

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Южно-Уральский государственный университет  
ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ) филиал в г. Златоусте  
Факультет Техники и технологии  
Кафедра Техники и технологии производства материалов

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

Казначенко А.В.

  
«  »    2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

проф., д.т.н. И.В. Чуманов

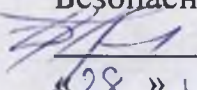
«  »    2016 г.

Технология выплавки и разливки стали марки 30ХГСА  
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

150400.2016.921.00.00 ВКР

Консультанты:

Безопасность жизнедеятельности

 доц., к.т.н. Д.А. Пятыгин

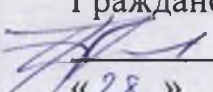
«28» июля 2016 г.

Руководитель проекта:

доц., к.т.н. А.И. Дильдин

«  »  2016 г.

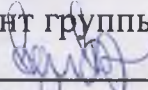
Гражданская оборона

 доц., к.т.н. Д.А. Пятыгин

«28» июня 2016 г.

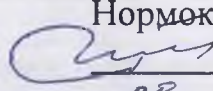
Автор проекта

студент группы ФТТ – 459

 Д.А. Дудин

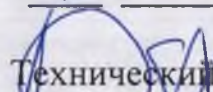
«28» июня 2016 г.

Нормоконтролёр

 инженер. В.Е. Серебряков

«28» июня 2016 г.

Технический контроль

 доц., к.т.н. А.В. Рябов

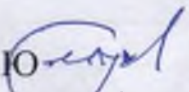
«29» июня 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
«Южно-Уральский государственный Университет»  
ФГБОУ «ЮУрГУ» (НИУ) филиал в г.Златоусте  
Факультет Техники и технологии  
Кафедра техники и технологии производства материалов

Факультет Техники и технологии

Направление 150400 «Металлургия»

Кафедра «Техники и технологии производства материалов»

УТВЕРЖДАЮ   
Заведующий кафедрой  
проф., д.т.н. И. В. Чуманов  
« 3 » 08 2016 г.

### З А Д А Н И Е

на выпускную квалификационную работу студента

Дудина Дениса Андреевича  
Группа ФТТ – 459

1 Тема работы «Технология выплавки и разливки стали марки 30ХГСА»

утверждена приказом по университету от «15» апреля 2016г. № 661

2 Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) «29» июня 2016 года

3 Исходные данные к проекту (работе)

3.1 Технологические инструкции

3.2 Поволоцкий Д.Я., Рошин В.Е., Мальков Н.В. Электрометаллургия  
стали и ферросплавов. М.: Metallurgy, 1995.

3.3 Рябов А.В., Чуманов И.В. Расчёт материального баланса электроплавки.  
– Челябинск: ЮУрГУ, 2002.

3.4 Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие  
требования к оформлению. СТО ЮУрГУ 04-2008/ Н.В. Сырейщикова,

3.5 Микрюков В.Ю. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учеб. для  
вузов/ В.Ю. Микрюков. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 557 с

3.6 Шпис Х,- И. Поведение неметаллических включений в стали при  
кристаллизации и деформации. - М.: Metallurgizdat, 1991.- 122 с

3.7 Яшин Ю.Д., Солдаткин С.А., Чесноков П.Ю. Стали улучшенной  
обрабатываемости. Наука, техника, производство. Metallurg – 2005. – №4.  
– С. 59 – 62.

4 Содержание расчётно – пояснительной записки (перечень подлежащих



разработке вопросов)

Введение

4.1 Маркетинговое исследование

4.2 Анализ существующих технологий выплавки

4.3 Особенности стали 30ХГСА

4.4 Разработка технологии производства стали марки 30ХГСА

4.5 Расчет материального баланса выплавки стали марки 30ХГСА

4.6 Безопасность жизнедеятельности и гражданская оборона

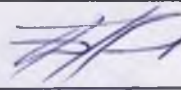
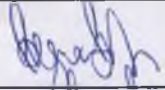
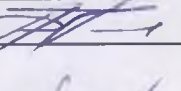
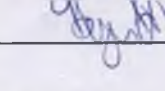
Заключение

Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

5.1 Титульный лист	-1 лист
5.2 Основные требования, предъявляемые к конструкционным маркам стали	- 1 лист
5.3 Объемы и темп производства стали	- 1-лист
5.4 Особенности режима раскисления конструкционных марок стали на примере 30ХГСА	- 1 лист
5.5 Особенности марки стали 30ХГСА	- 1 лист
5.6 Технология выплавки стали марки 30ХГСА	- 1 лист
5.7 Выводы	- 1 лист

6 Консультанты по проекту (работе), с указанием относящихся к ним разделов проекта (работы):

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Безопасность жизнедеятельности	Пятыгин Д.А.		
Гражданская оборона	Пятыгин Д.А.		

7 Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ «20» мая 2016г.  
 Руководитель \_\_\_\_\_ А.Н. Дильдин  
 Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ Д. А. Дудин



## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Отметка о выполнении
1	Введение	15.05.2016	
2	Особенности стали марки 30ХГСА	22.05.2016	
3	Разработка технологии и расчет материального баланса стали марки 30ХГСА	28.05.2016	
4	Безопасность жизнедеятельности и гражданская оборона.	5.06.2016	
5	Оформление пояснительной записки	16.06.2016	
6	Графическая часть	20.06.2016	
7	Защита квалификационной работы	29.06.2016	

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / И.В. Чуманов /

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ / А.Н. Дильдин /

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ / Д.А. Дудин /

## АННОТАЦИЯ

Дудин Д.А. Технология выплавки и разливки стали марки 30ХГСА. – Златоуст: ЮУрГУ, 2016 55с. 28 таблиц, 4 рисунка, библиографический список – 40 наименований, 7 листов плакатов формата А4.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены особенности выплавки и разливки конструкционной стали марки 30ХГСА.

Определена оптимальная схема получения стали марки 30ХГСА : в условиях ООО «ЗЭМЗ»

Дуговая сталеплавильная печь → установка «Ковш-печь» → Установка VD → разливка сифоном.

Рассчитан материальный баланс выплавки стали марки 30ХГСА.

Проанализированы особенности режима раскисления конструкционных марок стали на примере 30ХГСА.

В работе рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности и гражданская оборона.

150400.2016.921.00.00.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разработал		Дудин Д.А.		28.06.16	Технология выплавки и разливки стали марки 30ХГСА	Лит.	Лист	Листов
Проверил		Дильдин А.Н.				5	55	
Рецензент		Казначесенко А.В.				ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) Кафедра «ТиТПМ»		
Н. Контр.		Серебряков В.В.		28.06.16				
Утвердил		Чуманов И.В.						

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Маркетинговое исследование .....	8
1.1 Состояние рынка.....	8
1.2 Анализ существующих способов выплавки стали .....	10
2 Разработка оптимальной технологии выплавки стали 30ХГСА.....	12
2.1 Особенности стали.....	12
2.2 Метод выплавки .....	12
2.3 Подготовка печи к завалке .....	12
2.4 Подготовка шихтовых материалов и завалка шихты.....	13
2.5 Порядок введения легирующих и раскислителей .....	14
2.6 Период плавления .....	14
2.7 Окислительный период .....	15
2.8 Выпуск металла.....	15
2.9 Внепечная обработка стали.....	15
2.10 Выбор метода разливки .....	17
3 Расчёт материального баланса стали 30ХГСА.....	20
3.1 Расчёт шихты перед завалкой.....	20
3.2 Окисление элементов .....	20
3.3 Шлакообразование.....	23
3.4 Определение количества и состава газов в период плавления .....	25
3.5 Окислительный период .....	25
3.6 Количество и состав газов в окислительный период.....	27
3.7 Содержание газов в металле в условиях открытой плавки .....	28
3.8 Обработка стали 30ХГСА в печи – ковше .....	30
3.9 Раскисление шлака и металла. Предварительное легирование .....	31
3.10 Шлакообразование.....	36
3.11 Десульфурация стали .....	38
3.12 Доведения стали до заданного химического состава.....	42
4 Специальная часть квалификационной работы «Особенности режима раскисления конструкционных марок стали на примере 30ХГСА».....	43
5 Безопасность жизнедеятельности .....	47
5.1 Гражданская оборона .....	50
Заключение .....	52
Библиографический список .....	53

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все более высокие требования предъявляются к качеству готовой продукции металлургических предприятий. Качественная продукция должна обладать целым рядом свойств, требуемых заказчиком. Достичь соответствия качества продукции требованиям государственного стандарта и технических условий можно лишь при соблюдении технологии производства, предупреждении образования дефектов, осуществлении контроля качества металла, а также при неременном улучшении технологии и организации производства.

Мало какой материал по конкуррирует с конструкционной сталью, так как область её применения достаточно широка, это машиностроение, строительство ответственных конструкций и т.д.

Поэтому в выпускной квалификационной работе объектом исследования выбрана сталь марки 30ХГСА.

В работе рассмотрены и проанализированы существующие способы, производства и внепечной обработки стали, позволяющих получить металл с низким содержанием вредных примесей и высоким качеством.

По ходу работы выбрана оптимальная технология выплавки и разливки конструкционной стали марки 30ХГСА. Рассчитан материальный баланс марки 30ХГСА. Расчёт шихты и материального баланса стали в дуговой печи позволяет смоделировать процесс плавки и на основании полученных результатов наметить пути улучшение показателей, конструкционной марки стали 30ХГСА.

В работе уделено внимание маркетингову исследованию, анализу рынка продукции из стали, объёму и темпу производства конструкционных марок стали по России и всему миру.

Целью дипломного проекта, является изучение и анализ технологии выплавки и разливки стали марки 30ХГСА, применительно к ООО «ЗЭЗМ»

					150400.2016.921.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



# 1. Маркетинговое исследование.

## 1.1 Состояние рынка.

Объем и темп производства, конструкционной стали имеют свою специфику развития, всё зависит от экономики и стабильности рынка продаж стали.



Рис 1. Общие объемы производства конструкционной стали [12].

Металлургия является базовой отраслью промышленности. В постиндустриальную эпоху её удельный вес в экономике заметно снижается. Однако это не означает, что снижается в абсолютных значениях металлопотребление. Оно продолжает расти - как экстенсивно с увеличением населения земли, так и интенсивно - через изменение качества жизни. Бурный рост производства стальной продукции в 21-ом веке является этому доказательством [12].

По данным Всемирной ассоциации стали (World Steel Association), мировое производство стали в первом полугодии 2016 года снизилось на 2% по сравнению с аналогичным периодом 2015 года (с 829,9 до 813 млн т.).

Сокращение производства стали наблюдается в большинстве стран-лидеров, включая Китай, Японию, США, Южную Корею. Из 15 стран с наибольшей выплавкой стали рост продемонстрировали Индия (+4,2%), Бразилия (+2%), Иран (+4,5%). В России также зафиксирован небольшой рост производства стали (+0,8%). Данные указаны в таблице 1.

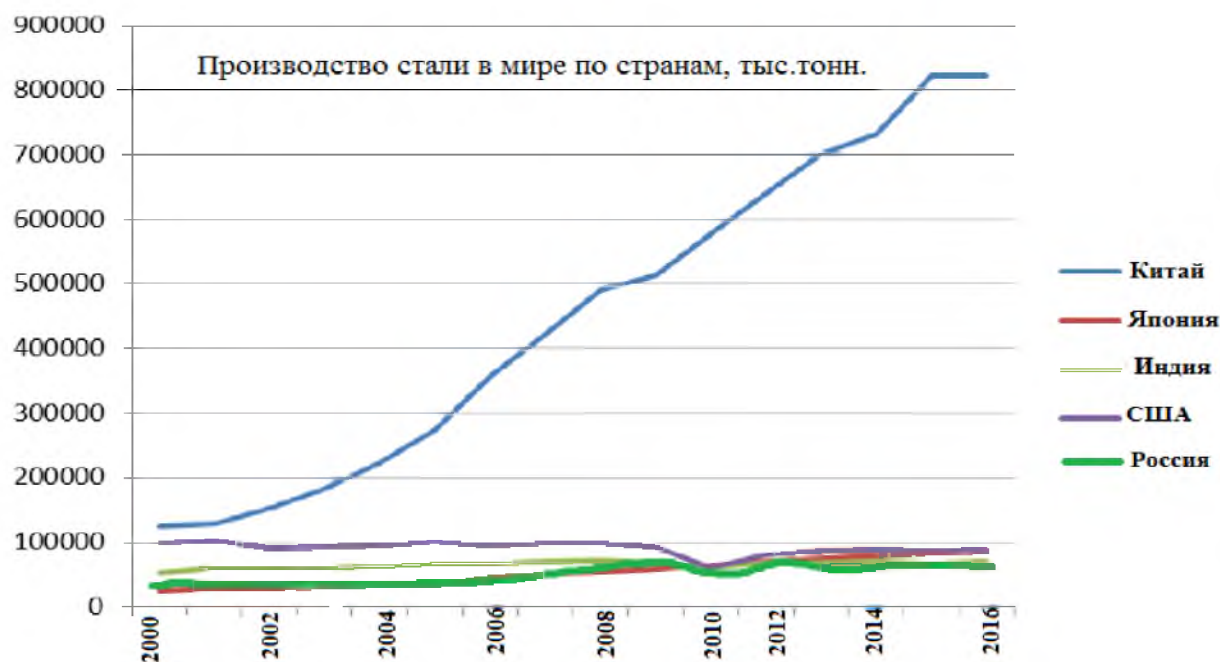


Рис 2. Мировое производство стали, тыс.т [12].

С 2000г по 2016г. глобальное производство стали возросло на 110% - более чем удвоилось, а население Земли прибавило только 21%. При этом Китай показал прирост выплавки стали на 564%, Индия на 242%, в США, напротив, было зафиксировано уменьшение на 9,3%. В России выпуск стали увеличился за тот же период на 37,2% [12]

Таблица 1– Мировое производство стали

Страна	Выпуск стали, млн т	Изменение за полугодие, %
Китай	409,61	-1,3
Япония	55,22	-4,7
Индия	44,95	+4,2
США	39,85	-8,6
Россия	36,71	+0,8
Республика Корея	34,53	-4,9
Германия	22,16	-1,5
Бразилия	17,04	+2,0
Турция	16,18	-5,7
Италия	13,71	-10,6
Украина	11,20	-27,2
Тайвань	10,64	-4,5
Мексика	9,25	+4,5
Иран	8,78	+3,6
Франция	8,16	-2,0
Весь Мир	813,04	-2,0

Таблица 2– Цена продукции из конструкционной стали по России



В рублях

Наименование фирмы	Цена, руб./т.
ООО "КомплектСталь" Челябинск	32 100
ООО "КомплектСталь" Челябинск	30 000
ОАО "Новосибирский металлургический завод"	42 655
ОАО "Новосибирский металлургический завод"	49 900
ООО ГП «Стальмаш» Екатеринбург	29 400
ОАО "Первоуральский новотрубный завод"	23 356
ОАО "Первоуральский новотрубный завод"	29 510
ООО «БВБ АЛЪЯНС» Екатеринбург	31 000
ЗАО "МеталлПромЭнерго" Екатеринбург	28 700
ООО "АльянсОптТорг" Новосибирск	57 040

## 1.2 Анализ существующих способов выплавки стали.

Среди различных процессов производства стали, первое место в мировой практике занял кислородно-конвертерный процесс, благодаря высоким технико-экономическим показателям. Современное конвертерное производство представляет собой сочетание технологий выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки. Преимущества кислородно-конвертерного способа производства именно для конструкционных сталей: более высокая производительность одного работающего агрегата; экологическая чистота; простота управления; низкие удельные капиталовложения, мощность производства высококачественной стали широкого сортамента из чугуна различного химического состава; переработка относительно большого количества металлолома. Все это обеспечило его быстрое распространение в мире.[4]

Количественный рост выплавки конвертерной стали сопровождался качественным улучшением технологии и оборудования.

Конструкционные стали составляют основную часть в общем объеме металлопродукции, которая выпускается электросталеплавильными цехами металлургических предприятий. В условиях рыночной экономики главной задачей специалистов сталеплавильного производства является не количество произведенной стали, а повышение ее качества на возможно больший уровень относительно необходимых по нормативным документам показателей. Знание закономерностей и условий, необходимых для удаления вредных примесей из объема металлического расплава, в том числе серы, фосфора, неметаллических включений и растворенных в металле азота и водорода позволяет на каждом этапе процесса выплавки стали организовать и реализовать необходимые меры, обеспечивающие получение высокого качества стали на заключительной стадии её производства. В процессе развития сейчас производство стали в дуговых электропечах, а на некоторых металлургических заводах и в настоящее время нашла технология плавки, основанная на двухшлаковом процессе, которая

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

включает проведение окислительного и восстановительного периодов. В последнее время все более широкое применение находит новая технология производства стали, которая включает выплавку в дуговой электропечи углеродного полупродукта с доведением его до марочного состава и необходимого качества на установке печь-ковш (УПК).[13]

Сущность процесса заключается в очищении стали от шлаков и примесей в виде серы и фосфора. Такой процесс выплавки наиболее совершенен, так как легко регулируется тепловой процесс, можно создавать окислительную, восстановительную, нейтральную атмосферу или вакуум, легче осуществляется легирование стали. В отличие от конвертерного и мартеновского процессов выделение тепла в электропечах не связано с потреблением окислителя. Поэтому электроплавку можно вести в любой среде - окислительной, восстановительной, нейтральной и в широком диапазоне давлений - в условиях вакуума, атмосферного или избыточного давления. Электросталь, предназначенную для дальнейшего передела, выплавляют, главным образом в дуговых печах с основной футеровкой и в индукционных печах. Выплавленные в кислородных конвертерах, мартеновских и электрических печах стали не всегда удовлетворяют по своим свойствам требованиям современной техники. Непрерывное развитие техники представляет все более высокие требования к качеству стали. Для повышения их качества разработаны специальные технологические процессы внепечного рафинирования и рафинирующих переплавов.

Многочисленные способы получения металлов высокого качества могут быть условно разделены на 3 группы:

- 1)Обработка жидкого металла вне сталеплавильного агрегата
- 2)Обработка стали в вакууматоре
- 3)Специальные способы электроплавки металлов.

При внепечной обработке металл, выплавленный в обычном сталеплавильном агрегате (мартеновской печи, конвертере или электропечи), подвергается внешнему воздействию в сталеразливочном ковше. Основной целью внепечной обработки жидкой стали в ковше является снижение содержания растворенных в металле газов, неметаллических включений и серы.

В настоящее время нет такого способа обработки жидкой стали в ковше, который позволил бы одновременно значительно снизить в металле содержание неметаллических включений, серы и газов. Поэтому в зависимости от поставленной задачи применяется тот или иной способ внепечной обработки металлов.[21]

Вывод : Для выплавки конструкционных марок сталей на основании выше приведённого анализа, оптимальнее всего ,в данной квалификационной работе применять схему : Дуговая сталеплавильная печь → установка «Ковш-печь» → Установка VD→ разливка сифоном. Применительно к ООО «ЗЭМЗ».

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11



## 2. Разработка оптимальной технологий выплавки и разливки стали 30ХГСА.

### 2.1 Особенности стали 30ХГСА

Химический состав и особенности стали марки 30ХГСА.

Таблица – 3 Химический состав стали по (ГОСТ 4543-71)

В процентах.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
0,28	0,90	0,80	н.б.	н.б.	0,80	н.б.	н.б.
0,34	1,20	1,10	0,025	0,025	1,10	0,30	0,30

В зависимости от химического состава и свойств конструкционная сталь делится на категории:

- Обыкновенного качества — P и S — до 0,05 %
- Качественная — P и S — до 0,035 %
- Высококачественная — P и S — до 0,025 %
- Особовысококачественная — P и S — до 0,015 %

Применение: 30ХГСА относится к высококачественным сталям и проходит улучшение – закалку с последующим высоким отпуском при 550-600 °С, поэтому применяется при создании улучшаемых деталей (кроме авиационных деталей это могут быть различные корпуса обшивки, оси и валы, лопатки компрессорных машин, которые эксплуатируются при 400°С, и многое другое).

### 2.2 Метод выплавки.

На основании существующих способов выплавки стали 30ХГСА выбираем метод производства для этой стали: В условиях ООО «ЗЭМЗ» выплавляем на углеродистых отходах с окислением железнорудными окатышами ( полное окисление).

Схема выплавки: ДСП→Ковш – печь →VD→Сифонная разливка

### 2.3 Подготовка печи к завалке.

Выплавка стали должна производиться на печи с удовлетворительным состоянием подины, откосов, стен, охлаждающих устройств, механического и электрического оборудования. Размеры выпускного отверстия после ремонта должна соответствовать нормам. В ходе эксплуатаций печи допускается изменение размеров выпускного отверстия. Выпускное отверстие осматривают после каждой плавки и при необходимости производят частичный ремонт. Не реже одного раза в неделю старший мастег печного пролета должен производить инспекционный контроль состояния выпускного отверстия.

Печь должна быть максимально уплотнена для предотвращения подсоса воздуха в процессе выплавки через:

- Заслонку рабочего окна;
- Выпускное отверстие;
- Отверстия для электродов. Песочный затвор должен быть очищен.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150400.2016.921.00.00

Перед включением печи сталевар совместно с дежурным ремонтным персоналом должен осмотреть системы водяного охлаждения, отвода газов из печи, механического, электрического оборудования и произвести опрессовку водоохлаждающей системы.

Пригодность печи для проведения плавки должна быть определена контрольным мастером ОТК и отмечена в плавильной карте.

Заправка откосов и футеровки шлакового пояса осуществляется на 6-10 плавов. Заправка полностью производится только при переходе на другую плавку или через 7- 8 дней. В качестве заправочных материалов должны использовать магнезитовый порошок или обожженный доломит. [1]

Состояние заднего откоса должно обеспечивать выпуск металла и шлака из печи без остатка. При значительных повреждениях откосов допускается заправку их производить смесью магнезитового порошка со стеклом.

При наличии значительных повреждениях подины или откосов необходимо после заправки покрыть поврежденное место известью. После исправления поврежденных участков рекомендуется проводить плавки стали менее ответственного назначения или шихтовой заготовки в количестве, необходимом для закрепления подины и откосов.

После окончания заправки подины и откосов должны осмотрены стены и свод печи и при необходимости произведен необходимый ремонт.

Выпускное отверстие после каждой плавки следует тщательно прочищать , не допуская наличия порога и наростов.

Состояние выпускного отверстия должно обеспечивать выпуск металла и шлака из печи ровной не разбрызгивающей струей. Наводка шлака представлена в таблице 4.

#### 2.4 Подготовка шихтовых материалов и завалка шихты

–Выплавка стали марок 30ХГСА, разрешается выплавлять на качественной привозной углеродистой шихте (2А, листовой обрез).

–В завалку дается известь и шамот в количестве 1 % от массы шихты .

За 30-40 мин. до конца расплавления присаживается известь и железная руда (окатыши) в количестве по 7-10 кг/тн каждой 15-20 мин ещё 5-10 кг/тн железной руды.

–С последней порцией руды, присаживается известь в количестве 6-10 кг/тн.

–После присадки последней порций руды и десятиминутной выдержки отбирается проба металла и присаживается прокаленный чугун в количестве 5-6 кг/тн.

–Перед наводкой шлака металл раскисляется кусковым первородным алюминием в количестве 0,4 кг/тн силикомарганцем из расчета на 0,50 % марганца в металле (и ферросилицием 65-75 % на 0,10-0,12 % кремния).

										150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							13



Таблица – 4 Наводка основного шлака для сталей производится присадкой извести, шпата, кварцита, и шамота в количестве (кг):

в килограммах

	Емкость печи
	10 т
Известь	350
Шпат	65
Кварцит	65
Шамот	40
Итого :	520

#### 2.5 Порядок введения легирующих и раскислителей

Для раскисления и легирования металла применяются ферросплавы, технически чистые элементы. Мастер, ведущий плавку, должен располагать точным химическим составом используемых материалов.

**Феррохром.** При выплавке «переплавом» феррохром должен даваться в завалку или в плавление. При корректировке химсостава по хрому более чем на 0,10 % металл следует выпускать из печи не раньше чем через 10 мин, при добавках более чем на 0,10% - не раньше чем через 20 мин после присадки хромосодержащих материалов.

**Ферромарганец.** Для легирования основное количество марганцесодержащих ферросплавов должно присаживаться в первой половине рафинировки, при выплавке «переплавом» – в завалку или в конце плавления. Допускается окончательную корректировку по марганцу в ковше проводить при выплавке других марок стали.

**Ферросилиций.** Для легирования металла кремнием применяется кусковой 65 и 75 % ферросилиций. Ферросплав должен присаживаться в раскисленный, дающий усадку металл не позднее чем за 10 мин до выпуска в ковш.

**Алюминий.** Для предварительного и окончательного раскисления применяется кусковой первичный или вторичный алюминий, который присаживается закрепленным на рукоятках в металл в печи или в ковше. Глубина погружения алюминия в металл в ковше должна быть не менее 0,5 м. Порошок алюминия применяется для раскисления металла через шлак, как правило, в смеси с известью и концентратом плавикошпатовым.

**Силикокальций.** Куски силикокальция, закрепленные на рукоятке (массой не более 4 и 2,5 кг соответственно), вводятся в металл в печи после присадки кускового алюминия перед выпуском в ковш. Допускается замена порошкообразного силикокальция на кусковой, который вводится в металл в печи или в ковше, а также применение порошковой проволоки с наполнителем из силикокальция, вводимой в металл в ковше при помощи трайбаппарата со скоростью  $0,3 \div 2$  м/с из расчета введения 0,01 % кальция без учета угара. [2]

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

## 2.6 Период плавления.

Таблица 5 –Оптимальная температура режима плавки:

Момент замера температуры металла	Пределы температуры °С
Перед скачиванием окислительного шлака	1600-1650
Перед сливом плавки	1600-1640
В ковше после выпуска	1580-1620
В ковше после продувки аргоном	1540-1580

При выплавки 10-т плавки, в печь за 10 – мин до выпуска присаживается шлаковая смесь из извести и плавикового шпата в количестве соответственно 10 кг/т и 4 кг/т.

При температуре металла (  $1530^0 \pm 10^0$  С ) отбирается вторая проба на полный химический анализ.

Спуск шлака производится самотеком около 3/4 шлака, что соответствует 1/3 вместимости шлаковой чаши. Далее произвести науглероживание металла электродной крупкой, порошком шамота и навести новый шлак из извести и шамота в соотношении 3:1 из расчета 1,5% от массы металла. После присадки шлакообразующих печь включается на полную мощность, установленную для этого периода плавки, с таким расчетом, чтобы обеспечить формирование шлака и нагрев ванны за время определения химического состава пробы металла и, тем самым, создать необходимые условия для нормального ведения окислительного периода. Или продувают инертным газом.

Периодом плавления считается продолжительность времени от момента включения печи после завалки шихты до начала восстановительного периода, либо до начала продувки металла кислородом (если требуется).

## 2.7 Окислительный период.

Окислительный период следует начинать после 80% расплавления шихты. Окисление проводится как твердыми окислителями с равномерным вводом его в течений всего периода.

Окисленные окатыши и известь должны присаживаться в печь непрерывно равномерно в течение всего окислительного периода, поддерживая энергичное кипение ванны. Шлак окислительного периода должен быть пенистым, жидкоподвижным, самотеком сходить через порог завалочного окна.

Конечная стадия плавки в ДСП включает следующие операции: Отбор последней пробы металла, скачивание шлака, выход на заданную температуру ( $1560^0$  С –  $1600^0$ С). После полного расплавления проводят короткую доводку в течение 10 – 15 мин без смены шлака. После выдержки ванны берут пробу металла на химический анализ. Металл сливают в ковш и подвергают внепечной обработки. Отбор пробы металла после окончания плавления окислительных окатышей в 90 % плавков необходим только для контроля содержания углерода. За

						150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			15

окислительный период следует выжечь не менее 0,30 % углерода. Содержание углерода в пробе металла, отобранной перед снятием окислительного шлака, должна быть не ниже нижнего предела заданного химического состава более, чем на 0,15 %

## 2.8 Выпуск плавки.

Из печи металл выпускают в сталеразливочный ошлакованный ковш.

Нормально подготовленным к выпуску считается металл при соблюдении следующих требований:

– Шлак жидкоподвижный, легко перемешивается гребком и оставляет на нем ровную без комков корочку. При обнаружении во время перемешивания кусков всплывшей заправки, застывшего шлака или непрореагировавшей извести они должны быть удалены;

– Температура металла перед выпуском соответствует пределам 1590 – 1630°C;

При обнаружении нарушений мастер дает сталевару указания на их устранение.

Перед выпуском металла мастер обязан пригласить начальника смены (старшего мастера), который проверяет правильность расчета добавок, температуру металла и наличие усадки металла в стаканчике, после чего дает разрешение на выпуск металла в ковш.

Из печи металл выпускают в сталеразливочный ковш.

Запрещается использование ковшей без проверки работоспособности продувочной пробки и герметичности аргонной разводки.

Ковш под плавку подаётся очищенный от остатков металла и шлака, с хорошим состоянием сливного носка, допускается наличие шлакового гарнисажа в районе шлакового пояса, выступающего во внутрь ковша не более, чем на 100 мм.

Ковш должен иметь температуру внутренней поверхности футеровки не ниже 900°C. Контроль температуры производится на стенке ковша на расстоянии от 0,5 до 1,0 м от днища, не более чем за 10 мин до начала выпуска металла из печи.

Ковш поднимают с установки высокотемпературного разогрева не более чем за 10 минут до выпуска плавки и очищают сталеразливочный канал.

Засыпку сталеразливочного канала производят прокаленным песком или отработанной формовочной смесью. Уровень засыпки должен быть не ниже уровня днища ковша.

После выпуска металла и шлака в ковш необходимо их перемешивание аргоном в следующих случаях:

– При присадке легирующих на дно ковша перед выпуском;

– После присадки раскислителей и легирующих в металл (алюминий и др.).

После выпуска металла измеряется температура и отбирается проба, температура металла в ковше должна быть 1570 – 1610 °C

										150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							16



## 2.9 Внепечная обработка стали.

### а) Обработка стали в агрегате ковш–печь

В условиях ООО «ЗЭМЗ» по ТИ 06–Э–83. Минимальное время обработки металла для корректировки химического состава и температуры должно составлять не менее 15 мин от момента начала и окончания продувки.

Максимальное время обработки для улучшения качества стали должно находиться в пределах от 40 до 50 мин. Длительность обработки более 50 мин не рекомендуется из-за снижения стойкости футеровки ковша.

После установки ковша с металлом в рабочее положение "под крышкой" начинают продувку металла аргоном с расходом  $15 \text{ м}^3/\text{час}$ . В первые минуты продувки допускается кратковременное повышение расхода аргона, до  $30 \text{ м}^3/\text{час}$  для пробивания пробки. Электроды при этом должны быть приподняты.

Восстановительный шлак наводится присадками извести от 4 до 5 кг/т и плавикового шпата от 2 до 3 кг/т.

Раскисление шлака производится присадками порошка кокса с массовым расходом до 0,5 кг/т.

После получения жидкоподвижного шлака отбирается проба металла на химический анализ пробоотборником ПМ-39 и измеряется температура металла.

После получения результатов химического состава металла производят довода плавки присадками ферросплавов. Масса присаживаемой порции должна быть от 100 до 200 кг. В момент присадки ферросплавов производится продувка металла аргоном с расходом до  $50 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Усвоение элементов из ферросплавов принимают следующее, %:

углерод (введенный порошком кокса) - 80

(из ферросплавов и порошковой проволоки) - 100

марганец - 100

кремний - 80

алюминий до 90

Корректировка массовой доли углерода производится вдуванием углеродсодержащих материалов под шлак с помощью установки "Штайн".

Допускается корректировка по углероду присадкой коксовой мелочи или порошка кокса присаживаемой на поверхность продувочного пятна.

Окончательную корректировку по массовой доле углерода проводить от 5 мин до 10 мин до окончания доводки стали по химсоставу.

После присадки последней порции ферросплавов и продувки аргоном в течение 5 мин отбирается 2-я проба металла и измеряется температура металла.

Окончательная корректировка металла по химсоставу производится порошковой проволокой соответствующих ферросплавов.

Визуально шлак должен быть светло-серого или белого цвета с матовой поверхностью и не иметь видимых включений. Излом должен быть мелкодисперсным и при охлаждении шлак должен рассыпаться в порошок.

За 5 мин до окончания доводки металл нагревают от 3 до 5 °С выше температуры, которой необходимо придерживаться при разливке стали, ( $1530 \text{ °С} \pm 10 \text{ °С}$ ), отключают дуговой нагрев и металл охлаждается до заданной температуры продувкой аргоном с расходом  $10 \text{ м}^3/\text{час}$ .

						150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			17

Конечное раскисление алюминием производится алюминиевой проволокой из расчёта получения алюминия в готовом металле 0,02 – 0,04 %.

#### б)Вакуумирование стали.

Обработку стали проводим в установке ковшевого вакуумирования (VD), который осуществляется в установках, состоящих из вакуумной камеры и соединенной с ней вакуум-проводами станции вакуумных насосов. Необходимо учитывать то, что вакуумный ковш должен быть выше, чем обычный, чтобы сверху имелось свободное пространство, в котором может размещаться вспененный при кипении металл, не переливаясь через край ковша.

При выпуске стали, предназначенной для вакуумирования в ковше, необходимо принять меры с целью попадания возможно меньшего количества шлака в ковш, так как это уменьшает эффект выкуумирования. Желательно чтобы слой шлака в ковше не превышал 25 мм. Сталеразливочные ковши, в которых проводят вакуумную обработку, футеруют шамотным кирпичом.

Для вакуумирования стали ковш с металлом устанавливают в вакуумной камере, которую герметически закрывают крышкой. С понижением давления в камере происходит процесс дегазации стали, вызывающий перемешивание металла и шлака выделяющимися пузырьками газа.[3]

Для эффективности вакуумирования в ковше применяют продувку металла инертными газами. Аргон подают в металл в процессе вакуумирования через установленные в днище сталеразливочного ковша пористые блоки из магнезитовых огнеупоров. Продувка аргоном обеспечивает интенсивное перемешивание металла. В результате перемешивания верхний слой, где и протекает процесс вакуумной обработки, непрерывно сменяется новыми порциями стали, и эффект вакуумирования распространяется на весь объём металла в ковше. К тому же пузырьки аргона, являясь готовыми центрами газовой фазы, способствуют развитию реакции окисления углерода и дегазации стали.

При вакуумной обработке в ковше с перемешиванием удаляется 55... 75% всего водорода из металла, в результате чего сталь становится нечувствительной к образованию флокенов. Таким образом, вакуумирование устраняет необходимость проведения специальной противфлокеной термической обработки.

Особенности и преимущества процесса VD: ускорение реакций в условиях вакуума; достижение низкого содержания углерода, кислорода, водорода, азота и серы в стали; улучшение показателей чистоты стали, особенно в отношении оксидов и сульфидов; низкие капитальные и эксплуатационные затраты

#### 2.10 Выбор метода разливки.

В условиях ЭСПЦ ООО «ЗЭМЗ»Разливку стали 30ХГСА производим сифоном. Установку поддонов производить строго горизонтально (по уровню). Температура поддона перед наборкой должна быть не менее 100 °С. Сифонный припас (звездочки, стаканчики, пролетные и концевые трубки), предназначенный для наборки поддона, должен быть сухим и не иметь сколов и трещин. Наборку поддонов начинают с укладки на подину из сухого песка или просеянных через

						150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			18

сито с ячейкой 3 мм отходов, образующихся при разборке поддонов. При укладке четного количества ручьев, сифонные кирпичи со смазанными буртиками укладывают одновременно в два противоположных канала поддона, начиная со звездочки. Каждый кирпич притирают к ранее уложенному. В торцы ручьев закладывают по половинке нормального кирпича, и оба ручья одновременно заклиниваются. Зазоры между сифонным кирпичом и поддоном засыпают, просеянным через сито, сухим песком или отходами. Засыпку тщательно трамбуют, и швы заливают 25...30 % водным раствором сульфитно-спиртовой барды.

Подготовленные изложницы необходимо установить на поддон устойчиво, строго вертикально. Между поддоном и изложницей уложить асбестовый шнур. При установке изложниц запрещается ударять изложницей о поддон и центровку.

Перед подачей металла на разливку следует замерить активность кислорода в металлическом расплаве и его температуру. Температура металла должна быть на 80...110 °С выше температуры ликвидуса. Окисленность металла определяется требованиями к химическому составу и загрязненности неметаллическими включениями.

### 3.Расчёт материального баланса стали 30ХГСА.

#### 3.1 Расчет шихты перед завалкой.

Таблица – 6 Химический состав стали 30ХГСА (ГОСТ 4543-71), %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
0,28	0,90	0,80	н.б.	н.б.	0,80	н.б.	н.б.
0,34	1,20	1,10	0,025	0,025	1,10	0,30	0,30

Таблица – 7 Состав отходов, которые предполагаются использовать в завалку  
В процентах

Группа отходов	Химический состав						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
А-2	0,20	0,20	0,30	0,030	0,030	0,20	0,15
А-3	0,30	0,30	0,50	0,030	0,030	0,20	0,15
А-4	0,40	0,30	0,30	0,050	0,050	0,20	0,10
кокс	87,1	–	–	–	0,65	–	–

Окончание таблицы 7

Группа отходов	Химический состав						
	Ti	Al	W	Mo	V	Cu	Fe
А-2	0,03	0,04	0,08	0,05	0,02	0,20	98,47
А-3	0,03	0,05	0,08	0,05	0,02	0,20	98,06
А-4	–	0,03	0,08	0,05	0,02	0,10	98,32
кокс	–	–	–	–	–	–	–

Таблица – 8 Содержание компонентов в шихте ,

В килограммах

№	Группа отходов	Масса, кг	Внесено в металл						
			C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
1	А-2	6000	10,177	15,177	16,7	1,076	1,076	10,177	7,383
2	А-3	3000	10,584	7,584	10,66	1,058	1,058	5,056	4,292
3	А-4	3000	10,584	5,584	10,551	0,925	0,925	5,056	3,861
4	кокс	50	10,204	0,000	0,000	0,000	0,251	0,000	0,000
Всего		12050	45,549	29,312	39,956	3,062	3,311	21,56	14,421
Всего, %		100	0,7511	0,5090	0,4972	0,0369	0,0357	0,1766	0,120



Окончание таблицы 8

№	Группа от-ходов	Масса, кг	Внесено в металл						
			Ti	Al	W	Mo	V	Cu	Fe
1	А-2	6000	1,383	2,177	4,355	1,971	2,717	7,915	5908
2	А-3	3000	0,192	1,82	2,112	1,82	1,528	4,46	2941
3	А-4	3000	0,775	1,775	2,44	1,625	1,85	3,25	2955
4	кокс	50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Всего		12050	3,268	4,354	8,651	5,512	2,192	14,525	1180
Всего, %		100	0,020	0,049	0,040	0,049	0,019	0,121	98,050

Таблица – 9 Химический состав шлакообразующих и огнеупорных материалов, которые предполагается использовать в процессе выплавки, В процентах

Материал	Содержание							Потери при прокаливании
	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	
Известь	88,00	1,30	2,00	–	0,80	0,20	–	7,70
Магнезит	1,00	3,00	93,00	–	1,00	2,00	–	–
Магнезито-хромит	2,00	6,50	66,00	10,00	4,00	11,50	–	–
Плавленый шпат	0,50	3,60	–	–	0,20	1,50	94,00	0,20
Руда	0,10	5,25	0,30	-	4,10	-	-	[O] – 27,70
Электрод	0,118	0,565	-	-	0,317	-	-	[C] – 99,00

Таблица – 10 Химический состав легирующих и раскислителей, использованные в процессе выплавки, %

В процентах

Материал	Химический состав										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti	Al	Fe	Ca	Zn
ФС 65	–	65,00	0,40	0,05	0,02	0,40	–	2,500	31,63	–	–
Al 97	–	0,015	–	–	–	0,005	0,002	99,70	0,015	–	0,003
ФМн 78	7,00	6,00	78,00	0,05	0,020	–	–	–	8,93	–	–
ФХ 100	8,00	2,00	–	0,04	0,07	65,00	–	–	24,89	–	–
SiCa	0,50	64,98	–	0,02	–	–	0,5	1,0	3,0	30	–

Лист

150400.2016.921.00.00

21

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

### 3.2 Окисление элементов

Таблица – 11 Угары элементов при выплавке стали в ДСП в период плавления, %

В процентах														
Угар	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Ti	Al	W	Mo	V	Cu	Fe
Общий	20	100	70	ΔP	0	20	1,5	100	100	0	0	0	0	2,0
В шлак	0	100	80	100	0	80	0	100	100	0	0	0	0	20
В улет	100	0	20	0	0	20	100	0	0	0	0	0	0	80

Таблица – 12 Химический состав металла по расплавлению шихты, кг.

В киллограммах

Элемент	Исходное содержание	Угар элемента	Масса элемента в расплаве	Содержание элемента в расплаве, %
C	45,549	2,44	43,109	0,365
Si	29,312	29,312	0,000	0,000
Mn	39,956	17,962	21,994	0,182
P	3,062	0,000	3,062	0,037
S	3,310	0,000	3,310	0,041
Cr	21,56	4,38	19,221	0,164
Ni	14,421	0,288	14,133	0,133
Ti	3,268	3,268	0,000	0,000
W	8,651	0,000	8,651	0,082
Mo	5,512	0,000	5,512	0,051
V	2,192	0,000	2,192	0,020
Cu	14,525	0,000	14,525	0,135
Al	4,354	4,354	0,000	0,000
Fe	11805	1078,556	52849,22	98,758
Всего	12035,19	1488,411	53513,81	100,000

### 3.3 Шлакообразование.

Таблица 13 – Количество и состав печного шлака в конце периода плавления  
В килограммах

Источник поступления, кг	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	ΣFeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Известь	14,300	968,000	0,000	1,980	0,000
Футеровка ванны	10,320	3,440	0,000	6,192	0,000
Футеровка стен и свода	5,362	1,650	0,000	8,538	8,250
Оксиды из металлической ванны	314,040	0,000	144,420	277,160	25,643
Электрод	1,243	0,259	0,000	0,000	0,000
Руда	160,994	3,066	0,000	190,990	0,000
Зола кокса	994,5173	102,107	0,000	0,000	0,000
Всего	1500,776	1078,52	144,42	484,86	33,893
%	31,18995	22,4144	3,0014	10,077	0,7044

Продолжение таблицы 13

Источник поступления, кг	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	Σ
Известь	8,800	22,000	0,000	0,000	–	–	1015,100
Футеровка ванны	3,440	319,920	0,000	0,000	–	–	343,310
Футеровка стен и свода	3,300	54,450	0,000	0,000	–	–	81,550
Оксиды из металлической ванны	41,121	0,000	27,416	0,000	–	–	829,800
Электрод	0,697	0,000	0,000	0,000	–	–	2,199
Руда	125,728	9,199	0,000	4,599	–	3,066	497,642
Зола кокса	510,532	20,421	0,000	6,126	408,43	0,000	2042,1
Всего	693,618	425,990	27,41	10,725	408,43	3,066	4811,7
%	14,4151	8,853	0,569	0,223	0,0849	0,0637	100,000

Таблица 14 – Баланс металла периода плавления.

В килограммах

Элемент	Поступило с шихтой	Поступило с рудой	Перешло в шлак	Потери с газами	Содержится в металле	Содержится в металле, %
C	45,549	–	–	1,204	44,763	0,371
O	–	1,211	–	–	1,211	0,069
Si	29,312	–	29,312	–	0,000	0,000
Mn	39,956	–	11,876	7,969	11,987	0,108
P	3,062	–	–	–	1,568	0,037
S	3,311	–	–	–	4,276	0,039
Cr	21,56	–	17,547	4,386	17,547	0,159
Ni	14,421	–	–	1,089	14,307	0,129
Ti	3,468	–	3,468	–	0,000	0,000
W	8,651	–	–	–	8,651	0,079
Al	54,354	–	–	–	0,000	0,000
Mo	5,512	–	–	–	5,512	0,05

Продолжение таблицы 14

Элемент	Поступило с шихтой	Поступило с рудой	Перешло в шлак	Потери с газами	Содержится в металле	Содержится в металле, %
Cu	14,625	–	–	–	14,625	0,121
V	2,967	–	–	–	2,967	0,02
Fe	11805	728,922	47,874	187,496	11580,332	98,75
Всего	12035,508	730,426	155,266	213,928	11745,206	100,000



### 3.4 Определение количества и состава газов в период плавления.

Суммарный материальный баланс периода плавления.

Израсходовано, кг:	Получено, кг:
а) шихты — 12050,000 из неё: отходы А-2 — 6000; отходы А-3 — 3000; отходы А-4 — 3000; кокс — 50;	а) металла — 11745,260; б) шлака — 1009,550;
б) шлакообразующие — 101,6;	в) пыли — 252,976, в том числе: MnO — 16,105, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 1,411, Ni — 1,0893, FeO — 242,371;
в) футеровки ДСП, в том числе: магнезита — 96,550; магнезитохромита — 15,000;	г) газов, в том числе: CO — 184,907, CO <sub>2</sub> — 149,384, N <sub>2</sub> — 0,938 ,
г) электродов — 12,98;	4) H <sub>2</sub> — 1,141.
д) руды — 122,505, в том числе: на окисление — 66,556, на дефосфорацию — 5,949;	
е) воздуха — 5,943 в том числе: кислорода — 39,735; азота — 131938; влаги — 1,270.	
Всего: 12327,715	Всего: 12323,936

$$\text{Невязка} = \frac{12327,715 - 12323,93}{12327,715} \times 100 = 0,003\%$$

Вывод: Расчет материальный баланс шихты определила, что полученная невязка находится в допустимых пределах

### 3.5 Окислительный период.

#### 1) Окисление элементов

Расчёт поступивших в шлак продуктов окисления металлического расплава

Таблица 15 – Угары элементов при выплавке стали в ДСП в окислительный период

Угар	В процентах													
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Ti	Al	W	Mo	V	Cu	Fe
Общий	ΔC	100	68	0	0	16	0	100	100	0	0	0	0	1,5
В шлак	0	100	80	0	0	95	0	100	100	0	0	0	0	30
В улет	100	0	20	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	70

Таблица 16 – Химический состав металла в конце окислительного периода

В килограммах

Элемент	Исходное содержание	Угар элемента	Масса элемента в расплаве	Содержание элемента в расплаве, %
C	44,763	21,276	28,487	0,264
Si	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn	11,987	8,151	3,836	0,035
P	1,658	0,000	1,658	0,015
S	4,276	0,000	4,276	0,039
Cr	17,547	2,807	14,74	0,125
Ni	14,307	0,000	14,307	0,132
Ti	0,000	0,000	0,000	0,000
W	8,773	0,000	8,773	0,074
Mo	5,483	0,000	5,483	0,050
V	2,193	0,000	2,193	0,020
Cu	14,525	0,000	14,525	0,124
Al	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe	11586,188	119,228	11395,367	99,093
Всего	11707,502	179,414	11513,029	100,000

1) Окисление элементов

Расчёт поступивших в шлак продуктов окисления металлического расплава

Таблица 17 – Масса и состав шлака в конце окислительного периода

В килограммах

Источник поступления	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	∑FeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Плавильный шлак	509,196	976,47	144,42	484,86	33,893
Оксиды из мет. ванны	0,000	0,000	42,09	315,988	19,491
Перешло в металл	0,000	0,000	0,000	-350,237	0,000
Всего	509,196	976,47	186,51	450,611	53,384
Всего, %	17,999	34,516	6,5927	15,928	1,887

Продолжение таблицы 17

Источник поступления	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	∑
Плавильный шлак	185,38	405,736	27,416	31,192	3,122	2801,685

Продолжение таблицы 17

Источник поступления	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	∑
Оксиды из мет.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	377,569

ванны						
Перешло в металл	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-350,237
Всего	185,38	405,736	27,416	31,192	3,122	2829,017
Всего, %	6,553	14,342	0,969	1,103	0,1104	100,000

Таблица 18 – Химический состав металла в конце окислительного периода  
В килограммах

Элемент	Металл периода плавления	Перешло в металл	Перешло в шлак	Потери с газами	Содержится в металле	Содержится в металле, %
C	44,763	0,000	0,000	23,478	25,816	0,263
O	0,642	0,105	0,000	0,000	0,537	0,019
Si	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn	11,987	0,000	32,605	6,151	9,179	0,035
P	1,657	0,000	0,000	0,000	1,657	0,015
S	4,213	0,000	0,000	0,000	4,384	0,039
Cr	17,737	0,000	13,336	0,702	13,265	0,135
Ni	14,536	0,000	0,000	0,000	12,876	0,131
Ti	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
W	7,896	0,000	0,000	0,000	7,896	0,080
Al	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mo	7,416	0,000	0,000	0,000	4,934	0,050
Cu	14,625	0,000	0,000	0,000	14,525	0,133
V	10,967	0,000	0,000	0,000	10,967	0,020
Fe	5461,188	100,448	45,768	173,460	11395,408	99,079
Всего	11615,153	107,553	91,709	687,706	11395,109	100,000

### 3.6 Определение количества и состава газов в окислительный период.

Суммарный материальный баланс периода окисления:

В килограммах

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Израсходовано, кг:

- а) Металла – 11615,153;  
б) шлака – 1801,685;  
в) технического кислорода – 191,448, в том числе:  
1) кислорода – 190,956 (включая неусвоенный);  
2) азота – 0,492;  
г) воздуха – 477,785, в том числе:  
1) кислорода – 108,711;  
2) азота – 363,945;  
3) влаги – 5,129.

Всего: 12721,160

Получено, кг:

- а) металла – 11511,696;  
б) шлака – 1829,017;  
в) пыли – 148,853, в том числе:  
1) MnO – 10,522;  
2) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,026;  
3) FeO – 737,305;  
г) газов – 613,839, в том числе:  
1) CO – 215,585 (от окисления металла с учетом догорания до CO<sub>2</sub>);  
2) CO<sub>2</sub> – 32,463 (с учетом догорания до CO);  
3) N<sub>2</sub> – 365,222;  
4) H<sub>2</sub> – 0,569.

Всего: 12720,460

$$\text{Невязка: } \frac{12721,160 - 12720,460}{12721,160} \times 100 = 0,005\%$$

Вывод: рассчитав материальный баланс окислительного периода, определила, что полученная невязка находится в допустимых пределах.

### 3.7 Содержание газов в металле под слоем шлака в условиях открытой плавки в ДСП.

Принимаем, что атмосфера в плавильном пространстве:  $p_{O_2} = 1,01 \times 10^4$  Па,  $p_{O_2} = 2,026 \times 10^3$  Па, остальное азот. Давление в печи  $1,01 \times 10^5$  Па. Для расчета выражаем давление в атмосферах.

Определим значение равновесного парциального давления кислорода на границе металл – шлак:

$$[O] \leftrightarrow 1/2 \{O_2\};$$
$$K_O = \frac{p_{O_2}^{1/2}}{[O]}; \log K_O = -\frac{6119}{T} - 0,151.$$

$$\text{При } 1873 \text{ К } \log K_O = -\frac{6119}{T} - 0,151 = -3,418;$$

$$\log p_{O_2}^{\text{ш-м}} = 2 \times (\log K_O + \log [O]) = 2 \times (-3,418 + \log 0,019) = -10,272;$$

$$p_{O_2}^{\text{ш-м}} = 5,345 \times 10^{-11} \text{ атм.}$$

Определим равновесное содержание водорода в металле  $[H]_{\text{равн}}$ :

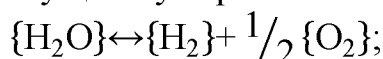
$$1/2 \{H_2\} \leftrightarrow [H];$$
$$K_H = \frac{[H]}{p_{H_2}^{1/2}}; \log K_H = -\frac{1900}{T} - 1,58.$$

$$\text{При } 1873 \text{ К } \log K_H = -\frac{1900}{T} - 1,58 = -2,594; K_H = 2,544 \times 10^{-3}.$$

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28



На границе шлак – газ существует равновесие:



$$K_{H_2O} = \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2} \times P_{O_2}^{1/2}}; \log K_{H_2O} = \frac{13160}{T} - 3,05.$$

При 1873 К  $\log K_{H_2O} = \frac{13160}{T} - 3,05 = 3,976$ ;  $K_{H_2O} = 9,466 \times 10^3$ .

откуда

$$P_{H_2}^{ш-м} = \frac{P_{H_2O}}{K_{H_2O} \times P_{O_2}^{1/2}} = \frac{0,020}{9,466 \times 10^3 \times 0,100^{1/2}} = 6,691 \times 10^{-6} \text{ атм.}$$

Равновесная концентрация водорода

$$[H]_{\text{равн}} = K_H \times P_{H_2}^{1/2} = 2,544 \times 10^{-3} \times (6,691 \times 10^{-6})^{1/2} = 6,582 \times 10^{-6} \%$$

Предельное (стационарное) содержание водорода

$$[H_{\text{пред}}] = [H_{\text{равн}}] \times \left( \frac{P_{O_2}^{ш-г}}{P_{O_2}^{ш-м}} \right)^{1/4} = 6,582 \times 10^{-6} \times \left( \frac{0,100}{3,745 \times 10^{-11}} \right)^{1/4} = 1,497 \times 10^{-3} \%$$

Определим содержание водорода в металле, используя пропорцию:

$$\frac{54599,1097+x}{x} = \frac{100}{1,497 \times 10^{-3}}$$

Где  $x$  – искомая величина, кг;  $54599,1097 + x$  – масса металла с учетом содержания водорода, кг;  $1,497 \times 10^{-3}$  – содержание водорода в металле, %,

$$x = 0,817 \text{ кг.}$$

Определим равновесное содержание азота в металле  $[N]_{\text{равн}}$ :

$$\frac{1}{2} \{N_2\} \leftrightarrow [N];$$

$$K_N = \frac{[N]}{P_{N_2}^{1/2}}; \log K_N = -\frac{188}{T} - 1,25.$$

При 1873 К  $\log K_N = -\frac{188}{T} - 1,25 = -1,350$ ;  $K_N = 4,463 \times 10^{-2}$ .

Равновесная концентрация азота

$$[N]_{\text{равн}} = K_N \times P_{N_2}^{1/2} = 4,463 \times 10^{-3} \times 0,880^{1/2} = 4,186 \times 10^{-2} \%$$

Предельное (стационарное) содержание азота

$$[N_{\text{пред}}] = [N_{\text{равн}}] \times \left( \frac{P_{O_2}^{ш-г}}{P_{O_2}^{ш-м}} \right)^{-3/4} = 4,186 \times 10^{-2} \times \left( \frac{0,100}{3,745 \times 10^{-11}} \right)^{-3/4} = 3,566 \times 10^{-9} \%$$

Определяем содержание азота в металле, используя пропорцию:

$$\frac{54599,9267+x}{x} = \frac{100}{3,566 \times 10^{-9}}$$

Где  $x$  – искомая величина, кг;  $54599,9267 + x$  – масса металла с учетом содержания водорода и азота, кг;  $3,566 \times 10^{-9}$  – содержание азота в металле, %,

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$x = 1,947^{-5} \text{ кг.}$$

Ввиду малого содержания водорода и азота в стали, в материальном балансе ими пренебрегаем.

### 3.8 Обработка стали в печи-ковше.

Таблица 19 – Количество и состав металла в сталеразливочном ковше после выпуска

В килограммах

Элемент	Металл периода окисления	Осталось в ДСП	Содержится в металле	Содержится в металле, %
C	25,816	0,869	24,919	0,263
O	0,537	0,032	0,431	0,017
Si	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn	9,179	0,918	8,917	0,035
P	1,657	0,829	0,846	0,015
S	4,384	1,138	3,138	0,039
Cr	13,265	0,370	13,369	0,116
Ni	12,846	0,154	12,656	0,115
Ti	0,000	0,000	0,000	0,000
W	7,896	1,387	6,375	0,064
Al	0,000	0,000	0,000	0,000
Mo	4,934	1,742	3,541	0,050
Cu	14,525	1,263	13,289	0,115
V	10,967	7,097	3,321	0,033
Fe	11395,367	1139,536	10255,832	99,079
Всего	11511,696	1151,169	10360,527	100,000

Таблица – 20 Количество и состав шлака в сталеразливочном ковше после выпуска, в килограммах

Источник поступления	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	∑FeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Окислительный шлак	509,196	976,47	186,51	450,611	53,384
Осталось в ДСП	504,104	966,705	184,645	446,105	52,850
Всего	5,09196	9,7647	1,8651	4,506	0,534
Всего, %	17,999	34,5162	6,59275	15,93	1,888

Продолжение таблицы 20

Источник поступления	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Σ
Окислительный шлак	185,38	405,736	27,416	31,192	3,122	2829,017
Осталось в ДСП	183,526	401,680	27,142	30,880	3,091	2800,727
Всего	1,854	4,057	0,274	0,312	0,031	28,290
Всего, %	6,553	14,342	0,97	1,103	0,110	100,000

### 3.9 Раскисление шлака и металла. Предварительное легирование.

Таблица 21 – Количество и состав металла в ковше после раскисления шлака,

В килограммах

Элемент	Металл в ковше	Раскисление	Содержится в металле	Содержится в металле, %
C	24,919	0,211	24,292	0,263
O	0,431	0,000	0,431	0,019
Si	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn	8,917	1,301	8,562	0,038
P	0,846	0,123	7,583	0,015
S	3,138	0,015	3,261	0,039
Cr	13,369	0,329	13,058	0,136
Ni	12,656	0,000	12,656	0,131

Продолжение таблицы 21

Элемент	Металл в ковше	Раскисление	Содержится в металле	Содержится в металле, %
Ti	0,000	0,000	0,000	0,000
W	6,480	0,000	6,480	0,080
Al	0,000	0,000	0,000	0,000
Mo	3,674	0,000	4,674	0,050
Cu	13,289	0,000	13,289	0,133
V	3,321	0,000	3,321	0,020
Fe	11395,367	3,154	11402,482	99,075
Всего	11500,593	5,133	11515,937	100,000

Таблица 22 – Количество и состав шлака в ковше после раскисления шлака,  
В килограммах

Источник поступления	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	∑FeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Шлак в ковше	5,092	9,765	1,865	4,506	0,534
Раскисление	0,134	0,123	-1,679	-4,055	-0,481
Всего	5,226	9,888	0,186	0,451	0,053
Всего, %	23,617	44,683	0,841	2,038	0,241

Продолжение таблицы 22

Источник поступления	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	∑
Шлак в ковше	1,854	4,057	0,274	0,312	0,031	28,290
Раскисление	0,074	0,003	0,000	-0,281	0,000	-6,162
Всего	1,928	4,060	0,274	0,031	0,031	22,128
Всего, %	8,713	18,347	1,238	0,140	0,140	100,000

б) Предварительное легирование.

После раскисления шлака в металле при содержании углерода 0,263% содержится 0,019% или 9,284 кг кислорода.

Для расчета количества вводимых легирующих необходимо примерно спрогнозировать массу металла в конце плавки. Для этого примерно рассчитаем необходимую массу легирующих по следующей формуле:

Прогнозируем массу металла в конце плавки:

$$m_{Si} = \frac{49144,332 \times (1,00 - 0,00)}{100} = 491,443 \text{ кг};$$

$$m_{Mn} = \frac{49144,332 \times (0,900 - 0,038)}{100} = 423,624 \text{ кг};$$

$$m_{Cr} = \frac{49144,332 \times (0,900 - 0,136)}{100} = 375,463 \text{ кг};$$

$$m_{Ni} = \frac{49144,332 \times (0,300 - 0,131)}{100} = 83,054 \text{ кг};$$

$$m_{Me_{прогн}} = \sum m_i + m_{Me} = 122,860 + 300,763 + 228,029 + 525,353 + 49144,332 =$$

$$= 50517,916 \text{ кг}.$$

Принимаем:  $m_{Me_{прогн}} = 50800 \text{ кг}.$

%.

Кремний. Для раскисления стали кремнием необходимо внести ФС65:

$$\frac{50800 \times (1,0 - 0)}{65} = 781,538 \text{ кг}.$$

или кремния:  $\frac{65 \times 781,538}{100} = 508 \text{ кг}.$

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

При этом 20% кремния и 100% алюминия переходит в шлак, а 80% кремния и остальные элементы в виду их малого количества перейдут в металл.

$$\text{Выгорает кремния: } \frac{508 \times 20}{100} = 101,6 \text{ кг.}$$

$$\text{Выгорает алюминия: } \frac{781,538 \times 2}{100} = 15,631 \text{ кг.}$$

$$\text{Это количество кремния свяжет кислорода: } \frac{101,6 \times 32}{24} = 135,466 \text{ кг.}$$

$$\text{Алюминий свяжет кислорода: } \frac{15,631 \times 102}{54} = 29,525 \text{ кг.}$$

$$\text{При этом образуется и перейдет в шлак: } \frac{101,6 \times 60}{28} = 217,714 \text{ кг SiO}_2 \text{ и}$$

$$\frac{15,631 \times 102}{54} = 29,525 \text{ кг Al}_2\text{O}_3.$$

ФС65 внесет в металл:

$$\text{Si} \text{ --- } \frac{781,538 \times 80 \times 65}{100 \times 100} = 406,399 \text{ кг;}$$

$$\text{Mn} \text{ --- } \frac{781,538 \times 0,4}{100} = 3,126 \text{ кг;}$$

$$\text{P} \text{ --- } \frac{781,538 \times 0,05}{100} = 0,391 \text{ кг;}$$

$$\text{S} \text{ --- } \frac{781,538 \times 0,02}{100} = 0,156 \text{ кг;}$$

$$\text{Cr} \text{ --- } \frac{781,538 \times 0,4}{100} = 3,126 \text{ кг;}$$

$$\text{Fe} \text{ --- } \frac{781,538 \times 32,13}{100} = 251,108 \text{ кг.}$$

Марганец. Определяем расход высокоуглеродистого ферромарганца ФМн78:

$$\frac{50800 \times (0,9 - 0,065)}{78} = 543,820 \text{ кг.}$$

При этом 20% марганца переходит в шлак, а 80% марганца и 100% остальных элементов перейдут в металл.

$$\text{Выгорает марганца: } \frac{543,820 \times 6 \times 20}{100 \times 100} = 6,526 \text{ кг.}$$

$$\text{Это количество марганца свяжет кислорода: } \frac{6,526 \times 32}{28} = 7,458 \text{ кг.}$$

При этом образуется и перейдет в шлак:

$$\frac{6,526 \times 60}{28} = 13,984 \text{ кг MnO.}$$

ФМн78 внесет в металл:

$$\text{C} \text{ --- } \frac{543,820 \times 7}{100} = 38,067 \text{ кг;}$$

$$\text{Mn} \text{ --- } \frac{543,820 \times 78}{100} = 424,179 \text{ кг;}$$

$$\text{Si} \text{ --- } \frac{543,820 \times 6 \times 80}{100 \times 100} = 26,103 \text{ кг;}$$

$$\text{P} \text{ --- } \frac{543,820 \times 0,05}{100} = 0,272 \text{ кг;}$$

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33



$$S \text{ — } \frac{543,820 \times 0,02}{100} = 0,108 \text{ кг};$$

$$Fe \text{ — } \frac{543,820 \times 8,93}{100} = 48,563 \text{ кг}.$$

Хром. Определяем расход среднеуглеродистого феррохрома ФХ100:  

$$\frac{50800 \times (0,9 - 0,231)}{72,5} = 461,761 \text{ кг}.$$

При этом 20% хрома переходит в шлак, а 80% хрома и 100% остальных элементов перейдут в металл.

Выгорает хрома:  $\frac{461,761 \times 1,45 \times 20}{100 \times 100} = 1,359 \text{ кг}.$

Это количество хрома свяжет кислорода:  $\frac{1,359 \times 32}{28} = 1,553 \text{ кг}.$

При этом образуется и перейдет в шлак:

$$\frac{1,359 \times 60}{28} = 3,329 \text{ кг } Cr_2O_3.$$

ФХ100 внесет в металл:

$$C \text{ — } \frac{461,761 \times 0,95}{100} = 4,386 \text{ кг};$$

$$Cr \text{ — } \frac{461,761 \times 72,5}{100} = 334,776 \text{ кг};$$

$$Si \text{ — } \frac{461,761 \times 1,45 \times 80}{100 \times 100} = 5,356 \text{ кг};$$

$$P \text{ — } \frac{461,761 \times 0,02}{100} = 0,092 \text{ кг};$$

$$S \text{ — } \frac{461,761 \times 0,02}{100} = 0,092 \text{ кг};$$

$$Fe \text{ — } \frac{461,761 \times 25,06}{100} = 115,717 \text{ кг}.$$

Кальций. Определяем расход среднеуглеродистого силикокальция SiCa:  

$$\frac{50800 \times (0,006 - 0)}{30} = 10,16 \text{ кг}.$$

При этом 20% кальция переходит в шлак, а 80% кальция и 100% остальных элементов перейдут в металл.

или кремния:  $\frac{30 \times 10,16}{100} = 3,048 \text{ кг}.$

Выгорает кремния:  $\frac{3,048 \times 20}{100} = 0,609 \text{ кг}.$

Выгорает кальция:  $\frac{10,16 \times 2}{100} = 0,203 \text{ кг}.$

Это количество кремния свяжет кислорода:  $\frac{0,609 \times 32}{28} = 0,696 \text{ кг}.$

Кальций свяжет кислорода:  $\frac{0,696 \times 16}{40} = 0,278 \text{ кг}.$

При этом образуется и перейдет в шлак:  $\frac{0,696 \times 60}{28} = 1,491 \text{ кг } SiO_2$  и

$$\frac{0,278 \times 16}{40} = 0,111 \text{ кг } CaO.$$

SiCa внесет в металл:

$$C \text{ — } \frac{10,16 \times 0,5}{100} = 0,051 \text{ кг};$$

$$P \text{ — } \frac{10,16 \times 0,02}{100} = 0,002 \text{ кг};$$

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$\text{Fe} - \frac{10,16 \times 2}{100} = 0,2 \text{ кг};$$

$$\text{Al} - \frac{10,16 \times 0,5}{100} = 0,051 \text{ кг};$$

$$\text{Ti} - \frac{10,16 \times 0,5}{100} = 0,051 \text{ кг};$$

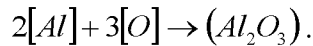
$$\text{Ca} - \frac{10,16 \times 30}{100} = 3,048 \text{ кг};$$

$$\text{Si} - \frac{10,16 \times 80 \times 54,96}{100} = 4,467 \text{ кг}.$$

в) окончательное раскисление стали

Для окончательного раскисления металла используем алюминий марки А97. Необходимо понизить количество кислорода до 0,005%

$$\left( \frac{0,005 \times 50800}{100} = 2,54 \text{ кг} \right), \text{ т.е. связать: } 9,284 - 2,54 = 6,744 \text{ кг},$$



Для этого потребуется алюминия:

$$\frac{6,744 \times 54}{48} = 7,587 \text{ кг}.$$

Во время раскисления металла образуется и переходит в шлак  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :

$$\frac{7,587 \times 102}{54} = 14,331 \text{ кг}.$$

С учетом остаточного содержания алюминия в металле 0,02%  $\left( \frac{0,02 \times 50800}{100} = 10,16 \text{ кг} \right)$  общий расход алюминия для раскисления металла принимаем равным:  $10,16 + 7,632 = 17,587 \text{ кг}$ .

Чтобы внести такое количество алюминия необходимо использовать А97:

$$\frac{17,587 \times 100}{99,98} = 17,590 \text{ кг}.$$

А97 также вносит в металл:

$$\text{Si} - \frac{17,635 \times 0,01}{100} = 0,0017;$$

$$\text{Fe} - \frac{17,635 \times 0,01}{100} = 0,0017.$$

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

### 3.10 Шлакообразование.

1) расчет компонентов, вносимых известью в шлак

Для проведения десульфурации необходима основность шлака  $B = 3,5 - 4,0$

Принимая  $B = 4,0$ , получаем:

$m_{(CaO)ИЗВ}$ ,  $m_{(SiO_2)ИЗВ}$  — содержание (CaO) и (SiO<sub>2</sub>) в извести, кг.

Откуда следует, что масса извести равна:

$$m_{ИЗВ} = \frac{4 \cdot m_{(SiO_2)П.ШЛ} - m_{(CaO)П.ШЛ}}{\frac{CaO_{ИЗВ}}{100} - 4 \cdot \frac{SiO_{2ИЗВ}}{100}}$$

где:  $CaO_{ИЗВ}$  и  $SiO_{2ИЗВ}$  — содержание CaO и SiO<sub>2</sub> в извести, %.

Тогда масса извести по формуле равна:

$$m_{ИЗВ} = \frac{4 \times (5,226 + 214,286 + 2,867 + 13,763 + 1,286) - 9,888}{\frac{88}{100} - 4 \times \frac{1,3}{100}} = 1135,053 \text{ кг.}$$

Известь внесет в шлак:

$$CaO — \frac{88 \times 1135,053}{100} = 998,846 \text{ кг;}$$

$$SiO_2 — \frac{1,3 \times 1135,053}{100} = 14,755 \text{ кг;}$$

$$MgO — \frac{2 \times 1135,053}{100} = 22,701 \text{ кг;}$$

$$Al_2O_3 — \frac{0,8 \times 1135,053}{100} = 9,080 \text{ кг.}$$

$$Fe_2O_3 — \frac{0,2 \times 1135,053}{100} = 2,270 \text{ кг.}$$

В данном расчете ведем пересчет на FeO по формуле:

$$\frac{2,270 \times 112 \times 72}{160 \times 56} = 2,043 \text{ кг.}$$

Кроме того, выделится в атмосферу за счёт потерь при прокаливании:

$$\frac{7,7 \times 1135,053}{100} = 87,399 \text{ кг CO}_2.$$

2) Расчет компонентов, вносимых плавиковым шпатом

$$m_{Пл.ШП} = \frac{1135,053}{4} = 283,763 \text{ кг.}$$

Плавиковый шпат внесет в шлак:

$$CaO - \frac{0,5 \times 283,763}{100} = 1,418 \text{ кг;}$$

$$SiO_2 - \frac{3,6 \times 283,763}{100} = 10,215 \text{ кг;}$$

$$Al_2O_3 - \frac{0,2 \times 283,763}{100} = 0,567 \text{ кг;}$$

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$\text{CaF}_2 - \frac{94 \times 283,763}{100} = 266,737 \text{ кг};$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \frac{1,5 \times 283,763}{100} = 4,256 \text{ кг}.$$

В данном расчете ведем пересчет на FeO по формуле:

$$\frac{4,256 \times 112 \times 72}{160 \times 56} = 3,830 \text{ кг}.$$

Кроме того, выделится в атмосферу за счёт потерь при прокаливании:

$$\frac{0,2 \times 283,763}{100} = 0,567 \text{ кг CO}_2.$$

3) Продукты раскисления внесут в шлак:

$$\text{SiO}_2 - 232,02 \text{ кг};$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 - 29,058 \text{ кг}.$$

4) Расчет компонентов, вносимых футеровкой печи–ковша

Выбираем футеровку печи–ковша, изготовленную из магнезитохромитового кирпича.

Расход магнезитохромитовой футеровки на ремонт для печи–ковша емкостью 150 тонн — 9,5 кг/т. Срок службы футеровки печи–ковша принимаем 45 плавов. Следовательно расход футеровки на одну плавку составит:

$$\frac{9,5 \times 50}{45} = 10,555 \text{ кг}.$$

Тогда разрушающаяся магнезитохромитовая футеровка внесет в шлак:

$$\text{CaO} - \frac{2 \times 10,555}{100} = 0,211 \text{ кг};$$

$$\text{SiO}_2 - \frac{6,5 \times 10,555}{100} = 0,686 \text{ кг};$$

$$\text{MgO} - \frac{66 \times 10,555}{100} = 6,966 \text{ кг};$$

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 - \frac{10 \times 10,555}{100} = 1,055 \text{ кг};$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 - \frac{4 \times 10,555}{100} = 0,422 \text{ кг};$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \frac{11,5 \times 10,555}{100} = 1,214 \text{ кг}.$$

В данном расчете ведем пересчет на FeO по формуле:

$$\frac{1,214 \times 112 \times 72}{160 \times 56} = 1,092 \text{ кг}.$$

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

### 3.11 Десульфурация стали шлаком.

Таблица – 23 Количество и состав металла во время десульфурации,  
В килограммах

Элемент	Металл после раскисления шлака	Легирование и раскисление	Содержится в металле	Содержится в металле, %
C	24,919	12,554	37,473	0,318
O	9,284	-6,784	1,300	0,006
Si	0,000	110,569	110,569	0,879
Mn	8,562	98,305	106,588	0,877
P	1,583	0,759	2,142	0,016
S	3,261	0,356	3,617	0,039
Cr	13,058	97,902	111,560	0,796
Ni	12,656	10,003	22,659	0,127
Ti	0,000	2,398	2,398	0,020
W	6,480	2,100	8,580	0,074
Al	0,000	3,160	3,160	0,027
Mo	4,674	0,000	4,674	0,049
Cu	13,289	8,689	22,763	0,129
V	3,321	0,000	3,321	0,028
Fe	11400,482	115,591	11502,241	96,623
Всего	11505,261	390,844	11895,899	100,000

Таблица 24 – Количество и состав шлака десульфурации

В килограммах

Источник поступления	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	∑FeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Шлак после раскисления	5,226	9,888	0,186	0,451	0,053
Известь	14,755	998,846	0,000	2,043	0,000
Плавиковый шпат	10,215	1,418	0,000	3,830	0,000
Продукты раскисления	232,020	0,000	0,000	0,000	0,000
Футеровка	0,686	0,211	0,000	1,092	1,055
Всего	262,902	1010,363	0,186	7,416	1,108
Всего, %	16,190	62,221	0,011	0,457	0,068

Продолжение таблицы 25

					150400.2016.921.00.00	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Источник поступления	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	CaF <sub>2</sub>	Σ
Шлак после раскисления	1,928	4,060	0,274	0,031	0,031	-	22,128
Известь	9,080	22,701	0,000	0,000	0,000	0,000	1047,4
Плавиновый шпат	0,567	0,000	0,000	0,000	0,000	266,73 7	282,76 7
Продукты раскисления	29,05 8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	261,07
Футеровка	0,422	6,966	0,000	0,000	0,000	0,000	10,432
Всего	41,05	33,727	0,274	0,031	0,031	266,73	1623,8
Всего %	2,528	2,077	0,017	0,002	0,002	16,42 6	100,0 00

### 3.12 Доведение стали до заданного химического состава.

Окончательная корректировка металла по химическому составу, если это необходимо проводится порошковой проволокой соответствующих ферросплавов.

Таблица 26 – Баланс металла после доводки и десульфурации,

В килограммах

Элемент	Металл после раскисления шлака	Десульфурация	Содержится в металле	Содержится в металле, %
C	37,589	0,000	37,589	0,316
O	1,300	0,000	1,300	0,006
Si	110,569	0,000	110,569	0,931
Mn	106,588	0,000	106,588	0,897
P	2,142	0,000	2,142	0,015
S	3,617	-1,903	1,714	0,011
Cr	111,560	0,000	111,560	0,929
Ni	22,382	0,000	22,382	0,188
Ti	2,398	0,000	2,398	0,020
W	9,530	0,000	9,530	0,080
Al	4,160	0,000	4,160	0,035
Mo	3,674	0,000	3,674	0,039
Cu	22,763	0,000	22,763	0,191
V	3,321	0,000	3,321	0,023
Fe	11502,241	0,000	11502,241	96,659
Всего	11875,625	-8,903	11871,264	100,000

Видно, что химический состав стали полностью соответствует заданному и не нуждается в корректировке. Масса и состав конечного шлака, представлены в таблице – 27.

В килограммах

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Источник поступления	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	∑FeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Шлак до десульфурации	262,902	1010,363	0,186	7,416	1,108	41,055
Десульфурация	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Продолжение таблицы 27

Источник поступления	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	∑FeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Всего	262,902	1010,363	0,186	7,416	1,108	41,055
Всего, %	16,004	61,505	0,011	0,451	0,067	2,499

Продолжение таблицы 27

Источник поступления	MgO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	CaF <sub>2</sub>	∑
Шлак до десульфурации	33,727	0,274	0,031	0,031	266,737	1623,830
Десульфурация	0,000	0,000	0,000	18,903	0,000	18,903
Всего	33,727	0,274	0,031	18,934	266,737	1642,733
Всего, %	2,053	0,017	0,002	1,153	16,237	100,000

### Суммарный материальный баланс восстановительного периода

Израсходовано, кг:

- а) металла – 11615,153;
  - б) шлака – 1009,550;
  - в) футеровки ковша – 6,555;
  - г) шлакообразующих – 148,816 ; в том числе:
    - 1) извести – 135,053;
    - 2) плавикового шпата – 83,763;
  - д) легирующих и раскислителей – 1795,955; в том числе:
    - ФМн78 – 535,256;
    - ФС65 – 769,231;
    - А97 – 17,632;
    - ФХ100 – 461,379
    - SiCa – 10;
    - кокс – 2,457;
  - е) кислорода на окисление кремния и алюминия – 146,194.
- Всего: 13140,400

Получено, кг:

- а) металла – 11871,264, в том числе:
  - в ДСП – 5935,632;
  - в ковше – 5803,093;
- б) шлака – 443,46;
- в ДСП – 800,727;
- в ковше – 42,733;
- в) газов – 92,441, в том числе:
  - СО<sub>2</sub> (известь) – 87,399;
  - СО<sub>2</sub> (плавиковый шпат) – 0,567;
  - СО<sub>2</sub> (кокс) – 0,032;
  - СО (кокс) – 4,443;

Всего: 13130,400

$$\text{Невязка: } \frac{13140,400 - 13130,400}{13140,400} \cdot 100 = 0,0007\%$$

Полученная невязка находится в допустимых пределах.

Суммарный материальный баланс плавки.

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Израсходовано, кг (суммируются данные по суммарным материальным балансам всех периодов):

Израсходовано, кг:  
отходов А-2 – 6000;  
отходов А-3 – 3000;  
отходов А-4 – 3000;  
кокса – 50  
ферромарганца ФМн78 – 535,256;  
ферросилиция ФС65 – 769,231;  
алюминия А97 – 17,632;  
силикокальция – 10;  
феррохрома ФХ100 – 461,379;  
кокс – 6,839;  
известки – 235,053;  
плавикового шпата – 283,763;  
футеровки печи – 426,520;  
футеровки печи-ковша – 10,555;  
руды – 122,505;  
газов – 772,37;  
Всего: 13903,633

Получено, кг:  
металла (в ковше и в ДСП) – 11871,264;  
шлака (в ковше и в ДСП) – 1014,752;  
пыли, уносимой газами – 460,483;  
газов – 660,420;  
шлака печи – ковша – 1642,733.

Всего: 13889,204

Невязка:  $\frac{13903,633 - 13889,204}{13903,633} \cdot 100 = 0,0010 \%$ .

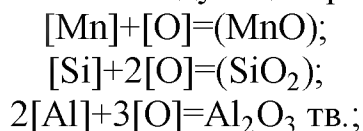
Вывод: Полученная невязка находится в допустимых пределах.

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

#### 4. Особенности режима раскисления конструкционных марок стали на примере 30ХГСА.

##### 4.1 Методы и технология раскисления .

Наиболее распространенным методом раскисления является глубинное или осаждающее раскисление. Применяется оно при выплавки стали во всех сталеплавительных агрегатах и осуществляется присадкой в металл ( поэтому и называется «глубинное» ) элементов, связывающих кислород в достаточно прочные оксиды. Глубинное раскисление заключается в переводе растворенного в стали кислорода в нерастворимый окисел введением в металл элемента-раскислителя. Элемент-раскислитель должен характеризоваться большим сродством к кислороду, чем железо. В результате реакции образуется малорастворимый в металле окисел, плотность которого меньше плотности стали. Полученный таким способом «осадок» всплывает в шлак. В качестве раскислителей обычно применяют FeMn, FeSi, Al, сплавы редкоземельных металлов. Раскисление протекает по следующим реакциям [21]:



Степень раскисления конструкционных марок стали в особенности 30ХГСА определяется содержанием кремния ( Si) в этой стали. По степени раскисления стали делятся на:

- Спокойные (СП) – не менее 0,12 ;% (Si)
- Полуспокойные (ПС) – 0,07 – 0,12 % (Si)
- Кипящие (КП) – не более 0,07 % (Si)

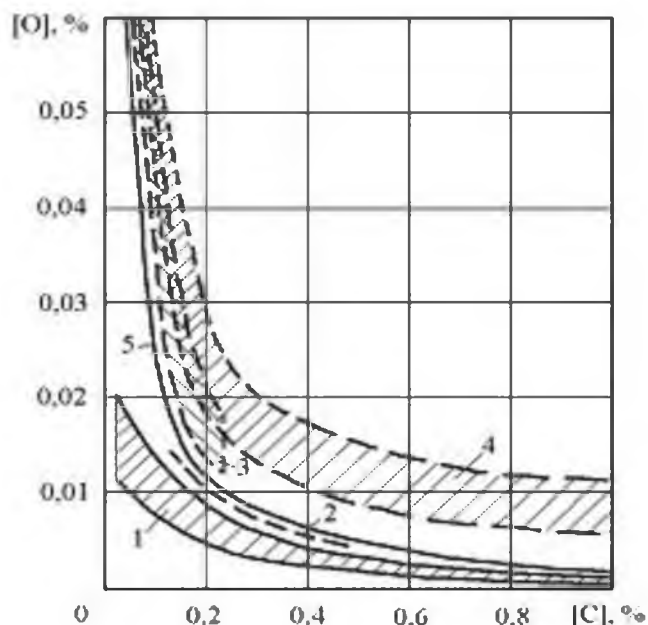
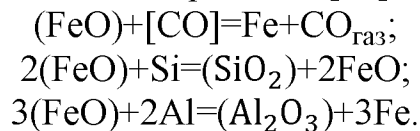


Рисунок – 3 Схема при производстве различных типов стали: 1 – 3 – области нормального остаточного содержания кислорода в металле при производстве спокойной, полуспокойной и кипящей стали; 4 – обычное содержание кислорода в металле перед раскислением; 5 – содержание кислорода в равновесии с растворенным в металле углеродом.

Вторым методом раскисления является диффузионное раскисление, которое происходит в результате развития диффузионных процессов между металлом и шлаком. Такой шлак может быть восстановителем по отношению к металлу и понижать в нем содержание кислорода. Понижение содержания оксидов железа в шлаке вызывает переход кислорода из металла в шлак. Окислы железа в шлаке взаимодействуют с раскислителями по реакции [21]:



Эффективность диффузионного раскисления тем выше, чем меньше концентрация и активность оксида железа (II) FeO в шлаке.

При диффузионном раскислении отсутствует углеродное кипение, так как содержание кислорода в металле быстро снижается и практически достигает равновесного с углеродом, содержащимся в металле (рис. 3)

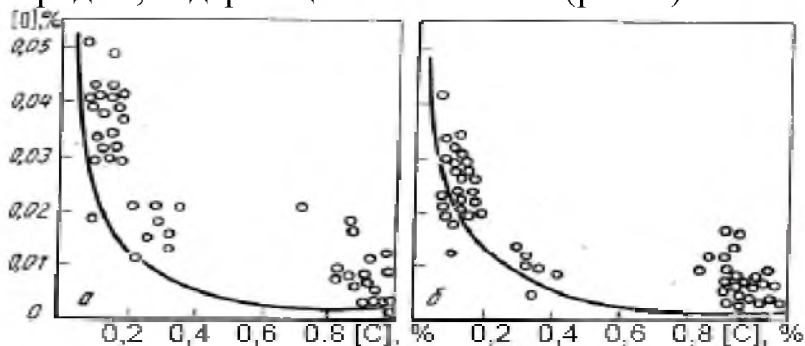


Рисунок –4 Зависимость содержания кислорода в металле от содержания углерода до (а) и после (б) диффузионного раскисления.

Раскисление кремнесодержащими материалами производится на всех марках сталей в частности 30ХГСА. Предварительное раскисление стали производится после отбора последней пробы металла. После получения анализа на углерод из последней пробы производится корректировка металла по углероду присадкой предварительно, прокаленного в мульде чугуна. Чугун присаживается сбоку от сталевыпускного отверстия не позднее чем за минуту до начала выпуска. Выпуск стали производится не ранее чем через 5 минут после присадки в печь ферросплавов для раскисления предварительного и легирования. путем присадки подогретого алюминия на дно ковша или с первыми порциями металла. Окончательное раскисление стали, производится в ковше, во время выпуска Введение ферросплавов в ковш производится из навесного бункера начиная с момента наполнения ковша на 1/4 его высоты и заканчивается при наполнении ковша на 2/3 его высоты, но не позднее появления шлаков. Размер кусков применяемых ферросплавов должен быть не более 100 мм. Применение пылевидной фракции запрещено. В настоящее время разрабатываются технологии применения при выплавки конструкционных марок сталей, алюминиевых гранул. Они применяются для раскисления стали при выплавки, для легирования специальных марок стали алюминием, и при обработке жидкой стали синтетическими шлаками, в ковше. Применение алюминия в виде гранул, массой несколько граммов, ускоряет процесс их расплавления и растворения в

основной массе жидкой стали, что в конечном счёте ведёт к более эффективному раскислению стали и снижению расхода раскислителя.

Изготовление гранул основано на использовании поверхностного натяжения жидкостей. Жидкий алюминий заливают в чашу гранулятора и протекая через отверстия в днище чаши, он на воздухе разделяется на отдельные капли и быстро затвердевает в воде.

При производстве стали 30ХГСА в заготовках крупного сечения, присадки алюминия не должны превышать 0,5 кг/т. Поскольку, повышенная присадка алюминия ( до 1 кг/т ) уменьшает поражение этой стали волосовинами, при производстве профилей сечением менее 150x150 мм, когда вследствие значительных обжатию в процессе прокатки пленки нитридов разрушаются, количество присаживаемого алюминия может быть увеличено. Во время выпуска в ковш присаживают силикокальций в количестве 2 – 3 кг/т. Существенно улучшить качество металла типа конструкционной марки 30ХГСА. Можно обработкой плавки в ковше жидкими синтетическими шлаками. После такой обработки содержание серы в готов металле может быть уменьшено до 0,005 % значительно уменьшается загрязненность стали неметаллическими включениями, улучшаются пластические свойства на поперечных образцах, уменьшается поражение волосовинами. При этом, однако, следует учитывать, что обработка кремнийсодержащих сталей синтетическим шлаком сопровождается заметным восстановлением из шлака алюминия[21].

#### 4.2 Свойство раскислителей стали.

Раскислитель должен быть в виде, который позволяет ему легко растворяться в расплаве. Чистые элементы, такие как кремний, алюминий и титан, с трудом растворяются в стали из – за плотной оксидной пленки, на их поверхности. Поэтому их применяют в виде ферросплавов , у которых нет проблем с растворением в жидкой стали.

Для облегчения процесса образования зародышей продуктов раскисления производят предварительную обработку расплава алюминием. При этом образуются поверхности между оксидом алюминия и сталью, на которых легче возникать зародышам других раскислителей. Рост продуктов реакций зависит от вида раскислителей. Жидкие частицы легче поддаются коалесценций, чем твердые. Поэтому стремятся проводить раскисление с образованием жидкого продукта реакции. Раскислители добавляют в виде их ферросплавов или чистых металлов. Алюминий добавляют в виде дроби, а углерод – в виде графита или антрацита.

#### 4.3 Раскисление стали кремнием и марганцем.

Раскисление только кремнием является весьма эффективным с образованием твердых частиц SiO<sub>2</sub>. Раскисление только марганцем дает жидкие продукты реакции, но не является вполне эффективным. Когда эти два раскислителя применяют вместе, то сначала образуется продукт раскисления марганцем — жидкий шлак типа FeO-MnO, который захватывает твердый продукт раскисления кремнием – частицы SiO<sub>2</sub>. Результирующим продуктом в этом случае является шлак типа Fe-MnO-SiO<sub>2</sub>, в котором активность оксидов кремния и магния намного ниже, чем когда они действуют отдельно. Это

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45



повышает эффективность этих раскислителей по снижению уровня содержания кислорода в стали.

Совместное применение марганца и кремния их добавляют в расплав в определенном соотношении. Марганец и кремний используют в соотношении от 7:1 до 4:1 для получения тонкой пленки жидкого шлака как продукта реакции раскисления. Ферросплав Fe-Mn добавляют первым, а затем ферросплав Fe-Si .

#### 4.4 Раскисление стали алюминием.

Алюминий является очень эффективным раскислителем, так как оксид алюминия  $Al_2O_3$  – это намного более стабильный оксид, чем  $SiO_2$ ,  $MnO$  и другие. Однако оксид  $Al_2O_3$  остается твердым даже при температуре литья стали и поэтому его не применяют в одиночку, если требуется высокая степень очистки стали от кислорода.

Алюминий обычно применяют совместно с марганцем и кремнием, чтобы оксид алюминия имел шанс соединиться с тонким жидким шлаком.

#### 4.5 Другие раскислители стали.

Бор, цирконий, титан также являются сильными раскислителями. Степень раскисления, которая достигается при применении 8 % кремния, может быть достигнута путем добавки всего 0,7 % бора или 0,1 % титана или 0,002 % алюминия или 0,0003 % циркония.

#### 4.6 Флотация продуктов раскисления.

Применение раскислителей, отличных от углерода, приводит к образованию жидких или твердых продуктов в виде дисперсной фазы в расплаве стали. Поскольку эти оксиды легче, чем сталь, то они поднимаются на поверхность расплава и их можно снимать в виде шлака. Обычно частицы радиусом менее  $10^{-3}$  см не способны подниматься на поверхность расплава, в частицы радиусом более чем  $10^{-2}$  см удаляются из расплава почти полностью. Для эффективного удаления частиц принимают меры по их коалесценции в более крупные частицы.

#### 4.7 Полезные мелкодисперсные продукты раскисления стали.

Иногда продукты раскисления выгодно оставлять в очень мелкодисперсной форме. Алюминий образует очень мелкодисперсные частицы  $Al_2O_3$ , которые не склонны коагулировать и поверхность этих частиц работает как места зарождения твердой фазы при затвердевании стали. Огромное количество этих мест зарождения дает очень мелкую зеренную структуру стали. Цирконий специально добавляют, что бы предотвратить сегрегацию сульфидов в быстрорежущих сталях.

Эффективность применения того или иного метода раскисления ( и следовательно, общее содержание кислорода) определяется раскислительной способностью используемого элемента – раскислителя и степенью приближения системы к равновесию. Последнее , в свою очередь, зависит от кинетики реакций раскисления, скорости зарождения у удаления продуктов раскисления из жидкого металла и от взаимодействия расплава с сосуществующими фазами[21].

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

В данном дипломном проекте рассмотрен вопрос утилизаций производственных отходов в условиях ООО «ЗЭМЗ».

На данный момент на ООО «ЗЭМЗ» вопрос остаётся актуальным, проблема изучается и в скором времени будет приносить определённые изменения.

Мероприятия, направленные на решение поставленного вопроса:

- Вести подборку специалистов данной проблемы (утилизация отходов)
- Постоянно повышать и контролировать уровень знаний и навыков работников в вопросах экологии на предприятии;
- Повысить значимость вопросов экологий и охраны труда в работе руководителей и специалистов на производстве;
- Изучать и внедрять новые методы совершенствования систем управления утилизаций производственных отходов;
- Ежегодная постановка и контроль достижения Целей в области промышленной безопасности и охраны труда в производственных структурных подразделениях.

В настоящий момент на предприятий имеется участок для переработки шлака, перерабатывающий отходы электросталеплавильного производства (3.5тонн в месяц). Участок для переработки шлака появился на заводе в 2006 году. Из отходов извлекаться до 95% металла. Участок переработки электросталеплавильных шлаков имеет в своем составе остывочную площадку и шлаковый двор.

На шлаковом дворе производится опорожнение шлаковых чаш, первичная переработка шлака, разработка шлака с помощью кранов и экскаватора, извлечение из шлака металлического скрапа, отгрузка шлака по назначению.

Состав шлакового двора:

- 1) крановая эстакада с тремя электромостовыми кранами;
- 2)шлаковая траншея глубиной 3,5 м и объемом 12000 м<sup>3</sup>;
- 3)восемь специальных заездных площадок;
- 4) установка по приготовлению известкового раствора.

Траншея шлакового двора условно в поперечном сечении разделена на три зоны: 1 — кантовка чаш со шлаком, 2 — охлаждение шлака, ; 3 — разработка шлака.

Первая зона.

Производится кантовка шлаковых чаш. Дно траншеи перед кантовкой чаш должно быть ровным и сухим, дренажная система проверена шлаковщиком. Работоспособность дренажа должна обеспечивать полный отвод технологических и поверхностных вод и проверяться 1 раз в квартал.

Вторая зона.

Производится охлаждение (термодробление) шлака, извлечение металла из шлака с помощью специального магнитного крана усиленной конструкции грузоподъемностью 16 тс/16 тс.

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Третья зона.

Производится разработка и отгрузка остывшего шлака. Шлак экскаватором загружается в автотранспорт и отправляется по назначению.

Система управления утилизацией производственных отходов в условиях ООО «ЗЭМЗ» ЭСПЦ должна исключать создание опасных ситуаций из-за нарушения работающими последовательности управляющих действий.

ГОСТ 12.3.003.86 устанавливает принципы безопасной организации производственных процессов, общие требования безопасности к производственным помещениям, площадкам, размещению производственного оборудования и организации рабочих мест, к хранению и транспортировке исходных материалов, готовой продукции и отходов производства, к профессиональному отбору и проверке знаний работающих, а также требования к применению средств защиты работающих. Основными требованиями безопасности к технологическим процессам являются:

1) устранение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное действие;

2) замена технологических процессов и операций, связанных с возникновением травмоопасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или обладают меньшей интенсивностью;

3) комплексная механизация и автоматизация производства, применение дистанционного управления технологическими процессами и операциями при наличии травмоопасных и вредных производственных факторов;

4) герметизация оборудования;

5) применение средств коллективной защиты работающих;

6) рациональная организация труда и отдыха с целью профилактики монотонности и гиподинамии, а также ограничения тяжести труда;

Своевременное получение информации о возникновении опасных производственных факторов на отдельных технологических операциях;

Внедрение систем контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающих защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования;

Своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками травмоопасных и вредных производственных факторов, обеспечение пожаро-взрывобезопасности.

При определении необходимых средств защиты следует руководствоваться указаниями соответствующих разделов стандартов ССБТ по видам производственных процессов и группам производственного оборудования, используемым в этих процессах..

Общие требования экологичности к производственному оборудованию и процессам установлены СН 2.2.4.2.1.8.583.96 а также стандартами системы стандартов «Охрана природы». Последние устанавливают принципы охраны и рационального использования природных ресурсов, в частности воды, воздуха, почв, земель, полезных ископаемых, а также показатели качества природных сред,

										150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							48

параметры загрязняющих выбросов и сбросов и показатели использования природных ресурсов.[14]

В процессе выплавки стали в ДСП в условиях ЭСПЦ ООО «ЗЭМЗ» образуются отходы: металлургические шлаки (печной шлак), шлак минеральный от газоочистки (пыль газоочистки), огнеупорный бой. Количество образованных отходов не должно превышать нормативы, указанные в проекте нормативов образования и лимитов размещения отходов, согласованном в установленном законодательством порядке.

Печной шлак скачивается под печь, далее фронтальными автопогрузчиками транспортируется за пределы здания на участок охлаждения и погрузки шлака в думпкары для транспортирования на шлаковый отвал, где осуществляется переработка шлака в готовую продукцию (щебень шлаковый и песчано-щебеночные смеси для дорожного строительства), на которую на основании приказа Минздрава России №325 от 15.08.2001 г. «О санитарно-эпидемиологической экспертизе продукции» оформлено санитарно-эпидемиологическое заключение № 66.01.10.141.П.001950.07.04 от 06.07.04 г.

Пыль газоочистки оседает в искрогасителе и на рукавных фильтрах станции газоочистки, откуда по конвейеру направляется на установку окомкования для переработки в гранулы диаметром от 5 до 20 мм, которые в дальнейшем повторно используются при выплавке стали или передаются сторонним организациям по договору. Пыль газоочистки упаковывается и временно хранится на бетонированной площадке в здании газоочистки. Переработка пыли газоочистки, ее накопление и отгрузка являются составной частью технологического процесса. Пыль газоочистки сталеплавильных печей соответствует требованиям ТУ 14-177-69-2005: содержание оксида железа  $Fe_2O_3$  не менее 50 %, влажность не более 10 %.

Огнеупорный бой образуется в результате ремонта печи, стальной и промковшей. Данный отход временно собирается в специальных бункерах или на поддоны, затем отсортировывается: часть используется повторно, остальная масса передается по договору сторонним организациям для переработки. Обращение с отходами осуществляется в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления». [14]

Для обеспечения гигиенических нормативов воздуха рабочей зоны предусмотрена аспирация через вытяжной зонт выбросов при завалке шихты, удалении шлака и выпуске металла. Применяемое оборудование герметизировано и снабжено газоотводами, аспирационными устройствами, исключающими поступление дымовых газов в производственное помещение.

Для уборки пыли предусматриваются промышленные пылесосы и подводы воды для поливки полов.

Для защиты обслуживающего персонала от неблагоприятного воздействия нагревающего микроклимата при работе вблизи печи предусматриваются: теплозащитные экраны, душирование рабочих мест, СИЗ от теплового излучения.

Для огнеупорщиков, машинистов крана разработаны рациональные режимы труда и отдыха (защита временем).

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Пульт управления ДСП и комнаты отдыха для работников сталеплавильного цеха расположены вне зоны воздействия теплового излучения и оборудованы системой по поддержанию оптимальных параметров микроклимата.

Гражданская оборона.

В настоящее время, силы гражданской обороны в большей степени привлекаются для ликвидации последствий стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф.

Крупные производственные аварии и катастрофы наносят большой ущерб, поэтому обеспечение безаварийной работы предприятия имеет большое значение.

Мероприятия по предупреждению аварий и катастроф представляют комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на выявление и устранение причин аварий и катастроф, максимальное снижение возможных нарушений и потерь в случае, если эти причины полностью не удастся устранить, а также на создание безопасных условий для организации и проведения спасательных мероприятий и неотложных аварийно-восстановительных работ.

Повышение надежности энерго- водоснабжения, создание запасов сырья и топлива.

Совершенствование технологии производства, обеспечение полной автоматизации процесса.

Строительство и оборудование убежища.

Создание на объектах защитных сооружений для пунктов управления.

Проектирование и строительство зданий и сооружений в соответствии со специальными нормами для уменьшения воздействия ударной волны ядерного взрыва, землетрясения.

Перевод объектов на особый режим работы предусматривает снижение в пределах возможного действия предприятия при возникновении чрезвычайных ситуаций. Перевод объектов на пониженный технологический режим работы цехов и агрегатов. Если производятся работы, которые не могут быть прекращены, рабочие, оставшиеся в цехах, обеспечиваются индивидуальными или другими средствами защиты.

Должны постоянно проводиться инженерно-технологические мероприятия, улучшающие работу предприятия.

Основу сил гражданской обороны цеха должны составлять формирования. Основными формированиями являются спасательные отряды и отдельные спасательные команды. Они предназначены для розыска пораженных, извлечения из под завалов, разрушенных зданий и укрытий, оказания им первой медицинской помощи и выноса из очага поражения. При штабе имеются звенья разведки, дозиметрического контроля, связи и обеспечения.

В формирования зачисляются все работающие, за исключением тех, кто по состоянию здоровья или по каким-либо другим причинам освобожден от непосредственного участия в формированиях. Но они не освобождаются от работы в гражданской обороне, их учитывают в качестве резерва.

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					150400.2016.921.00.00	

К основным инженерным сооружениям гражданской обороны относятся убежища и противорадиационные укрытия как средства коллективной защиты. Убежища обеспечивают надежную защиту рабочих и служащих не только от всех поражающих факторов: ударной волны, светового излучения, проникающей радиации и радиоактивного заражения, но и от отравляющих веществ и бактериальных средств. Это позволит коллективу оставаться на своих рабочих местах вплоть до подачи сигнала «Воздушная тревога», после чего вовремя укрыться в ближайших сооружениях.

На объекте будут сооружены убежища различных типов: отдельно стоящие и встроенные (подвального типа), они выдерживают избыточное давление во фронте ударной волны (1-3) кг/см<sup>2</sup> и более, оборудованные фильтровентиляционными агрегатами, они будут иметь систему жизнеобеспечения укывшихся (воду, отопление, канализацию, электроосвещение), будут радиофицированы и телефонизированы. Такие убежища допускают пребывания в них людей более двух суток.

Каждое убежище должно иметь противопожарные принадлежности, инструменты для аварийно-спасательных работ, аптечку, дезинфицирующие средства, запасные электрофонари. В каждом убежище предусмотрено аварийное освещение, источник питания которого должен соответствовать требованиям СНиП. Убежища герметизируются, т.е. изолируются от притока зараженного воздуха. Они имеют два независимых входа и подземный аварийный выход.

Противорадиационные укрытия – это сооружения, обеспечивающие защиту людей не только от ионизирующего и светового излучения, но и от аэрозолей химического и бактериологического оружия. Под укрытия будут приспособлены подвалы производственных, складских и административных зданий. Воздух в укрытии подается упрощенным фильтровентиляционным оборудованием или при помощи имеющихся хозяйственных вентиляций.

Коллективные средства защиты должны поддерживаться в постоянной эксплуатационной готовности к использованию по прямому назначению.

Вывод: Уровень решения проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в любом современном государстве может служить наиболее достоверным и комплексным критерием для оценки как степени экономического развития и стабильности этого государства, так и для оценки нравственного состояния общества. Это объясняется тем, что глубокое и всестороннее решение сложных проблем, порожденных научно-техническим прогрессом, требует громадных капиталовложений и высокой культуры производства, а следовательно, под силу только экономически высокоразвитому, стабильному государству, обладающему мощным научно-техническим и интеллектуальным потенциалом. С другой стороны, решение проблем безопасности требует активного участия всех членов общества, высокого гражданского самосознания, готовности к ущемлению сегодняшних интересов, а иногда к определенному ограничению индивидуальных свобод во имя жизни человека и развития будущих поколений. Это возможно только в обществе, организованном на принципах высокой нравственности и культуры. [15]

						150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			51



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе проанализированы такие вопросы как:

- 1) Маркетинговое исследование рынка
- 2) Изучены существующие способы выплавки стали марки 30ХГСА
- 3) Выбрана оптимальная схема выплавки стали 30ХГСА применительно к ООО «ЗЭМЗ»
- 4) Прделана технологическая часть
- 5) Рассчитан материальный баланс марки 30ХГСА, 10 – тонной дуговой электросталеплавильной печи (ДСП)
- 6) Рассмотрены общие методы раскисления конструкционных марок стали:
  - Методы и технология раскисления
  - Свойство раскислителей стали
  - Раскисление стали кремнием и марганцем
  - Раскисление стали алюминием
  - Другие раскислители
  - Флотация продуктов раскисления
  - Полезные мелкодисперсные продукты раскисления
- 7) Безопасность жизнедеятельности
- 8) Гражданская оборона

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

## Библиографический список

1. Поволоцкий Д.Я., Рощин В.Е., Мальков Н.В. Электрометаллургия стали и ферросплавов: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Metallurgy, 1995.
2. Рябов А.В., Чуманов И.В. Расчёт материального баланса электроплавки. – Челябинск: ЮУрГУ, 2002.
3. Чистяков С.Л., Ощепков Б.В., Дьяконов В.Л. Расчёт материального баланса электроплавки. – Челябинск: ЧПИ, 1978.
4. Перспективы развития качественной металлургии СССР/ Н.А. Тулин, А.Ф. Каблуковский, О.Ю. Юзов и др. – М.: Metallurgy, 1975.
5. Матрюков Б.С. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей: Учебник для техникумов: В 2 т. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Metallurgy, 1986. – Т.2.
6. Самохвалов Г.В., Черныш Г.И. Электрические печи черной металлургии: Учебное пособие для вузов. – М.: Metallurgy, 1984.
7. Егоров А.В. Расчёт мощности и параметров электропечей черной металлургии: Учебное пособие для вузов. – М.: Metallurgy, 1990.
8. Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению. СТО ЮУрГУ 04-2008/ Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, И.В. Сурков, Л.В. Винокурова. – Челябинск: ЮУрГУ, 2008.
9. Рябов А.В., Чуманов И.В. Расчёт процесса электроплавки: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 175 с.
10. ГОСТ 7769 – 82. Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. – Введ. 01.01.83. Москва: Изд-во стандартов 1983. – 28 с.
11. Центральный металлический портал РФ – [http://metallcheckiy-portal.ru/marki\\_metallov](http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov)
12. ELITETRADER.RU <http://elitetrader.ru/index.php?newsid=245047>
13. Упрочнение поверхностных слоев стальных деталей – [http://www.naukaspb.ru/spravochniki/Demo%20Metall/2\\_9.htm](http://www.naukaspb.ru/spravochniki/Demo%20Metall/2_9.htm)
14. Микрюков В.Ю. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учеб. для вузов/ В.Ю. Микрюков. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 557 с.
15. Ефанов, П.Д. Безопасность труда в основных производствах черной металлургии: справочник / П.Д. Ефанов, Н.Н. Карнаух. – М.: Metallurgy, 1982. – 248 с.
16. Постник М.И. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях: Учебник – Мн.: Выш.шк., 2003. – 398с.
17. Кукин П.П. и др., Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда – М.: Высшая школа, 2001 – 431с.
18. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Учеб. пособие для вузов / П.П.Кукин, В.Л.Лапин и др. – 2-изд. – М.: Высш. шк., 2001 – 319 с.
19. Миркин И. Л. В сб. Проблемы теоретического металловедения. Труды Московского института стали. – Оборонгиз, 1938. – 298 с.
20. Агеев П. Я. Физико-химические процессы в жидкой стали. – Сталь. 1947.

					150400.2016.921.00.00	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

№6. С. 485 - 489.

21. Попель С. И. Теория зарождения продуктов раскисления в жидком металле. – Известия вузов. Черная металлургия. 1962. №4. С. 5 - 12.

Попель С. И. В сб. Физико-химические основы производства стали. – М.: Наука, 1964. – 218 с.

22. Мchedlishvili В. А., Гонгадзе Г. А., Самарин А. М. Исследование процесса зарождения окислов в жидком железе при раскислении алюминием и кремнием. – Известия АН СССР. Металлы. 1972. №5. С. 10 - 20.

23. Гонгадзе Г. А., Мchedlishvili В. А. Исследование процесса зарождения окислов в жидком железе при раскислении цирконием, титаном и церием. – Известия АН СССР. Металлы. 1974. №2. С. 22 - 28.

24. Романов А. А. Попель С. И. В сб. Физико-химические свойства железоуглеродистых сплавов. Труды института металлургии. – Свердловск, 1968. – 182 с.

25. Воробьев А. А., Левин А. И. К вопросу об образовании комплексных зародышей окисной фазы при раскислении железа. – Известия вузов. Черная металлургия. 1967. №12. С. 12 - 18.

26. Жуховицкий А. А., Григорян В. А., Михалик Е. Д. Поверхностные явления в расплавах. – Доклады АН СССР. 1964. 155. №2. С. 392 - 395.

27. Лаптев Д. М. Термодинамика образования двухкомпонентных зародышей при наличии химических реакций. Сообщение 1. – Известия вузов. Черная металлургия. 1968. №4. С. 5 - 9.

28. Лаптев Д. М. Термодинамика образования двухкомпонентных зародышей при наличии химических реакций. Сообщение 2. – Известия вузов. Черная металлургия. 1969. №2. С. 5 - 10.

29. Воробьев А. А., Левин А. И. Процесс кристаллизации расплава в результате переохлаждения. Тезисы докладов на Второй всесоюзной конференции по современным проблемам электрометаллургии стали. – Челябинск, 1974. – 116 с.

30. Воробьев А. А., Левин А. И. Процесс зарождения продуктов раскисления. – Известия вузов. Черная металлургия. 1975. №12. С. 24 - 30.

31. Поволоцкий Д. Я., Роцин В. Е. Об образовании и поведении окисных включений в жидком железе. – Известия АН СССР. Металлы. 1975. №1. С. 15 - 20.

32. Борисов В. Т., Петровский В. А., Волков А. Е. Об образовании неметаллических включений переменного состава в двухфазной зоне кристаллизующегося слитка. – Известия АН СССР. Металлы. 1980. №6. С. 91 - 94.

33. Губенко С. И., Аверин В. В. Образование неметаллических включений и дендритная ликвация в сталях. – Известия АН СССР. Металлы. 1986. №5. С. 81 - 88.

34. Казаков А. А., Уразгильдеева А. Х., Гусев А. А. Алгоритмическая модель образования неметаллических включений в жидкой и затвердевающей стали. – Известия АН СССР. Металлы. 1989. №3. С. 65 - 65.

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

35. Дроздин А. Д. Теоретический анализ образования неметаллических включений в жидком металле. – Известия АН СССР. Металлы. 1990. №6. С. 19 - 22.

36. Борисов В. Т., Петровский В. А. К вопросу образования неметаллических включений в сталях. – Известия АН СССР. Металлы. 1996. №4. С. 9 - 12.

37. Чистая сталь. Сборник научных трудов. Под ред. Шалимова А. Г. – М.: Металлургия, 1987. – 368 с.

38. Поволоцкий Д. Я. Внепечная обработка стали: Учебник для вузов. – М.: МИСИС, 1995. – 256 с.

39. Чуманов В. И. Технология электрошлакового переплава: Учебное пособие. – Челябинск. ЮУрГУ, 1999. – 243 с.

40. Михайлов Г. Г., Танклевская Н. М., Чернова Л. А. Трансформация оксидных фаз при электрошлаковом переплаве хромомарганцовистой стали.

					150400.2016.921.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55