

Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Металлургия и технологии обработки материалов»

Л. Е. Ровин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВ

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

Гомель 2017

УДК 621.745.3(075.8)
ББК 30.604я73
Р58

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 13 от 11.03.2016 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Обработка материалов давлением» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук *С. Б. Сарело*

Ровин, Л. Е.

Р58 Проектирование цехов : учеб.-метод. пособие по курсовой работе для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка» специализации 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» днев. и заоч. форм обучения / Л. Е. Ровин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 90 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: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Пособие содержит рекомендации по структуре, оформлению, защите и тематике курсовых работ.

Для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка».

**УДК 621.745.3(075.8)
ББК 30.604я73**

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

Содержание

	стр.
1. Цель и задачи курсового проектирования.....	3
2. Тематика курсовых работ.....	5
3. Задание на курсовую работу.....	8
4. Состав, содержание и объем курсовой работы.....	9
5. Оформление курсовой работы.....	12
6. Защита курсовой работы.....	26
Литература	27
Приложение1 Основные правила проектирования отделений и цехов.....	28
Приложение2. Принципиальные проектные решения.....	30
Приложение 3. Площади и планировка отделений.....	38
Приложение 4. Разливочный(литейный) пролет.....	44

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовое проектирование является этапом изучения специальных дисциплин и имеет целью:

- систематизацию, углубление, закрепление и расширение теоретических знаний и знаний, связанных с профессиональной подготовкой;
- применение знаний, связанных с профессиональной подготовкой, к самостоятельному и творческому решению конкретных инженерных задач по технико-экономическому обоснованию выбора технологии, выбору и расчету оборудования, расчету основных параметров цеха или отделения, выбору и обоснованию методов и средств модернизации или реконструкции основного оборудования, средств защиты окружающей среды и ресурсосбережения.

Основная задача курсового проектирования – приобретение студентами навыков:

- самостоятельной творческой работы при сборе и изучении исходных материалов для проектирования во время производственной практики, работы с литературой и другими источниками информации: монографии, периодические отраслевые издания, материалы конференций и совещаний, опытно – конструкторские разработки, отчеты по НИР, реферативная и переводная литература и электронной информацией, в том числе “Интернет”, сайты ГГТУ им. П.О.Сухого, электронные библиотеки
- анализа технико– экономических показателей отечественных и зарубежных металлургических цехов и основного оборудования, в первую очередь плавильных агрегатов, средств внепечной обработки сплавов, непрерывной разливки и т.д.
- умения пользоваться справочной литературой, нормативными и другими проектными материалами, включая ГОСТы и размерные ряды параметров печей и цехов,
- умения разрабатывать новые прогрессивные и эффективные проектные решения или применять совокупность известных ранее рациональных решений;
- выполнения инженерных расчетов с использованием ЭВМ;
- графического выполнения проектных решений с использованием ЭВМ;
- умения анализировать, обобщать и защищать разработанные проектные решения.

В ходе курсового проектирования студент должен использовать знания, приобретенные при изучении специальных и общинженерных

дисциплин: «Общая металлургия», « Специальная электрометаллургия», «Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика», «Плавка», «Компьютерное моделирование технологических процессов», «Высшая математика» и др.

2 ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Тематика курсовых работ отвечает учебным задачам специальных дисциплин, связана с практическими задачами современного металлургического производства. Курсовая работа должна выполняться преимущественно по реальной, в том числе научно – исследовательской тематике.

Материал для выполнения курсовой работы студент должен собрать во время производственной практики. В связи с этим целесообразно ознакомить студентов с рекомендованным списком тем курсовых работ перед началом практики.

При выборе темы преподаватель – руководитель курсовой работы может варьировать технические характеристики печи или установки,

Курсовое проектирование по дисциплине «Проектирование цехов» выполняется на 9-ом семестре после завершения изучения основных спецкурсов.

Целью курсового проектирования являются закрепление теоретических знаний в области проектирования цехов, дальнейшее совершенствование практических навыков подбора, расчета и расстановки технологического и транспортного оборудования, развитие творческого подхода к проектированию цехов по производству сплавов металлургических полуфабрикатов и изделий, а также подготовка к дипломному проектированию

Тематика курсового проектирования может включать разработку одного из отделений цеха, завершающуюся построением его технологической планировки с соблюдением строительных стандартов, а также схему рассчитанных грузопотоков основных материалов цеха, общие виды (сборные чертежи) основного оборудования в данном отделении цеха.

В расчетно-пояснительной записке к проекту должен быть представлен аналитический обзор применяемых современных технологий и техники по тематике курсовой работы, обоснование выбранного варианта, описание и расчет технологического процесса и оборудования, включая оборудование подъемно-транспортное оборудование, описаны структура и работа спроектированного отделения, отражены вопросы экологии и т.п., представлен список использованных литературных источников и спецификации к графической части.

Графическая часть курсовой работы оформляется, как правило, в электронном виде, объем – 2 листа формата А1.

Общий объем записки –40- 50 страниц.

Существует около 20 методов интенсификации работы электродуговых печей. Применение этих методов позволило сократить время плавки в ДСП почти в три раза, сократить расход электроэнергии с 600 до 300 кВт.ч. на 1 тонну, сократить расход электродов, огнеупорной футеровки и т.п. Среди них наиболее широко используемые :

- Подогрев шихты перед плавкой до $t \geq 750-850^{\circ}\text{C}$. , что дает сокращение затрат эл.энергии на 200-250 кВт.ч./т , сокращение времени плавки на 10-15 мин., улучшение экологических характеристик – сокращение выбросов на 30%.

- Использование газо-кислородных горелок, установленных в стенах печи и вводимых через рабочее окно, сокращает время плавки и расход электроэнергии пропорционально затратам природного газа – до 30-50 кВт.ч/т.

- Использование плазменных горелок – сокращает время плавки (энергию нет).

- Сокращение расхода футеровки и межремонтных простоев за счет применения водоохлаждаемых стеновых панелей и сводов.

- Увеличение мощности питающих трансформаторов до 1000-1500 кВт/т, что увеличивает длину и устойчивость дуги – сокращение времени плавки.

- Эркерный слив металла (донный слив), что ускоряет процесс выдачи жидкого металла, устраняет попадание шлака в ковш.

- Технологические приемы интенсификации :

- вспененные шлаки,

- жидкая завалка (до 20%),

- продувка O_2 ,

- продувка N_2 , Ar.

- для снижения расхода энергии в ДСП перенос операций окисления и восстановления в дуговую печь меньшей мощности (установки "ковш-печь").

Темы курсовых работ выбираются с учетом материалов, собранных студентом составы шихты и сплавов, размеры заготовок, тип топлива, параметры нагрева и т.п.

Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Разработать и рассчитать технологическую планировку отделения плавки (одной или нескольких марок): углеродистой стали, кордовой стали, легированной (по маркам); алюминиевых сплавов; медных сплавов.
2. Разработать и рассчитать производственное подразделение (отделение) для подготовки, складирования и набора шихты для выплавки заданных марок сталей и сплавов с использованием электропечей типа: ДСП, ДППТ, ИТП, ЭШП и др.
3. Разработать и рассчитать производственное подразделение (отделение) для внепечной обработки по видам техпроцессов: рафинирования, дегазации, вакуумирования и др. (по маркам сплавов).
4. Разработать и рассчитать производственное подразделение (отделение) разлива сплавов (МНЛЗ).
5. Разработать и рассчитать производственное подразделение (отделение) рециклинга металлоотходов: окалины, стружки, сплавов и т.п.
6. Разработать и рассчитать производственное подразделение (систему) аспирации и очистки выбросов от основного металлургического оборудования. Предусмотреть возможность герметизации печей.
7. Разработать и рассчитать производственное подразделение (установку) подогрева шихты для электропечей, предусмотреть транспортно-загрузочное оборудование.
8. Разработать и рассчитать технологический процесс и оборудование для него, обеспечивающий снижение энергопотребления при плавке сплавов. Разработать компоновочную схему.
9. Разработать и рассчитать технологический процесс и оборудование, обеспечивающие повышение качества сплавов (по маркам): снижение количества неметаллических включений, ликвацию, содержание вредных примесей, легирование, модифицирование и др. разработать компоновочную схему.
10. Разработать и рассчитать реконструктивные мероприятия действующего оборудования и/или техпроцесса с целью повышения технико-экономических показателей., прежде всего ДСП.

Примечание. Конкретные данные по каждому заданию выдает руководитель.

3..ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Задание на выполнение курсовой работы обеспечивает комплексное решение поставленных инженерных задач, задание готовит и выдает студентам ведущий преподаватель.

Задание предусматривает: разработку проектных решений технического и организационного характера, определение рациональных технико-экономических параметров, составления материального и энергетического балансов; разработку проектных решений по созданию условий безопасности эксплуатации и мероприятий по охране окружающей среды, внедрению безотходной или малоотходной технологии; разработку проектных решений экономического характера в виде оценки показателей стоимости и качества выплавляемых сплавов и т.п., расчета производительности и удельного расхода энергии на основе использования достижений научно – технического прогресса в области металлургии черных и цветных металлов для интенсификации работы печей; проведение конструктивных и технологических расчетов, выполнение расчетных и графических работ с указанием количества, содержания и формата чертежей (например, общий вид и необходимые разрезы, графики, эпюры и т.п.).

Часть перечисленных вопросов может быть опущена, если она не вытекает из содержания курсовой работы, степень их детализации должна соответствовать тематике проекта и количеству времени, выделенному на основании учебного плана для его выполнения.

Исходные данные для проектирования должны основываться на производственных показателях, современных печей и справочном материале. В исходных данных указывают рекомендуемую литературу, учебные и методические пособия, материалы проектных разработок. Необходимо предусматривать возможность использования в качестве источника информации “Интернет”а. В задании указывают перечень обязательных расчетов и чертежей.

Сроки начала и окончания курсового проектирования, в том числе сроки выполнения отдельных этапов проектирования указывают для контроля и организации самостоятельной работы студента во время курсового проектирования.

Каждое задание на курсовую работу должно содержать элементы

новизны, обеспечивающие творческий характер работы над проектом и соответствующие активной самостоятельной работе по углублению теоретических знаний и практических навыков по специальности.

4. СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по спецкурсу состоит из расчетно – пояснительной записки и графической части.

В содержание расчетно – пояснительной записки входят расчеты по проектным решениям технического, экологического и экономического характера.

Пояснительная записка курсовой работы должна иметь следующие разделы, отражающие вместе с графической частью весь комплекс разработанных решений в соответствии с заданием:

1. Титульный лист.
2. Задание на выполнение курсовой работы.
3. Введение.
4. Общая часть: описание и обзор аналогов.
5. Проектные решения технического характера.
6. Результаты расчетов с использованием ЭВМ, в том числе проектные решения социального характера, по охране труда и окружающей среды.
7. Проектные решения экономического характера
8. Выводы.
9. Список использованных проектных материалов и литературы.
10. Приложения: спецификация чертежей графической части курсовой работы, фото, графики, таблицы и др. иллюстративные материалы.

Содержание разделов курсовой работы:

4.1. Титульный лист

Форма титульного листа приведена в Приложении 1.

4.2. Задание на выполнение курсовой работы

В Приложении 2 приведена форма бланка задания на выполнение курсовой работы. Задание выдается преподавателем – руководителем и утверждается зав. кафедрой. Студент расписывается на бланке о получении задания

4.3. Введение

Во введении формулируют цели курсовой работы на основе перспективных и актуальных технологических решений, обоснование

целесообразности задания, реконструкции или модернизации объекта курсового проектирования, краткое изложение разработанного технического решения.

4.4. Содержание общей части расчетно – пояснительной записки

4.4.1. Общие сведения

Излагаются основные характеристики, назначение и принцип действия технического объекта, разрабатываемого в курсовой работе. Его назначение и место в технологической цепочке. Преимущества и недостатки. Обоснование модернизации. Формируется задача курсовой работы по данной теме.

Проектные решения технического характера

В этом разделе записки содержатся описание и расчеты, на основе которых приняты проектные решения технического характера.

В раздел могут включаться:

- расчет материального и энергетического баланса технологического процесса плавки или внепечной обработки, теплового баланса печей и установок,
- определение мощности проектируемой печи на основе составления энергетического баланса и/или теплового баланса,
- расчет потребности в транспортном и вспомогательном оборудовании,
- расчет потребности в производственной площади и другие необходимые для разработки проекта вопросы.

Конкретный перечень задач определяет руководитель в рамках объема курсовой работы, предусмотренной учебным планом.

Обоснование предлагаемых проектных решений технического характера должно быть представлено в виде сравнительных характеристик с другими возможными вариантами (по возможности на основе оптимизационных расчетов с применением ЭВМ) и указанием их преимуществ по одному или нескольким основным показателям:

- а) повышение эффективности технологического процесса;
- б) повышение качества продукции;
- в) устранение лимитирующих факторов технологического процесса (ликвидация “узких” мест в производственном процессе);
- г) экономия материальных и энергетических ресурсов;
- д) улучшение экологических характеристик.

В ряде случаев содержанием этого раздела записки может быть углубленная проработка варианта проектного решения, в частности, на базе новых агрегатов, разрабатываемых кафедрой в рамках НИР и ОКР.

В случае выполнения расчетов с использованием стандартных и специализированных программ ЭВМ в тексте данного раздела расчетно

– пояснительной записки приводятся сведения о методике использования ЭВМ, блок – схемы и алгоритмы решаемых задач и обсуждение результатов расчета.

4.4.2. Решения организационного характера.

В этом разделе расчетно – пояснительной записки отражаются вопросы, связанные с обслуживанием и применением агрегата или установки в производственном цикле:

- режим работы проектируемой печи (установки);
- обслуживание и требуемый персонал
- периферийные и вспомогательные устройства для обслуживания печи (транспорт, загрузочные устройства, системы аспирации и герметизации и т.п.)
- длительность рабочего цикла;
- производительность цикловая (часовая) и действительная (расчетная)
- технологическая планировка (эскизный вариант).

4.4.3. Проектные решения социального характера.

Этот раздел должен содержать комплекс инженерных проектных решений, направленных на создание наиболее благоприятных условий труда, безопасной эксплуатации, защиты окружающей среды, с учетом требований экологии и техники безопасности.

4.4.4. Проектные решения экономического характера.

В этом разделе расчетно-пояснительной записки отражаются вопросы, включающие:

- определение расходных коэффициентов металлошихты, различных энергоносителей, в том числе топлива и технологической электроэнергии;
- ориентировочную оценку стоимости создания новой или реконструкции действующей печи (установки)
- ориентировочную оценку экономического эффекта от использования проектируемого оборудования.

4.4.5. Графическая часть курсовой работы.

Графическая часть курсовой работы включает в себя два – три

чертежа формата А1 со спецификацией, в том числе

- общий вид (технологическая планировка) и необходимые разрезы отделения или установки, если курсовая работа носит инновационный характер.

- таблицы, графики и фотоснимки (оригинальные), иллюстрирующие новый процесс, установку, модернизированные агрегаты, структуры, дефекты или виды брака и т.д.

Чертежи должны быть выполнены в соответствии с ЕСКД.

Спецификацию как текстовый конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы (комплекса или комплекта), выполняют на отдельных листах формата А4 по форме 1 для первого или заглавного листа и по форме 1а – для последующих листов и прилагают к расчетно – пояснительной записке курсовой работы (приложение). Для заглавного листа спецификации основную надпись выполняют по форме 2, а для последующих листов - по форме 2а, при этом обозначение (код) документа соответствует чертежу общего вида (сборочной единицы).

Чертежи выполняют в карандаше или методом компьютерной графики (Программа AutoCAD или Compas).

Каждый чертеж должен быть подписан исполнителем и руководителем (консультантом) курсовой работы.

5. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

5.1. Оформление расчетно – пояснительной записки к курсовой работе

Расчетно – пояснительная записка должна в краткой и четкой форме раскрывать содержание мероприятий, конструктивных решений и инновационных особенностей, которые являются основой курсовой работы, содержать обоснование проектных решений, принятые методы расчета и сами расчеты (программы для расчетов, выполненных с использованием ЭВМ, могут быть вынесены в Приложение), анализ результатов расчетов и сравнение различных вариантов проектных решений. Пояснительная записка должна сопровождаться необходимыми иллюстрациями, эскизами, диаграммами, таблицами, схемами, ссылками на справочную литературу и другие источники информации.

Материал расчетно– пояснительной записки располагают согласно логическому изложению в соответствии с составом курсового проекта.

Текст пишут в безличной форме. При его написании следует соблюдать основные требования:

- четкость и логическую последовательность изложения;
- убедительность аргументации;
- краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- использование только общепринятой терминологии, регламентированной государственными стандартами.

5.1.1. Общие требования

5.1.1.1. Текст может быть выполнен машинописным способом, а также с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ, на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора межстрочных интервалов (8 мм). Для текстов, выполненных на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ, высота букв и цифр должна быть не менее 1.8 мм.

5.1.1.2. Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое – не менее 10 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 15 мм, нижнее – не менее 20 мм.

Плотность текста должна быть одинаковой, за исключением материалов, вынесенных в приложение.

5.1.1.3. Схемы, рисунки и графики функциональных зависимостей, диаграммы выполняют черной пастой (тушью) или с применением печатающих устройств на стандартных листах белой бумаги. При необходимости выполнения таких рисунков на бумаге с нанесенной координатной сеткой, они должны быть помещены в Приложении к работе.

Допускается применять в качестве иллюстраций фотографии, а также в приложении ксерокопии.

5.1.1.4. В тексте НЕ ДОПУСКАЕТСЯ:

- применять для одного и того же понятия различные научно – технические термины, а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных в русском языке;
- применять сокращения слов и словосочетаний, кроме установленных правилами орфографии и пунктуации;
- употреблять математические знаки без цифр, например, « $\leq$ » (не более), « $\geq$ » (не менее), « $=$ » (равно), « $\neq$ » (не равно), а также знаки № (номер) и % (процент);

5.1.1.5. Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, названия изделий и другие собственные имена приводят в тексте на языке оригинала. Допускается транслитерировать собственные имена и приводить названия организаций в переводе на русский язык с

добавлением (при первом упоминании) оригинального названия.

5.1.1.6. При необходимости использования в тексте слова, образованного сокращением словосочетания и читаемого по алфавитному названию начальных букв (аббревиатуры), следует сначала привести полное словосочетание, а рядом в круглых скобках поместить аббревиатуру и далее приводить только её.

5.1.1.8. Текст основной части делят на РАЗДЕЛЫ, ПОДРАЗДЕЛЫ, и ПУНКТЫ.

5.1.1.9. Заголовки РАЗДЕЛОВ пишут (печатают) симметрично тексту ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ.

Заголовки ПОДРАЗДЕЛОВ и ПУНКТОВ пишут с абзаца (15-17 мм) СТРОЧНЫМИ буквами (кроме первой прописной). Продолжение заголовка начинается с абзаца. Точку в конце заголовков не ставят; если заголовок состоит из двух предложений, то их разделяют точкой. Подчёркивание заголовков не допускается. Расстояние между самими заголовками и заголовком и текстом должно быть в два раза больше, чем между строками текста.

5.1.1.10. Каждый РАЗДЕЛ следует НАЧИНАТЬ с НОВОГО ЛИСТА.

5.1.2. Нумерация.

5.1.2.1. Страницы нумеруют арабскими цифрами. Титульный лист включают в общую нумерацию. На титульном листе номер не ставят, номер проставляют в правом верхнем углу.

5.1.2.2. РАЗДЕЛЫ должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части работы и обозначаться арабскими цифрами с точкой в конце, например, «I.» (первый раздел).

Такие разделы работы, как ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ (ВЫВОДЫ), СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ и ПРИЛОЖЕНИЕ НЕ НУМЕРУЕТСЯ (т.е. номера им не присваиваются).

5.1.2.3. ПОДРАЗДЕЛЫ нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделённых точкой с точкой в конце, например, «2.3.» (третий подраздел второго раздела).

5.1.2.4. ПУНКТЫ нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделённых точками с точкой в конце, например, «1.2.3.» (третий пункт второго подраздела первого раздела).

5.1.2.5. Иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ должны соответствовать формату А4 и включаться в общую нумерацию страниц. Иллюстрацию, таблицу и распечатку с ЭВМ формата А3

учитывают как одну страницу.

5.1.3. Иллюстрации

5.1.3.1 Количество иллюстраций, помещённых в тексте определяется её содержанием и должно быть достаточным для того, чтобы придать излагаемому тексту ясность и конкретность. Все иллюстрации независимо от содержания, обозначаются словом «рис.» и нумеруются.

5.1.3.2. В качестве иллюстраций следует применять схемы, графики функциональных зависимостей, диаграммы, фотографии. Допускается применение ксерокопий в приложении.

5.1.3.3. Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота или с поворотом текста по часовой стрелке. Иллюстрации располагают после первой ссылки на них непосредственно в тексте или на отдельной странице, следующей за той, на которой сделано первое обращение.

5.1.3.4. Каждая иллюстрация должна иметь название следующее за обозначением «рис ». При необходимости иллюстрации снабжают поясняющими данными (пояснительным текстом). Название иллюстрации и пояснительный текст размещают под ней. Переносы внутри слов не допускаются.

5.1.3.5. Все иллюстрации нумеруют последовательно в ПРЕДЕЛАХ ВСЕГО ТЕКСТА РАБОТЫ арабскими цифрами например, «рис. 5». При ссылке на иллюстрацию следует указать её номер, например «рис.2»

5.1.4. Таблицы

5.1.4.1. Цифровой материал предоставляют в виде таблицы, оформляют по установленной форме

Таблица № 5.1 - Заголовок таблицы

Головка

Строки
(горизонталь
ные ряды)

Заголовки
граф

Боковик
(заголовки
строк)

Графы (колонки)

5.1.4.2. Каждая таблица должна иметь заголовок. Заголовок и слово «Таблица» начинают с прописной буквы. Заголовок не подчеркивают. Переносы внутри слов в заголовке не допускаются.

5.1.4.3. Заголовки граф таблицы должны начинаться с прописных букв, подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописных, если они самостоятельные.

Можно сокращать расстояния между строчками в заголовках граф до одного машинного интервала (5 мм). Заголовки граф и строк следует писать горизонтально с использованием переноса внутри слов.

Делить заголовки таблиц по диагонали не допускается.

Высота строк должна быть не менее 8 мм.

Графу «№ п/п» в таблицу включать не рекомендуется. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера указывают в боковике таблицы перед их наименованием.

5.1.4.4. Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота или с поворотом текста по часовой стрелке. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист. При этом графы таблицы о б я з а т е л ь н о нумеруют на первом листе, где начинается таблица, под её головкой помещают дополнительную строку высотой не менее 8 мм с номерами граф таблицы (нумерацию ведут арабскими цифрами). На следующей странице помещают строку с номерами граф таблицы; над ней справа пишут слова «Продолжение табл.».

При переносе таблицы на другой лист заголовок помещают только над её первой частью. Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах страницы.

Если таблица содержит большое количество граф, то при переносе повторяют её боковик и отмечают оставшиеся графы с заголовками и номерами.

5.1.4.5. Если повторяющийся в таблице текст состоит из одного слова, его допускается заменять прочерком в кавычках; если из двух и более слов, то при первом повторении их заменяют словами «То же», а далее – кавычками.

Ставить кавычки вместо повторявшихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов НЕ ДОПУСКАЕТСЯ. Если цифровые данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

5.1.4.6. Если цифровые данные в графах таблицы выражены в различных единицах физических величин, то их указывают в заголовке каждой графы после наименования величины через запятую.

Если все параметры, размещенные в таблице, выражены в одной и той же единице физической величины, сокращенное обозначение единицы величины помещают над таблицей под заголовком, например, «Размеры образцов, мм».

Если в таблице помещены графы с параметрами, выраженными преимущественно в одной единице физической величины, но есть показатели с параметрами, выраженными в других единицах, то под заголовком (над таблицей) помещают надпись с преобладающей единицей физической величины, например: «Размеры в миллиметрах», а сведения о других единицах дают в заголовках соответствующих граф.

Если все данные в строке приведены для одной физической величины, то обозначение единицы этой величины указывают в соответствующей строке боковика таблицы после наименования величины через запятую.

Включать в таблицу графу «Единицы измерения физической величины (единица величины)» не допускается.

5.1.4.7. Слова «более», «не более», «менее», «не менее», «в пределах» следует помещать рядом с наименованием соответствующего параметра или показателя (после единицы физической величины) в боковике таблицы или в заголовке графы таблицы.

5.1.4.8. Единицы угловых величин (градусы, минуты и секунды) при отсутствии горизонтальных линеек указывают только в первой строке таблицы. При наличии в таблице горизонтальных линеек единицы угловых величин проставляют во всех строках.

5.1.4.9. Цифры в графах таблиц располагают так, чтобы разряды чисел во всей графе должны иметь одинаковое количество десятичных знаков.

5.1.4.10. Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях, например, D – диаметр, H – высота, L – длина.

Показатели с одним и тем же буквенным обозначением группируют последовательно, в порядке возрастания индексов, например, L₁, L₂, L₃ и т.п.

5.1.4.11. При указаниях в таблицах последовательных интервалов величин, охватывавших все значения ряда, перед ними пишут «от», «св» и «до», имея в виду «до ... включительно»; в

интервалах, охватывающих любые значения величин, между величинами ставят тире.

Интервалы значений величин как в таблице, так и в основном тексте работы записывают словами «от» и «до», например: «... толщина образца от 0,5 до 2,0 мм» или через тире. Например: «температура 150 - 200°C».

Пределы размеров указывают от меньших к большим.

5.1.4.12. Все таблицы нумеруют в пределах всего текста работы арабскими цифрами. Над правым верхним углом таблицы помещают надпись «Таблица» с указанием её порядкового номера. На следующей строке после слова «Таблица» пишут название таблицы.

Если в тексте работы всего одна таблица, то номер ей не присваивают и слово «Таблица» не пишут.

На все таблицы в тексте должны быть ссылки, при этом слово «таблица» пишут полностью, если таблица не имеет номера (т.е. она одна на весь текст), и сокращенно – если имеет номер, например: «... в табл. 1».

5.1.5. Формулы

5.1.5.1. В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

5.1.5.2. Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в которой они приведены в формуле (слева направо подряд: сначала – те, что в числителе, затем – те, что в знаменателе). Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. После формулы ставиться запятая.

5.1.5.3. Уравнения и формулы следует выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не уместится в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения ($\times$).

5.1.5.4. Все формулы, если их в тексте более одной, нумеруются арабскими цифрами в пределах всего текста работы. Номер формулы следует заключать в круглые скобки и помещать с правой стороны страницы ближе к краю на уровне формулы, например:

$$l_{\text{д}} = \frac{U_{\text{д}} - (U_{\text{А}} + U_{\text{К}})}{\text{grad} U_{\text{С}}} \quad (3)$$

где $l_{\text{д}}$ – длина дуги, м;

$U_{\text{д}}$ – напряжение на дуге, В;

$U_{\text{А}}$ и $U_{\text{К}}$ – падение напряжения в прианодной и прикатодной области дугового разряда соответственно, В;

$\text{Grad } U_{\text{С}}$ – продольный градиент напряжения в столбе дуги, В/м.

При ссылке в тексте на формулу следует указывать её номер в скобках, например: «... в формуле (2)».

5.1.6. Правила написания и обозначения единиц физических величин.

5.1.6.1. Допускается обозначение единиц физических величин только в единицах Международной системы (СИ).

5.1.6.2. Для написания значений величин предусматривается применять обозначения единиц буквами или специальными знаками, например, «... °, ... ', ... "», причем установлено два вида буквенных обозначений: международное (с использованием букв латинского или греческого алфавита) и русское (с использованием букв русского алфавита).

5.1.6.3. Допускается применять либо международные, либо русские обозначения. Одновременное применение обоих видов обозначений не допускается.

5.1.6.4. Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел:

П р а в и л ь н о

100 кВт

80 %

20 °С

Н е п р а в и л ь н о

100кВт

80%

20 °С

5.1.6.5. При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключать числовые значения с предельными отклонениями в скобках и обозначения единицы помещать после скобок или проставлять их после числового значения величины и после её предельного отклонения.

П р а в и л ь н о

Н е п р а в и л ь н о

 $(100 \pm 0,1) \text{ кг}$ $100 \pm 0,1 \text{ кг}$ $150 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $150 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

5.1.6.6. НЕ ДОПУСКАЕТСЯ помещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимости между величинами или между их числовыми значениями, представленными в буквенной форме.

П р а в и л ь н о

Н е п р а в и л ь н о

 $v=1/\tau;$ $v=1/\tau \text{ км/ч};$ где v – скорость, км/ч;где l – длина

пути, км;

 l – длина пути, км; τ – время, ч. τ – время, ч.

5.1.6.7. Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения.

П р а в и л ь н о

Н е п р а в и л ь н о

 $\text{Н}\cdot\text{м}$ Нм $\text{Па}\cdot\text{с}$ Пас

5.1.6.8. В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления применяют только одну косую или горизонтальную черту. Допускается применять обозначения единиц в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степени положительные и отрицательные.

П р а в и л ь н о

Н е п р а в и л ь н о

 $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}\text{К}^{-1}$ $\text{Вт}/\text{м}^2/\text{К}$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2/\text{К}}$ $\text{м}^2\text{К}$ $\text{м}^2/\text{К}$

5.1.6.9. При применении косой черты обозначения в числителе и знаменателе помещают в строку; произведение значений единиц в знаменателе заключают в скобки.

П р а в и л ь н о

Н е п р а в и л ь н о

м/с	м/
А/м	А/
Вт/(м·К)	Вт/м·К
Дж/(кг·К)	Дж/кг·К

5.1.6.10. При указании производной единицы, состоящей из двух и более единиц, НЕ ДОПУСКАЕТСЯ комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц, т.е. для одних единиц приводить обозначения, а для других – наименования.

П р а в и л ь н о	Н е п р а в и л ь н о
100 °С/мин	100 °С/минута
100 градусов Цельсия в минуту	100 °С в минуту

5.1.7. Содержание

Содержание должно включать наименования всех разделов, подразделов и пунктов, если они имеют наименования, с указанием номеров страниц, на которых размещено начало соответствующего раздела, подраздела или пункта.

По структуре “содержание ” является третьей страницей пояснительной записки.

5.1.8. Список использованных источников

Список должен содержать перечень источников, использованных при выполнении работы.

Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте. Номер ссылки приводится в прямых скобках (например, [5]).

Сведения о книгах (монографиях, учебниках, учебных пособиях, справочниках и т.д.) должны включать: фамилии и инициалы авторов, название книги, место издания, издательство и год издания. Допускается не указывать объем книги.

ПРИМЕРЫ:

1. Если книга написана тремя и менее авторами:

Кривандин В.А., Егоров А.В. Тепловая работа и конструкции печей черной металлургии. Учебник для вузов.- М.: Металлургия, 1989. 462с.

2. Если книга написана тремя и более авторами:

Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки: Уч.пос./А.П.Несенчук, В.Г.Лисиенко, Т.И.Тимошпольский и др.; Под общ.ред.Лисиенко В.Г. – Мн.: Выш.шк., 1988.-320 с.

Сведения о статье из периодического издания (отечественного или

зарубежного) должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания (журнала), наименование серии (если таковая имеется), год выпуска, том, номер, выпуск, страницы, на которых опубликована статья.

При этом допускается:

Не указывать страницы, на которых опубликована статья, но при этом обязательно указать ее основное заглавие.

Перед названием журнала, в котором опубликована статья, следует ставить знак “две косые черты” (//) с пробелом до и после него.

Например:

Окороков Н.В. К вопросу о методах расчета дуговых сталеплавильных печей. // Сталь, 1954, N9.

или

Окороков Н.В. // Сталь, 1954, N9, с. 814 – 818.

Schwabe W.E. Lightning flicker caused by elektric arc furnaces. // Iron and Steel Engineer, 1958, vol. 35, N8.

или

Schwabe W.E. // Iron and Steel Engineer, 1958, vol. 35, N8, pp. 95 – 102.

Сведения о государственных, отраслевых стандартах и технических условиях должны включать следующие данные: обозначение документа, включающие его индекс (ГОСТ, ОСТ, ТУ), номер документа, основной заголовок.

Например:

ГОСТ 10 888-93. Изделия высокоогнеупорные периклазо-хромитовые для кладки сводов сталеплавильных печей. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1994.

Сведения о санитарных нормах (СН), санитарных нормах и правилах (СНиП) должны содержать: обозначение документа, включающее его индекс (СН, СНиП), номер документа, основной заголовок, место издания, издательство, год.

Например:

СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. - М.: Стройиздат, 1980.

Сведения о патентных документах должны содержать следующие данные в указанном порядке: обозначение вида патентного документа, номер, название страны, выдавшей документ, индекс международной классификации изобретений, название изобретения, инициалы и фамилия авторов.

Например:

Патент 2084541 РФ, МКИ 6с21с5/48. Фурма для дожигания горючих газов в полости сталеплавильных агрегатов. / Арутюнов В.А., Стомахин А.Я., Егоров А.В. и др.

5.1.9. Приложение

В приложение включают вспомогательный материал, необходимый для полноты представлений о работе. Таким материалом могут служить:

Промежуточные математические выкладки и расчеты;

Таблицы вспомогательных цифровых данных;

Описание алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, разработанных в процессе выполнения работы.

Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием в правом верхнем углу слова “ПРИЛОЖЕНИЕ”, написанного (напечатанного прописными буквами). Приложение должно иметь содержательный заголовок.

Если в пояснительной записке более одного Приложения, то их нумеруют последовательно арабскими цифрами (без знака “N”), например: ПРИЛОЖЕНИЕ 1, ПРИЛОЖЕНИЕ 2 и т.д.

5.1.10. Правила выполнения схем

Схемы (за исключением блок-схем алгоритмов программ) выполняют без соблюдения масштаба, с наименьшим количеством изломов и пересечений линий связи. При этом расстояние между параллельными линиями связи должно быть более 3 мм.

При выполнении схем следует руководствоваться следующим:

- схемы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД.
- на схемах не поясняют стандартизированные обозначения;
- допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схем. Эти сведения указывают либо около графических изображений (по возможности, справа или сверху), либо на свободном поле схемы (рядом с основной надписью);
- на свободном поле схемы разрешается размещать диаграммы, таблицы, текстовые материалы.

5.1.11. Текст должен быть написан с соблюдением правил орфографии и синтаксиса. Текст должен быть тщательно отредактирован студентом перед сдачей проекта преподавателю на проверку.

5.2. Графическая часть

5.2.1. Оформление. Общие требования

К стандартам оформления чертежей прежде всего относят стандарты на содержание чертежа и его оформление, в том числе на форматы, масштабы, линии, шрифт, основную надпись, графическое обозначение материалов. Чертежи должны быть выполнены в строгом соответствии с требованиями системы ГОСТов ЕСКД.

5.2.2. Чертеж общего вида (сборный чертеж)

Чертеж общего вида является обязательным документом на стадии технического проектирования, определяющим конструкцию печи (установки). На следующей стадии проектирования на основании чертежа общего вида разрабатывают рабочую документацию: чертежи отдельных деталей, сборочный чертеж узлов со спецификацией, схему КИПиА, электроснабжения, разводки газов и т.п.

5.2.2.1. Чертеж общего вида (сборный чертеж) должен содержать:

- изображение печи (установки) (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструкции и взаимодействия ее составных частей;
- наименования, а так же обозначения (если они имеются) тех составных частей печи, для которых необходимо указать данные или запись которых необходима для пояснения чертежа общего вида, описания принципа работы печи, указания о составе и др.;
- размеры габаритные, присоединительные, посадочные и справочные;
- схему, если она требуется;

5.2.2.2. На свободном поле чертежа справа от изображения или ниже его размещают необходимые таблицы (техническая характеристика). Если на чертеже одна такая таблица (не считая составных частей изделия), то слово “таблица” над ней не пишется. Все таблицы заполняют сверху вниз. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм, высота головки 15 мм.

5.2.3. Спецификация

Спецификация является основным конструкторским документом для сборочной единицы.

Спецификация определяет состав сборочной единицы и необходима для комплектования конструкторских документов и изготовления сборочной единицы.

Спецификации включаются в состав расчетно-пояснительной записки в качестве приложения.

5.2.4. Схемы

5.2.4.1. Схема – графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных обозначений части печи, связи между ними. Наименование схемы определяется ее видом и типом, например, схема электрическая принципиальная, схема электропневмогидравлическая принципиальная. Это наименование должно записываться в основной надписи, после наименования печи, для которой разработана схема.

5.2.4.2. Общие требования к выполнению схем:

- схемы выполняют без соблюдения масштаба и действительного расположения составных частей изделия;
- линии связи, условно представляющие собой трубопроводы, кабели и т. п. должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и могут иметь изломы и пересечения. Длину наклонных отрезков следует, по возможности, ограничивать. Расстояние между двумя соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм, толщина линий связи – от 0,2 до 1 мм.
- схемы допускается выполнять в пределах условного контура, упрощенно изображающего конструкцию печи, контур при этом выполняют сплошной тонкой линией.
- при выполнении схем применяют условные графические обозначения элементов и устройств, установленные стандартами ЕСКД. В случае необходимости применяют нестандартизированные графические обозначения, а на схеме приводят соответствующие пояснения;
- на схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около графических обозначений (по возможности справа и сверху), либо помещают на свободном поле схемы. Около графических обозначений элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы – диаграммы, таблицы, текстовые задания;
- перечень элементов, изображенных на схеме, оформляют в виде таблицы – приложения. Таблицу помещают на поле листа схемы или выполняют как самостоятельный документ на формате А4.

5.3. Заимствования технических решений или другой технической информации, а также цитирование текстов без ссылок на источник или автора информации не допускается.

6 .ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Защита студентом курсовой работы является творческой формой проверки качества выполненного им задания. Основная цель защиты: научить студента технически грамотному изложению основных проектных решений и выводов перед аудиторией, обоснованию принятых им решений и выводов, воспитанию чувства ответственности за качество разработанной им инженерной задачи.

Защита курсовой работы происходит на заседании комиссии, определяемой зав. кафедрой при участии руководителя курсового проекта. Целесообразно присутствие на заседании комиссии студентов группы.

Защита состоит из краткого (5-6 мин.) доклада студента с обязательной демонстрацией технических решений по выполненным чертежам и ответа на вопросы, предлагаемые членами комиссии и студентами группы.

Студент должен четко и технически грамотно доложить основные технические решения, уметь объяснить использованные в расчетной части проекта зависимости, формулы и методики расчета. Общая продолжительность защиты одного проекта – до 20 мин.

Курсовую работу оценивают дифференцированной оценкой. Положительную оценку заносят в зачетную ведомость за подписью всех членов комиссии. Положительную оценку проставляют также на обложке Пояснительной записки за подписью руководителя. При оценке курсовой работы учитывают не только качество выполненной работы и доклада студента, но и отношение студента к работе над работой в течение учебного семестра.

Студент, не выполнивший в срок курсовую работу или получивший неудовлетворительную оценку, считается имеющим академическую задолженность и вопрос о возможности и сроках защиты решается кафедрой и деканатом.

Повторная защита может быть проведена по той же курсовой работе с внесением необходимых исправлений и дополнений в чертежи и текст расчетно – пояснительной записки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев В.А., Друян В.М., Кудрин Б.И. Основы проектирования металлургических заводов. Спр.издание. –М.: Интермет Инженеринг, 2002. - 464 с.
2. Коробов Н.И. Проектирование металлургических предприятий. –М.: Металлургия, 1989. – 264 с.
3. Миронова Г.В., Буркин С.П., Шилов В.В. Проектирование цехов и инвестиционно-строительный менеджмент в металлургии. Уч. Для вузов. – М.: “Академия”, 2012. – 608 с.
4. Каблуковский А.Ф. Производство электростали и ферросплавов.- М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 511с.
5. Авдеев В.А, Кудрин Б.И. Металлургический завод и его системный анализ для проектирования. – М.: Гипрозем, 1992. – 104с.
6. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. – М.: Коннارد, 1992. – 519 с.
7. Айзатулов Р. С. Харлашин П. С., Протопопов Е. В., Назюта Л. Ю. Теоретические основы сталеплавильных процессов.- М.: МИСиС, 2004. - 320с.
8. Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. Общая металлургия. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 768с.
9. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали.- М.: «Мир», 2003. – 528с., ил.
10. Кузьмин М.Г. Чередниченко В.С. Отечественный агрегат ковш-печь для внепечной обработки стали.- Сталь, 2006. - №6, -38с.
11. Балландино В. Джордж К. Комплексная обработка стали в ковше-печи: практический подход.- Сталь, 2007. - №11, – 52с.

Приложение 1 .Основные правила проектирования отделений и цехов

При разработке проекта участка, отделения, пролета или цеха обязательно учитывают возможность применения технологий высокого уровня (ТВУ). По этой технологии сталеплавильному агрегату (напр. ДСП) отводится роль производителя высококачественного полупродукта , 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 ЭСПЦ 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. С целью успешной реализации ТВУ необходимо уделять каждому элементу технологии особое внимание. Некоторые элементы технологии:

Подготовка шихты: скрап ЭСПЦ 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 ЭСПЦ с печами 80 – 200 т и выплавляющих ограниченный сортамент сталей целесообразно подавать шихтовые материалы, используя конвейеры или скраповозы. Целесообразно организовать подогрев шихты либо на конвейерах или в специальных камерах над печами или используя тепло охлаждающихся литых заготовок (продукции цеха). Альтернативой служат установки подогрева шихты в бадьях-термосах, разработанных в ГГТУ им. П.О. Сухого.

Слив полупродукта. В цехах, оборудованных крупными электропечами и выпускающих ограниченный сортамент сталей, печи оборудуют эркерным или сифонным выпуском металла. (Рис.1). Металл сливается в разогретый ковш не полностью. Печь работает с «болотом». Заправку таких печей проводят через 8 – 10 плавов после полного слива металла. В этом случае полупродукт сливают в сталеразливочный ковш, установленный на стелевозе. Этот стелевоз перемещает ковш на внепечную обработку. После обработки сталеразливочный ковш мостовым краном снимают со стелевоза 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.

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.

Приложение 2. Принципиальные проектные решения

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.

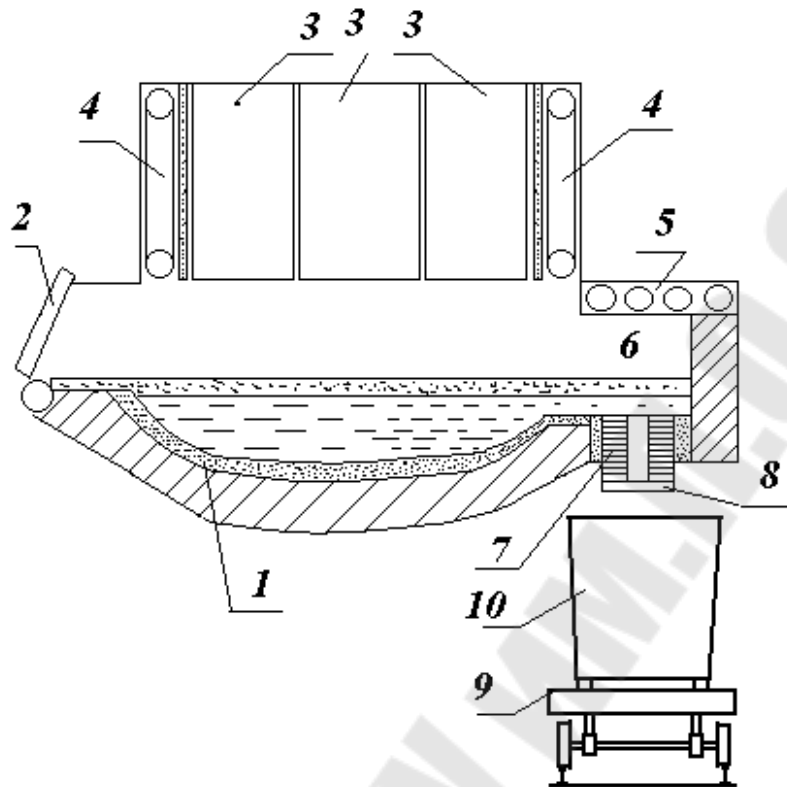


Рис. .Рабочее пространство печи с эркерным выпуском и расположение сталеваза.

1-утощенный набивной слой пода; 2-заслонка; 3-водоохлаждаемая стеновая панель; 4-трубчатый водоохлаждаемый каркас стен; 5-свод эркера; 6-эркер; 7-сталевапускное отверстие; 8-запорная пластина; 9-сталеваз; 10-ковш.

В случае ЭСПЦ, оборудованных молотоннажными 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.

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. 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 печи 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 вакуумирования металла при разливке на МНЛЗ. В этой связи необходимо предусмотреть габаритные размеры на установку вакуумирования струи металла.

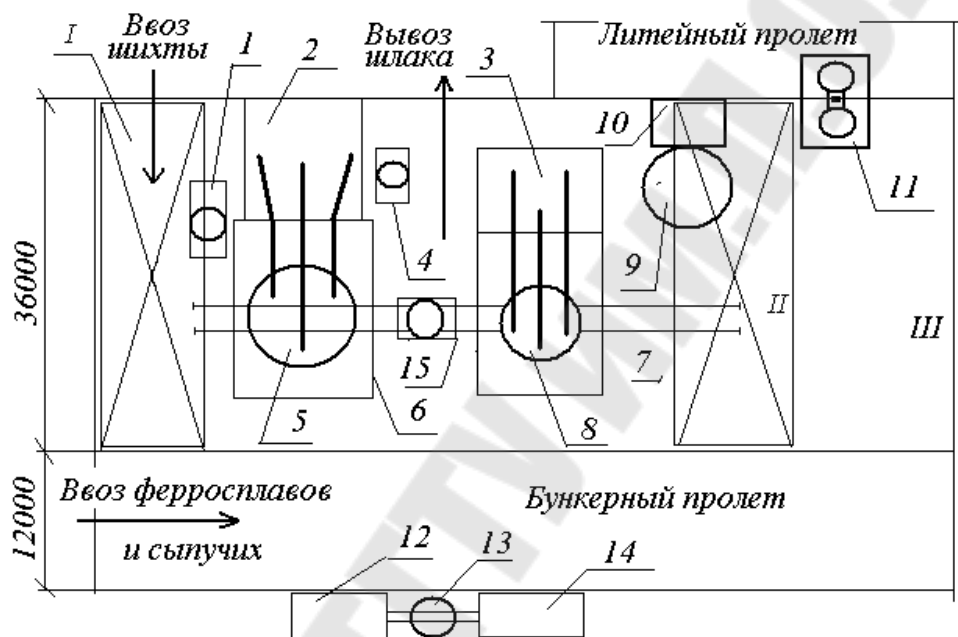


Рис. ЭСПЦ с планировкой блочного типа.

1-автобадьевоз; 2-печная подстанция; 3-трансформатор АКОС; 4-автошлаковоз; 5-ДСП-100; 6-шумопылезащитный кожух ДСП-100; 7-шумопылезащитный кожух АКОС; 8-АКОС; 9-установка вакуумирования стали; 10-пульт управления ВУ; 11-МНЛЗ; 12-газоочистка ДСП-100; 13-труба; 14-газоочистка АКОС; 15-стелевоз.
I-кран загрузочный; II-кран литейный. III-участок ремонта и сушки ковшей

Установка сверхмощных сталеплавильных печей ДСП создает дополнительные экологические проблемы, главными из которых являются значительное возрастание уровня шума и повышение интенсивности газо- и пылевыведений.. 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 стелевозе, который через ворота на уровне пола цеха въезжает в укрытие. 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. 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. 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 глуходонный передаточный ковш 19, установленный на стелевозе. 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 конвертера 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. Конвертер ремонтируют в загрузочном пролете, вывозя его по специально предусмотренным рельсовым путям. Загрузочный пролет предусмотрен для обеспечения загрузки конвертера шихтовыми материалами, передачи готовой стали на МНЛЗ, ремонта огнеупорной футеровки АКР и ковшей, а также уборки шлака из цеха. Легированный полупродукт в ковше на стелевозе передается из печного пролета в загрузочный. Затем мостовым краном полупродукт переливают в наклоненный конвертер.

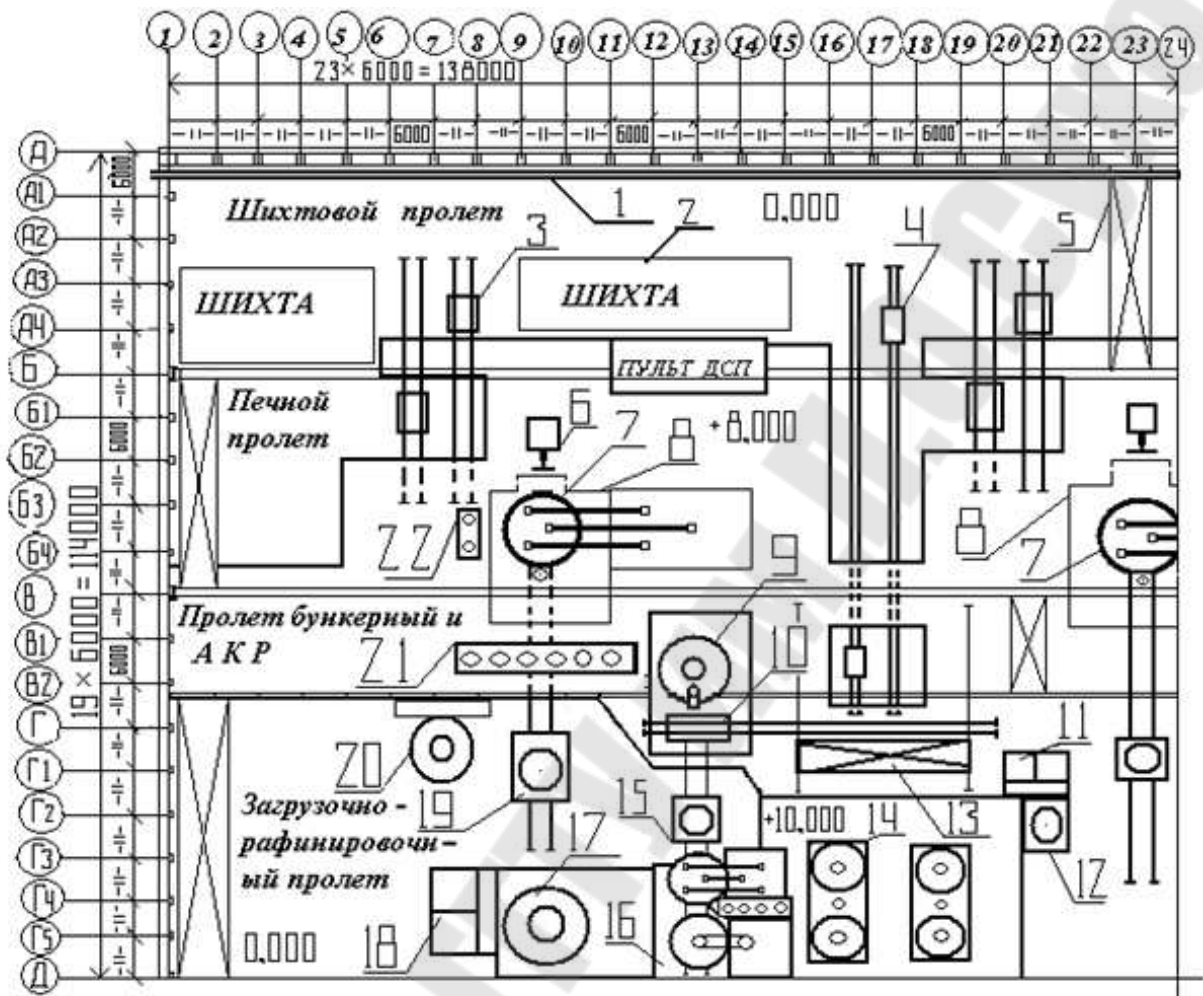
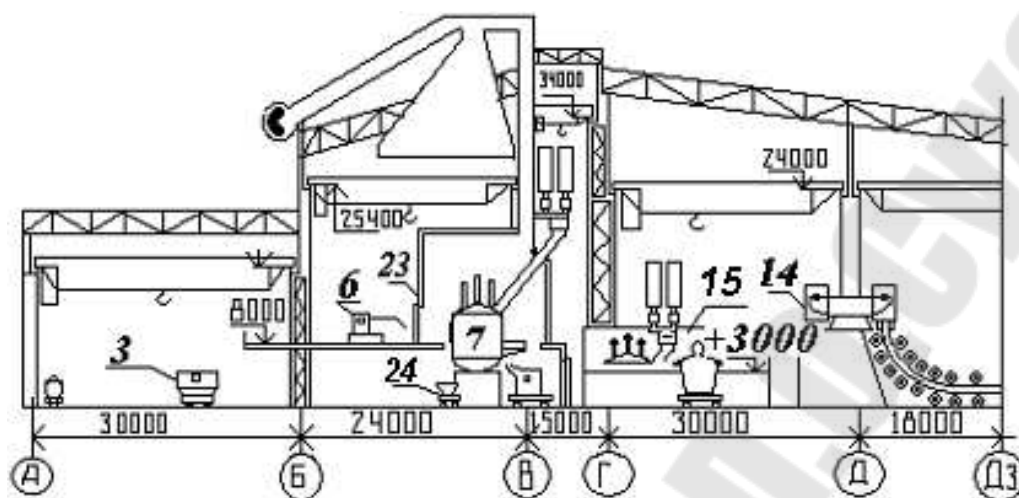


Рис. План сталеплавильного отделения с ДСП - 100, АКР, АКВОС и МНЛЗ в осях: А-Д, 1-24. 1 - железнодорожный путь; 2 - закрома шихты; 3 - скраповоз; 4 - передаточная тележка; 5 - мостовой кран; 6 - машина для скачивания шлака; 7 - ДСП - 100; 8 - пылеуспокоительный кожух; 9 - агрегат АКР; 10 - машина для заправки 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 глуходонных ковшей; 20 - стенд для прогрева футеровки АКР; 21 - бункера для сыпучих; 22 - стенд свинчивания электродов.



*Рис. Разрез главного здания ЭСПЦ с ДСП 100, АКВОС, МНЛЗ.
23-пыле-шумоизолирующий кожух, 24-шлаковня, остальные
обозначения те же*

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 в сталеразливочный ковш, установленный на стелевозе. Стелевоз 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.

Приложение 3. 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 разливки 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. 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.

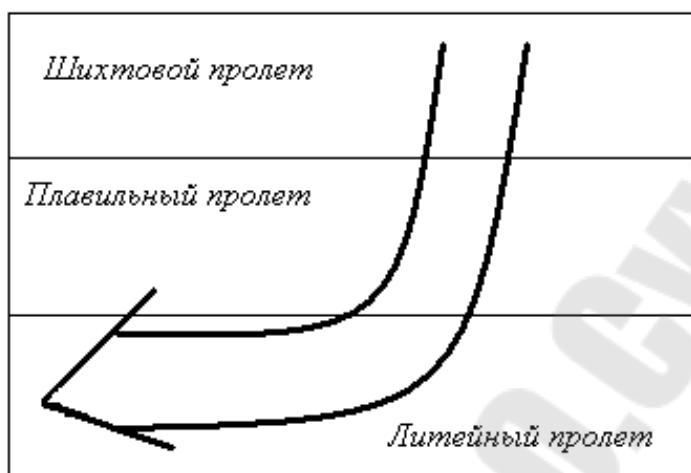


Рис. Схема грузопотока при классической компоновке оборудования.

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, воздухоудвки, 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.

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.

Табл.1

Сводная ведомость оборудования сталеплавильного пролета

п/п	Наименование	Число единиц	Занимаемая площадь, м ²	Стоимость, тыс. руб.	
				Единицы	общая
1	Дуговая сталеплавильная печь ДСП-20	2	150*	1650	3300
2	АКВОС	1	200*	3375	3375
3	Печь прокалочная	1	60	17,6	17,6
4	Горн	1	20	12	12
5	Сверлильный станок	1	20	35	35
6	Пресс ковочный	1	40	38	38

* - с учетом площадей, занимаемых трансформаторами, воздухоудувками.

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. 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 (ДСП 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. Во время извлечения шлаковой чаши из приемка задалживается кран литейного отделения; очистка приемков от мусора, разлившегося шлака и металла – трудоемкая операция.

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. 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

Табл2

Рекомендуемые параметры размещения печей.

Наименование	Параметры		
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

быстро удаляется из цеха без его перевалки внутри отделения. 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.

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.

Приложение 4. 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 шиберных затворов; сборки и сушки стопоров; установки кузнечного горна и пресса, 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 разdevания 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.

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.

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 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. Если не удастся создавать процесс непрерывной подачи заготовок в прокатный стан, применяют так называемый «горячий посад». В этом случае горячие (при $700 - 800^{\circ}\text{C}$) 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 - 50 мм). 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.

Ровин Леонид Ефимович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВ

**Учебно-методическое пособие
по курсовой работе для студентов специальности
1-42 01 01 «Металлургическое производство
и материаловедение» специализации 1-42 01 01-01 02
«Электрометаллургия черных и цветных металлов»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 17.02.17.

Рег. № 63Е.
<http://www.gstu.by>