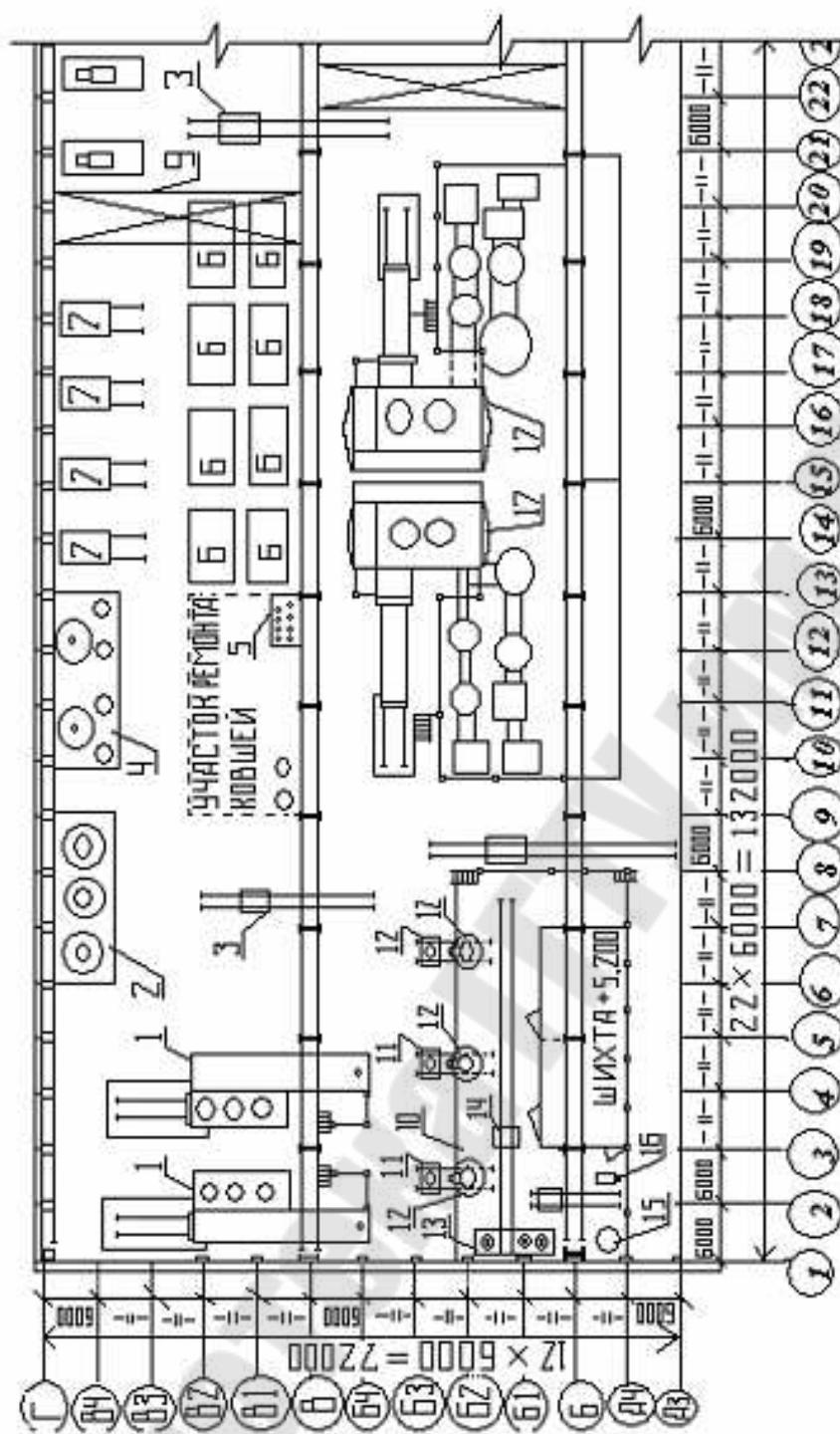


Рис. 6. План расположения индукционной печи, ВВП и стэнда вакуумной разливки в осях: А3-Г; 1-23

1 - стэнд вакуумной разливки; 2 - участок прогрева илложки; 3 - передаточная тележка;
 4 - стэнд прогрева ковшей; 5 - прогрев створов; 6 - термостат; 7 - печь окисла слитков;
 8 - станок обдирки слитка; 9 - мостовой кран; 10 - блок индукционных печей; 11 - шлаковоз;
 12 - индукционная печь; 13 - зонд прогрева шихты; 14 - загрузочная тележка; 15 - место бадей;
 16 - весы; 17 - вакуумная индукционная печь.

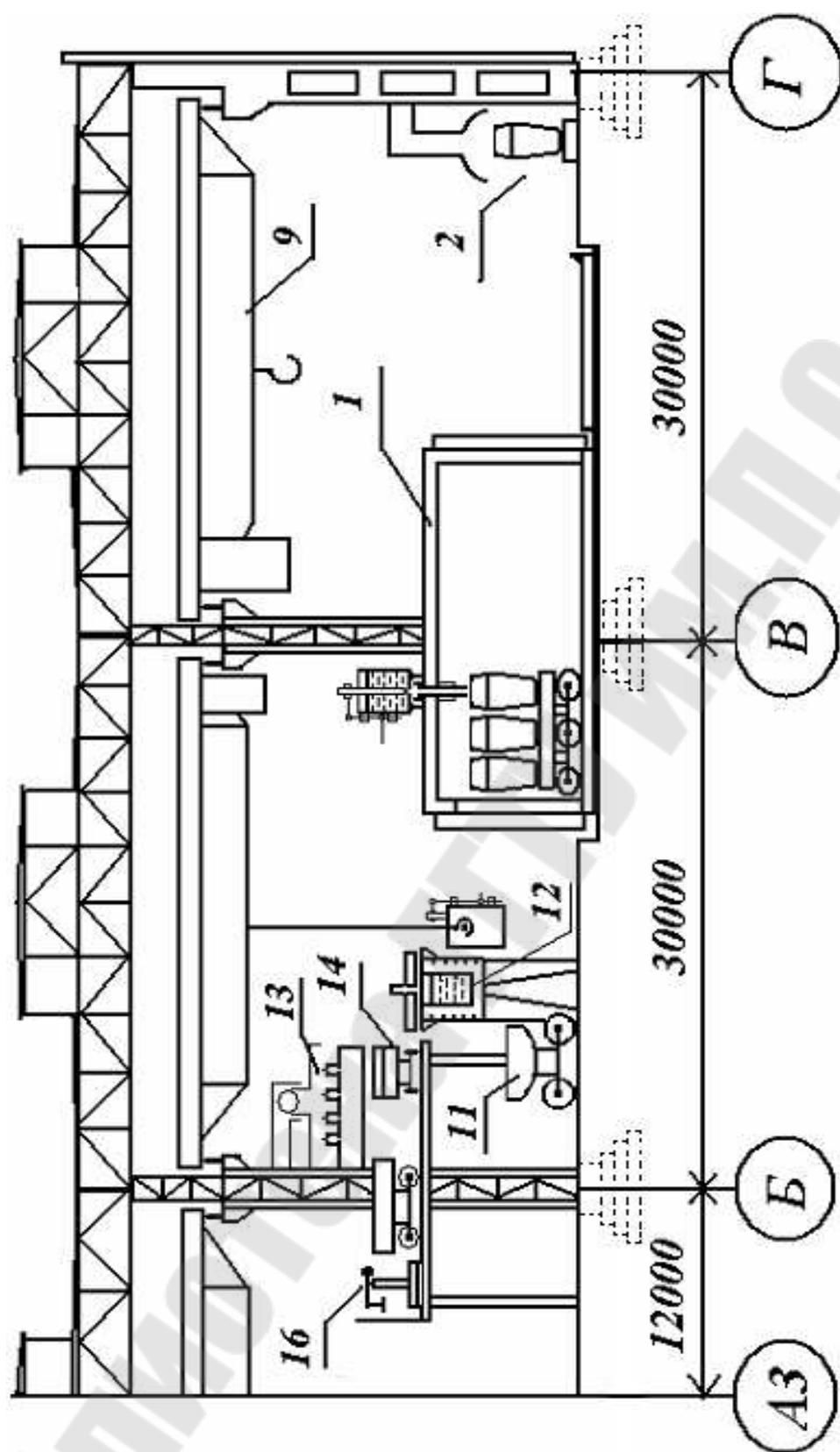


Рис.7. Поперечный разрез сталеплавильного отделения. (Обозначения те же, что на рис.6)

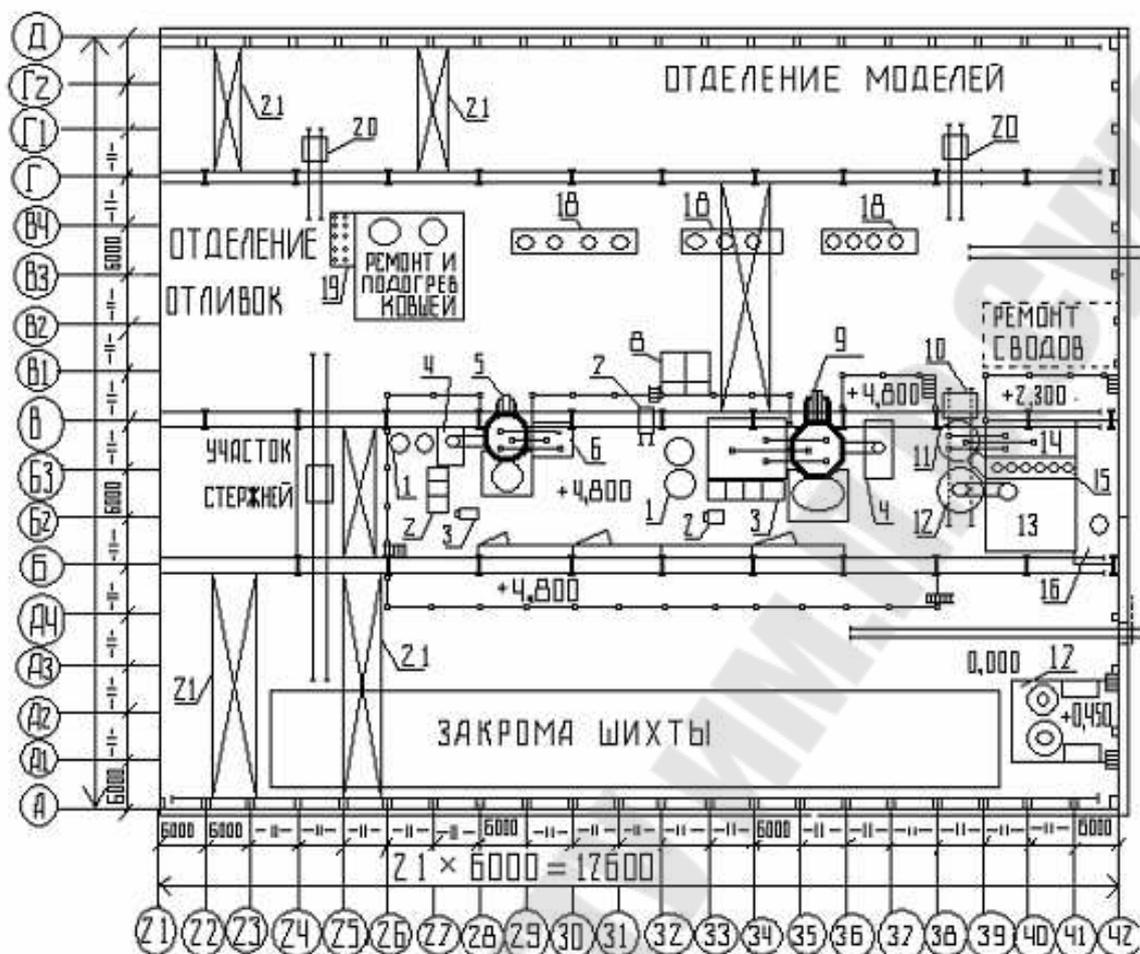


Рис. 8. План расположения ДСП-40 и АКВОС в сталелитейном цехе в осях: А-Д; 1- место размещения бадей и корзин; 2- коробка; 3- весы; 4- дымсос; 5- ДСП-5; 6- силовой трансформатор; 7- печь прогрева ферросплавов; 8- стенд прогрева ковшей перед заливкой; 9- ДСП-40; 10- сталеваз; 11- пост электроподогрева расплава; 12- блок вакуумирования ковша; 13- вакуумные насосы; 14- трансформатор; 15- бункера добавок; 16- воздухозаборник; 17- газификатор аргона и азота; 18- канава; 19- ремонт и прогрев стопоров; 20- передаточная тележка; 21- мостовой кран.

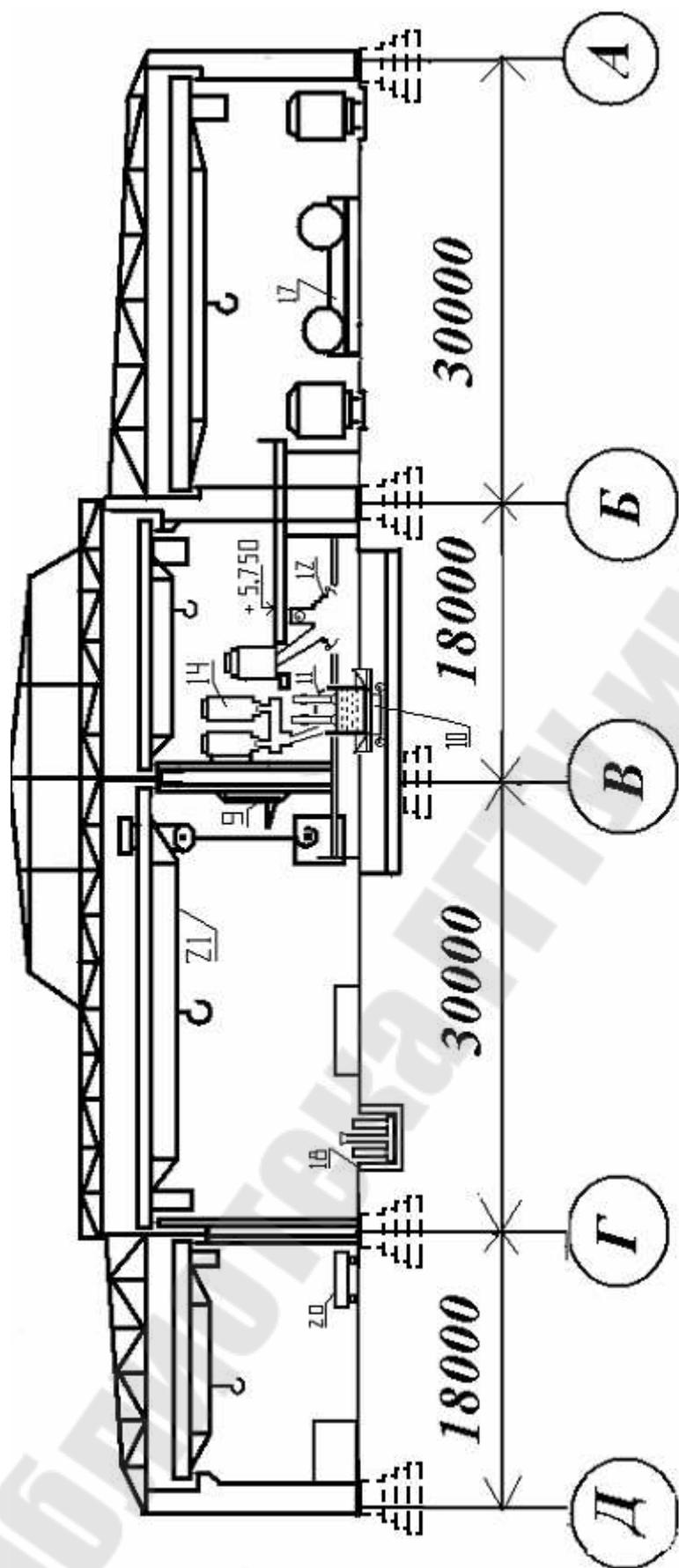


Рис.9. Разрез главного здания сталелитейного цеха. (Обозначения те же, что на рис.8)

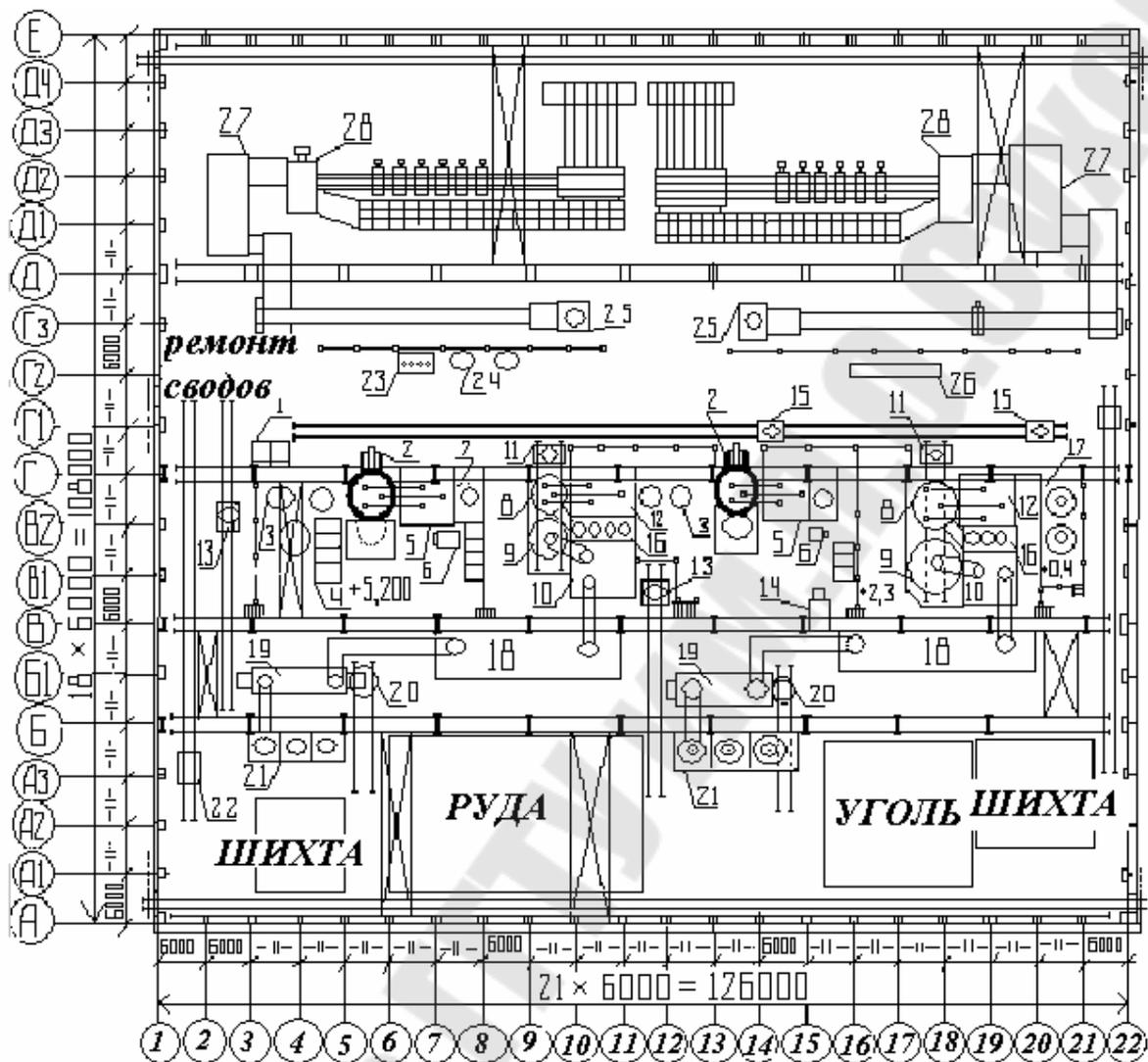


Рис.10. План расположения РОМЕЛТ, ДСП - 10, АКВОС и прокатного стана в осях: А-Е; 1-22.

1- стэнд прогрева ковшей; 2-ДСП-10; 3-место расположения корзин; 4-короба; 5-силовой трансформатор; 6-весы; 7-воздухоочистка; 8-стэнд подогрева расплава; 9-стэнд продувки кислородом и вакуумирования; 10-порозжескторные насосы; 11-сталевоз; 12-трансформатор; 14-печь; 15-сталевоз; 16-бункер добавок; 17-газификатор азота и аргона; 18-генератор пара; 19-РОМЕЛТ; 20-шлаковоз; 21-бункера; 22-передаточная тележка; 23-сборка и прогрев стопоров; 24-место ремонта и прогрева ковшей; 25-МНЛЗ; 26- канава ; 27-печь нагрева заготовок; 28-стан.

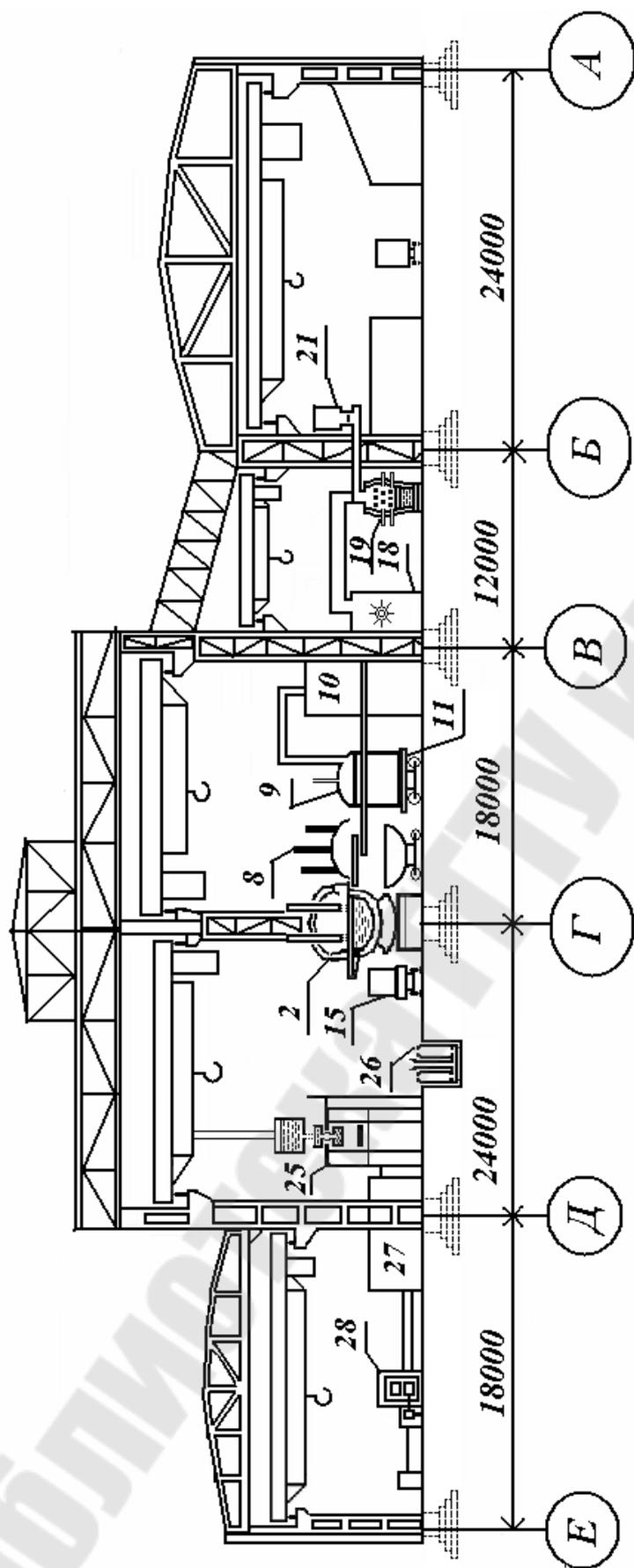


Рис.11. Поперечный разрез сталеплавильного цеха с РОМЕЛТ. (Обозначения те же, что на рис.10.)

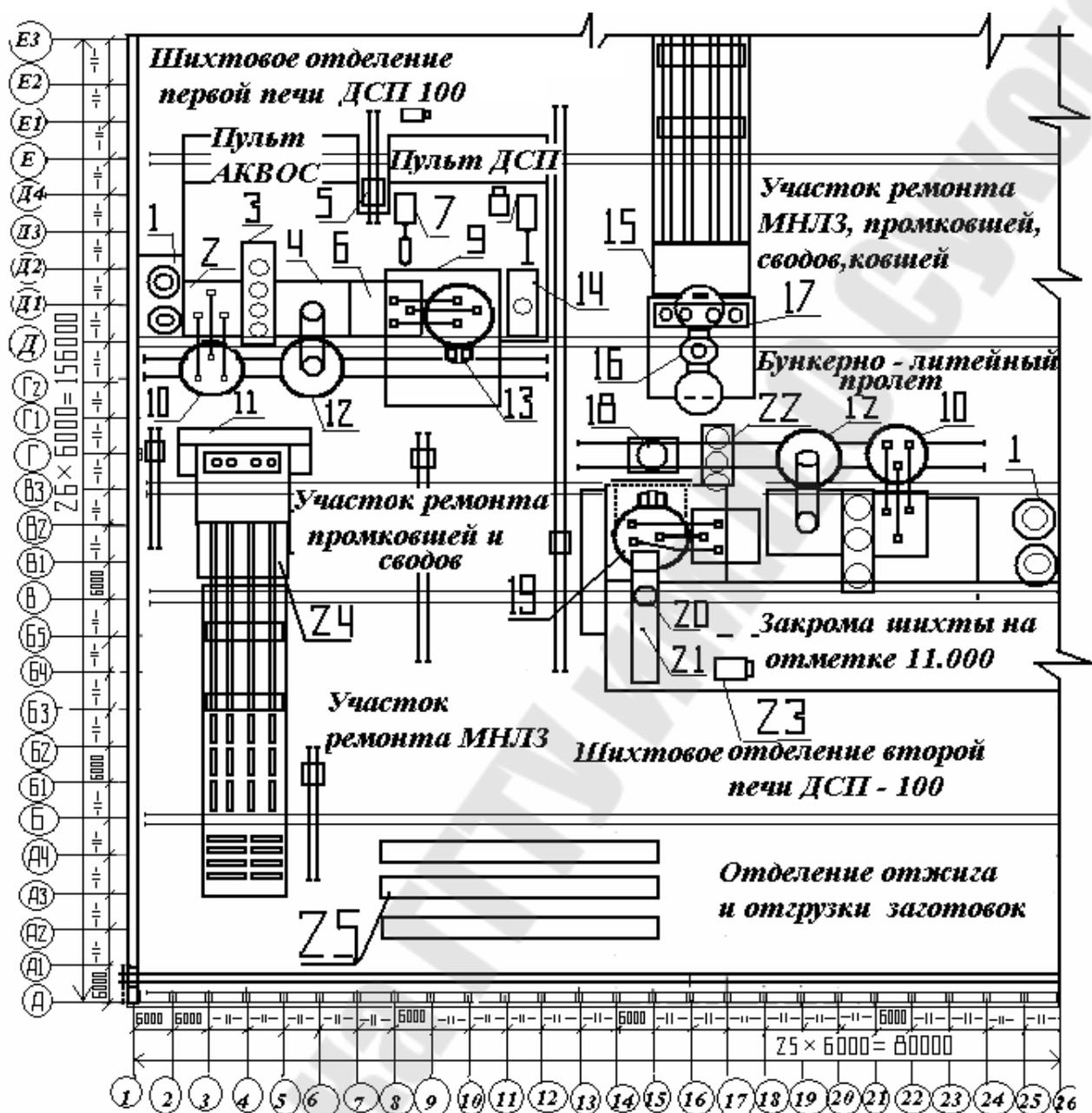


Рис.12. План электросталеплавильного отделения с двумя ДСП 100 (печь №2 оборудована подогревом шихты), в осях: А-Е3; 1-26.

1-установка газификации азота и аргона; 2- трансформатор; 3-бункера; 4-блок вакуумных насосов; 5-передаточная тележка; 6-силовой трансформатор; 7-загрузочная тележка; 8-механизм скачивания шлака; 9-защитный кожух печи; 10-печь подогрева; 11-участок прогрева ковшей; 12-вакууматор расплава; 13-ДСП 100; 14-дымоотсос; 15- радиальная МНЛЗ; 16-поворотное устройство; 17-промковши; 18-сталевоз; 19-ДСП 100; 20-дымосос ДСП 100; 21-конвейер подачи шихты в печь; 22-бункера добавок в ДСП 23-весы; 24-вертикальная МНЛЗ; 25-блок рольганговых проходных отжигательных печей.

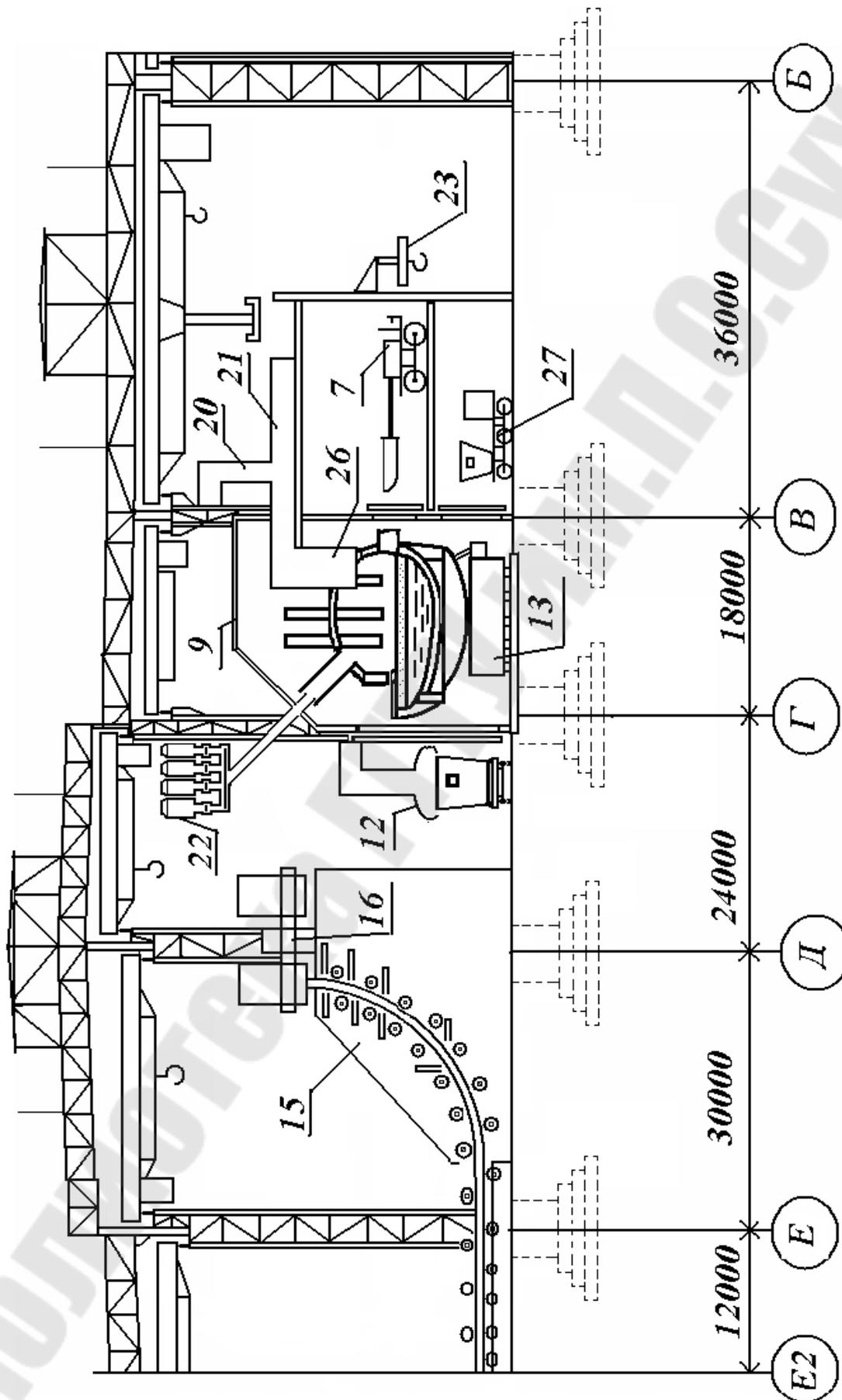


Рис.13. Поперечный разрез по печи №2 (подогрев шихты отходящими газами).
 26-камера подогрева шихты; 27-шлаковоз. (Остальные обозначения соответствуют рис.12)

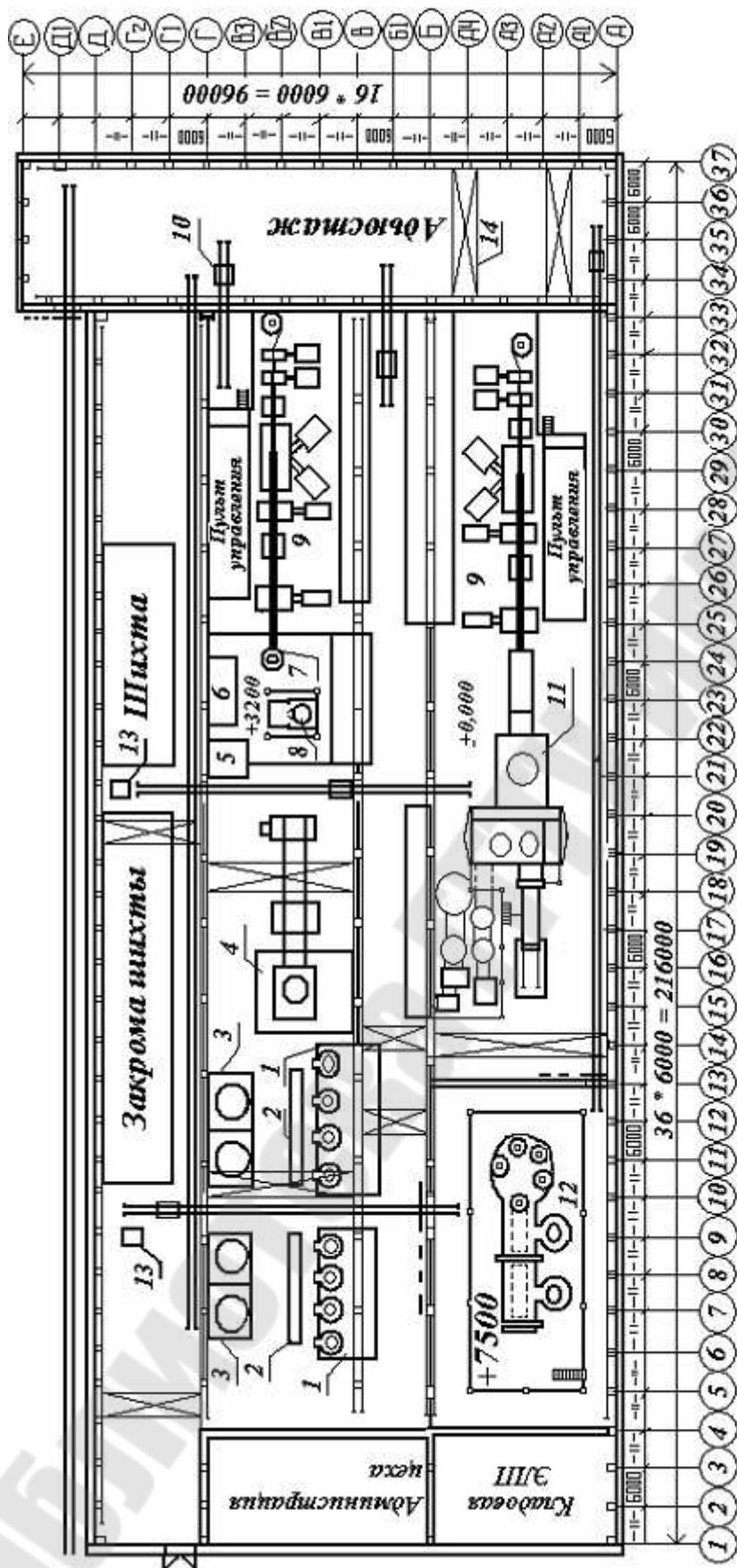


Рис.14. План электросталеплавленного цеха по выпуску специальных сталей и сплавов.

1-блок индукционных печей; 2-канавы; 3-участок ремонта и сушки ковшей и стопоров; 4-МНЛЗ
 5-пульт; 6-ремонт и прогрев ковшей; 7-промежуточная емкость МНЛЗ; 8-индукционная печь;
 9-литейно-прокатный агрегат с планетарным станом; 10-промежуточная тележка; 11-вакуум-
 ная печь с МНЛЗ; 12-агрегат электронолучевой плавки заготовок; 13-весы; 14-мостовой кран.

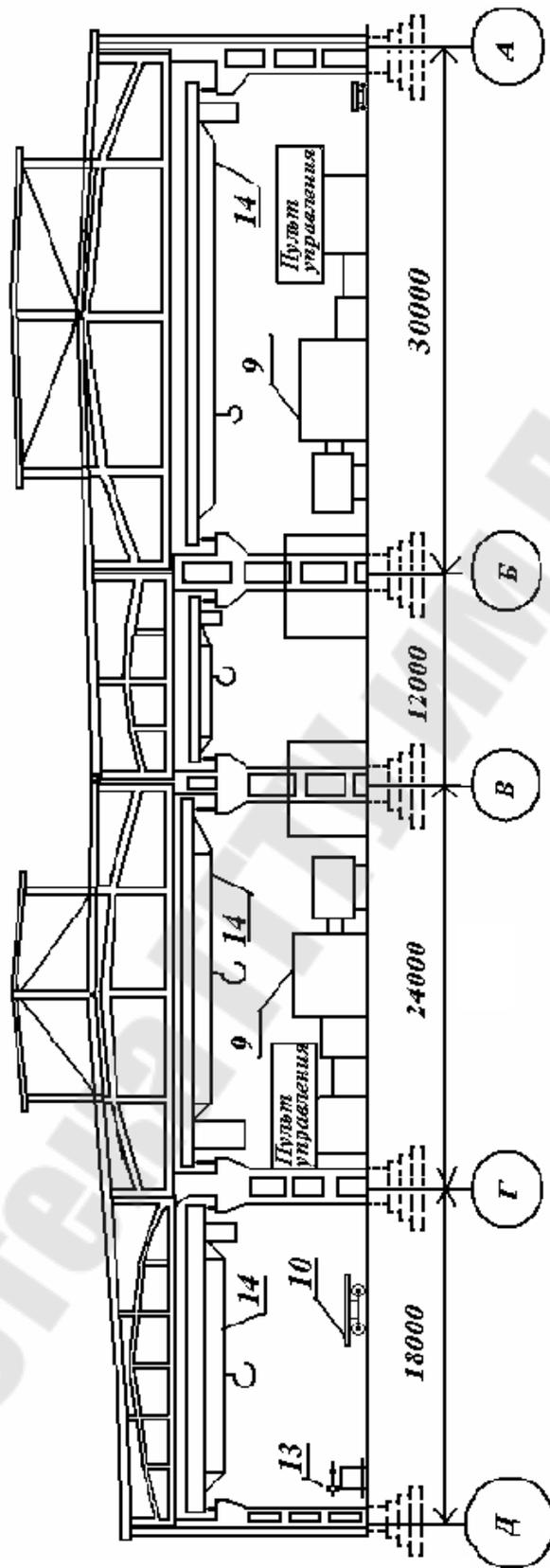


Рис.15. Поперечный разрез электростанции цеха. (Обозначения те же, что на рис.14.)

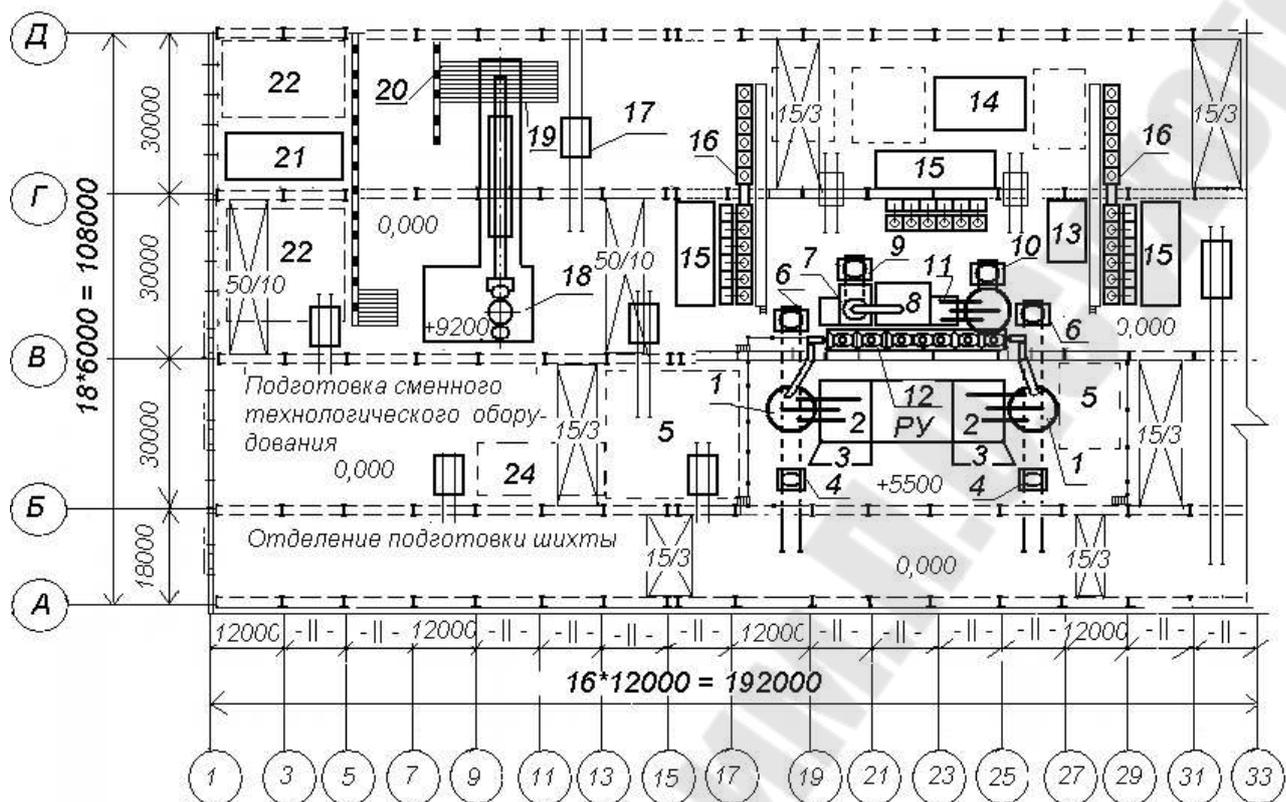


Рис.16. План расположения оборудования в ЭСПЦ в осях А-Д; 1-33.

1- Электродпечь емкостью 20т.; 2- печная подстанция ДСП-20; 3- пульт управления; 4- шлаковая чаша; 5- место контейнеров для догрузки бадей; 6- сталеваз ДСП-20; 7- установка вакуумирования стали в ковше; 8- парозжекторный насос; 9- сталеваз; 10- сталеваз; 11- трансформатор поста подогрева стали в ковше; 12- бункера для сыпучих материалов и ферросплавов; 13- машина для разделения горячих слитков; 14- машина для разделения холодных слитков; 15- подстанция дугового подогрева прибылей; 16- подвижная канава; 17- передаточная тележка; 18- УНРС; 19- устройство для подъема квадратной заготовки; 20- устройство для подъема и транспортировки круглой заготовки; 21- колодцы охлаждения; 22- складирование заготовок; 23- место ремонта и сушки стальнойковшей.

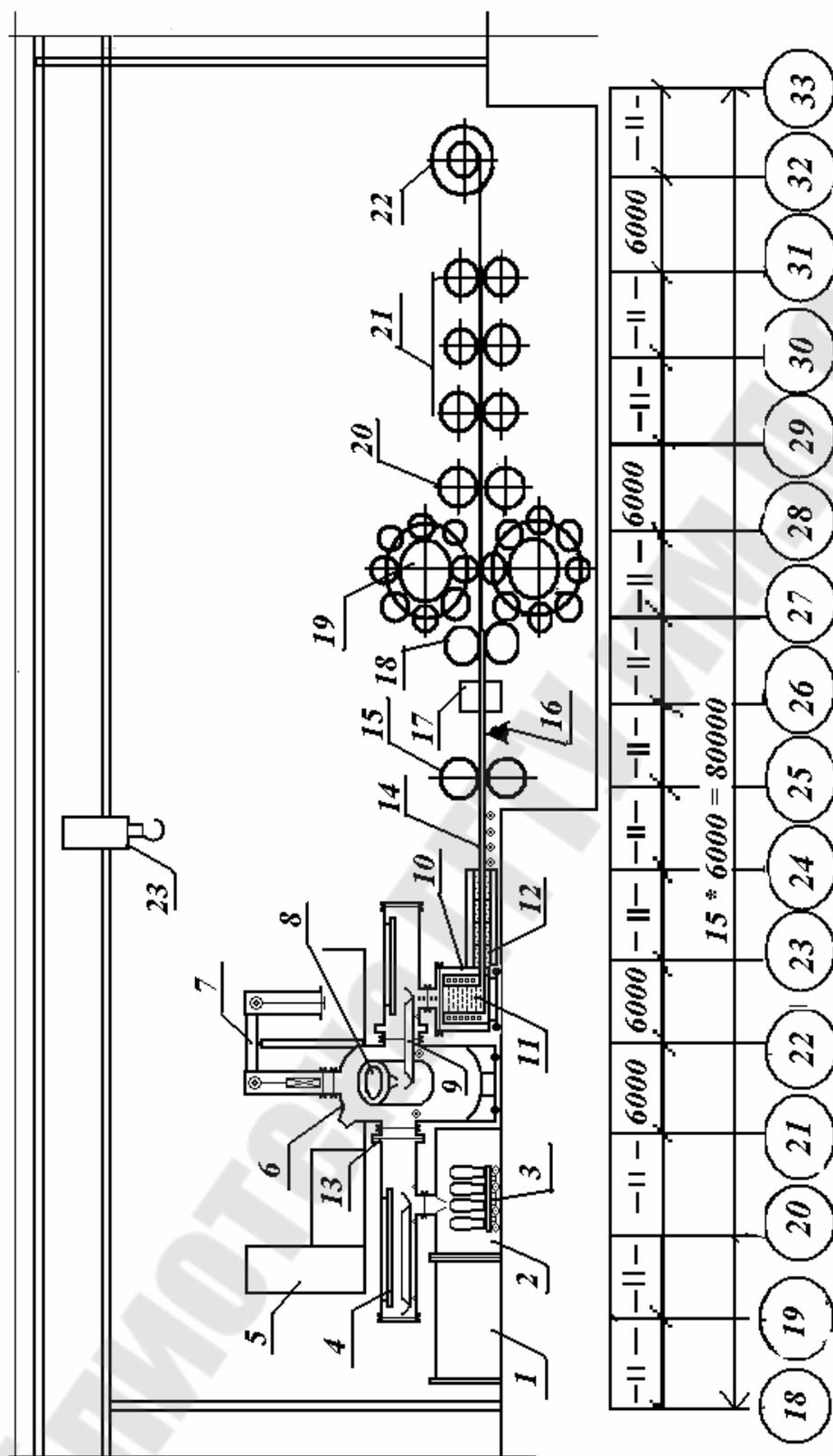


Рис.18. Схема разреза участка вакуумного литейно-прокатного агрегата с планетарным станом и МНГЛЗ. 1-вакуумная камера загрузки; 2-камера рзливки; 3-тележка с изложницами; 4-подогрев слитного жельоба; 5-блок управления; 6-печная вакуумная камера; 7-устройство загрузки печи; 8-индукционная плавильная печь; 9-разливочный желоб; 10-вакуумная камера; 11-индукционная печь подогрева МНГЛЗ; 12-кристаллизатор; 13-шиберный затвор; 14-литая непрерывная заготовка; 15-тянущие ролики; 16-лучевые ножницы; 17-индуктор; 18-задающая клетка; 19-планетарная клетка; 20-тянущие ролики; 21-клетки продольной прокатки; 22-моталка; 23-мостовой кран.

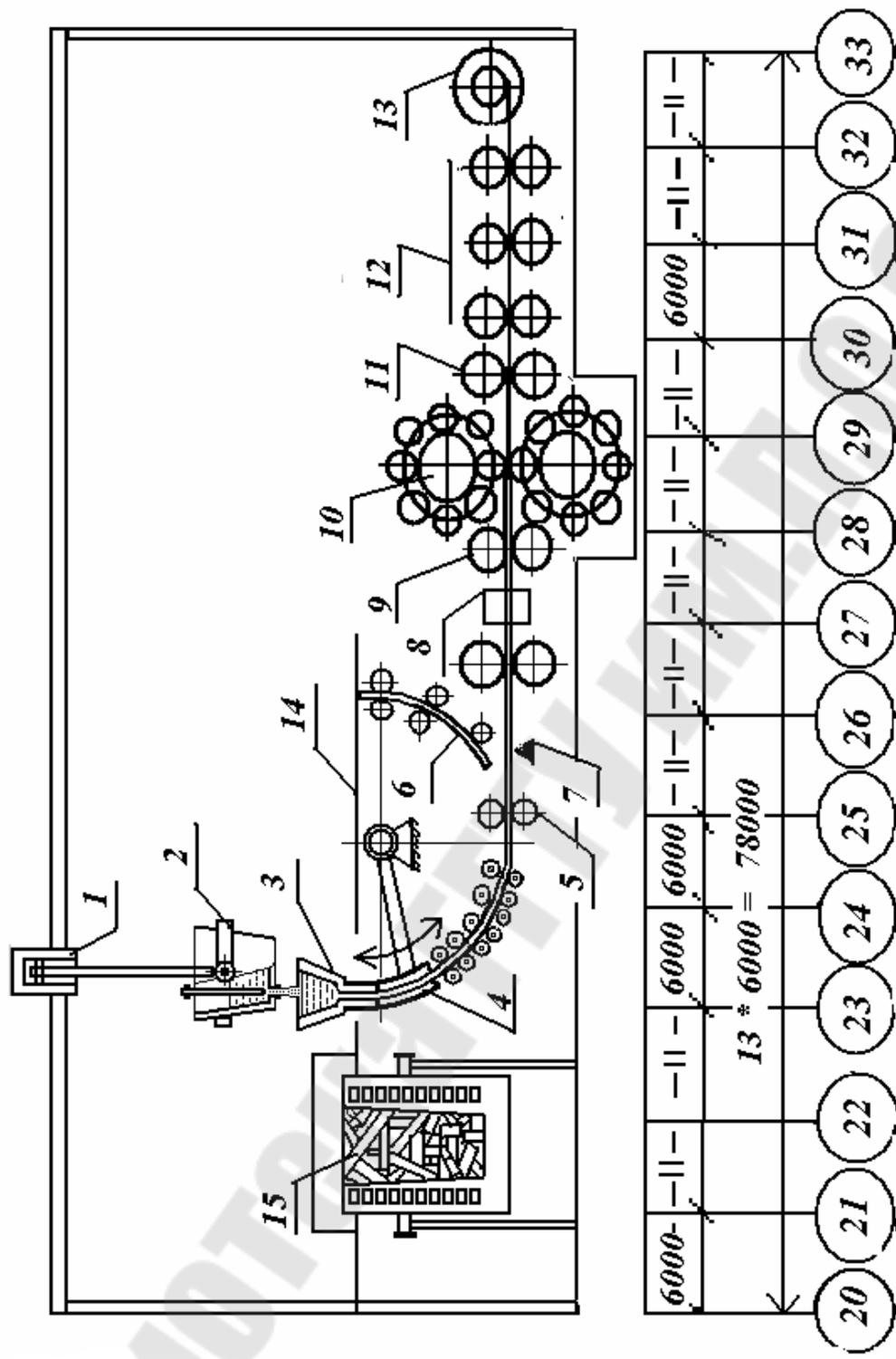


Рис. 19. Схема разреза участка литейно-прокатного агрегата с планетарным станом. 1-мостовой кран; 2-ковш; 3-промежуточная емкость (воронка); 4-кристаллизатор; 5-тянущее устройство; 6-затравка; 7-летущие ножницы; 8-индуктор; 9-задающая клеть; 10-планетарная клеть; 11-тянущие ролики; 12-клеть продольной прокатки; 13-моталка; 14-рабочая площадка; 15-индукционная печь.

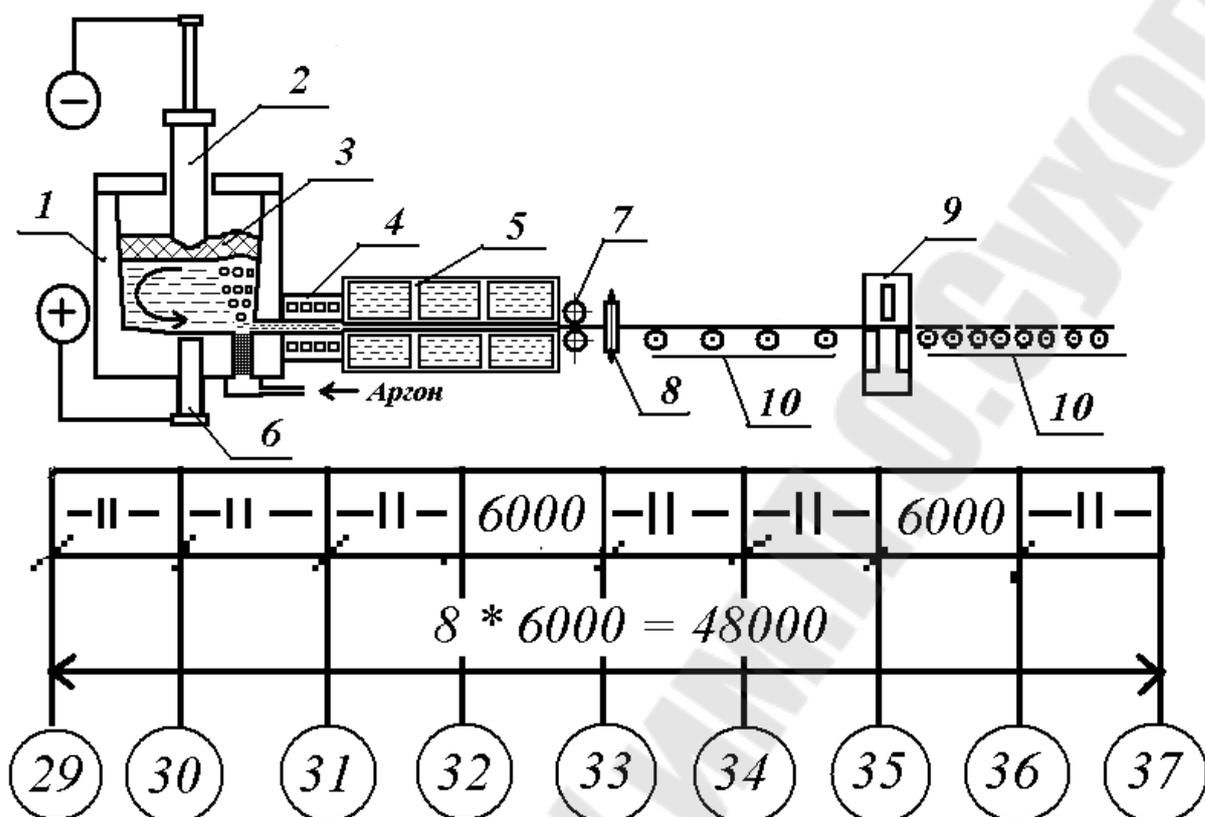


Рис.20. Схема устройства переплава заготовки (электрода) и изготовления тонкой литой отливки (сутунки). (К рис.19).

1-реактор(печь); 2-электрод; 3-шлак; 4-индуктор подогрева расплава; 5-плоский кристаллизатор; 6-подовый электрод; 7-тянущие ролики; 8-ограничивающие ролики; 9-летучие ножницы; 10-рольганг.

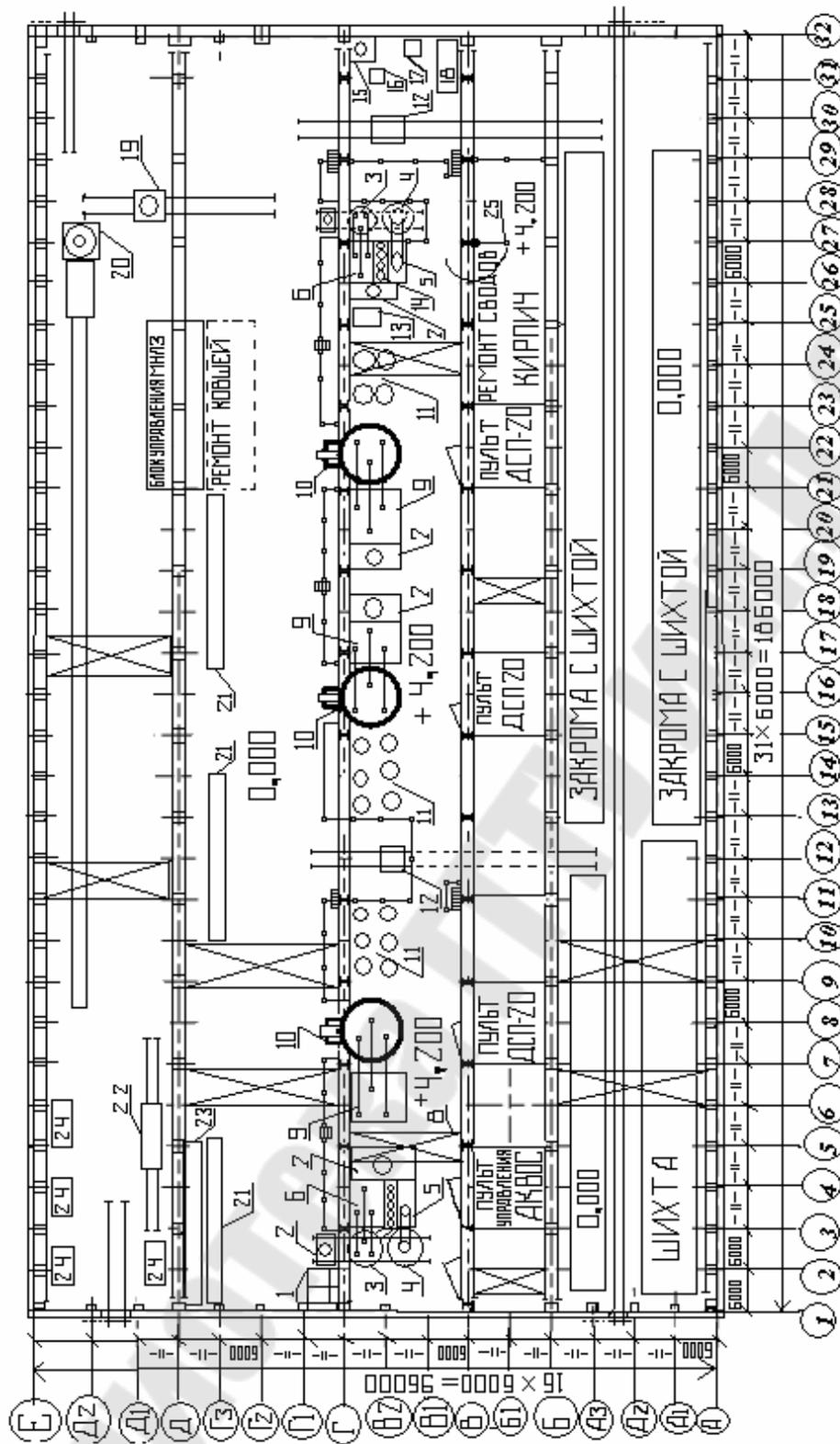


Рис.21. План расположения оборудования в сталелитейном цехе, оснащённом ДСП - 20, АКВОС и МНЛЗ.

- 1 - блок прогрева ковшей; 2 - сталево: АКВОС 3; 3 - дуговой электронагрев; 4 - вакуумный пост; 5 - блок вакуумных насосов;
- 6 - трансформатор подогрева раслава; 7 - вентиляционные шахты; 8 - мостовой кран; 9 - силовой трансформатор;
- 10 - дуговая электронагрев ДСП - 20; 11 - место установки корня; 12 - передаточная тележка; 13 - печь нагрева феррославо; 14 - бункера - дозаторы феррославо; 15 - горн; 16 - тиски; 17 - сверляемый станок; 18 - стол; 19 - сталево; 20 - МНЛЗ
- 21 - канава; 22 - термическая печь; 23 - трансформаторы подогрева плиты; 24 - термос; 25 - консольный кран.

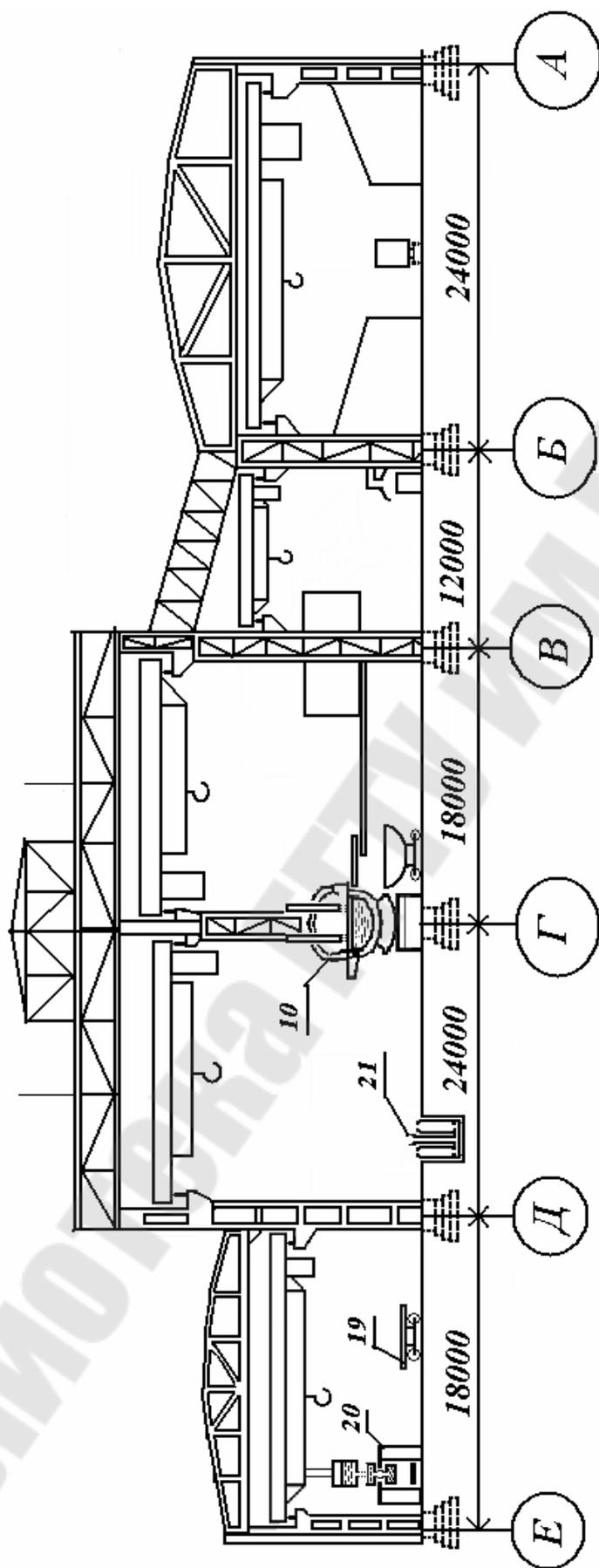


Рис. 22. Поперечный разрез сталеплавильного цеха. (Обозначения те же, что на рис. 21.)

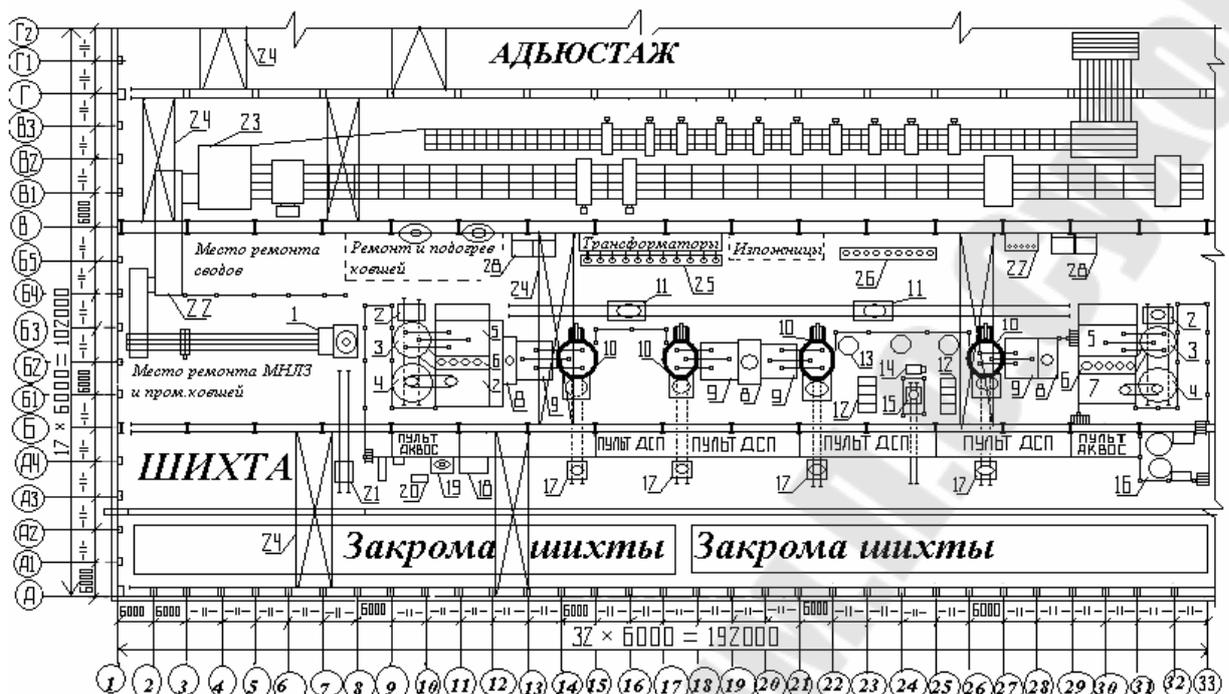


Рис 23. План расположения ДСП - 10, МНЛЗ, прокатного стана и АКВОС в сталелитейном - прокатном комплексе, в осях: А-Г2; 1-33.
 1 - МНЛЗ; 2 - сталево; АКВОС; 3 - электроподогрев расплава; 4 - стенд вакуумирования ковша; 5 - силовой трансформатор; 6 - бункер добавок; 7 - блок вакуумных насосов; 8 - дымосос; 9 - трансформатор ДСП; 10 - дуговая сталеплавильная печь (ДСП); 11 - сталево; 12 - корба; 13 - место установки кортин; 14 - весы; 15 - передаточная тележка; 16 - газификатор азота и аргона; 17 - шлаково; 18 - смеситель; 19 - горн; 20 - пресс; 21 - тележка; 22 - печь нагрева заготовок; 23 - прокатный стан; 24 - мостовой кран; 25 - канава с подогревом прибылей; 26 - канава; 27 - сборка и прогрев стоек; 28 - стенд прогрева ковшей перед заливкой металла.

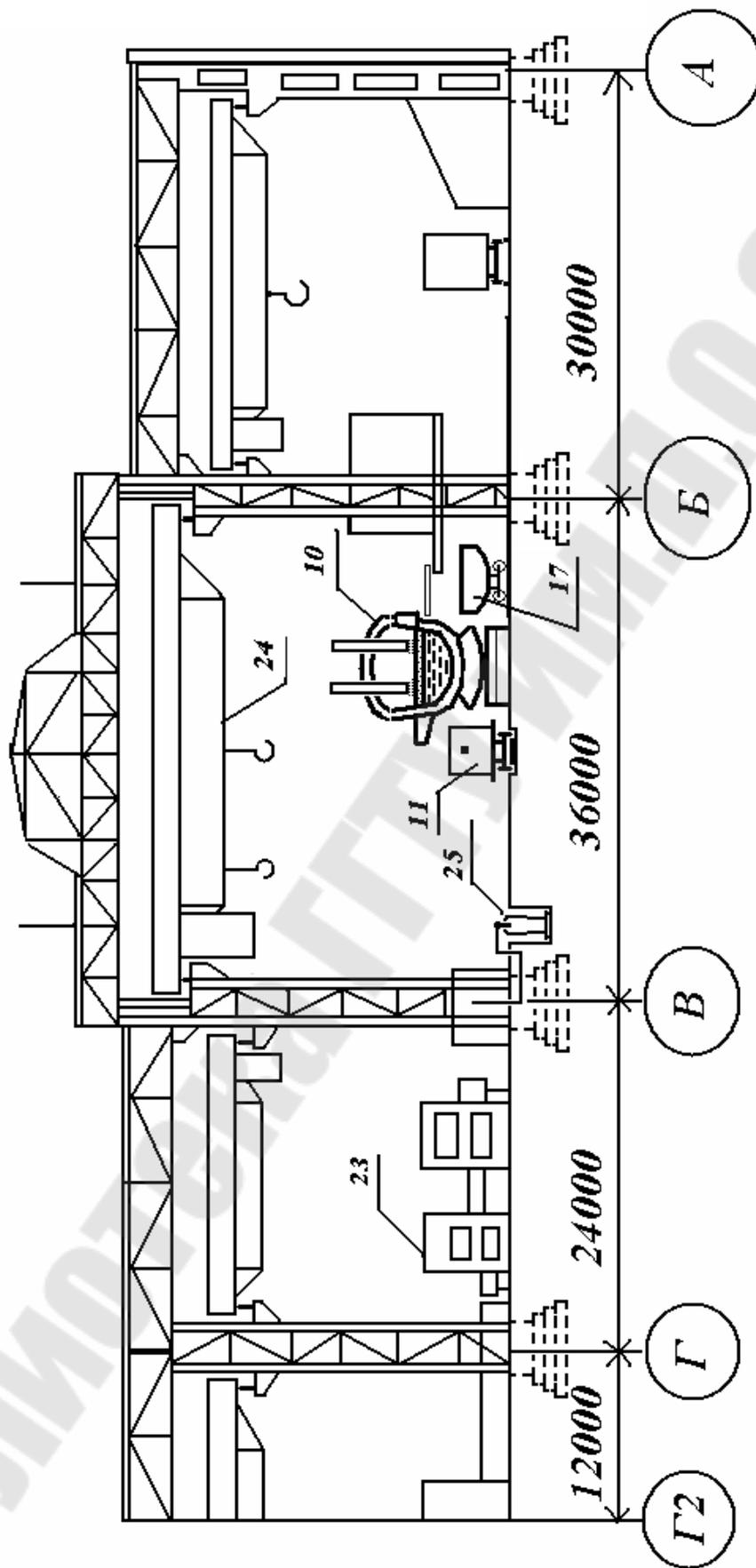


Рис. 24. Поперечный разрез сталелитейно - прокатного цеха. (Обозначения те же, что на рис. 23.)

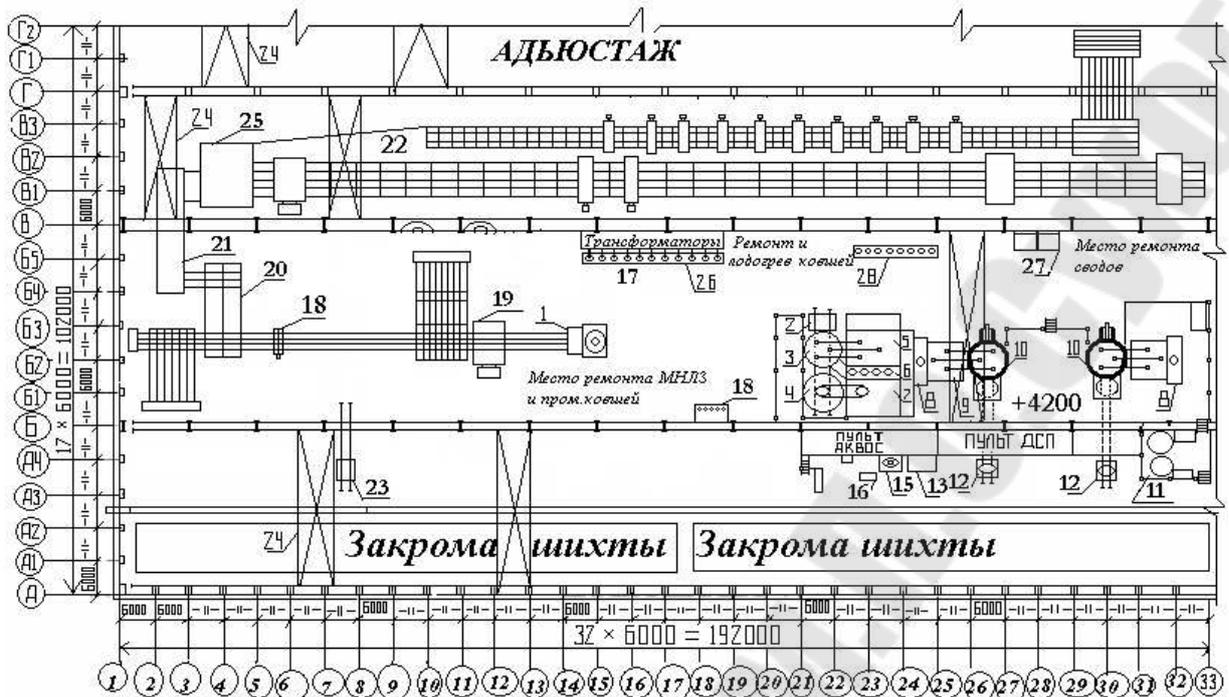


Рис. 25. План расположения литейно-прокатного модуля в осях: А-Г₂; 1-33.

1-МНЛЗ; 2-сталевоз АКВОС; 3-электроподогрев расплава; 4-стенд вакуумирования ковша; 5-силовой трансформатор; 6-бункер добавок; 7-блок вакуумных насосов; 8-дымосос; 9-трансформатор ДСП; 10-ДСП; 11-газификатор азота и аргона; 12-шлаковоз; 13-стол; 15-горн; 16-пресс; 17-перекладчик; 18-ножницы; 19-клеть предварительной деформации; 20-перегрузчик; 21-печь; 22-мелкосортный стан; 23-передаточная тележка; 24-мостовой кран; 25-клеть стана; 26-канавка с подогревом прибылей; 27-стенд подогрева ковшей перед заливкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каблуковский А.Ф. Производство электростали и ферросплавов.- М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 511с.
2. Соколов А.М. Скоростная плавка стали в дуговых электропечах. -М.: «Машгиз», 1963. -273с.
3. Семин А. Е., Кочетов А.И., Косырев К. Л. Выплавка стали в открытых дуговых печах. Уч. пособие.- М.: МИСиС, 1997. – 32с.
4. Айзатулов Р. С. Харлашин П. С., Протопопов Е. В., Назюта Л. Ю. Теоретические основы сталеплавильных процессов.- М.: МИСиС, 2004. -320с.
5. Эллиот Д.Ф., Глейзер М., Рамакришна В. Термохимия сталеплавильных процессов. М.: «Металлургия», 1969. - 252с.
6. Белова Т. Г., Афанасьев М. И., Никольский В. С. Metallургия стали. Лаб. практикум.- Электросталь, ЭПИ МИСиС, 2006. - 126с.
7. Мастрюков Б.С. Расчеты металлургических печей.- М.: Metallургия, 1986. -376с.
8. Авдеев В.А., Друян В. М., Кудрин Б. И. Основы проектирования металлургических заводов. Справочник.- М.: Интернет Инжиниринг, 2002. -464с.
9. Сталь на рубеже столетий/ Колл. авторов, ред. Карабасов Ю. С. –М.МИСиС, 2001. – 664с.
10. Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. Общая металлургия. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 768с.
11. Шмарихин В.К. Учебное пособие по экономическим и организационным вопросам в дипломном проектировании для студентов специальностей 12.04. - М.: МИСиС, 1988. – 116с.
12. Самарин А.М. Электрометаллургия. – М.: ГНТЧМ, 1943. – 516с.
13. Шерашевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. – Л.:Стройиздат, 1976. - 152с.
14. Новик Л.М. Внепечная вакуумная металлургия стали. М.: - Наука, 1986. -192с.
15. Поволоцкий Д. Я., Гудим Ю. А. Выплавка легированной стали в дуговых печах. – М.: Metallургия, 1987. – 138с.
16. Зальцман Э. С. Изложницы для легированных сталей. - Электросталь: ЭПИ МИСиС, 2004.-208с.

17. Соколов Г. А. Внепечное рафинирование стали. – М.: Металлургия, 1977. -208с.
18. Кудрин В.А. Металлургия стали. – М.: Металлургия, 1989. - 560с.
19. Черепанов К. А., Черныш Г. И. и др. Утилизация вторичных материальных ресурсов в черной металлургии. – М.: Металлургия, 1994. – 224с.
20. Арутюнов В. А., Егоров А. В., Стомахин А. Я. Дожигание горючих компонентов в рабочих камерах промышленных печей. Известие ВУЗОВ. Ч.М. – 2003. №3, 46 – 55с.
21. Поволоцкий Д.Я. Кудрин В.А. Вишкарев А.Ф. Внепечная обработка стали. – М.: «МИСиС», 1995. – 256с.
22. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали.- М.: «Мир», 2003. – 528с., ил.
23. Зайцев Н.Л. Экономика организации.- М.: «Экзамен», 2004. – 624с.
24. Физико – химические расчеты электросталеплавильных процессов: Сб. задач с решениями / В.А.Григорян, А.Я.Стомахин, Ю.И.Уточкин и др. – М.: МИСиС, 2007. – 318 с.
25. Звонарев В.П., Щербаков С.И. и др. Глубокое восстановление хрома из шлаков в ДСП при производстве коррозионно-стойких сталей. Сталь.- 2007 - №6, -30.
26. Кузьмин М.Г. Чередниченко В.С. Отечественный агрегат ковш-печь для внепечной обработки стали.- Сталь, 2006. - №6, -.38с.
27. Балландино В. Джордж К. Комплексная обработка стали в ковше-печи: практический подход.- Сталь, 2007. - №11, – 52с.

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-42 01 01
«Металлургическое производство
и материалобработка (по направлениям)»
специализации 1-42 01 01-01 «Металлургическое
производство и материалобработка (металлургия)»
направления 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия
черных и цветных металлов»
дневной и заочной форм обучения**

Составитель **Жаранов** Виталий Александрович

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 10.04.17.

Рег. № 53Е.

<http://www.gstu.by>