

ОСП «Индустриальный техникум»
ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет»

Методические указания
к выполнению курсового проекта
по дисциплине: "Управление технологическими процессами
производства стали и контроль за ними"
для студентов специальности 22.02.01
"Металлургия черных металлов"

Алчевск

2018

Составила: Савельева Е.И. – преподаватель I категории

Рецензент:

Утверждено на заседании

Председатель методического совета

Л.Л.Кузьмина

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Темы курсового проекта	5
2. Содержание расчетно – пояснительной записки	7
3. Методические указания к выполнению курсового проекта	8
4. Образец выполнения курсового проекта	13
Список литературы	87
Приложение А. Титульный лист пояснительной записки	88
Приложение Б. Структура пояснительной записки	90
Приложение В Содержание пояснительной записки	91
Приложение Г Список литературы	92
Приложение Д Общий вид конвертера	93

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Теория и технология производства стали и ферросплавов» выполняется на завершающем состоянии изучения предмета после прохождения технологической практики.

Основная задача работы – предоставление навыков самостоятельной работы с технологическими инструкциями базовых предприятий, выполнение расчетов шихты, материального и теплового балансов, определение потребностей материалов и электроэнергии на производство 1 т. продукции.

В результате выполнения курсового проекта студент должен:

предоставить навыки самостоятельной работы с технической и справочной литературой действующими технологическими инструкциями, инструкциями по охране труда и техники безопасности базовых предприятий;

уметь выбирать и обосновывать наиболее целесообразные технологические схемы производства стали и ферросплавов;

определить опасные и вредные факторы, возникающие при производстве стали и ферросплавов, и предложить меры по безопасному обслуживанию технологического процесса и защиты окружающей среды;

правильно оформлять и составить пояснительную записку в соответствии с требованиями ЕСТД.

1. ТЕМЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен быть основан на реальных условиях производства .

Темы конкретизируются с учетом современного состояния сталеплавильного производства, перспектив воплощения новейших технологий, модернизации и технического переоснащения базового предприятия.

Задание разрабатывается преподавателем индивидуально для каждого студента с учетом темы индивидуального задания, которые получил студент в начале технологической практики.

Тематика рассматривается на предметно-цикловой комиссии металлургических дисциплин, утверждается директором техникума.

При этом тема курсового проекта, его содержание, объем и уровень разработок конкретных вопросов должны реально учитывать время, отведенное на выполнение проекта, уровень подготовки, способности и творческую направленность студента.

Тематика тем для выполнения курсового проекта

- 1.«Разработать технологию выплавки стали марки А в конверторе емкостью 400т комбинированного дутья с увеличением расхода лома»
- 2.«Разработать технологию выплавки стали марки А 588-А в ДСА емкостью 2х300т и разливку стали на МНЛЗ с разработкой мер по предупреждению зарастания погружных разливочных стаканов»
- 3.«Разработать технологию выплавки стали марки А 516/60 в конвертере емкостью 180т верхнего дутья с использованием обработки стали кальцием закатанного в проволоку»
- 4.«Разработать технологию выплавки стали марки 20 в конвертере емкостью 300т с комбинированного дутья , с применением обработки стали в ковше порошкообразными материалами»

5. «Разработать технологию выплавки стали марки в St 52-3 в мартеновской печи емкостью 300 тонн с применением обработки стали в ковше жидким синтетическим шлаком »
- 6.«Разработать технологию выплавки стали марки 20Г в конверторе емкостью 250т комбинированного дутья с применением доводки стали на установке ковш-печь в стальковше емкостью 250 тонн»
- 7.«Разработать технологию выплавки низколегированной стали в конверторе емкостью 160т верхнего дутья с применением обработки металла на вакууматоре циркуляционного типа»
- 8.«Разработать технологию выплавки стали марки SS-400 в конверторе емкостью 100т с верхним дутьем с использованием ошлакование футеровки путем раздувки шлака»
9. «Разработать технологию выплавки стали марки 09Г₂С в конверторе емкостью 180т комбинированного дутья с использованием рафинирования чугуна »
- 10.«Разработать технологию выплавки стали марки St 37-2 в конверторе емкостью 130т верхнего дутья с использованием обработки стали нейтральным газом через пористые вставки в днище ковша».
- 11.«Разработать технологию выплавки стали марки в St 44 -3 конверторе емкостью 220т комбинированного дутья, с применением ТШС на выпуске»

2.СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО – ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка со всеми иллюстрациями (схемами, таблицами, графиками и т.п.) должна иметь 25-50 страниц рукописного текста на одной странице листа формата А4 (210x297мм)

Расчетно–пояснительная записка компоуется в следующей последовательности:

(для тем с производства стали в конвертерах)

Титульный лист

Лист задание

Содержание

Введение

1 Общая часть

1.1 Характеристика сталеплавильного агрегата

1.2 Характеристика технологического оборудования цеха

2 Специальная часть

2.1 Характеристика и назначение стали

2.2 Виды инертных газов

2.3 Разработка технологии выплавки стали А 572-50 с использованием обработки стали инертным газом на выпуске

3 Расчётная часть

3.1 Расчет шихты и материального баланса заданной марки стали

3.2 Расчет теплового баланса заданной марки стали

3.3 Расчет раскисления заданной марки стали

3.4 Расчет основных размеров конвертера

4.Охрана труда на участке

Список литературы

5. Перечень графического материала

Лист 1 Общий вид конвертера

Лист 2 Схема обработки стали инертным газом на выпуске

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Пояснительная записка выполняется от руки черной или фиолетовой (синей) пастой или набирается на компьютере.

Оформление полностью отвечает требованиям, постановленным к технической документации.

Рисунки и схемы выполняются карандашом на бумаге или набираются компьютерным способом.

Содержание пояснительной записки.

Введение

Во введении излагаются основные задачи развития сталеплавильного производства, вытекающие из общих перспектив развития черной металлургии.

Должно быть показано соответствие проектных решений, разработанных в курсовом проекте, основным технологическим направлениям и задачи развития сталеплавильного производства, подчеркнуты предлагаемые новые технологические и организационные решения

1 Общая часть

1.1 Характеристика сталеплавильного агрегата.

Садка конвертера, рисунок или схема заданного агрегата, основные технические характеристики, дно, привод, футеровка)

Кислородная фурма, ее назначение

1.2 Характеристика технологического оборудования цеха

(Рисунки или схемы необходимого технологического оборудования и назначение их, согласно участка)

2. Специальная часть

2.1 Характеристика и назначение стали

Вся продукция сталеплавильного производства должна соответствовать определенным требованиям по химическому составу и свойствам стали, которые обусловлены (ГОСТ) ТУ, или стандартами предприятия (СТП), если продукция предназначена для внутреннего использования (ТУ).

В разделе следует привести нормативные условия поставки стали по химическому составу, указать область использования стали.

2.2. Разработка специальной части

На основании анализа требований к свойствам процесса производства разрабатывается конкретная технология производства заданной марки сплава.

В этом разделе приводятся сведения об использовании метода,

используемые для производства с условиями поставки и свойств, отвечающих требованиям ТУ, СТП и др.

Приводятся основные признаки нормального хода технологического процесса, наиболее характерные отклонения от нормального хода и меры по их исправлению. Предлагается наиболее целесообразный способ выпуска или разлива славу.

2.3 Разработка технологии выплавки стали А 572-50 с использованием обработки стали инертным газом на выпуске

На основании анализа требований к свойствам стали и процесса производства разрабатывается технология производства конкретной марки стали.

В этом разделе приводятся сведения о шихтовых материалов, используемых для производства стали с условиями поставки и свойств, отвечающих требованиям ТУ, СТП и др.

Указываются принципы шихтовки плавки, способ подготовки и подачи шихтовых материалов в плавильных агрегатов: скрапа, шлакообразующих материалов, жидкого чугуна, загрузка твердых материалов в печь, заливка чугуна, режим ведения плавки, выпуск металла в сталеразливочных ковш, раскисления, легирования и обработка в ковше, передача стали на разливочный участок.

Описывается ход технологического процесса или наиболее характерные отклонения от нормального хода и меры по их устранению. Предлагается наиболее целесообразный способ выпуска и разлива стали.

3 Расчётная часть

3.1 Расчет шихты и материального баланса заданной марки стали

Расчет шихты и материального баланса может выполняться различными методами, которые целесообразны при условии их логически правильного построения.

Приступая к выполнению расчета, следует убедиться, что химический состав каждого из шихтовых материалов равна 100%.

Важно выбрать обоснованные коэффициенты распределения элементов между продуктами плавки.

Методом проверки расчета шихты является составление материального баланса плавки, то есть подсчет суммы веса всех компонентов, участвующих в процессе и всех полученных продуктов.

Если баланс не сошелся в пределах допустимой погрешности (как правило, до 0,2%) и это свидетельствует о том, что при выполнении расчетов допущены технические или математические ошибки.

Следует оговориться, что производственные методы расчетов для их упрощения зачастую не учитывают всех составляющих шихты (нет 100%), не рассчитывается газовая фаза и не выполняется материальный баланс с учетом всех компонентов плавки, поэтому при их использовании в курсовом проекте требуется достаточно серьезная и кропотливая доработка.

Производственными показателями следует руководствоваться для справки со сравнением расчетных результатов с данными производства с ориентиром на соответствие теоретического расчета опосредованная показателям по опыту конвертерного цеха.

Это главным образом должно учитываться студентом при выборе угара химических элементов с раскислителей и легирующих материалов.

Расчет шихты выполняется на 100 кг. . Поэтому после выполнения расчетов следует определить удельный расход материалов на 1 т. стали.

Иногда расчетный химический состав металла не соответствует базовому содержанию ведущего компонента, поэтому следует провести пересчет удельных затрат на 1 базовой тонны стали.

Полученные удельные расходы следует сравнить с заводскими данными. Как правило, расчетные удельные расходы немного ниже фактических по предприятию.

Полученные удельные затраты используется для определения себестоимости стали со сравнением цеховых расходов на 1т продукции.

3.2. Расчет теплового баланса заданной марки стали

Данный расчет теплового баланса кислородно-конвертерной плавки составленный для случая работы с применением для охлаждения операции стального скрапа с небольшими добавками твердого окислителя (железной руды). Определить физическое тепло чугуна. Тепло экзотермический

реакций. Тепло шлакообразования.

3.3 Расчет раскисления заданной марки стали

Раскисления всех марок стали проводятся в ковше при слива металла.

При выплавке кипящих марок стали, не содержащие в своем составе кремния, раскисления металла проводятся одними ферромарганцем. Раскисления спокойных марок стали проводится ферромарганцем и богатым ферросилицием или силикомарганца, а также присадке алюминия из расчета 0,035 - 0,120 кг на 100 кг металлошихты. Определить угар раскислителей. Выбрать химический состав раскислителей. Определить средний состав заданной стали. Определить расход раскислителей. Провести проверку.

3.4 Расчет основных размеров конвертера

Расчет выполняется по установленной методике с использованием данных расчета материального баланса плавки и конкретного сталеплавильного агрегата, выбранный студентом для выплавки заданной марки стали. При этом выполнены расчеты выясняются с руководителем технологической практики от предприятия и корректируются руководителем курсового проекта.

4. Охрана труда на участке

Анализ условий труда на участке. В этом разделе дать характеристику возможных чрезвычайных ситуаций на участке. Необходимо описать средства индивидуальной защиты. Мероприятия, которые обеспечивают санитарные нормы и охрану окружающей среды. Объяснить вопрос относительно охраны окружающей среды в конвертерном производстве.

Графическая часть курсового проекта

Чертеж - графическую часть курсового проекта выполняют на листах формата А1 (ГОСТ 2.301-68) размер 594× 841 мм, или кратные ему в соответствии с ЕСКД. Как правило чертежи выполняются в карандаше или в программе «Compas» , «Avtocad». На чертежах должны быть выставлены все размеры обозначения в соответствии с требованиями ЕСКД. Каждый лист должен быть проставлен штампом. При выполнении графической части

проекта рекомендуется пользоваться заводскими чертежами, схемами, диаграммами. Студент должен обдуманно и самостоятельно чертить чертеж.

Графическая часть курсового проекта выполняется на четырех листах и имеет название

Лист 1 Общий вид сталеплавильного агрегата.

Лист 2 Лист из специальной части проекта

4.ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Содержание пояснительной записки.

Введение

Программой развития черной металлургии предусмотрено техническое перевооружение предприятий, замена мартеновских печей на кислородные конвертеры, переход от разливки стали в изложницы на машины непрерывной разливки стали.

Однако на все эти мероприятия требуют больших затрат, поэтому сейчас на многих предприятиях страны сталь выплавляют в конвертерах. Целью развития металлургии является создание сбалансированной отрасли, ориентированной на производство конкурентоспособной продукции с обязательным решением экологических и социальных проблем.

Программой развития и реконструкции заводов предусмотрены следующие основные мероприятия по техническому перевооружению: переход на выплавку стали в конвертерах с разливкой ее в заготовки на МНЛЗ, реконструкция аглодоменного и прокатного производства, энергетического хозяйства и других вспомогательных цехов.

Одной из основных задач современного металлургического производства является снижение себестоимости конечной продукции. Весомым показателем при производстве товарной продукции является повышение выхода годного металла при производстве стали в кислородном конвертере.

Конвертерный способ производства стали признан в мире самым эффективным, что значительно опережает по многим показателям производство стали в подовых агрегатах..

Основные преимущества кислородно-конвертерного процесса:

- высокая скорость продувки;
- высокая производительность;
- экономия труда;
- низкий расход огнеупоров;

- высокое качество продукции;
- стабильность производственного цикла;
- высокий уровень автоматизации процесса;
- стабильность результатов.

1 Общая часть

1.1 Характеристика сталеплавильного агрегата

Конвертер предназначен для выплавки стали методом продувки жидкого чугуна (с добавлением металлолома) газообразным кислородом (O₂), подаваемым сверху через водоохлаждаемую фурму и продувки инертными газами (аргон, азот) через пористые пробки футеровки днища конвертера, для снятия окисленности и достижения ультранизкого содержания углерода в выплавляемой стали (рафинирование стали).

Конвертер состоит из корпуса, опорного кольца, узла и деталей крепления корпуса в опорном кольце, шлемной части (горловины) и листов защиты. Корпус конвертера сварен из обечаек, конической, сферической верхней, цилиндрической верхней и нижней, сферической нижней и днища. Элементы корпуса изготовлены из листовой стали толщиной 60; 80; 100мм.

Опорное кольцо удерживает корпус конвертера с футеровкой и жидким металлом. Кольцо выполнено в виде кольцевой балки коробчатого сечения, сваренной из листовой стали 60 и 80мм. В кольцо вварено две литые плиты с запрессованными в них цапфами.

Нагрузка от массы конвертера, футеровки и жидкого металла и шлака передается на опорные подшипники качения, корпуса которых установлены на цельносваренных опорных станинах. Обе станины опираются на фундаменты, не связанные с металлоконструкциями и фундаментами цеха.

Внутренняя часть корпуса и днища конвертера футерованы огнеупорами кирпичом.

Привод поворота конвертера представляет собой многодвигательный навесной привод, расположенный с одной стороны конвертера, и

осуществляется 4 асинхронными двигателями постоянного тока , со встроенными тормозами.

Управление приводом поворота конвертера осуществляется вручную с 3-х мест управления.

Передача управления сопровождается световой сигнализацией.

Технологическая блокировка запрещает управление приводом конвертера если кислородная фурма находится внутри конвертера и маслостанции выключены.

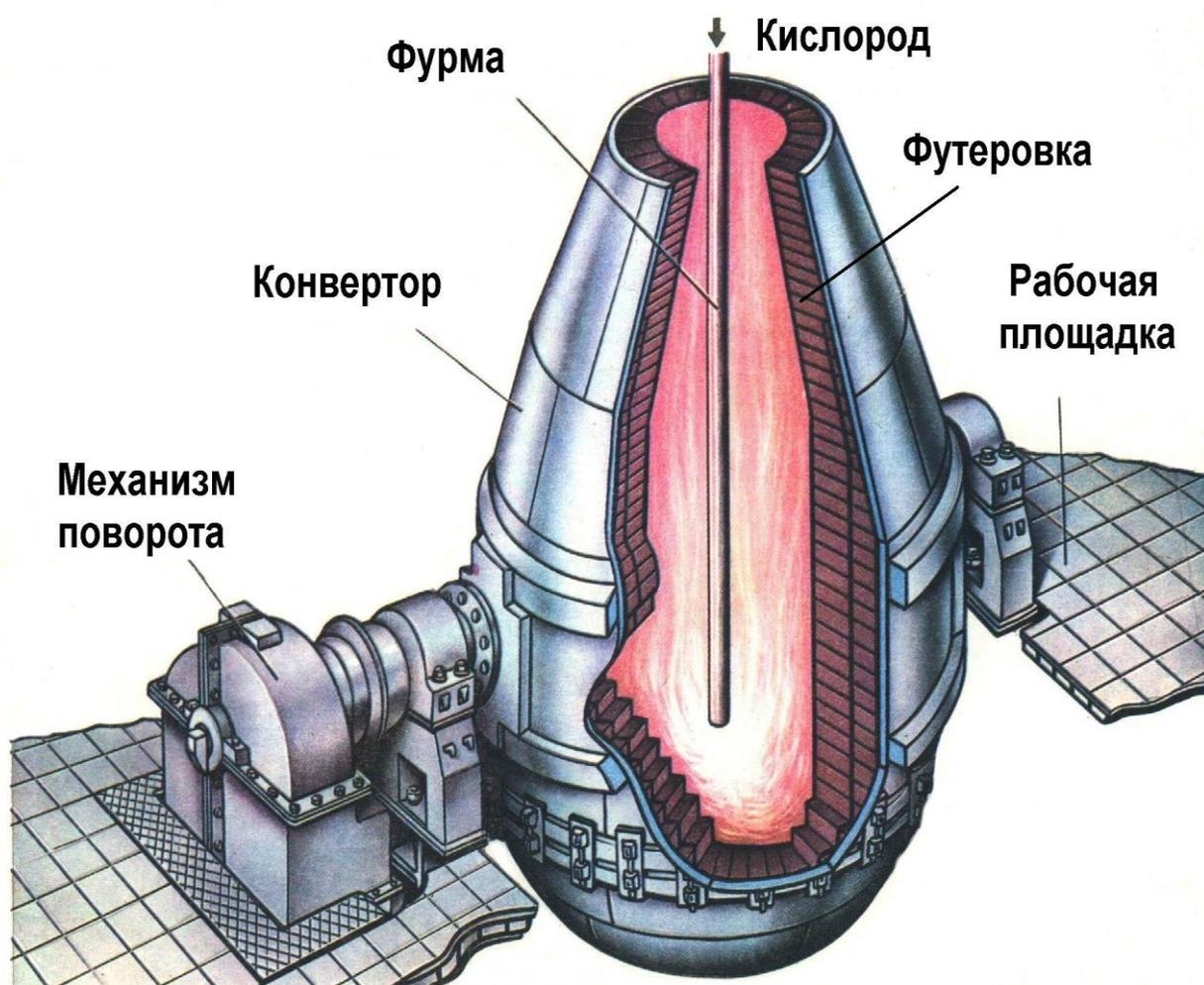


Рисунок 1 -Характеристика сталеплавильного агрегата

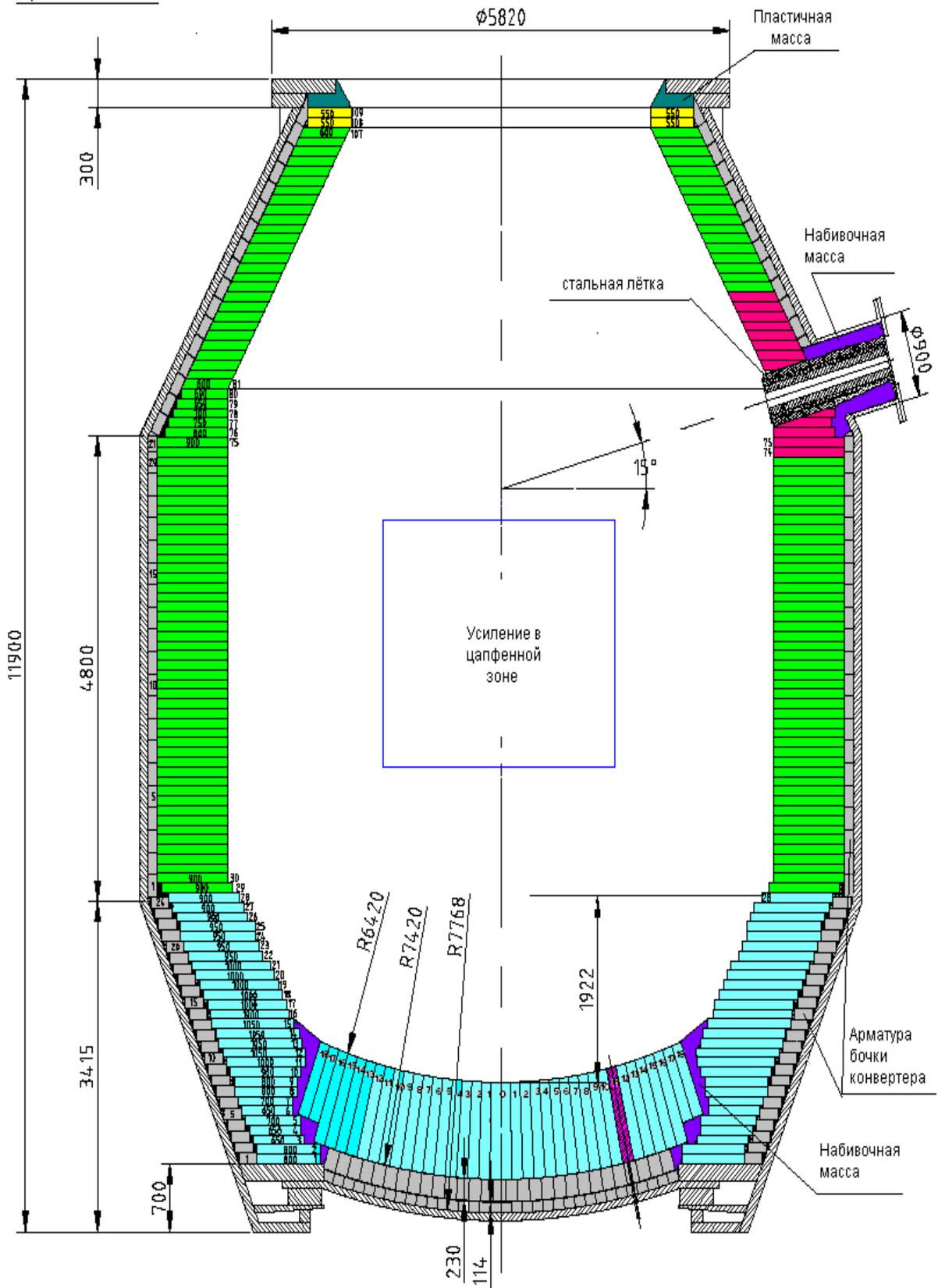


Рисунок 2- Профиль конвертера

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

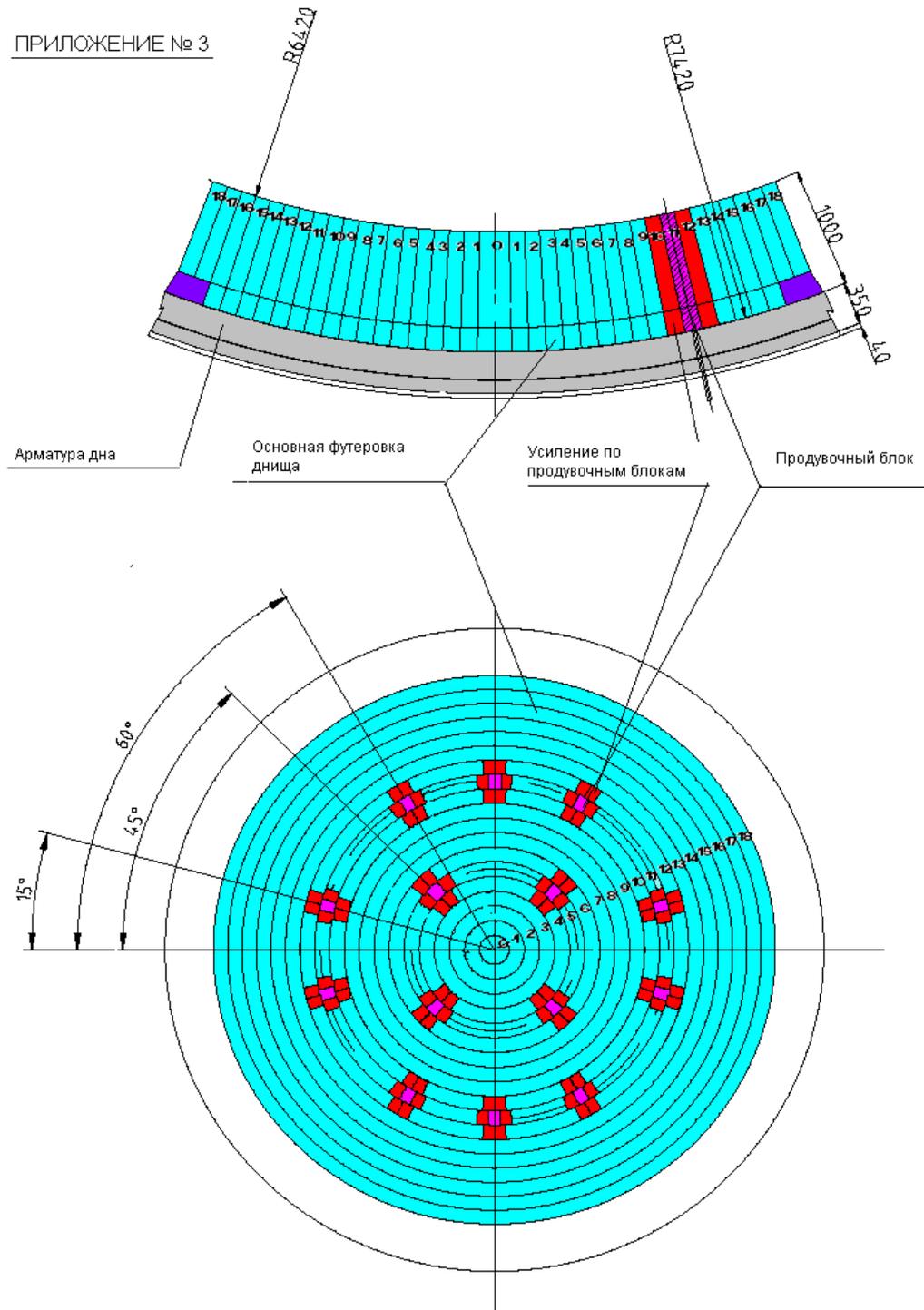


Рисунок 3- Расположение продувочных блоков в днище конвертера (вид сверху)

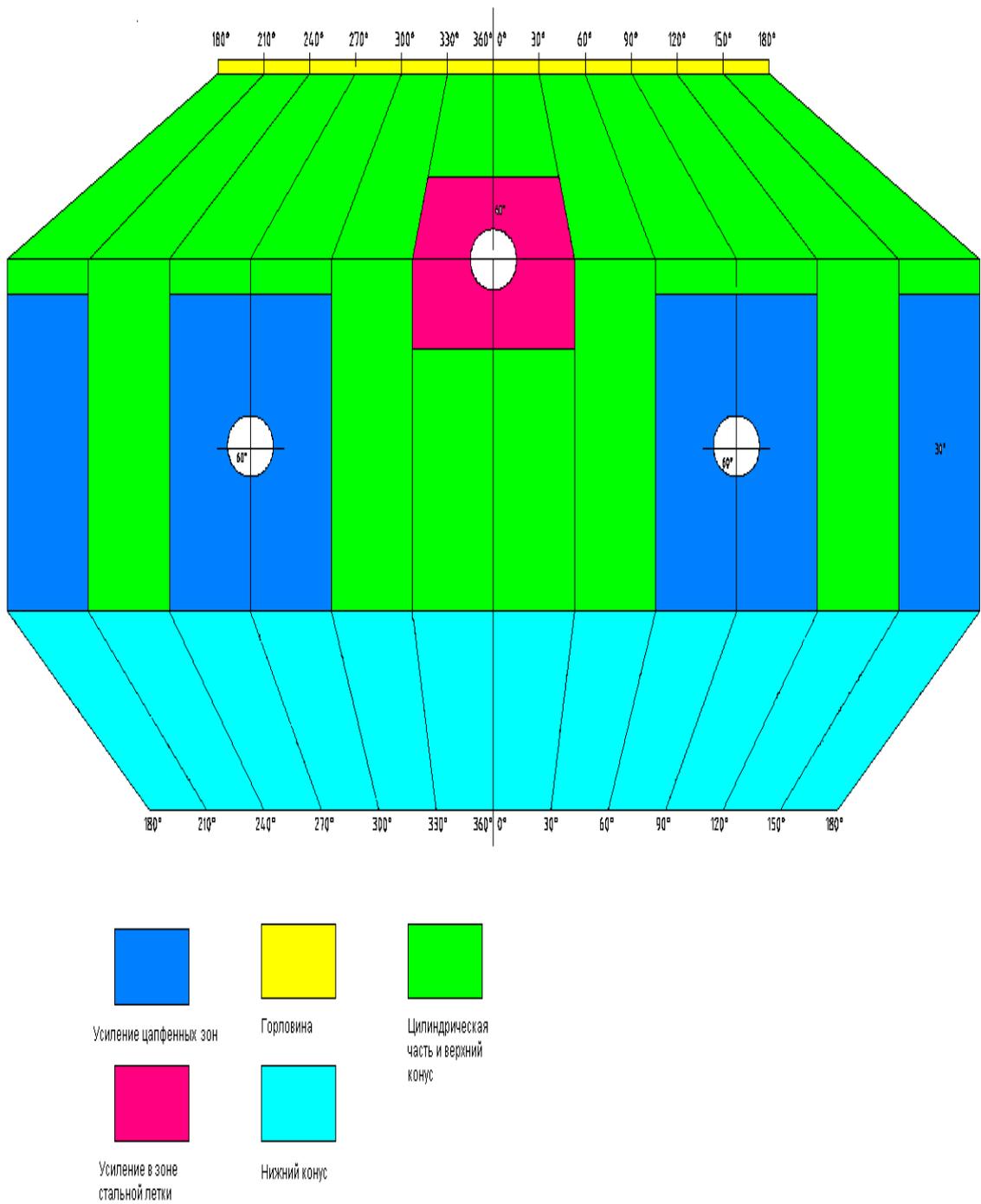


Рисунок 4 - Схематический вид конвертера

Проектная годовая производительность одной МНЛЗ 2,5 млн. т в год, годовая производительность одного конвертера 3 млн. т в год.

Горловина конвертера более всего склонна к высокотемпературной пластической деформации вследствие теплоизлучения металла и газов в период плавки. Поэтому для увеличения срока службы горловины применяют водяное охлаждение. Механизм поворота конвертера состоит из системы передач, связывающих цапфы с приводом. Конвертер поворачивается вокруг горизонтальной оси на 360° со скоростью до 1,5 об/минуту.

В шлеме конвертера имеется летка для выпуска стали. Выпуск стали через летку позволяет уменьшить перемешивание металла и шлака. Летка закрывается огнеупорной глиной, замешанной на воде.

Футеровка состоит из арматурного слоя, прилегающего к кожуху, промежуточного и рабочего слоя, обращенного внутрь конвертера.

Арматурный слой выполняется из обожженного магнезитового или магнезитохромитового кирпича и имеет толщину 110—250 мм., который длительное время не требует замены.

Промежуточный слой, защищающий основной арматурный слой, выполняется из набивной смолодоломитовой массы.

Рабочий слой выполняют из безобжиговых огнеупоров на смоляной связке (смолодоломитовый кирпич). Толщина рабочего слоя составляет 380-750 мм.

Общая толщина футеровки конвертера 800мм. Условия эксплуатации огнеупоров в кислородных конвертерах значительно сложнее, чем при других способах производства стали.

Таким образом, огнеупоры обладают высокой химической стойкостью, сопротивляемостью размывающим действиям потоков металла и шлака и противоударной устойчивостью загрузке шихты.

Верхняя кислородная фурма.

Фурма предназначена для продувки металлического агрегата

кислородом при выплавке стали в конвертере, фурма это труба для подачи кислорода с наконечником специальной конструкции и водоохладителем, снабженная механизмом для подъема, опускания и замены фурмы. Охлаждение фурмы должно обеспечивать температуру охлаждающей воды, $\leq 45^{\circ}\text{C}$, то есть разница температуры на входе и выходе не должна превышать 25°C , в летних условиях.

Обработанные с механической точностью сопла Лавалья на наконечнике кислородной фурмы разработаны так, чтобы обеспечить заданном потока кислорода к выходу необходимую скорость и лучшую модель распространения кислорода.

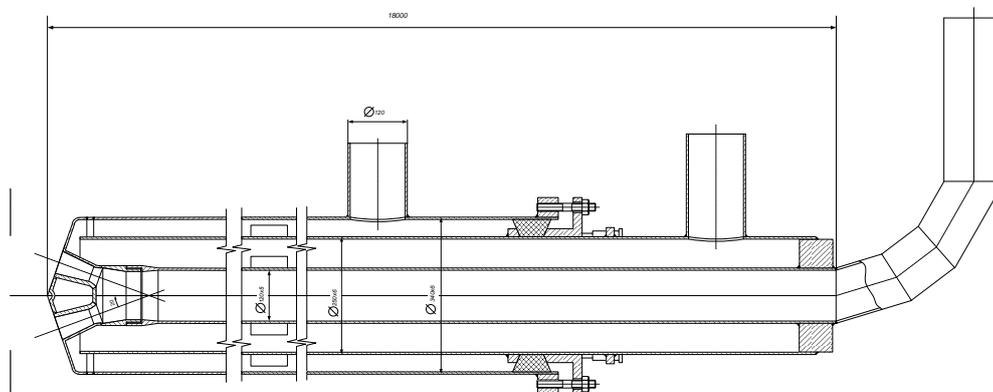


Рисунок 5 - Конструкция фурмы для подачи кислорода

Кислород подают в конвертер через вертикально расположенную водоохлаждающую фурму, которую вводят в полость конвертера через горловину строго по его оси. Давление кислорода перед фурмой составляет 1,0—1,6 МПа. Высоту фурмы над ванной можно изменять по ходу плавки; обычно она увеличивается при росте емкости конвертера и находится в пределах 0,8— 3,3 м-кодов от уровня ванны в спокойном состоянии.

Фурма выполнена из трех концентрично расположенных стальных труб и снабжена снизу медной головкой с соплами. Полости, образованные трубами, служат для подачи кислорода, подвода и отвода охлаждающей воды.

Медная головка фурмы имеет от 3 до 7 сопел типа сопла Лавалья, в

зависимости от расхода кислорода и емкости конвертера. Многосоплавые фурмы благодаря распределению кислородного потока на несколько струй обеспечивают «мягкую» продувку и минимальное количество выбросов. Кроме того, они дают возможность увеличить интенсивность подачи кислорода и сокращению продолжительности плавки. Стойкость головок фурм составляет 50-250 плавков.

1.2 Характеристика технологического оборудования цеха

Скраповозы предназначены для транспортировки совков с ломом из шихтового отделения магнитных материалов в загрузочный пролет конвертерного цеха. Грузовые совки устанавливаются на скраповоз краном с поворотной тележкой; лом можно перевозить и в нагретом состоянии (при температуре до 600 °С).

Скраповоз состоит из сварной рамы, ходовой части с четырьмя скатами, двух механизмов передвижения и токосъемное устройства. Для правильной установки совков на верхнем поясе рамы приварены десять упоров. В состав механизма передвижения входят электродвигатель, редуктор и тормоз. Токосъемное устройство прикреплено к тележке снизу и состоит из бугеля с кареткой, на которой установлены токосъемники. Для обеспечения устойчивости каретки на ней предусмотрены опорные нижние ролики, два верхних и четыре нижних боковых упорных ролика. Щель троллейного тоннеля перекрыта металлической лентой, для заключения которой предусмотрено специальное устройство. Для очистки рельсов от мусора, брызг металла и шлака установлены четыре скребки.

Скраповоз оборудован системой централизованной густой смазки. Управление скраповозом дистанционное

Совки скраповозом с шихтового отделения магнитных материалов передают в загрузочный пролет. Совок поднимают со скраповоза загрузочным краном и загружают лом в конвертер в один прием.

Для загрузки всего скрапа в конвертер достаточно одного или двух

совков. Объем совков зависит от емкости конвертора, доли лома .

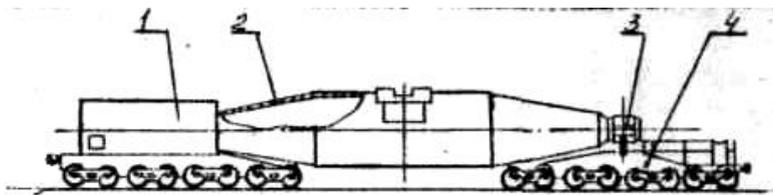
Применение передвижных миксеров по сравнению со стационарными уменьшает число переливов чугуна, что обеспечивает уменьшение потерь и повышение температуры чугуна при заливке в конвертер примерно на 50⁰С. Это позволяет поднять долю лома в конвертерной плавке и снизить расход чугуна.

Кроме того, применение передвижных миксеров немного сокращает капитальные затраты в комплексе цеха и исключает затраты топлива, используемого в стационарных миксерах.

На сегодня используются передвижные миксера емкостью 350 тонн. Выбор емкости передвижных миксеров определяется весом чугуна из доменной печи и плавки в сталеплавильном агрегате. Количество передвижных миксеров определяется объемом перевозочного чугуна.

Конструкция передвижного миксера состоит из футерованного корпуса, опор, привода поворота ходовых тележек.

Миксеры разрабатываются с опиранием корпуса на цапфы (грузоподъемностью до 350 т) и бандажи (грузоподъемностью свыше 350 т).



- 1 - механизм поворота;
- 2 - корпус футерован;
- 3 - опорные узлы;
- 4 - ходовые тележки

Рисунок 6- Схема передвижного миксера;

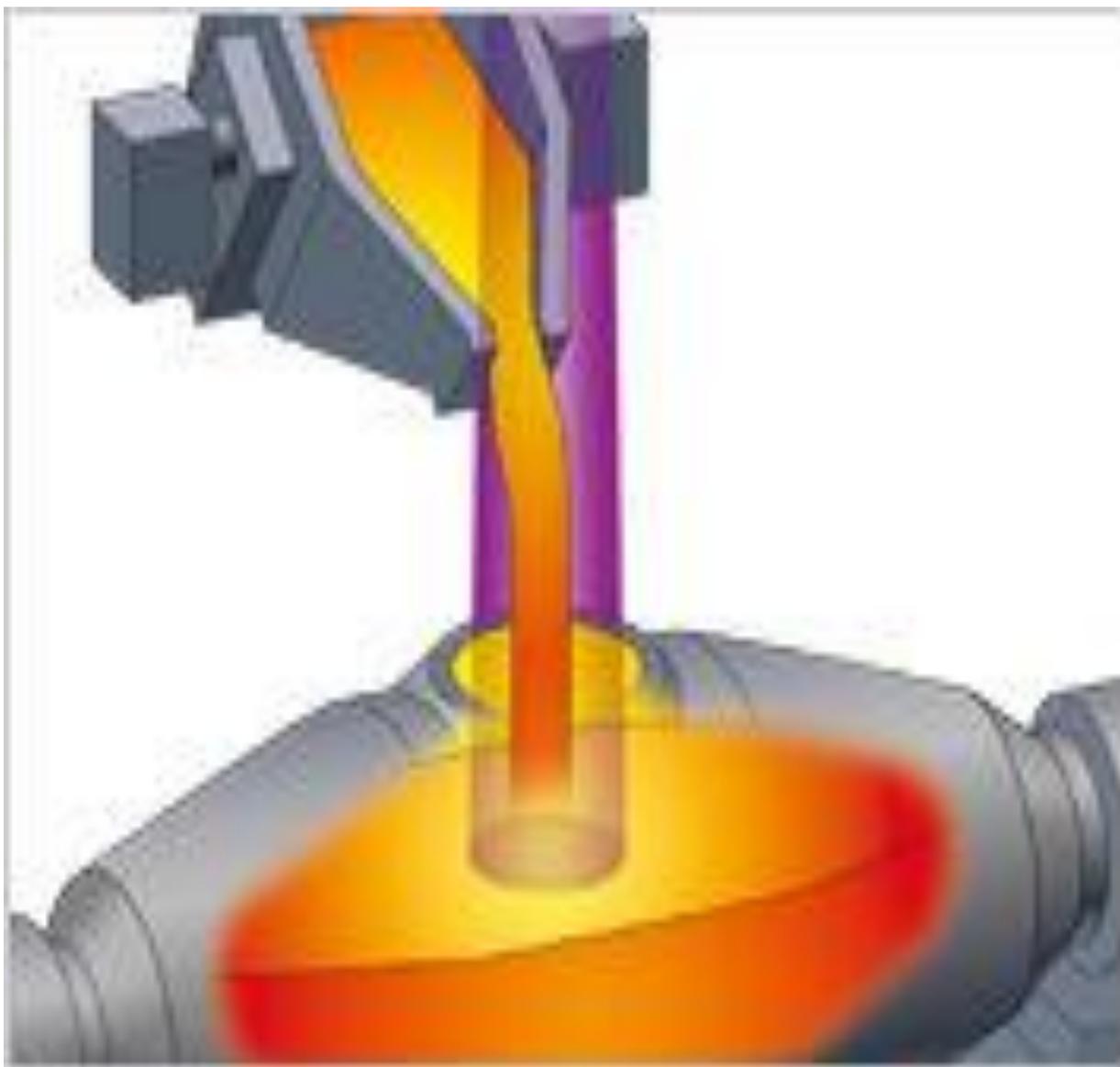


Рисунок 7 - Слив чугуна в передвижной миксер

Корпус выполняют сигарообразной или цилиндрической формы.

Цилиндрическая (бочкообразная) форма с опорными бандажами обеспечивает максимальную вместимость миксера и компактность.

Определение необходимого оборудования миксерного отделения.

Крановое оборудование

Литейные краны - :

- г/п 470+100/20тн в пролете SA-SB конвертерного отделения ;
- г/п 450+100/20тн - в пролете В-С ОНРС – ;

- г/п 150+50/10тн - в пролете SC-SD конвертерного отделения .

Краны мостовые г/п 125/20 тн в пролете АВ и CD ОНРС,

Краны специальные г/п 70/50тн ,

Кран грейферный г/п 10/5 тн,

Краны специальные г/п 125/20 тн отделения перестановки шлаковых чаш,

Краны специальные г/п 16/16тн отделения перегруза металлолома ,

Загрузочный пролет оборудован мостовыми заливными кранами (470+100/20 т) для заливки чугуна и загрузки лома. На нулевой отметке загрузочного пролета проложены ширококолейными пути для вывоза шлака от конвертера.

Таблица 1 Емкость разливочных (заливочных) и грузоподъемность ковшей разливочных (заливочных) кранов связывают с вместимостью конвертеров.

Емкость конвертера, т.	100	130	150	200	250
Вместимость разливного ковша, т.	110	140	175	220	280
Грузоподъемность разливного ковша, т.	140 / 32	180 / 50	225 / 63	280+100/16	380+100/16
Грузоподъемность кранов в ковшевом пролете	50/10	50/10	80/16	125/30	125/30
Емкость конвертера, т.	275	300	350	400	450
Вместимость разливного ковша, т.	300	330	385	430	480
Грузоподъемность разливного ковша, т.	400+100/16	470+100/20	500+100/16	560+100/16	630+100/16
Грузоподъемность кранов в ковшевом пролете, т.	125/30	125/30	125/30	140/32	140/32

Шлаковоз самоходный, предназначен для транспортировки шлаковых чаш со шлаком от конвертера в шлаковый коридор конвертерного цеха, а также передачи порожних шлаковых чаш для приема шлака в отделении перестановки шлаковых чаш.

Шлаковоз выполняет также следующие технологические операции:

- очистку с помощью скребка выбросов шлака и мусора из желоба между рельсами сталевозного пути в шлаковую чашу, установленную в специальный приямок в шлаковом коридоре.

- передвижение, (транспортировка) телескопического подъемника.

Шлаковоз самоходный:

Рама тележки поддерживает 2 шлаковые чаши. Для более высокого положения (+ 680мм.) шлаковой чаши и ее транспортировки на раме имеется дополнительное транспортировочное кольцо. Рама представляет собой жесткую сварную конструкцию, состоящую из 2 продольных и 3 поперечных балок.



Рисунок 8- Шлаковоз

Двигатели имеют короткозамкнутую обмотку, тормоза, управляемый преобразователь частоты. Запитка тележки осуществляется от стационарного кабельного барабана. Приводы перемещения защищены крышками.

Верхняя часть, участки рамы тележки, находящиеся в опасной зоне, рама и защитные крышки имеют тепловую защиту в виде огнеупорного слоя.

Управление тележкой осуществляется со стационарных пультов управления.

Ямоочиститель оборудован приводами с винтовыми домкратами.

Техническая характеристика:

Количество чаш, шт.	2
Грузоподъемность, т.	160
Скорость передвижения, м /мин.	40
Расстояние передвижения, м.	100
Колея, мм.	4800
Тип привода	АС-с VVVF
Количество приводных колес	4
Мощность двигателя, кВт.	22
Редуктор	планетарного типа
Кол-во редукторов	4
База тележки, мм.	7000
Диаметр колеса, мм.	1000

Управление дистанционное с пультов управления.

Сталевоз самоходный, предназначен для выполнения следующих операций:

- подачи порожнего сталеразливочного ковша для приема жидкой стали;
- маневрирования ковшом под конвертером во время слива стали из конвертера («слежение за струей металла»);
- транспортировки ковша с жидкой сталью от конвертера в разливочный пролет (ОНРС);

- транспортировки домкратного устройства (устанавливаемого на раму сталевоза), телескопического подъемника (предназначенного для футеровки корпуса конвертера огнеупорами).

Управление сталевозом дистанционное с пульта управления сталевозом и пульта управления сливом стали (и других вспомогательных пультов).



Рисунок 9 - Сталевоз:

Основная и весовая рамы представляют собой прочные сварные конструкции, состоящие из 2 продольных балок и 2 поперечных балок.

Двигатели имеют короткозамкнутую обмотку, тормоз и управляемый преобразователь частоты. Имеется возможность отпускать тормоза вручную. Запитка тележки осуществляется от стационарного кабельного барабана. Приводы перемещения защищены крышками.

Верхняя часть, участки рамы тележки, находящиеся в опасной зоне, рама и защитные крышки имеют тепловую защиту в виде огнеупорного слоя.

Управление тележкой осуществляется со стационарных пультов управления.

Техническая характеристика:

Грузоподъемность, т.	470
Возможность взвешивания, т.	0-470
Скорость передвижения, м./мин.	40
Расстояние передвижения, м.	130
Тип привода	АС-с VVVF
Кол-во колес	8
Кол-во приводных колес	2
Диаметр колеса, мм.	1000
Ширина колеи, мм.	4800
Система взвешивания	коромысла весов

Машина подачи кислорода предназначена для ведения кислорода в конвертер через водоохлаждаемую фурму, для вертикальных и горизонтальных перемещений, связанных с подачей фурмы внутрь конвертера, и заменой вышедшей из строя фурмы резервной.

Оборудование кислородной фурмы предназначено для вдувания кислорода в кислородные конвертеры ЛД. Два подвижных фурмодержателя оснащены кислородными фурмами - один держатель рабочий и один держатель резервный.

Фурмы закреплены на тележках, которые двигаются вверх и вниз по направляющей. Вертикальное движение фурм обеспечивается подъемным приводом, установленным на приводной площадке. Каждая фурма оснащена отдельным приводом.

Подача охлаждающей воды и кислорода осуществляется по гибким шлангам, что обеспечивает соединение между стационарными точками на металлоконструкциях и тележкой кислородной фурмы.

Фурма предназначена для вдувания кислорода и прикреплена к тележке хомутом кронштейнами.

Для оперативной замены фурмы, подсоединения охлаждающей воды и кислорода выполнены из быстроразъемных муфт.

Фурма прикреплена к тележке, которая перемещается вертикально по стационарной направляющей. Тележка фурмы состоит из сварной рамы с восьмью роликами. Главный и предохранительный тросы прикреплены к тележке. Подвеска предохранительного троса показывает износ или разрыв троса. Фурма прикреплена к тележке фурмы хомутом и кронштейнами. Для стойкости фурмы и муфты, тележка фурмы оборудована подвеской. На тележке фурмы установлены направляющие датчиков для срабатывания конечных выключателей наибольшей разницы положения фурмы.

Гибкие водяные шланги предназначены для подачи охлаждающей воды к кислородной фурме.

Гибкий кислородный шланг служит для подачи кислорода к кислородной фурме.

Стационарная направляющая фурмы жестко соединена с главной конструкцией. Направляющая фурма в основном состоит из двух направляющих рельс, которые соединяются с прочной сварной конструкцией. Направляющие рельсы предназначены для опоры направляющих роликов тележки фурмы. На нижнем конце направляющей фурмы также установлен механический бампер.

Фурмодержатели представляют собой подвижные сварные стальные тележки, обеспечивающие горизонтальное перемещение из рабочей позиции в позицию ожидания и наоборот. Фурмодержатели приводятся гидравлически. Запорный цилиндр с гидравлическим приводом фиксируют фурмодержатели в рабочем и гаражном положении. Опорные ролики фурмодержателей расположены горизонтально и служат вертикальной направляющей. Предусмотрена регулировка опорных роликов для точности направляющей. Направляющие тележки фурмы, соединяются с фурмодержателем и служат для связи со стационарной направляющей фурмы.

Пневматическая система необходима для работы аварийного пневмодвигателя в случае аварии (отключение электроэнергии). Подача азота

осуществляется посредством закрепленного трубопровода, который соединяет блок пневмоуправления с пневмодвигателем, тормозом двигателя и концевым выключателем с пневмоприводом.

Гидравлическая система необходима для работы цилиндра перемещения и запирающего фурмодержателя. Трубопроводы соединяют гидравлический блок питания с соответствующими цилиндрами.

Технические характеристики.

Кислородная фурма:

Рабочий ход фурмы, мм.	21700
Наружный диаметр фурмы, мм.	406,4
Давление кислорода перед шлангом, кг/см ²	15-20
Расход кислорода, м ³ /мин	до 2000
Давление воды перед шлангом, кг/см ³	15
Расход воды, м ³ /час	400-520

Механизм подъема фурмы:

Тип привода	АС
Диаметр каната, мм.	20
Скорость подъема фурмы, м/мин	20

Механизм перемещения платформы.

Тип привода	гидроцилиндр
Скорость перемещения, м/мин	5
Ход платформы, мм	3500

Конечный участок общецехового тракта подачи сыпучих материалов и ферросплавов представляет собой два горизонтальных конвейера, один на отм. +5 6,5 м. (для сыпучих материалов) и второй на отм. +31,3м. (для ферросплавов).

Конвейер сыпучих материалов (ВС-6) расположен на отм. +56,5м. над 24 приемными бункерами. С этих бункеров начинается вертикальный тракт подачи сыпучих материалов в конвертер. В эти бункера загружаются только сыпучие материалы. Под бункерами расположены электровибропитатели,

предназначенные для загрузки весовых бункеров . Под весовым бункером находится затвор и электровибропитатель. Под электровибропитателями находятся тетки, которые в свою очередь соединены с кессоном газоотводящего тракта конвертера.

Конвейер ферросплавов (BC16) расположен на отметке +31,3м.он находится над 26 приемными бункерами ферросплавов. С этих 26 бункеров начинается система транспортирования ферросплавов в ковш. Под бункерами расположена система заслонок и электровибропитателей. Далее ферросплавы попадают в 5 весовых бункеров. Под бункерами расположены электровибропитатели. Далее материалы перемещаются на реверсивный транспортер (BC-19) расположенного на отм. +31,3м. Транспортер предназначен для транспортирования ферросплавов в сторону к конвейеру (BC-20), а в случае необходимости используя реверс отправлять набранные ферросплавы в короб находящийся на отметке +0м. Конвейер (BC-20) также является реверсивным и он предназначен для транспортировки ферросплавов к 2 промежуточным бункерам расположенных на отм. +12,5м., а при помощи реверса материал можно переместить к промежуточному бункеру предназначенного для УДМ. Вышеуказанные 3 промежуточных бункера оснащены заслонками и электровибропитателями.

На отметке +20м. расположены отдельные 6 бункеров не связанные не с сыпучими материалами и не с ферросплавными бункерами. Это 6 бункеров специального назначения, предназначенные для дорогостоящих ферросплавов. Загрузка их производится специальными бадьями, которые доставляются на отм.+20м. при помощи электромостового крана. В дальнейшем бадьи с дорогостоящими материалами при помощи фронтального погрузчика транспортируются к приемным бункерам. Под бункерами расположены задвижки и электровибропитатели, через которые дорогостоящие материалы попадают в весовой бункер, расположенный на отм. +12,5м. Весовой бункер оборудован электровибропитателем и задвижкой. Потом материалы дозируются в специальную бадью и при

помощи фронтального погрузчика транспортируются к специальным бункерам возле конвертера на отм. +12,5м. Который оборудован в нижней части бункера задвижкой. После задвижки расположена вращающаяся течка направленная в ковш. Эти 6 специальных бункеров обслуживают конвертер.

Конвертер

- масса конвертерной плавки:
- максимальная, т – 310 ;
- номинальная, т – 300 т;
- объем конвертера (при новой футеровке), м³ – 289;
- удельный объем конвертера (при новой футеровке):
- 300 т масса номинальной плавки м³, – 0,96 ;
- 310 т масса максимальной плавки м³, – 0,93 .
- днище конвертера – съемное;
- перефутеровка конвертера – снизу;
- расход кислорода на продувку (расчетный):
- номинальный, м³/мин – 1050;
- максимальный м³/мин, – 1200 ;
- схема работы конвертера – без дожигания отходящих газов;
- количество конвертеров, шт – 2 ;
- количество одновременно работающих конвертеров – 2 шт., (во время замены футеровки на одном из конвертеров работает 1 конвертер);

Установка "печь-ковш"

Вес плавки, т - 300

Средняя длительность обработки, мин - 45

Подъем свода - гидравлический

Ход подъема свода, мм - 400

Консоль электрода - системы VAI, токопроводящая

Диаметр электрода, мм - 450

Ход электрода, мм - 2600

Делительная окружность электрода, мм - 800

Мощность трансформатора, МВА - 50

Скорость нагрева, ° С/мин – 1-4,5 ° С

Вспомогательное оборудование:

- система подачи сыпучих и легирующих материалов;
- машина для ввода проволоки (2-х ручьевого трайбаппарат – 2шт.);
- оборудование продувки металла через пробки в днище ковша;
- фурма аварийной продувки металла;
- стенд для наращивания и хранения электродов;
- сталевозы с системой подключения инертного газа;
- сталевоз транспортировочный Q=450 тн для сообщения с

мартеновским цехом.

Вакууматор

Конструкция:

- установка вакуумной дегазации стали типа VD-OB с 2-мя вакуум-камерами, расположенными ниже уровня рабочей площадки.

Вес плавки, т - не более 300

Средняя длительность обработки, мин - 50

Подъем крышки свода - гидравлический

Ход подъема крышки свода, мм - 600

Тип вакуумного насоса - пароежекторный

Всасывающая способность насоса, кг/ч - 800 при 1мбар

Необходимый свободный борт ковша, мм - не менее 800

Трайбаппарат - 2-х ручьевого

Машина непрерывного литья заготовок

Конструкция МНЛЗ:

-2-х ручьевого слябовая машина непрерывного литья заготовки радиального типа с прямолинейным кристаллизатором, секционированной роликовой опорной системой, непрерывным изгибом/правкой непрерывнолитого слитка в соответствии с запатентованным процессом изгиба/правки фирмы VAI.

Количество ручьев на машину, шт - 2

Радиус дуги, мм - 10000

Металлургическая длина (длина опирания слитка), м - 32,1

Толщина слябов, мм - 200, 220, 250 и 300 (в холодном состоянии)

Диапазон ширины при отливке слябов, мм - 1000-1800 (в холодном состоянии)

Длина разрезанных слябов, мм - 3200-12000 (в холодном состоянии)

Система ввода затравки – сверху

Количество машин, шт-2

Для подачи материалов для ремонта ковшей предусмотрены железнодорожные пути. Уборки стали и шлака организовано в разные от конвертера стороны: сталевоз перемещаются в на МНЛЗ по ширококолейных путях, самоходный шлаковоз с двумя ковшами 16 м³ – к шлаковой эстакады по ширококолейных пут

Характеристики оборудования МНЛЗ

Сталь стенд.

Тип конструкции: подъемно - поворотный, с двумя опорами для ковшей поднимаемыми и опускаемыми индивидуально и общим устройством поворота.

Масса плавки - 300т.

Масса заполненного ковша - 450т.

Грузоподъемность стенда - 480/480т.

Радиус разворота - 6,25 м.

Скорость разворота: номинальная - 1 об/мин.;

аварийная - 0,5 об/мин.

Угол поворота: свободный в обоих направлениях.

Высота подъема ковша - 800мм.

Скорость подъема - 20мм/с.

Назначение: подача стальной ковшей из нерабочего положения в положение разливки и наоборот. Стенд оборудован устройством

взвешивания сталь-ковшей.

Тележка промковша.

Тип конструкции: порталный.

Грузоподъемность: 125т (ковш, крышка, металл в ковше).

Привод: передвижения - гидравлический;

подъема - гидравлический;

смещения - гидравлический.

Скорость: передвижения - от 1,2 м/мин. до 2,0 м/мин.;

подъема - 30 мм/сек;

смещения - 5 мм/сек.

Высота подъема - 600мм.

Горизонтальное смещение - ± 75 мм.

Взвешивание промковша - весы.

Подвод энергоносителей - цепной шлейф.

Техническая характеристика МНЛЗ

Тип	Слябовая, вертикальная с изгибом
Количество ручьёв	2
Радиус радиальной части, м	10
Металлургическая длина, м	32
Уровень разливочной площадки, м	+ 13,635
Ёмкость стальковша, т	300
Ёмкость промковша, т	60
Ввод затравки	Сверху
Кристаллизатор, мм	Прямолинейный, длина медных плит 900
Сегменты ручья	
Загибочная секция (бендер)	1
Радиальных сегментов, шт	6
Правильных сегментов, шт	2
Горизонтальных сегментов, шт	5

Тип	Слябовая, вертикальная с изгибом
Системы автоматизации	Level 1&2; Lubri Con; Hydrauli Con; Dyna Flex; Dyna Width; Lev Con; Mold Expert; Drive Con; Dyna Gap; DYNACS; Yield Expert; VAI-Q Slab
Скорости разливки, м/мин	от 0,6 до 1,9
Размеры отливаемых слябов	
Толщина, мм	200, 220, 250, 300
Ширина, мм	от 1000 до 1800
Длинна, мм	от 3200 до 12000
Проектная мощность, млн. т/год	2,5

Поворотный стенд предназначен для транспортировки проковша из положения разогрева в разливочное положение и наоборот. Оборудована механизмом подъема и опускания проковша, механизмом смещения, взвешивающим устройством, крышками для проковша и обслуживающими площадками.

Промежуточный ковш.

Служит в качестве промежуточной емкости между стальковшом и кристаллизатором для обеспечения возможности серийной разливки, а также обеспечивает всплывание неметаллических включений.

Тип конструкции: желобчатый распределитель с переливом.

Емкость / высота налива: номинальная - 60т / 1000мм;

максимальная - 65т / 1100мм.

Регулировка потока - стопор.

Количество стаканов - 2 шт.

Крышка проковша.

Тип конструкции: сварная стальная либо чугунная литая рама залитая огнеупорным бетоном.

Назначение: удерживает тепловое излучение во время разогрева и

разливки, защита персонала от выплесков металла во время заполнения промковша.

Устройство управления стопором промковша.

Назначение: регулирование потока стали из промковца в кристаллизатор.

Основные характеристики: устройство управления стопором с направляющими роликами. Управление при помощи гидроцилиндра или ручное.

Тип управления: - автоматическое при помощи гидроцилиндра;
- ручное при помощи рычага.

Ход стопора - 120мм.

Установка разогрева промковша (на участке МНЛЗ 4 установки).

Количество горелок - 3 шт.

Применяемый газ - природный.

Максимальный расход газа - 198 м³/ч.

Расход воздуха - 1800м³/ч.

Температура нагрева - 1100°С.

Время нагрева - ориентировочно 90 мин.

Зажигание горелок - автоматическое, запальником.

Зажигание запальника - ручное.

Привод горелки (наклона) - гидравлический.

Устройство подогрева погружных стаканов.

Конструкция: передвижная рама с двумя горелками.

Место установки: участок МНЛЗ (разливочная площадка).

Теплоноситель: природный газ.

Температура подогрева - 900°С.

Продолжительность нагрева - 60 мин. (до ярко – малинового цвета).

Манипулятор защитной трубы стальной промковша.

Конструкция: ручная с гидравлическим приводом подъема.

Место установки: тележка промковша.

Ход: ход ковша + 100 мм.

Горизонтальное перемещение ± 300мм.

Диапазон поворота: 180°.

Диапазон наклона: 360°.

Уплотнение стыка: стакан шибера - защитная труба: аргон, уплотнитель.

Устройство замены погружных стаканов.

Принцип действия: замена стакана гидроцилиндром.

Продолжительность замены: ориентировочно 1,0-1,5 сек.

Возможность быстрого аварийного закрытия промковша посредством листовой заглушки (мембраны).

Место установки: днище промковша.

Бункер МНЛЗ.

Назначение:

- улавливание пара и отвод его через паротсос;
- обеспечивает доступ к оборудованию во время разливки и осмотрах оборудования;
- обеспечивает возможность доступа к сегментам сбоку.

Тип: тоннельный.

Ширина: ориентировочно 6,0 м.

Длина: 23,3 м.

Оборудование:

- двери на нулевой отметке и на отметке уровня мостков;
- смотровые окна;
- система паротсоса.

Паротсос.

Функциональное описание: пар, получаемый при форсуночном охлаждении, улавливается в камере вторичного охлаждения и выбрасывается в атмосферу через воздуховоды и вытяжную трубу.

Основные компоненты:

- дымососы (вентиляторы);
- воздухопроводы с регулирующей заслонкой.

Количество дымососов: 2 на ручей.

Производительность одного: 90 м³/ч.

Температура отводимого пара: 80°С.

Система аварийного желоба.

Функциональное описание: переливная емкость с системой желобов служит для слива жидкой стали в аварийный ковш в случае перелива промковша.

Тип конструкции:

- переливная емкость - сварной металлический футерованный желоб;
- шлаковая - сварная, маталлическая, футерованная емкость, емкость каждой 30т.

Шлаковни нужны для приема шлака или стали после перековшовки если стопор полностью не закрывается.

Кристаллизатор.

Назначение:

- обеспечивает формирование корочки непрерывнолитого слитка путем конвективного теплообмена между жидкой сталью и медными водоохлаждаемыми стенками;

- обеспечивает необходимые размеры непрерывнолитого слитка.

Основные характеристики:

- автоматическое центрирование кристаллизатора при установке на стол качания;

- автоматическое подключение патрубков охлаждающей воды для первичного и вторичного охлаждения во время установки кристаллизатора на стол;

- отдельный подвод охлаждающей воды для узкой и широкой сторон;

- комбинированное сжатие и разжатие широкой стороны кристаллизатора;

- гидроцилиндры для регулирования ширины кристаллизатора;
- опорные ролики узких сторон подпружинены, широкой стороны - неподвижные.

Технические данные.

Тип конструкции: прямолинейный пластинчатый, с регулированием ширины.

Диапазон регулирования ширины: от 1000 мм до 1800мм.

Диапазон регулирования толщины: 200 мм; 220 мм; 250 мм; 300 мм.

Материал медных плит - медь, серебро (Cu, Ag).

Высота медных плит - 900 мм.

Толщина медных плит - от 30 мм до 45 мм.

Подвод охлаждающей воды в медные плиты широкой и узкой сторон через пазы.

Подключение охлаждающей воды - автоматическое при остановке кристаллизатора.

Опорные ролики на широкой стороне: количество - по одному на сторону.

Тип ролика - разрезной из трёх частей с двумя промежуточными опорами.

Тип подшипника в опоре – подшипник качения, диаметр ролика - 100 мм;

- опорные ролики на узких сторонах: количество - по четыре на каждой стороне;
- материал роликов: Ст.52-3 или экв.;
- восстановление ролика: наплавка, механическая обработка.

Ролики на узких сторонах индивидуально подпружинены.

Регулировка ширины кристаллизатора:

- тип перемещения: гидравлическое с автоматическим регулированием;
- количество цилиндров: 4 шт.;
- место установки цилиндров: на кристаллизаторе;

- разжатие широкой стороны: гидравлическое;
- сжатие: тарельчатыми пружинами;
- охлаждение роликов широких и узких граней: наружное, системой вторичного охлаждения;
- смазка роликов: централизованная система смазки.

Система отсоса пыли и газов от кристаллизатора.

Назначение: удаление газов и пыли от кристаллизатора при подаче ШОС в кристаллизатор.

Место установки: на крышке кристаллизатора с широкой стороны.

Технические данные:

- количество воздуходувок на ручей - 1 шт.;
- производительность - 8000 м³/ч.;
- температура отводимой среды - от 10°С до 100°С;
- материал - стальные нержавеющие плиты с гальванопокрытием.

Механизм качания кристаллизатора.

Назначение: исключить прилипание корочки слитка к медным плитам.

Основные компоненты:

- рамы основания механизма качания;
- стол кристаллизатора с опорой, устройством центрирования и крепления;
- устройство качания с гидроцилиндрами, регулирующим клапаном и устройствами регулирования синхронизацией;
- система направляющих кристаллизатора;
- система автоматического подключения воды для кристаллизатора.

Технические характеристики:

- привод - гидравлический;
- количество устройств - 2 на ручей;
- шаг качания - 12мм;
- частота качания расчетная - от 0 едн./мин. до 400 едн./мин.

Загибочная секция (бендер).

Количество сегментов на одном ручье – 1 шт.

Назначение: удерживание и загиб горячего слитка, направление слитка из кристаллизатора в радиальный участок.

Основные компоненты:

- внутренняя и наружная рамы с поперечной балкой роликов, со стяжкой и направляющей колонной;
- направляющие ролики.

Основные характеристики:

- количество рядов с роликами на каждой раме – 17 шт.;
- на каждом ряду по 3 ролика;
- диаметр роликов – 150 мм.

Зона загиба слитка начинается с 10-го ряда роликов.

Сегмент радиального участка "SMART".

Количество сегментов на одном ручье – 6 шт.

Назначение: поддерживание и правка горячего слитка, направление слитка из радиального участка в правильный участок.

Основные компоненты:

- внутренняя и наружная рамы с поперечной балкой роликов, со стяжкой и направляющей колонной;
- направляющие ролики;
- устройство регулирования раствора между роликами - камера наружного охлаждения;
- регулирующий механизм для регулируемого ролика - камера наружного охлаждения;
- плиты камеры охлаждения;
- гидроцилиндры устройства регулирования раствора роликов с датчиком положения;
- трубопроводная обвязка с соплами;
- распределительные коробки;
- пульт управления сегментами.

Основные характеристики:

- автоматическое позиционирование сегментов на опорной конструкции;
- быстросъемное соединение с системой охлаждения и смазки;
- подъем и опускание приводного ролика с помощью гидроцилиндра;
- подъем, опускание и зажим с помощью гидроцилиндров;
- стандартные гидрораспределители;
- внутренняя и наружная рамы с балками роликов, расположенных поперек направления разливки;
- ролики с промежуточным опиранием, с внутренним охлаждением через шарнирное соединение и охлаждением подшипника;
- возможность точного регулирования раствора между роликами в течение разливки, посредством системы автоматического контроля толщины отливаемого слитка.

Технические данные:

- тип конструкции: поперечная балка с гидравлическим зажимным приспособлением;
- способ правки: по кривой постоянной правки;
- ролики:

Ролики радиального участка

Тип ролика	Диаметр, мм	Количество	Примечание
R/r	230	6 шт/6 шт	неприводные
R/r	250	1шт/1шт	приводные

- количество промежуточных опор - 2 шт.;
- количество подшипников качения на ролик - 4 шт.

Тип роликов.

Приводной: ролик с съемным корпусом на сплошной поворотной оси с промежуточными опорами.

Неприводные: такие же.

Тип подшипника: подшипник качения.

Материал ролика: 42CrMo4 или экв.

Тип привода: электродвигатель, редуктор, кардан.

Охлаждение:

- корпус, рамка - наружное, системой ЗВО;

- ось ролика, корпус подшипника - система охлаждения оборудования.

Смазка: централизованная.

Сегмент правильного участка "SMART".

Количество сегментов на одном ручье - 2 шт.

Назначение: направление, поддерживание и правка горячего слитка из радиального в горизонтальное положение.

Устройство и технические характеристики сегментов правильного участка аналогично сегментам радиального участка.

Ролики правильного участка

Тип	Диаметр,	Количе	Примеча
R/r	300	6 шт/6	неприво
R/r	300	1шт/1	приводн

Сегмент горизонтального участка "SMART".

Количество сегментов на одном ручье - 5 шт.

Устройство и технические характеристики сегментов горизонтального участка аналогично сегментам правильного участка.

Ролики горизонтального участка

Тип	Диаметр,	Количе	Примеча
R/r	300	6 шт/6	неприво
R/r	300	1шт/1	приводн

Опорная конструкция направляющей ручья.

Назначение: конструкция служит для опирания сегментов роликовой проводки в предусмотренном положении, обеспечивает центрирование сегментов и передает усилия от роликов через опоры подшипников на фундамент.

Основные составляющие:

- опорные рамы;
- устройства крепления сегментов;
- стойки подшипников для опорных рам, включая опорные звенья;
- автоматическое подключение воды и воздуха.

Тип конструкции: радиальные опоры из толстого листа и горизонтальные рамы основания с возможностью точного позиционирования сегмента.

Характеристики:

- нескручиваемая опорная рама с основными и промежуточными опорами;
- механическое крепление сегментов;
- устройство центрирования зоны изгиба из нержавеющей стали.

Приводы роликов.

Назначение: передача скорости разливки и усиления вытягивания требуемого для протягивания горячего слитка или затравки.

Основные компоненты:

- опорная конструкция;
- электродвигатели;
- муфты;
- редукторы;
- карданные валы.

Технические данные:

Двигатель - электрический.

Редуктор - планетарный.

Подсоединение к ролику - карданный вал.

Место расположения: приводы установлены на раме основания за пределами бункера.

Манипулятор сегментов.

Назначение: служит для снятия и установки сегментов с машины и на

нее. Манипулятор подается мостовым краном, расположенным над разливочной площадкой.

Основные компоненты:

- U-образная рама для удержания сегмента;
- направляющие ролики, прикрепленные к U-образной раме;
- направляющие балки сегментов.

Основные характеристики:

- U-образная опорная рама с боковыми направляющими роликами (манипулятор перемещается по U-образным рельсам);
- подъем и опускание манипулятора с помощью пролетного крана.

Тип конструкции: поперечина с плоскозвенной цепью и направляющими.

Затравка.

Назначение: затравка и головка затравки служит для перекрытия кристаллизатора перед началом разливки и для вытягивания горячего слитка из кристаллизатора в начале разливки.

Основные компоненты:

- цепь затравки;
- головка затравки с прокладками;
- переходная часть.

Характеристики:

- головка затравки рассчитана на поперечное перемещение для центровки в кристаллизаторе;
- имеется звено аварийного отсоединения.

Технические данные:

- длина затравки - 9 м;
- толщина цепи затравки - 198 мм;
- материал: головка - 25CrMo4V;
цепь - 42CrMo4V;

- существует 8 типов головок затравки для различных сечений сляба.

Система ввода затравки в кристаллизатор.

Назначение: служит для уборки затравки с приемного рольганга, подъема ее на транспортную тележку, расположенную на разливочной площадке, транспортировке ее к кристаллизатору и ввода ее в кристаллизатор.

Основные компоненты:

- подъемное устройство;
- устройство отделения затравки;
- подвижная направляющая;
- съемное ограждение;
- тележка для затравки с опорными роликами и мостиками;
- блок колес;
- натяжное устройство;
- центрирующее устройство;
- система цепной передачи;
- транспортировочная цепь;
- кабельный шлейф.

Характеристика: возможность подготовки головки затравки на транспортной тележке во время процесса разлива.

Технические данные:

- тип конструкции: система ввода сверху, с подъемным устройством затравки и транспортной тележкой для затравки.
- передача затравки на разливочную площадку: транспортная тележка с цепным транспортером;
- механизм отделения: электромеханическое подъемное устройство регули-руемое по скорости;
- привод ходовой части (перемещения): электромеханический;
- скорость перемещения: от 2,5 м/мин. до 15 м/мин.;
- центрирование затравки на транспортной тележке - гидравлическое;
- привод перемещения цепи - электромеханический;

- скорость перемещения цепи - 4,8 м/мин;
- разъединение транспортировочной цепи: только после прижима цепи затравки приводными роликами;
- прием и синхронное вытягивание затравки: до отделения головки от горячего слитка.

Машина газовой резки (МГР).

Назначение: порезка непрерывнолитого сляба на заданные длины, отмеряемые особым датчиком.

Основные компоненты:

- направляющие;
- балки направляющих;
- тележка машины с приводом перемещения, датчиком положения и зажимным устройством;
- балка резака с кареткой;
- цепной кабельно-рукавный шлейф;
- панель регулирования подачи газа и кислорода;
- устройство измерения длины сляба;
- гранулирующее устройство;
- электрооборудования и программное обеспечение.

Технические данные:

- тип конструкции: порталная;
- место установки: после бункера над рольгангом газовой резки;
- количество резаков: основные - 2 шт., темплетные - 2 шт.;
- диапазон резки: ширина - от 1000 мм до 1800 мм;
 - толщина - 200 мм, 220 мм, 250 мм, 300 мм;
 - длина слябов - от 3,2 м до 12 м;
- расстояние сопровождения - 9,5 м;
- розжиг: резака - встроенная зажигалка;
 - зажигалки - ручную;
- грануляция шлака: водяными гранулирующими соплами;

- режущий газ: природный, пропанбутановая смесь;

- режущий кислород: чистота - 99,5%;

давление - 12 бар;

- измерение длины сляба: измерительным роликом и датчиком положения на газовом резаке;

- режим работы: ручной, автоматический.

Основные характеристики:

- автоматическое начало резки;

- прерывание подачи режущего кислорода при проходе над роликами рольганга;

- подвод энергоносителей через кабельный шлейф.

Рольганг М ГР подводящий.

Количество роликов - 6 шт. (включая один разъединяющий ролик).

Тип ролика - цельный.

Диаметр ролика - 260 мм.

Длина бочки ролика - 2000 мм.

Расстояние между роликами - 1500 мм.

Максимальная скорость рольганга - 30 м/мин.

Привод подъема для разъединяющего ролика - гидроцилиндр.

Тип подшипника: подшипник качения в опорном блоке.

Тип привода: индивидуальный, с редуктором и электродвигателем.

Количество приводов: 2 шт. (разъединяющий ролик – не приводной).

Охлаждение роликов: распылением воды на поверхность ролика.

Смазка: централизованная система смазки.

Назначение: опирание затравки и слитка до участка разгрузки, отсоединение головки затравки от горячего слитка - осуществляется разъединяющим роликом.

Основные компоненты:

- рама рольганга;

- ролики с подшипниками;

- привода роликов;
- разъединяющий ролик с гидроприводом;
- трубопроводная обвязка с энергоносителями.

Рольганг машины газовой резки.

Назначение: подача горячего слитка на участок газовой резки.

Основные компоненты:

- рама передвижного рольганга;
- стационарные направляющие ролики с опорной конструкцией;
- механизм перемещения передвижного рольганга;
- ролики с подшипниками;
- приводное устройство;
- трубопроводная обвязка для всех энергоносителей;
- защита от брызг металла;
- оборудование грануляции шлака.

Основные характеристики:

- передвижной рольганг для защиты роликов от повреждений;
- взаимозаменяемость роликов;

Технические данные:

- тип конструкции - передвижной рольганг;
- количество роликов - 6 шт.;
- тип ролика – цельный;
- диаметр ролика - 260 мм;
- длина бочки ролика - 2000 мм;
- шаг роликов - 1500 мм,
- максимальная скорость рольганга – 30 м/мин.;
- тип подшипника - качения;
- тип привода - индивидуальный с электродвигателем и редуктором;
- кол-во приводов - 5 шт.;
- привод перемещения рольганга - гидроцилиндр;
- расстояние перемещения - 500 мм;

- охлаждение роликов - распылением воды на поверхность ролика;
- длина отрезаемых слябов - от 3,2 м до 12 м;
- максимальная температура слябов - 900°C.

На данный момент установлены на МНЛЗ-1 желоба для сбора и смыва окалины без возможности смыва окалины во время разливки. В кратчайшие сроки необходима установка механизма открытия крышки желоба.

На МНЛЗ-2 необходимо произвести установку желобов с механизмами открытия.

Отводящий рольганг.

Назначение: транспортировка отрезанных слябов на участок загрузки;

Основные компоненты:

- рама рольганга;
- ролики с подшипниками;
- привод на один ролик.

Технические данные:

- группа рольгангов - 1;
- количество роликов - 23 шт.;
- тип ролика - цельный;
- диаметр ролика - 260 мм;
- длина бочки ролика - 2000 мм;
- шаг роликов - 1500 мм;
- скорость рольганга - до 30 м/мин.;
- привод индивидуальный (электродвигатель, редуктор);
- охлаждение роликов - распыление воды на поверхность;
- смазка - централизованная.

Маркировщик – распылитель.

Назначение: маркировка слябов с целью идентификации.

Основные компоненты:

- рама маркировщика;
- маркировочная тележка с поперечным и продольным ходами;

- маркировочная головка с маркировочными долотами;

Основные характеристики: автоматическое позиционирование у переднего торца сляба посредством контактной плиты.

Технические данные:

- тип: маркировочная универсальная машина с распылительной головкой;

- место расположения - за МГР;

- место маркировки - узкая грань сляба;

- количество знаков - 12;

- максимальный размер знаков - 100 мм;

- время нанесения одного знака - 1сек.;

- возможные знаки - от 0 до 9 и несколько букв;

- температура сляба при маркировке - от 500°С до 1000°С;

- энергоноситель - рабочая жидкость для гидросистем.

Штабелирующее оборудование.

Толкатель.

Назначение: сталкивание слябов с рольганга на штабелирующий стол.

Основные компоненты:

- рама основания;

- направляющие (водоохлаждаемые);

- рычаги с каретками толкателя;

- гидроцилиндры;

- теплозащитные крышки;

- электрическая и гидравлическая системы управления;

- трубопроводы энергоносителей.

Технические данные:

- тип - гидравлический;

- масса сляба - 40 т;

- ход толкателя - 3,0 м;

- количество кареток толкания - 2 шт.;

- количество гидроцилиндров - 2 шт.;
- ход гидроцилиндра - 1500 мм;
- скорость толкания: вперёд - 150 мм/сек;
назад - 300 мм/сек;
- охлаждение - водоохлаждаемые направляющие;
- длина слябов - от 3,2 м до 12 м;
- максимальная температура слябов - 900°C.

Имеется гидравлическая синхронизация цилиндров.

Стол – штабелер.

Назначение: укладка штабеля горячих слябов сталкиваемых с рольганга толкателем

Описание работы: после сталкивания одного сляба на стол-штабелер, он спускается на толщину одного сляба. Управление ходом осуществляется световыми датчиками. После окончания укладки стол-штабелер поднимается в верхнее положение. Клещевой кран берет штабель и отвозит на склад слябов.

Технические данные:

- тип - гидравлический подъёмный стол;
- максимальная масса штабеля - 75 т;
- ход подъёма - 900 мм;
- количество слябов в штабеле на столе - 3 шт.;
- количество гидроцилиндров - 2 шт.;
- скорость подъёма/опускания - 30 мм/сек;
- длина слябов - от 3,2 м до 12 м;
- максимальная температура слябов - 900°C.

2 Специальная часть

2.1 Характеристика и назначение стали

Таблица 2 -Химический состав стали 1010

Сталь		C	Mn	Si	S	P
1010	Min	0,08	0,35		н.б.	н.б.0,02
	Max	0,10	0,55	0,03	0,012	

Назначение: для товарных слябов.

2.2. Разработка специальной части

На основании анализа требований к свойствам процесса производства разрабатывается конкретная технология производства заданной марки сплава.

В этом разделе приводятся сведения об использовании метода, используемые для производства с условиями поставки и свойств, отвечающих требованиям ТУ, СТП и др.

Приводятся основные признаки нормального хода технологического процесса, наиболее характерные отклонения от нормального хода и меры по их исправлению. Предлагается наиболее целесообразный способы выпуска или разлива славу.

2.3.Разработать технологию выплавки стали марки 1010 в конверторе емкостью 300т комбинированного дутья , с целью увеличения срока службы футеровки конвертера

Увеличение продолжительности кампании кислородных конвертеров является одним из наиболее действенных способов повышения технико-экономических показателей процесса. Применение технологии нанесения на футеровку кислородного конвертера специально приготовленного шлака или материалов позволило во всей черной металлургии увеличить стойкость футеровки и таким образом уменьшить потребление штучных огнеупоров и

затраты на ремонты футеровок и агрегатов.

После проведенных 300 плавов разрешается проводить операцию раздувки шлака азотом (~ 20-40 % плавов). Требования к шлаку: MgO в пределах 8-12 %, FeO – не более 15 %, основность около 3. Не следует применять слишком жидкий или слишком густой шлак, также не целесообразно проводить данную операцию при температуре металла выше 1680 °С. В этот период скорость износа футеровки составляет ~ 0,3-0,4 мм/плавку.

Основной период ухода за футеровкой (1000...2000 плавов). В зависимости от фактического износа футеровки производить раздувку шлака

Ошлакование футеровки путем раздувки шлака.

Технология раздувки шлака применяется с целью увеличения стойкости футеровки конвертера методом нанесения на неё защитного покрытия из специально подготовленного конечного конвертерного шлака.

Технологический процесс раздувки шлака на футеровку включает следующие операции:

- Визуальный контроль (или лазерное сканирование) состояния футеровки.

- Оценка состояния конечного конвертерного шлака.

- Подготовка конвертерного шлака к раздувке. Оставшийся в конвертере шлак доводят до требуемой консистенции посредством его охлаждения и раскисления, присаживая на шлак специальные магнезиальные брикеты, марки DSA-CB65MgO, в количестве, обеспечивающем содержание MgO в шлаке в пределах 12-14%.

- Раздувка шлака с помощью азота на футеровку производится в вертикальном положении конвертера по существующей в цехе технологии. Для достижения стойкости конвертера в 3600 плавов операцию раздувки шлака на футеровку необходимо производить не менее, чем на 90 % плавов за кампанию.

- Интенсивный период ухода за футеровкой (2000...3000 плавов).

Проводятся регулярный ремонт методом торкретирования и раздувка шлака (100 % плавок).

Далее производим завалку

В зависимости от состояния днища и качества шихтовых материалов первая порция извести (25-50% от общего расхода) присаживается на днище до завалки лома или на лом до заливки чугуна

Вторая и третья порции извести (45-50%) присаживаются с интервалом в 2-3 минуты с таким расчетом, чтобы присадка извести была закончена до восьмой минуты продувки, причем вторая порция извести присаживается после устойчивого загорания плавки.

Оставшаяся часть извести (20-30% от общего расхода) присаживается не позднее 3-х минут до окончания плавки. При использовании легковесного лома и в начале кампании конвертера по футеровке (первые 100 плавок) допускается задержка присадки второй и третьей порции извести на 2-3 минуты.

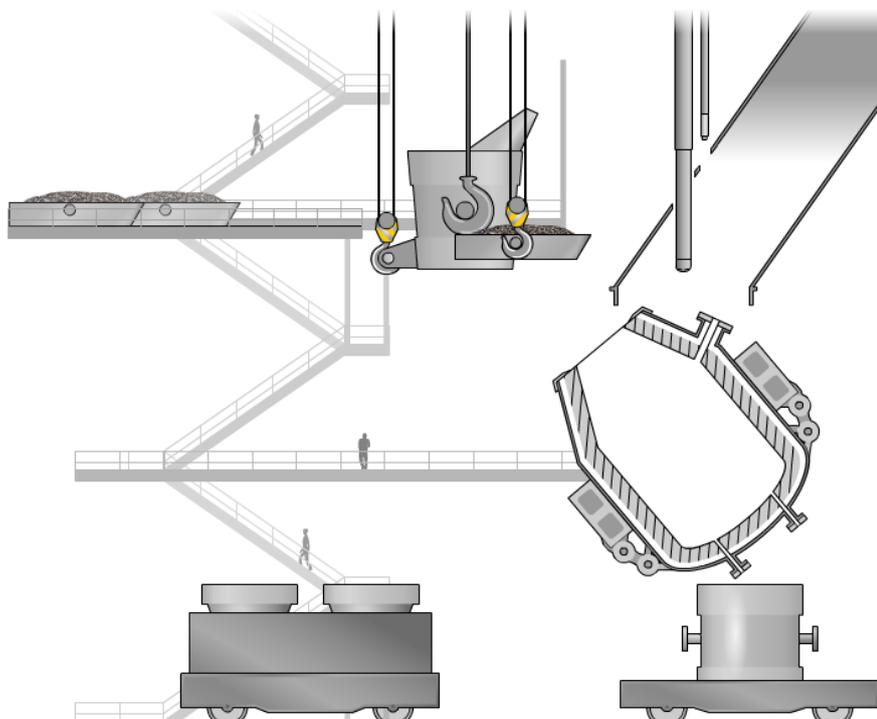


Рисунок 10- Загрузка лома в конвертер

Скрап доставляется в совках емкостью 100 м³ с шихтового отделения в сталеплавильный цех, где он загружается в конвертер с помощью мостового крана .

Таблица 3 - Химический состав скрапа

Доля скрапа	C	Mn	Si	S	P
24%	0,17	0,46	0,23	0,030	0,06

В качестве основного шлакообразующих материал применяется известь марки ИС-1, ИСД-1 первого сорта по ТУ У 26.5-00193714-042-2001

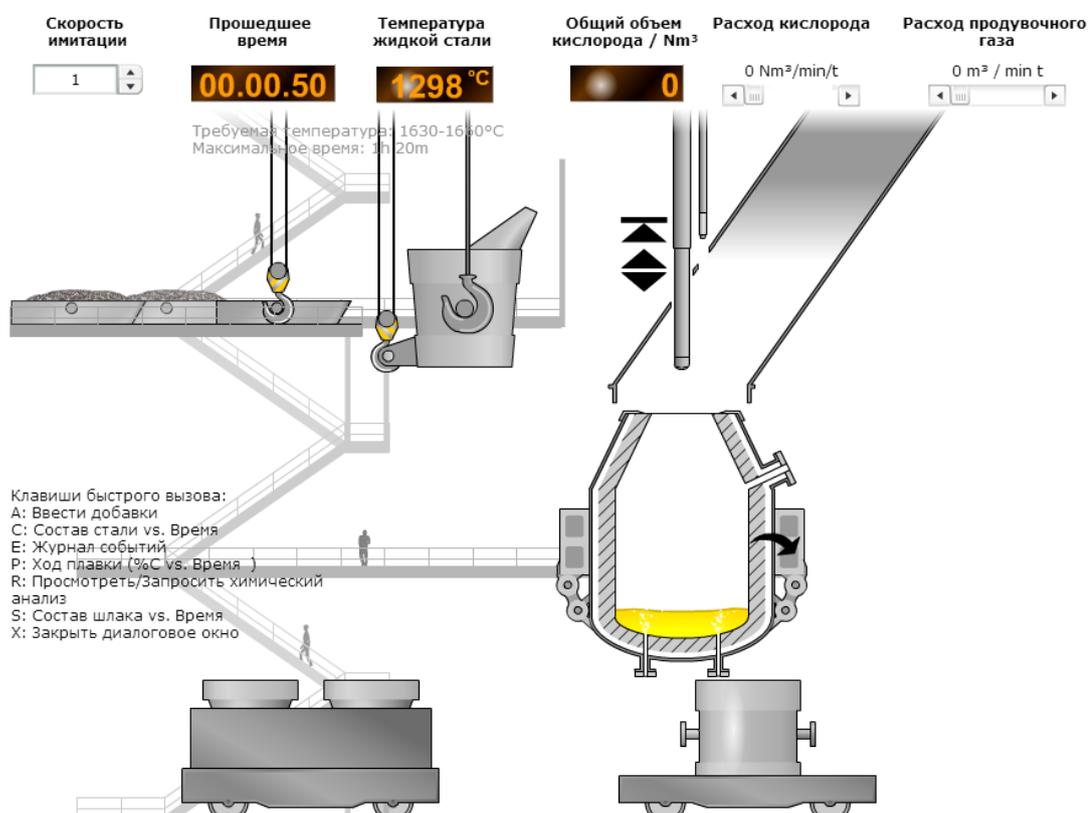


Рисунок 11- Подготовка конвертера

Таблица 4 - Химический состав шлакообразующих смесей

Марка	Массовая доля, %					
	CaO+MgO	MgO	SiO ₂	S	P	п.п.п
	не менее		не более			
ИС-1	92,0	6,0	1,8	0,06	0,10	5,0
ИСД-1	92,0	22,0	2,0	0,06	0,10	4,0

Реакционная способность – не более 2 минут.

По фракционному составу известь должна быть в пределах 20-70 мм. Количество фракции менее 20 мм должно быть не более 8%, более 70 мм – не более 10%.

Известь поступает в конвертерный цех свежесожженной не позднее 8 часов после обжига. Длительность хранения извести в расходных бункерах конвертерного цеха должна быть не более 24 часов. Применение извести "пушонки" не допускается.

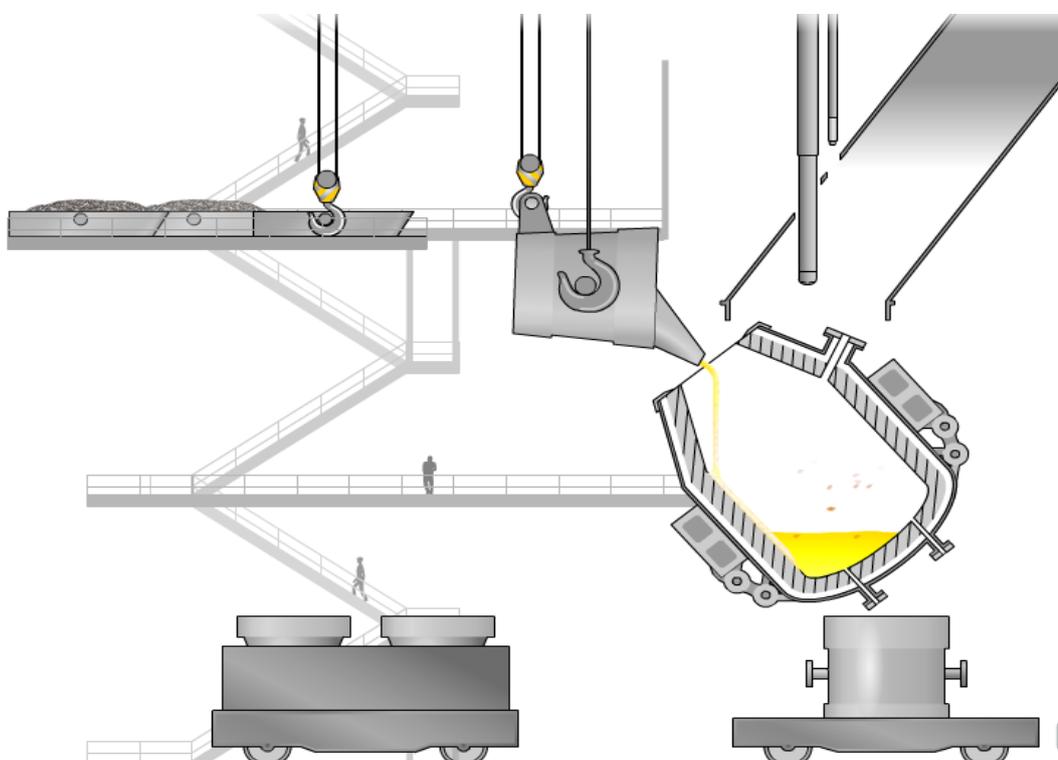


Рисунок.12- Заливка чугуна в конвертер

Жидкий чугун подается из доменного цеха в передвижных миксерных ковшах типа "торпеда" емкостью 350т с минимальным количеством доменного шлака.

Таблица 5 - Химический состав чугуна

Доля чугуна	C	Mn	Si	S	P
76%	4,50	0,11	0,78	0,043	0,008

Для загрузки скрапа и заливки чугуна конвертер наклоняется в загрузочную позицию с помощью привода поворота.

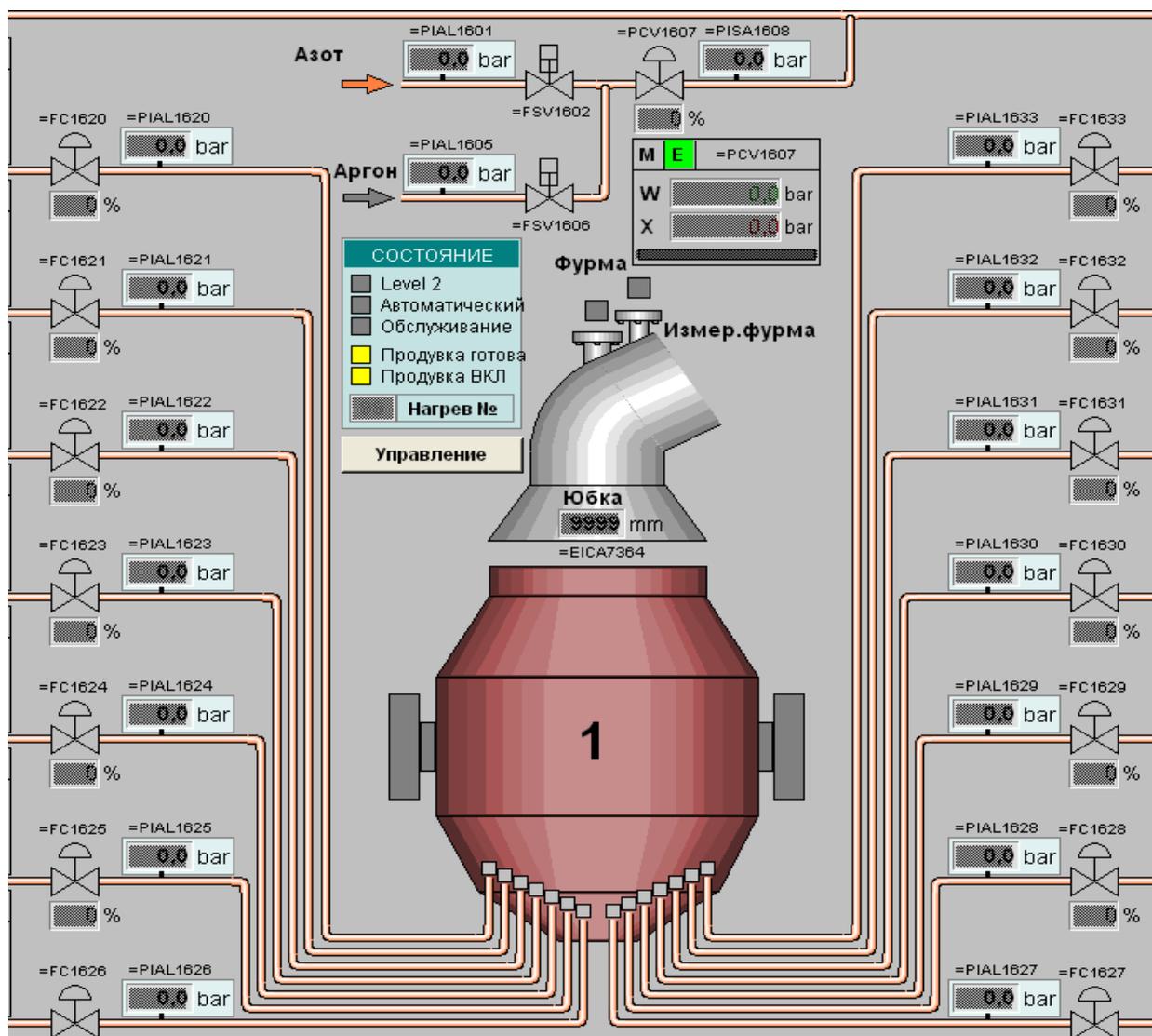


Рисунок 13- Комбинированная продувка

Продувка конвертера

После загрузки скрапа и чугуна в конвертер опускается кислородная

фурма. Для продувки в кислородно-конвертерном процесса используется чистый кислород 99,5%. Кислород подается на поверхность металла со сверхзвуковой скоростью.

Продувка металла производится через верхнюю шестисопловую фурму кислородом и инертным газом (аргоном или азотом) через днище конвертера.

Основной термохимической реакции при продувке является экзотермическое окисления углерода, кремния, марганца и железа.

Момент окончания продувки определяется по количеству израсходованного кислорода с учетом результатов предыдущих плавки или в соответствии с рекомендациями АСУ ТП конвертерной плавки и замеров параметров плавки.

Замер параметров плавки (измерение температуры ванны, определение окисленности и отбор пробы металла) производится фурмой-зондом после окончания продувки плавки. Фурма-зонд служит для измерения температуры жидкой стали в конвертере, определения содержания углерода и активности кислорода в конвертере, а также производится отбор проб стали для определения химического состава в экспресс-лаборатории. Отбор проб фурмой-зондом производится в вертикальном положении конвертера.

Содержание углерода в металле в конце продувки должно быть не менее 0,06%.

Режим продувки нейтральным газом через днище конвертера. Продувка снизу осуществляется через пористые периклазоуглеродистые блоки. Режим продувки указан на рисунке .

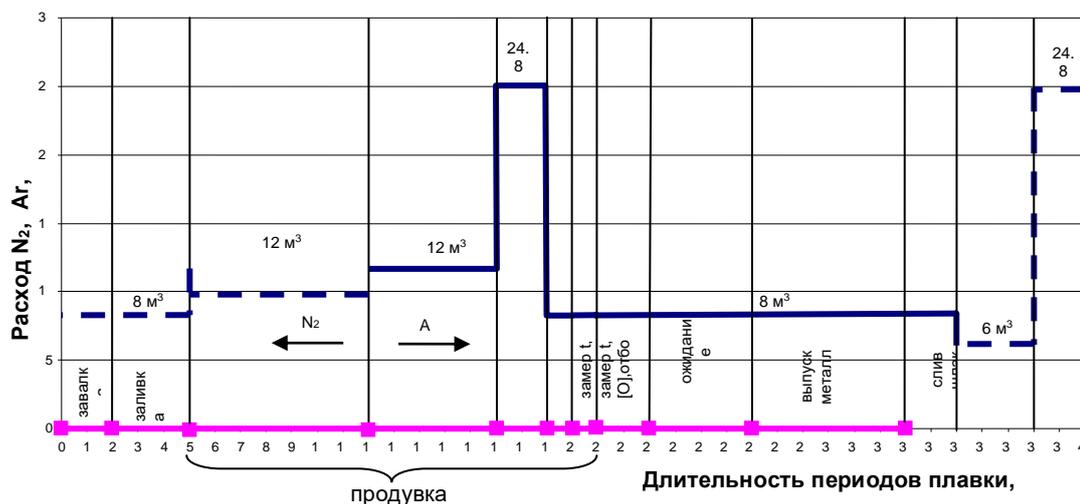


Рисунок 14 -Схема по этапной комбинированной продувки

Система вдувания инертного газа через днище конвертера работает в трех режимах:

Перемешивание вдуванием инертного газа.

Режим используется в течение и после кислородной продувки.

Рекомендуется следующий режим подачи нейтральных газов:

- в начале продувки (используется азот) расход газа минимальный на уровне 6,0-9,0 м³/мин;
- в середине продувки расход газа увеличивается до 24,0 м³/мин;
- в конце продувки, при продувке до содержания углерода ниже 0,12% расход аргона не уменьшается, при продувке до содержания углерода выше 0,12% - уменьшается до 6-9 м³/мин;
- при додувках, на содержание углерода ниже 0,12% расход аргона максимальный 9,0-24,0 м³/мин, на содержание углерода выше 0,12% расход аргона минимальный – 6,0-9,0 м³/мин.

При производстве сталей с особо низким содержанием углерода или азота после окончания продувки, взятия проб и замера температуры производится продувка аргоном (2-5 мин), с целью удаления углерода.

Выпуск плавки из конвертера и раскисление

Выпуск металла из конвертера производится через сталевыпускное отверстие, обеспечивающее слив металла организованной струей. Продолжительность выпуска должна быть в пределах 5-12 минут.

Подготовка материалов для раскисления, легирования и корректировки химического состава стали, подаваемых по вертикальному тракту, производится машинистом дистрибутора; с рабочей площадки – сталеваром по указанию мастера.

Используемые твердые ферросплавы для присадки в ковш должны быть хорошо просушены.

Основная масса ферросплавов для раскисления и легирования стали вводится в ковш через бункерные весы по вертикальному тракту подачи ферросплавов.

При наполнении ковша металлом на 1/4 его высоты вводятся все основные, предварительно накопленные в промежуточных бункерах ферросплавы.

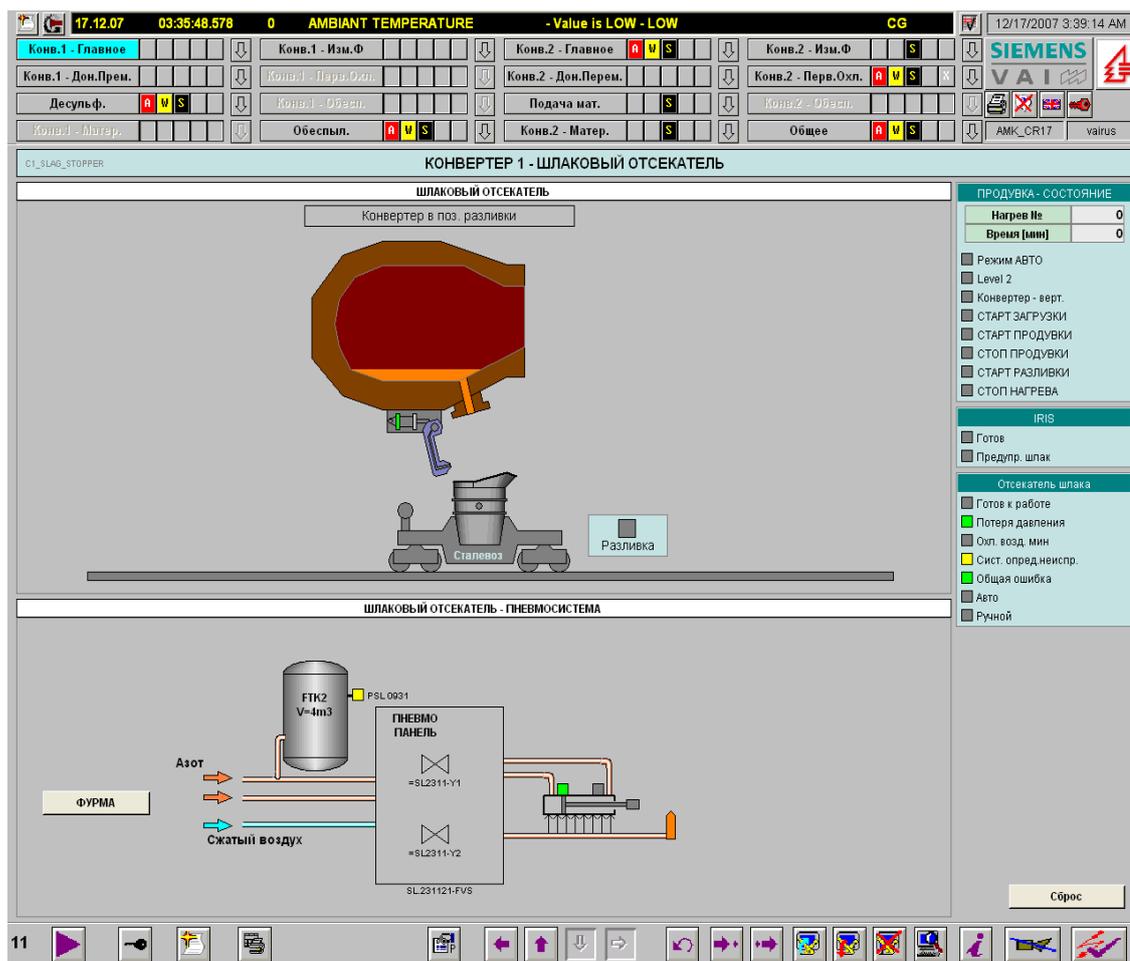


Рисунок 15 - Выпуск стали

Во время выпуска сталь 1010 раскисляют ферромарганцем, согласно расчета принимаем 0,3920 кг / т и алюминием 0,09 кг / т

Таблица 6 -Металл после раскисления

Наименование материала	C	Mn	Si	P	S
Металл после раскисления	0,09	0,45	0,01	0,011	0,010

3 Расчетная часть

3.1 Расчет шихты и материального баланса заданной марки стали.

Исходные данные.

Таблица 7 - Химический состав чугуна, скрапа, металла перед раскислением и готовой стали 1010,%:

Наименование материала	C	Mn	Si	P	S
Чугун передельный 76%	4,50	0,11	0,78	0,043	0,008
Скрап 24%	0,17	0,46	0,23	0,03	0,06
Металл перед раскислением	0,08	0,18	0	0,01	0,01
Готовая сталь 1010	0,08- 0,10	0.35- 0.55	н.б. 0,03	н.б.0,02	н.б. 0,012

Таблица 8 - Химический состав известь, плавикового шпата и футеровки%

Наименование материала	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaF ₂	H ₂ O	
Известь	2,0	91,0	1,0	1,5	-	-	0,5	4,0
Плавиковый шпат	4,2	2,1	-	0,8	-	89,4	-	3,5
Железная руда	7,1	1,0	0,2	4,6	86,0	-	1,1	-
Смолодоломитовый кирпич	2,0	58,0	36,5	1,5	2,0	-	-	-

Расход чугуна составляет 76% от массы металлической шихты, расход скрапа - 24%. Расход железной руды для ускорения шлакообразования и корректировки температуры металла - 1,5% от массы металлошихты (обычно составляет 1-2%).

Температура чугуна при заливке в конвертер 1371°C.

Температура стали перед выпуском 1620°C.

Расчет ведем на 100 кг металлошихты (чугун + скрап). Определяем средний состав металлической шихты%

Таблица 9 - Определяем средний состав металлической шихты, кг.

Материал	C	Mn	Si	P	S
Чугун	3,42	0,09	0,60	0,04	0,01
Скрап	0,04	0,11	0,06	0,01	0,02
Средний состав	3,46	0,20	0,66	0,05	0,03

Определяем сколько удаляется примесей на 100 кг металла, кг

$$C \quad 3,46 - 0,08 \times 0,9 = 3,39$$

$$Mn \quad 0,20 - 0,18 \times 0,9 = 0,03$$

$$Si \quad \quad \quad 0,66$$

$$P \quad 0,05 - 0,01 \times 0,9 = 0,04$$

$$S \quad 0,03 - 0,01 \times 0,9 = 0,02$$

$$Fe(в дым) \quad \quad \quad 1,2$$

$$\text{Угар примесей} \quad \quad \quad 5,34$$

Выход стали принимают равным 0,9.

Расходы железа испарением обычно составляют 0,8 - 1,6%.

Принимаем 1,2%

Принимаем, что при продувке ванны кислородом 10% S выгорает до SO₂, то есть окисляется: $0,03 / 10 = 0,003$ кг серы

Расход кислорода на окисление примесей составляет, кг:

$$C - CO_2 \quad 3,39 \times 0,1 \times 32/12 = 0,91$$

$$\begin{aligned} \text{C} - \text{CO} & 3.39 \times 0.9 \times 16/12 = 4.07 \\ \text{Si} - \text{SiO}_2 & 0.66 \times 32/28 = 0,76 \\ \text{Mn} - \text{MnO} & 0.03 \times 16/55 = 0.01 \\ \text{S} - \text{SO}_2 & 0,003 \times 32/32 = 0,003 \\ \text{P} - \text{P}_2\text{O}_5 & 0,04 \times 80/62 = 0,05 \\ \text{Fe} - \text{Fe}_2\text{O}_3 & 1,200 \times 48/112 = 0,514 \end{aligned}$$

6.317

Принимаем, что 90% С окисляется до CO, а 10% до CO₂

Образуется масса оксидов, кг

$$\text{CO}_2 \quad 3.39 \times 0,1 \times 44/12 = 1,243$$

$$\text{CO} \quad 3.39 \times 0,9 \times 28/12 = 7.119$$

$$\text{SiO}_2 \quad 0,66 \times 60/28 = 1,414$$

$$\text{MnO} \quad 0,03 \times 71/55 = 0,04$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \quad 0,04 \times 142/62 = 0,09$$

$$\text{SO}_2 \quad 0,003 \times 64/32 = 0,006$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \quad 1,2 \times 160/112 = 1,714$$

В шлак переходит серы, кг

$$0,02 - 0,003 = 0,017$$

При переходе серы в шлак освобождается кислорода, кг

$$0,017 / 2 = 0,009$$

Расход кислорода составляет, кг

$$6.317 - 0,009 = 6.314$$

Расход извести определяем по балансу CaO и SiO₂ в шлаке для получения основности 3,2 (основность шлака должна составлять от 2,8 до 3,5). Для формирования шлака принимаем расход плавикового шпата равным 0,3 кг По данным практики отечественных и зарубежных заводов расход Разжижители обычно составляет:

а) боксита 0,6 - 1,2%;

б) плавикового шпата 0,2 - 0,6%.

Расход (износ) футеровки колеблется в пределах 0,8-1,2% от массы

металлошихты. Принимаем расход футеровки равным 1,1% или 1,1 кг на 100 кг металлошихты. Расход извести обозначим через x .

Количество CaO в конечном шлаке, поступающего из материалов, составит, кг

Футеровки	$1,1/100 \times 58 = 0,638$
Железная руда	$1,5/100 \times 1,0 = 0,015$
Плавиновый шпат	$0,3/100 \times 2,1 = 0,006$
Известь	$x/100 \times 91 = 0,91x$

Всего $0,6593 + 0,91x$

SiO_2 в конечном шлаке, вносимого материалами, кг

Металлическая шихта	1,414
Железная руда	$1,5/100 \times 7,1 = 0,106$
Плавиновиы шпат	$0,3/100 \times 4,2 = 0,013$
Футеровки	$1,1/100 \times 2,0 = 0,022$
Известь	$x/100 \times 2,0 = 0,02x$

Всего $1,555 + 0,02x$

MgO в конечном шлаке, вносимого материалами, кг

Футеровки	$1,1/100 \times 1,5 = 0,0165$
Железная Руда	$1,5/100 \times 36,5 = 0,402$
Известь	$x/100 \times 1,0 = 0,01x$

Всего $0,4185 + 0,01x$

Al_2O_3 у в конечном шлаке, вносимого материалами, кг

Футеровки	$1,1/100 \times 1,5 = 0,0165$
Железная руда	$1,5/100 \times 4,6 = 0,069$
Известь	$x/100 \times 1,5 = 0,015x$
Плавиновый шпат	$0,3/100 \times 0,8 = 0,0024$

Всего $0,0879 + 0,015x$

Fe₂O₃ в конечном шлаке, вносимого материалами, кг

Футеровки $1,5/100 \times 86,0 = 1,29$

Железная Руда $1,1/100 \times 2,0 = 0,022$

Всего 1,312

CaF₂ в конечном шлаке, вносимого материалами, кг

Плавиновый шпат $0,3/100 \times 89,4 = 0,2682$

CO₂ в конечном шлаке, вносимого материалами, кг

Плавиновый шпат $0,3/100 \times 3,5 = 0,0105$

Известь $x/100 \times 4,0 = 0,04x$

Всего $0,0105 + 0,04x$

Вместо CaO и SiO₂ подставляем их значения и определяем расход

$$\text{извести} \frac{0,659 + 0,91x}{1,555 + 0,02x} = 3,2$$

$$0,659 + 0,91x = 3,2(1,555 + 0,02x)$$

$$0,659 + 0,91x = 4,976 + 0,064x$$

$$X = 5,10$$

Таблица 10 - Составляющие шлака, кг

Хим Состав	Материалы					Всего
	Мет шихта	Железная руда	Футеровка	Плавиновый шпат	Известь	
SiO ₂	1,414	0,106	0,022	0,013	0,102	1,657
CaO	-	0,015	0,638	0,006	4,64	5,299
MgO	-	0,003	0,402	-	0,051	0,456
Al ₂ O ₃	-	0,069	0,016	0,002	0,077	0,164
S	0,017	-	-	-	-	0,017
MnO	0,04	-	-	-	-	0,04
P ₂ O ₅	0,09	-	-	-	-	0,09
Fe ₂ O ₃	-	1,29	0,022	-	-	1,312
CaF ₂	-	-	-	0,2682	-	0,2682
Σ	1,561	1,483	1,078	0,2892	4,87	9,3032

В известь содержится

$$5,10/100 \times 0,5 = 0,0255 \text{ кг H}_2\text{O}$$

$$5,10/100 \times 4,0 = 0,204 \text{ кг CO}_2$$

Плавиковый шпат содержит

$$0,3/100 \times 3,5 = 0,011 \text{ CO}_2$$

Железная руда содержит

$$1,5/100 \times 1,1 = 0,016 \text{ кг H}_2\text{O}$$

Масса шлака без оксидов железа составляет, кг

$$9,3032 - 1,312 = 7,99$$

В зависимости от режима продувки, основности конечного шлака и содержание "С" в металле в конце продувки плавки отношение FeO (в%) в Fe₂O₃ (у %) в шлаке обычно колеблется в пределах 1,5 - 3,0.

Принимаем содержание оксидов железа в шлаке **7% FeO** и Fe₂O₃ **4% при комбинированном дутье**, тогда масса оксидов шлака без FeO и Fe₂O₃ будет составлять **89%**. (А при верхней продувке **12% FeO** и Fe₂O₃ **5%** тогда масса оксидов шлака без FeO и Fe₂O₃ будет составлять **83%**.)

$$\text{Масса шлака равна, кг } 7,99/89 \times 100 = 8,978$$

Таблица 11 Химический состав конечного шлака, %

SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S	MnO	P ₂ O ₅	CaF ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Σ
18,46	59,02	5,08	1,83	0,19	0,44	1,0	2,99	7,0	4,0	100

Фактическая основность конечного шлака

$$\frac{\%CaO}{\%SiO_2} = \frac{59,02}{18,46} = 3,2 \text{ то есть отвечает заданной (допустим на } \pm 0,05)$$

Масса оксидов железа составляет $8,978 - 7,99 = 0,99$ кг, в том числе FeO = $8,978/100 \times 7 = 0,629$ и Fe₂O₃ = $0,99 - 0,629 = 0,36$

Принимаем, что 90% вносится рудой и футеровкой Fe₂O₃ восстанавливается до железа, а 10 % - до FeO

Восстановление Fe₂O₃ до железа дает, кг

$$\text{а) кислорода } 1,312 \times 0,9 \times 48/160 = 0,354$$

$$\text{б) железо} \quad 1,312 \times 0,9 - 0,354 = 0,827$$

Восстановление Fe_2O_3 до FeO дает, кг

$$\text{а) кислорода} \quad 1,312 \times 0,1 \times 16/160 = 0,013$$

$$\text{б) FeO} \quad 1,312 \times 0,1 - 0,013 = 0,118$$

Это количество FeO поступает в шлак.

В результате окисления железа образуется, кг

$$\text{FeO} \quad 0,629 - 0,118 = 0,511$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \quad 0,36$$

$$\text{Всего} \quad 0,871$$

Окисляется железа, кг

$$(0,511 \times 56/72) + (0,36 \times 112/160) = 0,3974 + 0,252 = 0,6494$$

Потери железа в виде корольков металла запутались в шлаке (колеблется в пределах **6- 10 %** от массы шлака). Принимаем 6%, тогда потери составят: $8,978/100 \times 6 = 0,449$

Выход стали равен, кг

$$100 + 0,827 - 5,34 - 0,6494 - 1,0 - 0,449 = 93,3886$$

где 1,0 - потери металла с выбросами (колеблется в пределах 0,5 - 1,1% от массы металлошихты);

5,34 - угар примесей;

0,6494- окисляется железа;

0,449- потери железа в виде корольков металла

0,827- восстановление Fe_2O_3 до железа

Потребуется кислорода на окисление железа, кг

$$0,871 - 0,6494 = 0,2216$$

Всего потребуется кислорода на окисление примесей и железа, кг

$$6,317 + 0,2216 - (0,354 + 0,013) = 6,1716$$

Принимаем технический кислород содержащий 99,5% O_2 и 0,5% N_2 .

Потребуется технического кислорода при 95% усвоении, м^3

$$\frac{6.1716 \times 22,4}{0,995 \times 0,95 \times 32} = 4,57$$

Количество усвоения кислорода равно $4,57 \times 0,05 = 0,2285 \text{ м}^3$ или

$$0,2285 \times 32 / 22,4 = 0,3264 \text{ кг}$$

Количество азота равно $4,57 \times 0,005 = 0,0229 \text{ м}^3$ или $0,0229 \times 28 / 22,4 = 0,0286 \text{ кг}$

Масса технического кислорода равна, кг $6.1716 + 0,3264 + 0,0286 = 6.5266$

Таблица 12 - Состав и количество газов

составляющие	Кг	М ³	%
CO ₂	1,243+0,204+0,011 = 1,458	0,742	11,0
CO	7.119	5,695	84,41
H ₂ O	0,0255+0,016 = 0,045	0,056	0,83
O ₂	0,3264	0,229	3,394
N ₂	0,0286	0,0229	0,339
SO ₂	0,006	0,0021	0,03
Вместе	8,9795	6.747	100

Таблица 13 Материальный баланс плавки

Поступило, кг		%	Получено, кг		%
Чугуна	76,00	66.36	Стали	93,3886	81,56
Скрапа	24,00	20.96	Корольков	0,449	0.39
Железной руды	1,500	1.31	Металла в выбросах	1,000	0.87
Плавиновый шпат	0,300	0,26	Шлак	8,978	7.84
Известь	5,10	4.45	Газы	8,9795	7.84
Футеровка	1,100	0.96	Fe ₂ O ₃ (в дым)	1,714	1.50
Техн. Кислорода	6.5266	5.70			
Всего	114.5266	99.99	Всего	114.5091	99.99

$$\text{Неувязка} = \frac{114.5266 - 114,5091}{114.5266} \times 100 = 0,02 \text{ что в пределах допустимого.}$$

Допустимо до 0,20%

3.2 Расчет раскисления заданной марки стали

При выплавке кипящих марок стали, не содержащие в своем составе кремния, раскисления металла производится одним ферромарганцем.

Таблица 14 - Химический состав готовой стали и металла перед раскислением

Наименование	C	Si	Mn	P	S	Al
Сталь 1010	0,08-0,10	н.б.0,03	0,35-0,55	0,02	0,012	0,03-0,06
Металл перед раскислением	0,08	0	0,18	0,01	0,01	-

Таблица 15 – угар элементов раскислителей:

Тип стали	Вариант раскисления	Содержание углерода в металле % C	Угар элементов %		
			C	Si	Mn
Кипящая	Ферромарганцем	до 0,10	20-25	60-70	25-30
		0,11 – 0,16	17-22	55-60	20-25
		0,17 и более	14-18	50-55	15-20
Спокойная и полуспокойная	Ферромарганцем и богатим ферросилицием или силикомарганцем	до 0,10	17-22	25-30	20-25
		0,11 – 0,16	15-20	20-25	15-20
		0,17 и более	12-16	15-20	12-16

Сталь 1010 раскисляем ферромарганцем и алюминием на выпуске в ковше

Принимаем угар элементов: C – 20%; Si – 60%; Mn – 25%; Al – 50%.

Таблица 16 – Химический состав раскислителя

Раскислителей		C	Si	Mn	P	S	Al	Fe	Другое
FeMn	Mn0,5	0,5	2,0	85	0,3	0,03	-	12,17	
Al	Втор						90		10

Определяем средний состав заданной стали:

$$[C]_{z.c}^{cp} = \frac{C_{\min z.c} + C_{\max z.c}}{2};$$

$$[C]_{z.c}^{cp} = \frac{0,08 + 0,10}{2} = 0,09;$$

$$[Si]_{z.c}^{cp} = \frac{Si_{\min z.c} + Si_{\max z.c}}{2};$$

$$[Si]_{z.c}^{cp} = \frac{0,01 + 0,03}{2} = 0,02;$$

$$[Mn]_{z.c}^{cp} = \frac{Mn_{\min z.c} + Mn_{\max z.c}}{2};$$

$$[Mn]_{z.c}^{cp} = \frac{0,35 + 0,55}{2} = 0,45.$$

Определяем расход FeMn, кг/т

$$M_{FeMn} = \frac{(Mn_{cp} - M_{n.p}) \cdot M_{m.c} \cdot 100}{Mn \cdot (100 - q_m)};$$

$$M_{FeMn} = \frac{(0,45 - 0,18) \cdot 92,557 \cdot 100}{85(100 - 25)} = 0,4$$

Определяем прирост массы металла после присадки FeMn

$$\Delta M_{FeMn} = M_{FeMn} \cdot \left(\frac{[C]_{FeMn} (100 - \alpha_c)}{10000} + \frac{[Si]_{FeMn} (100 - \alpha_{Si})}{10000} + \frac{[Mn]_{FeMn} (100 - \alpha_{Mn})}{10000} + \frac{[P]_{FeMn}}{100} + \frac{[S]_{FeMn}}{100} + \frac{[Fe]_{Mn}}{100} \right);$$

$$\Delta M_{FeMn} = 0,40 \left(\frac{0,5(100 - 20)}{10000} + \frac{2(100 - 60)}{10000} + \frac{85(100 - 25)}{10000} + \frac{0,3}{100} + \frac{0,03}{100} + \frac{12,17}{100} \right) = 0,3098 \text{ кг}$$

Определяем массу FeMn что перешел в шлак и газову фазу

$$\Delta M'_{FeMn} = M_{FeMn} - \Delta M_{FeMn};$$

$$\Delta M'_{FeMn} = 0,40 - 0,3098 = 0,0902 \text{ кг}$$

Определяем массу металла после присадки FeMn

$$M''_{Me} = M_{Me} + \Delta M_{FeMn};$$

$$M''_{Me} = 93,3886 + 0,40 = 93,7886 \text{ кг}$$

Определяем расход Al

$$M_{Al} = \frac{[Al]_{z.c} \cdot M''_{Me} \cdot 100}{[Al]_{Al} \cdot (100 - \alpha_{Al})};$$

$$M_{Al} = \frac{0,045 \cdot 93,7886 \cdot 100}{90 \cdot (100 - 50)} = 0,0938 \text{ кг}$$

Определяем прирост массы металла после присадки Al

$$\Delta M_{Al} = M_{Al} \cdot \left(\frac{[Al]_{Al} \cdot (100 - \alpha_{Al})}{10000} + \frac{[Пп]_{Al}}{100} \right);$$

$$\Delta M_{Al} = 0,0938 \left(\frac{90 \cdot (100 - 50)}{10000} + \frac{10}{100} \right) = 0,0516 \text{ кг}$$

Определяем массу Al что перешел у шлак

$$\Delta M'_{Al} = M_{Al} - \Delta M_{Al};$$

$$\Delta M'_{Al} = 0,0938 - 0,0516 = 0,0422 \text{ кг}$$

Определяем массу FeSi та Al

$$M_{Me}^k = M_{Me}'' + \Delta M_{Al};$$

$$M_{Me}^k = 92,7886 + 0,0516 = 93,831 \text{ кг}$$

Определяем массы ферросплавов и Al что перешли в шлак из газовой фазы

$$\Delta M' = \Delta M'_{FeMn} + \Delta M'_{Al};$$

$$\Delta M' = 0,0902 + 0,0422 = 0,1324 \text{ кг}$$

Проверка:

$$[C]_{c.p.} = 0,08 + \frac{0,4 \cdot \frac{0,5 \cdot (100 - 20)}{10000}}{0,01 \cdot 93} = 0,081;$$

$$[Si]_{cp} = [Si]_{n.p.} + \frac{M_{FeMn} \cdot \frac{[Si]_{FeMn} \cdot (100 - \alpha_{Si})}{10000}}{0,01 \cdot M_{Me}^k};$$

$$[Si]_{cp} = 0 + \frac{0,4 \cdot \frac{2 \cdot (100 - 60)}{10000}}{0,01 \cdot 93} = 0,02;$$

$$[Mn]_{c.p.} = [Mn]_{n.p.} + \frac{M_{FeMn} \cdot \frac{[Mn]_{FeMn} \cdot (100 - \alpha_{Mn})}{10000}}{0,01 \cdot M_{Me}^k};$$

$$[Mn]_{c.p.} = 0,18 + \frac{0,4 \cdot \frac{85 \cdot (100 - 25)}{10000}}{0,01 \cdot 93} = 0,45;$$

$$[P]_{c.p} = [P]_{n.p} + \frac{M_{FeMn} \cdot [P]_{FeMn}}{0,01 \cdot M_{Me}^k};$$

$$[P]_{c.p} = 0,01 + \frac{0,4 \cdot \frac{0,3}{100}}{0,01 \cdot 93} = 0,011;$$

$$[S]_{c.p} = [S]_{n.p} + \frac{M_{FeMn} \cdot [S]_{FeMn}}{0,01 \cdot M_{Me}^k};$$

$$[S]_{c.p} = 0,01 + \frac{0,4 \cdot \frac{0,03}{100}}{0,01 \cdot 93} = 0,010$$

Пример расчета раскисления спокойной марки стали

Таблица 17 – Химический состав готовой стали и металла перед раскисленность

Химический состав	C	Si	Mn	P	S	Al
Сталь 1008	0,13 0,18	0,15 0,30	0,70 1,4	0,040	0,040	0,02
Металл перед раскислением	0,13	0	0,18	0,013	0,021	-

Таблица 18– Угар элементов раскислителей:

Тип стали	Вариант раскисления	Содержание углерода в металле % C	Угар элементов %		
			C	Si	Mn
Кипящая	Ферромарганцем	до 0,10	20-25	60-70	25-30
		0,11 – 0,16	17-22	55-60	20-25
		0,17 и более	14-18	50-55	15-20
Спокойная и полуспок	Ферромарганцем и богатым ферросилицием	до 0,10	17-22	25-30	20-25
		0,11 – 0,16	15-20	20-25	15-20
		0,17 и более	12-16	15-20	12-16

Сталь 1008 раскисляем ферромарганцем с богатым ферросилицием и алюминием

Принимаем угар элементов: C – 16%; Si – 20%; Mn – 16%; Al – 50%.

Таблица 19 – Химический состав раскислителей

Раскислители		C	Si	Mn	P	S	Al	Fe	Другое
FeMn	Mn0,5	0,5	2,0	85	0,3	0,03	-	12,17	
FeSi	FC45	0,2	46,5	0,65	0,05	-	-	52,60	
Al	Втор						90		10

Определяем среднее содержание элементов в готовой стали

$$[C]_{z.c}^{cp} = \frac{C_{\min z.c} + C_{\max z.c}}{2};$$

$$[C]_{z.c}^{cp} = \frac{0,13 + 0,18}{2} = 0,155;$$

$$[Si]_{z.c}^{cp} = \frac{Si_{\min z.c} + Si_{\max z.c}}{2};$$

$$[Si]_{z.c}^{cp} = \frac{0,15 + 0,30}{2} = 0,225;$$

$$[Mn]_{z.c}^{cp} = \frac{Mn_{\min z.c} + Mn_{\max z.c}}{2};$$

$$[Mn]_{z.c}^{cp} = \frac{0,70 + 1,4}{2} = 1,05.$$

Определяем затраты FeMn, кг/т

$$M_{FeMn} = \frac{(Mn_{cp} - M_{n.p}) \cdot M_{m.c} \cdot 100}{Mn \cdot (100 - q_m)};$$

$$M_{FeMn} = \frac{(1,05 - 0,18) \cdot 92,95 \cdot 100}{85(100 - 16)} = 1,13$$

Определяем прирост массы металла после присадки FeMn

$$\Delta M_{FeMn} = M_{FeMn} \cdot \left(\frac{[C]_{FeMn} (100 - \alpha_c)}{10000} + \frac{[Si]_{FeMn} (100 - \alpha_{Si})}{10000} + \frac{[Mn]_{FeMn} (100 - \alpha_{Mn})}{10000} + \frac{[P]_{FeMn}}{100} + \frac{[S]_{FeMn}}{100} + \frac{[Fe]_{FeMn}}{100} \right);$$

$$\Delta M_{FeMn} = 1,13 \left(\frac{0,5(100 - 16)}{10000} + \frac{2(100 - 20)}{10000} + \frac{85(100 - 16)}{10000} + \frac{0,3}{100} + \frac{0,03}{100} + \frac{12,17}{100} \right) = 0,9708 \text{ кг}$$

Определяем массу FeMn которая перешла в шлак и газовую фазу

$$\Delta M_{FeMn}^* = M_{FeMn} - \Delta M_{FeMn};$$

$$\Delta M_{FeMn}^* = 1,13 - 0,9708 = 0,1592 \text{ кг}$$

Определение содержания Si в металле после присадки FeMn, кг/т

$$[Si] = [Si]_{n.p} + \frac{M_{FeMn} \cdot [Si]_{FeMn} \cdot (100 - \alpha_{Si})}{100(M_{Mn} + \Delta M_{FeMn})};$$

$$[Si] = 0 + \frac{1,13 \cdot 2(100 - 20)}{100(92,95 + 0,9708)} = 0,019\%$$

Определяем затраты FeSi

$$M_{FeSi} = \frac{([Si]_{p.c.} - [Si])(M_{me} + \Delta M_{FeMn}) \cdot 100}{[Si]_{FeSi} \cdot (100 \cdot \alpha_{Si})};$$

$$M_{FeSi} = \frac{(0,225 - 0,019)(92,95 + 0,9708) \cdot 100}{46,5(100 - 20)} = 0,5205 \text{ кг}$$

Определяем прирост массы металла после присадки FeSi

$$\Delta M_{FeSi} = M_{FeSi} \cdot \left(\frac{[C]_{FeSi} \cdot (100 - \alpha_c)}{10000} + \frac{[Si]_{FeSi} \cdot (100 - \alpha_{Si})}{10000} + \frac{[Mn]_{FeSi} \cdot (100 - \alpha_{Mn})}{10000} + \frac{[P]_{FeSi}}{100} + \frac{[Fe]_{FeSi}}{100} \right);$$

$$\Delta M_{FeSi} = 0,5205 \cdot \left(\frac{0,2 \cdot (100 - 16)}{10000} + \frac{46,5 \cdot (100 - 20)}{10000} + \frac{0,65 \cdot (100 - 16)}{10000} + \frac{0,05}{100} + \frac{52,60}{100} \right) = 0,4966 \text{ кг}$$

Масса FeSi которая перешла в шлак и газовую фазу

$$\Delta M'_{FeSi} = M_{FeSi} - \Delta M_{FeSi};$$

$$\Delta M'_{FeSi} = 0,5205 - 0,4966 = 0,0239 \text{ кг}$$

Определяем массу металла после присадки FeMn та FeSi

$$M''_{Me} = M_{Me} + \Delta M_{FeMn} + \Delta M'_{FeSi};$$

$$M''_{Me} = 92,95 + 0,9708 + 0,0239 = 93,94 \text{ кг}$$

Определяем затраты Al

$$M_{Al} = \frac{[Al]_{e.c.} \cdot M''_{Me} \cdot 100}{[Al]_{Al} \cdot (100 - \alpha_{Al})};$$

$$M_{Al} = \frac{0,02 \cdot 93,94 \cdot 100}{90 \cdot (100 - 50)} = 0,0417 \text{ кг}$$

Определяем прирост массы металла после присадки Al

$$\Delta M_{Al} = M_{Al} \cdot \left(\frac{[Al]_{Al} \cdot (100 - \alpha_{Al})}{10000} + \frac{[Pr]_{Al}}{100} \right);$$

$$\Delta M_{Al} = 0,0417 \cdot \left(\frac{90 \cdot (100 - 50)}{10000} + \frac{10}{100} \right) = 0,022 \text{ кг}$$

Определяем массу Al которая перешла в шлак

$$\Delta M'_{Al} = M_{Al} - \Delta M_{Al};$$

$$\Delta M'_{Al} = 0,0417 - 0,022 = 0,0197 \text{ кг}$$

Определение массы FeSi та Al

$$M''_{Me}{}^k = M''_{Me} + \Delta M'_{Al};$$

$$M''_{Me}{}^k = 93,94 + 0,022 = 94,96 \text{ кг}$$

Определение массы ферросплавов и Al которая перешла в шлак из газовой фазы

$$\Delta M = \Delta M_{FeMn} + \Delta M_{FeSi} + \Delta M_{Al};$$

$$\Delta M = 0,1592 + 0,4966 + 0,0197 = 0,6755 \text{ кг}$$

Проверка:

$$[C]_{c.p.} = [C]_{н.п.} + \frac{M_{FeMn} \cdot [C]_{FeMn} (100 - \alpha_c)}{10000} + \frac{M_{FeSi} \cdot [C]_{FeSi} (100 - \alpha_c)}{10000};$$

$$[C]_{c.p.} = 0,13 + \frac{1,13 \cdot \frac{0,5 \cdot (100 - 16)}{10000}}{0,01 \cdot 93,95} + \frac{0,5205 \cdot \frac{0,2 \cdot (100 - 16)}{10000}}{0,01 \cdot 93,95} = 0,1359$$

$$[Si]_{c.p.} = [Si]_{н.п.} + \frac{M_{FeMn} \cdot [Si]_{FeMn} (100 - \alpha_{Si})}{10000} + \frac{M_{FeSi} \cdot [Si]_{FeSi} (100 - \alpha_{Si})}{10000};$$

$$[Si]_{c.p.} = 0 + \frac{1,13 \cdot \frac{2 \cdot (100 - 20)}{10000}}{0,01 \cdot 93,95} + \frac{0,5205 \cdot \frac{46,5 \cdot (100 - 20)}{10000}}{0,01 \cdot 93,95} = 0,225;$$

$$[Mn]_{c.p.} = [Mn]_{н.п.} + \frac{M_{FeMn} \cdot [Mn]_{FeMn} (100 - \alpha_{Mn})}{10000} + \frac{M_{FeSi} \cdot [Mn]_{FeSi} (100 - \alpha_{Mn})}{10000};$$

$$[Mn]_{c.p.} = 0,18 + \frac{1,13 \cdot \frac{85 \cdot (100 - 16)}{10000}}{0,01 \cdot 93,95} + \frac{0,5205 \cdot \frac{0,65 \cdot (100 - 16)}{10000}}{0,01 \cdot 93,95} = 1,0409;$$

$$[P]_{c.p.} = [P]_{н.п.} + \frac{M_{FeMn} \cdot [P]_{FeMn}}{100} + \frac{M_{SiMn} \cdot [P]_{SiMn}}{100};$$

$$[P]_{c.p.} = 0,013 + \frac{1,13 \cdot \frac{0,3}{100}}{0,01 \cdot 93,95} + \frac{0,52 \cdot \frac{0,05}{100}}{0,01 \cdot 93,95} = 0,0162$$

$$[S]_{c.p.} = [S]_{н.п.} + \frac{M_{FeMn} \cdot [S]_{FeMn}}{100};$$

$$[S]_{c.p.} = 0,021 + \frac{1,13 \cdot \frac{0,03}{100}}{0,01 \cdot 93,95} = 0,021$$

3.3 Расчет теплового баланса выбранной марки стали

Приход тепла

Физическое тепло чугуна, т.е. чугун поступающего в конвертер при температуре 1315 °С, вносит

$$Q_1 = 76[0,755 \cdot 1180 + 218 + 0,92 \cdot (1315 - 1180)] = 93715,6 \text{ кДж}$$

где, 76 – количество (масса) чугуна в металлошихте, кг;

0,755 - средняя теплоемкость твердого чугуна от 0°C до температуры плавления, кДж / кг · град;

1180 - температура плавления чугуна, 0°C (в зависимости от хим. состав колеблется в пределах 1150-1200°C);

218 – скрытая теплота плавления твердого чугуна, кДж / кг;

0,92 - средняя теплоемкость жидкого чугуна, кДж / кг · град.

Тепло экзотермических реакций

$$C - CO_2 \quad 0,1 \cdot 34090 \cdot 3,39 = 11557$$

$$C - CO \quad 0,9 \cdot 10470 \cdot 3,39 = 31944$$

$$Si - SiO_2 \quad 31100 \cdot 0,66 = 20526$$

$$Mn - MnO \quad 7370 \cdot 0,03 = 221$$

$$P - P_2O_5 \quad 25000 \cdot 0,04 = 1000$$

$$S - SO_2 \quad 9280 \cdot 0,03 = 278,4$$

$$Fe - Fe_2O_3 \text{ (в шлак)} \quad 7370 \cdot 0,252 = 1857$$

$$Fe - FeO \quad 4820 \cdot 0,3974 = 1915,47$$

$$Fe - Fe_2O_3 \text{ (в дым)} \quad 7370 \cdot 1,200 = 8844$$

$$Q_2 = 78142,87 \text{ кДж}$$

где в множественном числе - тепловые эффекты, отнесены к 1 кг элемента окисляется, кДж / кг; множитель - количество примесей чугуна, кг, что окисляются, кг.

Тепло шлакообразования

При формировании шлака в нем образуются соединения $(CaO)_2 \cdot SiO_2$ и $(CaO)_2 \cdot P_2O_5$ и выделяется тепло:

$$SiO_2 + 2CaO = (CaO)_2 \cdot SiO_2 \quad 2320 \cdot 1,414 = 3280,48$$

$$P_2O_5 + 4CaO = (CaO)_4 \cdot P_2O_5 \quad 4740 \cdot 0,09 = 426,60$$

$$Q_3 = 3707,08 \text{ кДж}$$

где 2320 и 4740 – количество тепла от расхода 1 кг оксидов на образование соединения, кДж / кг;

1,414 и 0,09 - масса оксидов, образующихся кг

Приход тепла равный

$$Q_{\text{прих}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{\text{прих}} = 93715,6 + 78142,87 + 3707,08 = 175565,55 \text{ кДж}$$

Расходы тепла

Физическое тепло стали, то есть сталь нагретая до 1620°C относят тепло

$$Q_1 = 94,8376 \cdot [0,70 \cdot 1539 + 272 + 0,84 \cdot (1620 - 1539)] = 134417,124 \text{ кДж}$$

где 94,8376 – масса жидкой стали, корольков и выбросов, кг

$$94,8376 = 93,3886 + 0,449 + 1$$

0,7 – средняя теплоемкость твердой стали, кДж / кг · град.

1539 - температура плавления металла, °С, определяется

$$1540 - 85 \cdot 0,08 = 1539$$

где 1540 – температура плавления чистого железа, °С;

85 – снижение температуры плавления на 1% углерода, °С;

272 – скрытая теплота плавления твердой стали, кДж / кг · град

0,84- средняя теплоемкость жидкой стали, кДж / кг · град.

Физическое тепло шлака, то есть шлак относит тепло

$$Q_2 = 8,978 \cdot (1,2 \cdot 1620 + 210) = 19338,612 \text{ кДж}$$

где 8,978 - масса шлака, кг;

1,20 - теплоемкость шлака, кДж / кг · град .;

210 - теплота плавления шлака, кДж / кг · град.

Газы относят тепло при средней температуре равной 1500°C (температура конверторных газов колеблется в пределах 1400 – 1700°C и зависит от температуры металла за время продувки)

$$\text{CO}_2 \quad 3548 \cdot 0,742 = 2632,62$$

$$\text{CO} \quad 2202 \cdot 5,695 = 12540,39$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 2760 \cdot 0,056 = 154,56$$

$$\text{O}_2 \quad 2298 \cdot 0,229 = 526,24$$

$$\text{N}_2 \quad 2172 \cdot 0,0029 = 49,7388$$

$$\text{SO}_2 \quad 3548 \cdot 0,0021 = 7,4508$$

$$Q_3 = 15910,9996 \text{ кДж}$$

где сомножитель - теплосодержания 1 м^3 газы при температуре 1500°C ,
кДж/ м^3 ;

множитель - количество отходящих газов, м^3

Тепло, относится частицами Fe_2O_3 в дыме

$$Q_4 = 1,714(1,200 \cdot 1500 + 210) = 3445 \text{ кДж}$$

где 1,20 – количество Fe_2O_3 в дыме.

Тепло, затрачиваемое на восстановление Fe_2O_3 руды и футеровки Fe_2O_3
до Fe $(1,312 \cdot 0,9) \cdot 824000 : 160 = 6081$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ до FeO} \quad (1,312 \cdot 0,1) \cdot 290000 : 160 = 237$$

$$Q_5 = 6318 \text{ кДж}$$

где в скобках - количество того, чтобы возобновилось Fe_2O_3 ,
кДж/кмоль;

824000 и 290000 – тепловой эффект реакций восстановления,
отнесенный к 1 кмоль Fe_2O_3 , кДж/кмоль;

160 – молекулярная масса.

Потери тепла (на нагрев футеровки излучения через горловину
конвертера и др.).

Эти потери составляют от 3 до 6% от прихода тепла, тогда принимаем
величину потерь принимаем 4% от прихода

$$Q_6 = Q_{\text{прих}} \cdot 0,04$$

$$Q_6 = 175565,55 \cdot 0,04 = 7022,622 \text{ кДж}$$

Расход тепла равен

$$Q_{\text{виграт}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

$$Q_{\text{виграт}} = 134417,124 + 19338,612 + 15910,9996 + 3445 + 6318 + 7022,622 = \\ = 186452,3576 \text{ кДж}$$

$$\text{Избыток тепла равный} = 186452,3576 - 175565,55 = 10886,808 \text{ кДж}$$

Таблица 20 – Тепловой баланс

Приход тепла кДж	кДж	%	Потери тепла кДж	КДж	%
Физ. тепло чугуна Q ₁	93715,6	53,38	Физ. тепло стали, Q ₁	134417,124	75,56
Тепло экзотер. реакций Q ₂	78142,87	44,51	Физ. тепло шлака, Q ₂	19338,612	11,02
Тепло шлакообразования. Q ₃	3707,08	2,11	Газы уносят тепла Q ₃	15910,9996	9,06
			Тепло уносимое частицами Fe ₂ O ₃ , Q ₄	3445	1,96
			Тепло из восстановления Fe ₂ O ₃ , Q ₅	6318	3,60
			Потери тепла, Q ₆	7022,622	4,0
			Избыток тепла	-10886,808	-6,2
Всего	175565,55	100	Всего	175565,55	99,99

Расчет количества скрапа для исправления операции

Корректирующее количество стального скрапа можно определить из следующего балансового уравнения

$$10886,808 = \Delta M_{\text{скр}} \cdot [0,76 \cdot 1527 + 285 + (1620 - 1527) \cdot 0,84],$$

где 10886,808 – избыток теплоты на процессе, кДж;

1527 – температура плавления скрапа, равная температуре плавления стали, °С;

285 – Скрытая теплота плавления скрапа, кДж / кг;

0,84 – теплоемкость жидкого скрапа, кДж / кг · град $10886,808 = \Delta M_{\text{скр}} \cdot 1523,64$

откуда $\Delta M_{\text{скр}} = 7,14$ кг или 7,14% от массы металлошихты.

Так что для получения заданной температуры в конце продувки плавки (в нашем случае 1620°С) фактический расход скрапа и жидкого чугуна в металлошихте должны быть

- Скрапа:

$$[(20 \pm \Delta M_{\text{скр}}) : (100 \pm \Delta M_{\text{скр}})] \cdot 100 = [(20 + 7,14) : (100 + 7,14)] \cdot 100 = 25,33\%$$

- чугуна: $100 - 25,33 = 74,67\%$

3.4 Расчет основных размеров выбранного конвертера

Определение главных размеров конвертера.

Таблица 21 -Исходные данные

Садка конвертера, м	Диаметр, Дв, м	Отношение Н ₁ /Дв	Отношение Дг/Дв
300	6,5	1,7	0,52

Определяем высоту рабочего пространства конвертера:

$$H_1 = 1,7 \times D_в, \text{ м,}$$

где Дв - внутренний диаметр конвертера

$$H_1 = 1,7 \times 6,5 = 11,05$$

По данному отношению Дг / Дв = 0,52 определяем диаметр горловины:

$$D_г = 0,52 \times D_в, \text{ м}$$

$$D_г = 0,52 \times 6,5 = 3,38$$

Определяем высоту горловины по формуле:

$$H_2 = \frac{D_в - D_г}{2} \times \operatorname{tg} \alpha ;$$

где α - угол наклона к вертикали, в конвертерах колеблется в пределах 53-75°.

Принимаем $\alpha = 60^\circ$;

$$\operatorname{tg} \alpha = 1,7315;$$

$$\text{тогда } H_2 = \frac{6,5 - 3,38}{2} \times 1,7315 = 2,7011 \text{ м}$$

Определяем объем жидкого металла:

$$V_{\text{мет}} = 0,145 \times Q_{\text{ф}}, \text{ м}$$

где 0,145 – удельный объем металла, м³/т

300– садка конвертера,

$$\text{Тогда } V_{\text{мет}} = 0,145 \times 300 = 43,5 \text{ м}^3$$

Рассчитываем общую глубину металлической ванны.

Днище конвертера устраивается немного изогнутым с целью повышения его стойкости. Металл в спокойном состоянии помещается в

шаровом сегменте и в цилиндрической части конвертора. Его объем:

$$V_{\text{мет}} = V_{\text{шс}} + V_{\text{цч}}, \text{ м}^3$$

Объем шарового сегмента определяется по формуле

$$: V_{\text{шс}} = \frac{1}{6} \pi \times h_{\text{шс}} \times \left[3 \times \left(\frac{D_6}{2} \right)^2 + h^2 \right]_{\text{шс}}, \text{ м}^3$$

где $h_{\text{шс}} = 0,40$ принятая высота шарового сегмента, высота шарового сегмента обычно составляет 0,3-0,5м

$$\text{тогда } V_{\text{шс}} = \frac{1}{6} \times 3,14 \times 0,4 \times \left(3 \times \left(\frac{6,5}{2} \right)^2 + 0,4^2 \right) = 6,66$$

Объем цилиндрической части конвертора, занятой металлом, равен:

$$V_{\text{цч}} = \pi \times \left(\frac{D_6}{2} \right)^2 \times h_{\text{цч}},$$

$$V_{\text{цч}} = 3,14 \times \left(\frac{6,5}{2} \right)^2 \times h_{\text{цч}} = 33,166 \times h_{\text{цч}}$$

Определяем высоту металла, расположенного в цилиндрической части конвертора по формуле

$$43,5 = 6,66 + 33,1663 h_{\text{цч}}$$

$$43,5 - 6,66 = 33,1663 h_{\text{цч}}$$

$$36,84 = 33,1663 h_{\text{цч}}$$

$$h_{\text{цч}} = 1,11$$

Рассчитываем высоту слоя шлака по формуле:

$$h_{\text{шл}} = \frac{Q_k G_{\text{шл}}}{\rho \times \pi \times \left(\frac{D_6}{2} \right)^2}, \text{ м}$$

где $G_{\text{шл}}$ – количество шлака, %.

Принимаем $G_{\text{шл}} = 10\%$

ρ – плотность шлака, кг/м^3 .

Принимаем $\rho = 3000 \text{ кг/м}^3$.

$$\text{Тогда } h_{\text{шл}} = \frac{300000 \times 0,1}{3000 \times 3,14 \times \left(\frac{6,5}{2} \right)^2} = 0,3$$

Общая высота ванны в спокойном состоянии:

$$h_B = h_{\text{мет}} + h_{\text{шл}}, \text{ м}$$

$$h_B = 1,11 + 0,3 = 1,410$$

Высота цилиндрической части конвертера равна:

$$H_{\text{цч}} = H_1 - H_r - h_{\text{шс}}, \text{ м}$$

$$H_{\text{цч}} = 11,05 - 2,7011 - 0,4 = 7,949$$

Определяем толщину футеровки конвертера

Толщина футеровки в цилиндрической части ($t_{\text{ц}}$) обычно составляет 650 - 1000 мм в зависимости от емкости конвертера:

Емкости конвертера	($t_{\text{ц}}$), мм
50	650
100-130	780-830
150	870
200-250	890-930
300-400	830-1000

Принимаем $t_{\text{ц}} = 915$ мм

Толщина футеровки в конической части $t_{\text{к}}$ принимается на 125 - 179 мм и менее, чем в цилиндрической. $915 - 150 = 765$ Принимаем $t_{\text{к}} = 765$ мм.

Толщина футеровки днища $t_{\text{д}}$ принимается на 110 - 125 мм больше цилиндрической части. $915 + 115 = 1030$, принимаем $t_{\text{д}} = 1030$ мм

Определяем наружные размеры конвертера.

Внешний диаметр конвертера

$$D = D_{\text{в}} + 2t_{\text{ц}} + 2\delta_{\text{ц}}$$

где δ – толщина кожуха цилиндрической части, обычно составляет 60-100 мм.

принимаем $\delta_{\text{ц}} = 70$ мм

$$\text{Тогда } D = 6,5 + 2 \times 0,915 + 2 \times 0,07 = 8,47 \text{ м}$$

Общая высота конвертера

$$H = H_1 + t_{\text{дн}} + \delta_{\text{дн}}, \text{ м}$$

где $\delta_{\text{д}}$ – толщина кожуха днища конвертера, обычно составляет 50-70 мм.

принимаем $\delta_d = 70$ мм

$$H = 11,05 + 0,915 + 0,07 = 12,035$$

Расстояние от уровня спокойной ванны до среза горловины:

$$H_2 = H_1 - h_B, \text{ м}$$

$$H_2 = 11,05 - 1,410 = 9,64 \text{ м}$$

Диаметр стали выпускного отверстия $d_{\text{отв}}$ обычно колеблется в пределах 100 - 250 мм в зависимости от емкости конвертера.

принимаем $d_{\text{отв}} = 200$ мм.

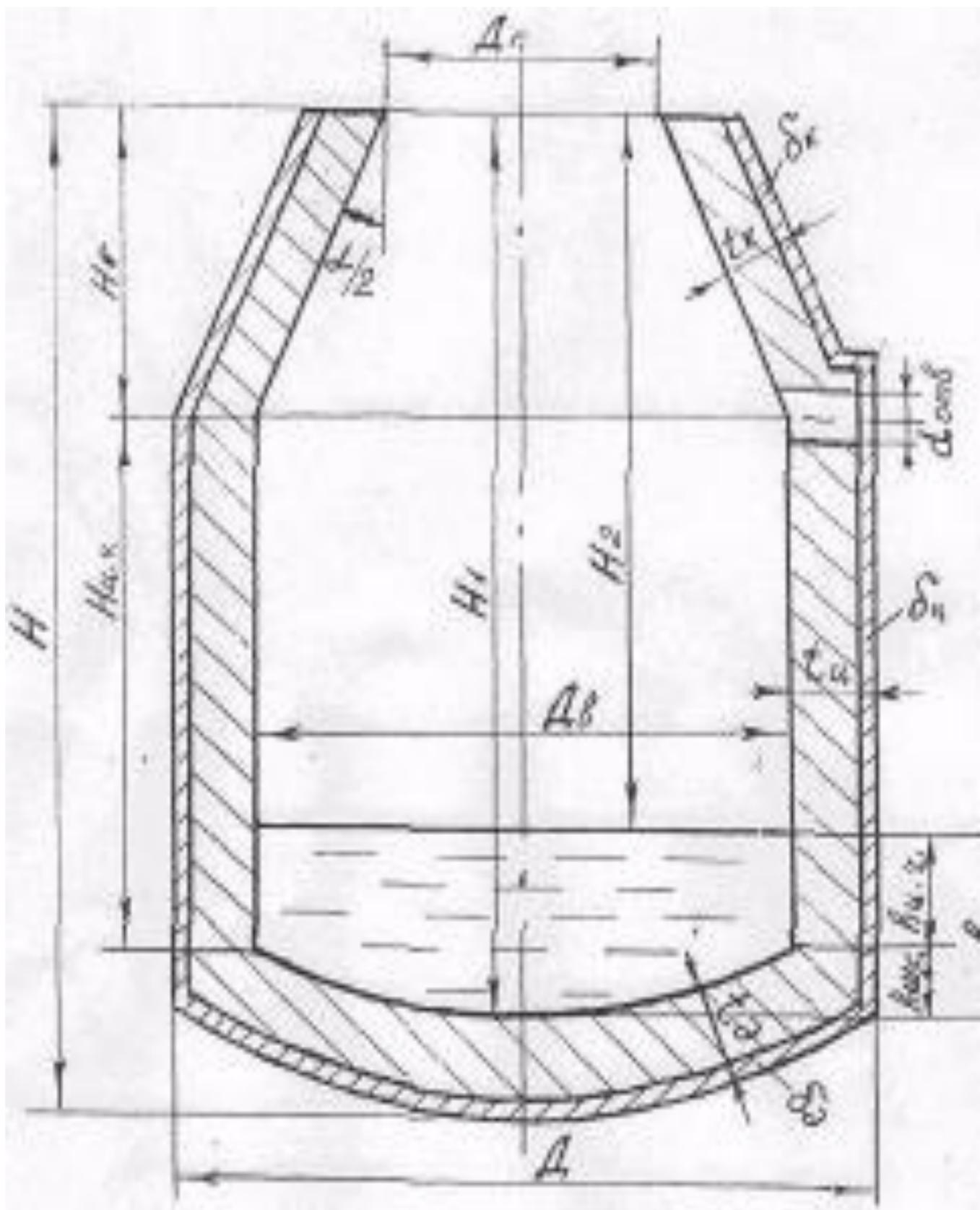


Рисунок 16 -Основные геометрические размеры кислородного конвертора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Борнацкий И.И., Михневич В.Ф., Яргин С.А. Производство стали. - М., Metallurgy, 1991. - 480 с.
2. Соколов Г.А. Производство стали. - М.; Metallurgy, 1982 г. -496 с.
3. Якушев А.М. Проектирование сталеплавильных и доменных цехов. - М.; Metallurgy, 1984 г. - 216 с.
4. Старов Г.Л. Производство стали в конверторах. - Киев; Техника, 1987.-165с.
5. Баптизманський В.М. и др.. Конверторные процессы производства стали. Теория, технология, конструкции агрегатов. - К; Вуза школа, 1984 г. - 343 с.
6. Чиграй И.Д. Подручный сталевара конвертора М; Metallurgy, 1977 г.
7. Рудой Л.С, Орман В.Я. Проектирование конверторных цехов. -К; УМ-КВО; 1989-80с.
8. Ильинский. Охрана труда в черной металлургии.
9. Методические рекомендации к выполнению курсового проектирования. Под редакцией Е.И Савельева. - Алчевск; 2016 г.

ОСП «Индустриальный техникум»

ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет»

Цикловая комиссия металлургических дисциплин

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине: «Теории и технологии производства стали и ферросплавов»

на тему: «Разработать технологию выплавки стали марки А 572-50 в конверторе емкостью 200т с верхним дутьем с использованием обработки стали инертным газом на выпуске»

Выполнил студент 4 курса

группы МЧМ-2015-1/9

специальности 22.02.01

«Металлургия черных металлов»

Гусаров В.А _____

Руководитель – преподаватель I категории

Савельева Е.И

Национальная шкала _____

Количество баллов: _____ Оценка: ECTS _____

Члены комиссии _____ Е.И. Савельева

Алчевск

2018

Министерство образования и науки ЛНР
ОСП «Индустриальный техникум»
Донбасского государственного технического университета

Отделение	Механо-металлургическое
Цикловая комиссия	Металлургических дисциплин
Образовательно-квалификационный уровень	Специалист среднего звена
Специальность	22.02.01 «Металлургия черных металлов»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель цикловой комиссии
_____ С.Е.Тюрин
" ____ " _____ 2018 года

ЗАДАНИЕ

НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

ГУСАРОВУ ВЛАДИСЛАВУ АНДРЕЕВИЧУ

1 Тема проекта: «Разработать технологию выплавки стали марки S235IRG₂ в конвертере емкостью 180 т верхнего дутья с использованием электромагнитных воздействий при непрерывной разливке»

Руководитель проекта: Савельева Е.И. преподаватель I категории
Утверждено приказом высшего учебного заведения от « 03 » ноября 2018 года № 30-ст

2 Срок выполнения студентом проекта- 15 февраля 2019 года

3 Исходные данные по проекту: _____

4 Содержание расчетно-пояснительной записки

Введение

1 Общая часть

1.1 Характеристика сталеплавильного агрегата

1.2 Характеристика технологического оборудования цеха

2 Специальная часть

2.1 Характеристика и назначение стали

2.2 Этапы развития и освоения непрерывной разливки стали

2.3 Способы использования электромагнитных воздействий при непрерывной разливке

2.4 Разработать технологию выплавки стали марки S235IRG₂ в конвертере емкостью 180 т верхнего дутья с использованием электромагнитных воздействий при непрерывной разливке

3 Расчётная часть

3.1 Расчет шихты и материального баланса заданной марки стали

3.2 Расчет теплового баланса заданной марки стали

3.3 Расчет раскисления заданной марки стали

3.4.Расчет основных размеров конвертера

3.5 Расчет температуры ликвидус и солидус

4. Охрана труда на участке

Список литературы

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Лист 1 Общий вид конвертера

Лист 2 МНЛЗ

7 Дата выдачи задания 12 декабря 2018 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта	Примечание
1	Характеристика сталеплавильного агрегата	03.05.2018	
2	Характеристика технологического оборудования цеха	07.05.2018	
3	Характеристика и назначение стали	16.05.2018	
4	Значение спец части	17.05.2018	
5	Разработка технологии выплавки стали	17.05.2018	
6	Расчет шихты и материального баланса стали марки	18.05.2018	
7	Расчет теплового баланса заданной марки стали	21.05.2018	
8	Расчет раскисления заданной марки стали	22.05.2018	
9	Расчет основных размеров конвертера	23.05.2018	
10	Охрана труда на участке	24.05.2018	
19	Выполнение чертежей	07.06.2018	

Студент

(подпись)

(фамилия и инициалы)

Руководитель проекта (работы)

(подпись)

Е.И. Савельева

(фамилия и инициалы)

Рассмотрено и утверждено на заседании
комиссии металлургических дисциплин
Протокол № _____ от _____
Председатель комиссии _____

Содержание расчетно- пояснительной записки

Введение

1.Общая часть

1.1 Характеристика сталеплавильного агрегата

1.2 Характеристика технологического оборудования
цеха

2 Специальная часть

2.1 Характеристика и назначение стали

2.2 Виды инертных газы

2.3 Разработка технологии выплавки стали X 56 в

конвертере емкостью 50 т с верхним дутьем с использованием
обработки стали инертным газом на выпуске

3 Расчётная часть

3.1 Расчет шихты и материального баланса заданной марки
стали

3.2 Расчет теплового баланса заданной марки стали

3.3 Расчет раскисления заданной марки стали

3.4 Расчет основных размеров конвертера

4.Охорона труда на участке

Список литературы

					КП. 22.02.01 .00.00.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.					Разработка технологии выплавки стали X 56 в конвертере емкостью 50 т с верхним дутьем с использованием обработки стали инертным газом на выпуске Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Савельева						3	80
Н.контр					ИТ Дон ГТУ группа МЧМ 2014 1			
Утверд								

Список литература

1. Борнацкий И.И., Михневич В.Ф., Яргин С.А. Производство стали. - М., Metallurgy, 1991. - 480 с.
2. Соколов Г.А. Производство стали. - М.; Metallurgy, 1982 г. -496 с.
3. Якушев А.М. Проектирование сталеплавильных и доменных цехов. - М.; Metallurgy, 1984 г. - 216 с.
4. Старов Г.Л. Производство стали в конверторах. - Киев; Техника, 1987.-165с.
5. Баптизманський В.М. и др.. Конверторные процессы производства стали. Теория, технология, конструкции агрегатов. - К; Вуза школа, 1984 г. - 343 с.
6. Чиграй И.Д. Подручный сталевара конвертора М; Metallurgy, 1977 г.
7. Рудой Л.С, Орман В.Я. Проектирование конверторных цехов. -К; УМ-КВО; 1989-80с.
8. Ильинский. Охрана труда в черной металлургии.
9. Методические рекомендации к выполнению курсового проектирования. Под редакцией Е.И Савельева. - Алчевск; 2016 г.

