

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»
Кафедра металлургического производства

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ В.А. Пашнев
_____ 2017 г

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
ОПЕРАЦИИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
СТАЛИ МАРКИ Ст6сп

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР

Консультант
Безопасность жизнедеятельности
_____ Е.Е. Чванова
_____ 2018г

Руководитель работы
(к.т.н., доцент)
_____ В.А. Пашнев
_____ 2018г

Автор работы
студент группы ДО-518
_____ А.А. Ашанин
_____ 2018г

Нормоконтролер
(старший преподаватель)
_____ Е.Е. Чванова
_____ 2017г

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Направление 22.03.02 «Металлургия»
Профиль бакалавриата: электрометаллургия стали
Кафедра металлургического производства

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

« ____ » _____ 2018 г.

З А Д А Н И Е

на выпускную работу студенту

Ашанину Артему Андреевичу

Группа: ДО-518

- 1 **Тема выпускной работы:** Теоретические основы и практическое применение операции непрерывной разливки при производстве стали марки Стбсп, утверждена приказом по университету от «04» апреля 2018г. №580.
- 2 **Срок сдачи студентом законченной работы** «10» июня 2018г.
- 3 **Исходные данные к работе**
 - 3.1 Марка стали: Стбсп
 - 3.2 Наименование конечного продукта производства: сляб
 - 3.3 Материалы производственной практики.
- 4 **Содержание пояснительной записки** (перечень подлежащих разработке вопросов):
Аннотация
Оглавление
Введение
 - 1 **Технологическая часть**
 - 1.1 Описание стали Стбсп
 - 1.2 Назначение выплавляемой стали

1.3 Технологическая схема производства стали марки Стбсп на ПАО «Ашинский метзавод»

1.4 Выбор оборудования для выплавки

1.5 Сырьевые материалы, необходимые для выплавки

1.6 Контроль качества продукции

2. Расчетная часть

2.1 Технологические параметры выплавки

2.2 Материальный баланс плавки

3. Возможные дефекты конечного продукта производства.

3.1 Общие сведения о дефектах конечного продукта производства

3.2 Виды дефектов сталеплавильного происхождения: первичная ликвация

4. Зарубежный опыт производства подобной продукции.

5. Возможные направления модернизации производства.

6. Охрана труда и техника безопасности.

6.1 Общие требования охраны труда

6.2 Анализ опасных производственных факторов

6.3 Анализ вредных производственных факторов

6.4 Особенности отопления производственного цеха

Заключение

Библиографический список

Приложения

7 Перечень графического материала:

7.1 Химический состав стали Стбсп (плакат)

7.2 Технологический цикл производства (плакат)

7.3. Планировка сталеплавильного цеха (чертеж)

7.4. Дуговая сталеплавильная печь (чертеж)

7.5 Агрегат ковш-печь (чертеж)

7.6. Машина непрерывного литья заготовок (чертеж)

Всего листов 6

5 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов:

№ п/п	Раздел	Консультант	Подпись	
			задание выдал	задание принял
1	Технологическая часть	Пашнев В.А.		
2	Расчетная часть	Меденков С.А.		
3	Возможные дефекты конечного продукта производства	Пашнев В.А.		
4	Зарубежный опыт производства подобной продукции	Пашнев В.А.		
5	Возможные направления модернизации производства	Пашнев В.А.		
6	Охрана труда и техника безопасности	Пашнев В.А.		

5 Дата выдачи задания: « 01 » февраля 2018 г.

Руководитель работы: _____ / Пашнев В.А. /

Задание принял к исполнению:

Студент: _____ /Ашанин А.А. /

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
1	Введение		
2	Технологическая часть		
3	Расчетная часть		
4	Дефекты конечного продукта производства		
5	Зарубежный опыт производства подобной продукции		
6	Возможные направления модернизации производства		
7	Охрана труда и техника безопасности		
8	Графическая часть		
9	Оформление работы		
10	Защита проекта		

Зав. кафедрой: _____ / _____ /

Руководитель работы: _____ / Пашнев В.А. /

Студент: _____ / Ашанин А.А. /

АННОТАЦИЯ

Ашанин А.А. Теоретические основы и практическое применение операции непрерывной разливки при производстве стали марки Стбсп – Челябинск: ЮУрГУ, кафедра МП; 2018г, гр. ДО-518; 61 с., 21 табл., 5 ил., 4 листа чертежей ф. А1,2 листа техпроцесса

Целью дипломной работы является рассмотрение способа выплавки полупродукта в дуговой сталеплавильной печи (ДСП-120) с целью получения, после внепечной обработки на АКП-100, стали Стбсп в электросталеплавильного цеха № 2 (ЭСЩ 2) на примере ПАО «Ашинский метзавод». Всего в пояснительной записке: 6 разделов, 61 страниц, 21 таблица, 5 иллюстраций, список литературных источников.

В данной работе представлены: назначение сплава, технология выплавки, оборудование и сырьевой материал для получения заданной марки, используемые огнеупорные материалы.

Целью технологической части задания является изучение действующей технологии выплавки стали Стбсп в условиях электросталеплавильного цеха № 2 ПАО «Ашинский метзавод».

В работе также приняты во внимание вопросы охраны труда, особенности отопления производственного цеха.

					22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>	<i>Ашанин А.А.</i>				Теоретические основы и практическое применение операции непрерывной разливки при производстве стали марки Стбсп	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Провер.</i>	<i>Пашинов В.А.</i>						6	61		
<i>Рецензент</i>						ЮУрГУ, кафедра МП				
<i>Н. Контр.</i>	<i>Чванова Е.Е.</i>									
<i>Утверд.</i>										

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 Описание стали Стбсп	10
1.2 Назначение выплавляемой стали.....	11
1.3 Технологическая схема производства стали марки Стбсп на ПАО «Ашинский метзавод».....	11
1.4 Выбор оборудования для выплавки.....	11
1.5 Сырьевые материалы, необходимые для выплавки.....	21
1.6 Контроль качества продукции.....	26
2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	28
2.1 Технологические параметры выплавки.....	28
2.2 Материальный баланс плавки.....	29
3 ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА ПРОИЗВОДСТВА....	46
3.1 Общие сведения о дефектах конечного продукта производства	46
3.2 Виды дефектов сталеплавильного происхождения: первичная ликвация..	49
4 ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ПОДОБНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	50
5 ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	51
6 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	52
6.1 Общие требования охраны труда.....	52
6.2 Анализ опасных производственных факторов.....	54
6.3 Анализ вредных производственных факторов.....	55
6.4 Особенности отопления производственного цеха	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	61

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					7

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной техники и промышленности основано, главным образом, на применении металла. Получение достаточных количеств металла, обладающего необходимыми механическими, физическими и физико-химическими свойствами, позволяет сооружать мощные гидроэлектростанции, атомные реакторы, строительные конструкции и многое другое. То есть новая техника XXI века - техника высоких давлений и температур, больших скоростей и сильных химических воздействий - потребовала новых материалов для машин, аппаратов и других металлических изделий.

Таким образом, черная металлургия - одна из важнейших отраслей современной промышленности не только России, но и многих других стран.

Важнейшим условием развития и возрождения черной отечественной металлургии является обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции: ее низкой себестоимости и высокого качества, которое удовлетворяет требованиям международного рынка. Выполнение этого условия обеспечивается использованием современной техники и технологии, автоматизации и компьютеризации производственного процесса, высокой производительностью труда.

Внедрение инноваций и использование энерго-, ресурсо- и трудосберегающих технологий практически на всех металлургических переделах должны обеспечивать повышение конкурентоспособности производств и продукции.

В металлургической практике применяются три главных сталеплавильных процесса, использующих различное преобразование энергии в тепловую с последующей передачей ее шихтовым материалам и расплавленной металлической ванне мартеновский, кислородно-конверторный и электроплавильный.

Развитие инновационной составляющей металлургии в значительной мере определяется состоянием электрометаллургии как наиболее наукоемкой, энергосберегающей и экологичной технологии.

В условиях конкуренции на мировом рынке черной металлургии одним из главных условий существования и получения стабильной прибыли на Ашинском металлургическом заводе является использование современных технологий в производстве, которые позволят снизить себестоимость и повысить продукцию.

Современная технология производства стали в дуговой сталеплавильной печи позволяет существенно снизить себестоимость производимой продукции. Внепечная обработка в установке ковш-печь позволяет получать металл высокого качества. Использование современных технологий при разливки стали на машине непрерывного литья заготовки также позволяет повысить качество и снизить себестоимость производимой заготовки.

Целью выпускной квалификационной работы стало теоретическое изучение и рассмотрение практического применения операций непрерывной разливки при производстве стали марки Стбсп.

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					

Задачи работы:

- изучение и описание выбранной для производства в условиях ПАО «Ашинский метзавод» марки стали;
- изучение существующей технологии производства стали на ПАО «Ашинский метзавод»;
- изучение новой непрерывной технологии получения качественной стали;
- проведение сравнительного анализа существующей и новой технологий с использованием агрегата «Consteel»;
- осуществление и обоснование выбора типа агрегата для использования в условиях ПАО «Ашинский метзавод»;
- выбор и описание новой предлагаемой технологической цепочки, начиная с выплавки и заканчивая разливкой стали.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание стали Стбсп

Марка стали Стбсп - сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества.

Химический состав стали Стбсп (ГОСТ 380-2005) приведен в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Химический состав стали Стбсп (ГОСТ 380-2005)(в процентах)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,38-0,49	0,15-0,3	0,5-0,8	до 0,3	До 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Буквы «Ст» обозначают «Сталь», цифры - условный номер марки в зависимости от химического состава, буквы «сп» - степень раскисление: спокойная сталь.

Механические свойства стали марки Стбсп при термообработке представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Механические свойства при T=20°C материала Стбсп

Сортамент	размер	Напр.	Σ_{σ}	Σ_{τ}	Σ_5	Ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж /м ²	-
Трубы, ГОСТ 87-31	-	-	588	304	14	-	-	-
Прокат, ГОСТ 535-2005	-	-	590	295-315	12-15	-	-	-
Твердость материала Стбсп				HV 10 ⁻¹ = 197 МПа				

Таблица 1.3 - Технологические свойства материала Стбсп

Свариваемость	ограниченно свариваемая
Флокеночувствительность	Не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР	Лист
						10

1.2 Назначение выплавляемой стали

Сталь марки Стбсп обыкновенного качества – это сталь широкого потребления, применяется для строительных конструкций, крепежных деталей, листового проката, заклепок, труб, арматуры, мостов, профильного проката, детали клёпаные конструкции, болты, гайки, ручки, тяги, втулки, ходовые валики, клинья, стержни, звездочки, трубные решетки, фланцы, бабы молотов, шпиндели, ломы строительные и другие детали, работающие при температуре от 0 до 425 град, арматура класса Ат500С.

1.3 Технологическая схема производства стали марки Стбсп на ПАО «Ашинский метзавод»

Выплавка стали начинается в дуговой сталеплавильной печи (ДСП-120). Сначала заваливается шихта в печь, далее нагревается и производится плавка. Получаем полупродукт, который доставляем на агрегат ковш-печь (АКП-100).

На АКП-100 производим доводку до состава компонентов нужной марки стали.

Следующий этап сталеплавления это машина непрерывного литья заготовки откуда получаем готовый продукт (сляб) для продажи либо для дальнейшей передачи в прокатное производство.

Таким образом, технологическая схема выплавки стали марки Стбсп выглядит так: ДСП-120→АКП-100→МНЛЗ→прокатное производство или продажа потребителю (рисунок 1).

1.4 Выбор оборудования для выплавки

Технологии выплавки стали с использованием мартеновских печей, эксплуатация которых была связана и с низкой производительностью по сравнению с использованием других современных сталеплавильных агрегатов, и с тяжелыми условиями труда, и с невозможностью механизации и автоматизации процесса не отвечала требованиям сегодняшнего времени.

На Ашинском металлургическом заводе (ПАО «Ашинский метзавод») существовало значительное несоответствие между производительностью трех мартеновских печей даже с использованием агрегата ковш-печь (АКП-100) и производственной мощностью машины непрерывного литья заготовки (МНЛЗ). Поэтому одной из главных задач, решение которых позволило вывести ПАО «Ашинский метзавод» не только на современный технологический уровень производства листовой стали, но серьезно улучшить экономические показатели деятельности всего предприятия, явилась реконструкция сталеплавильного передела.

В связи с этим, основным этапом разработки новой технологии производства стали марки Стбсп является выбор сталеплавильного агрегата.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					11

Сущность процесса состоит в том, что скрап через конвейерный туннель непрерывно загружается в дуговую сталеплавильную печь (ДСП) через специальное загрузочное окно в кожухе печи. Навстречу движению скрапа через окно в туннель идет поток горячих печных газов, которые нагревают скрап перед загрузкой в ДСП. Конвейерная система соединяет скрапной двор с ДСП.

Установка подогрева и непрерывной загрузки в электродуговую печь по технологии «Consteel» представлена на рисунке 2.

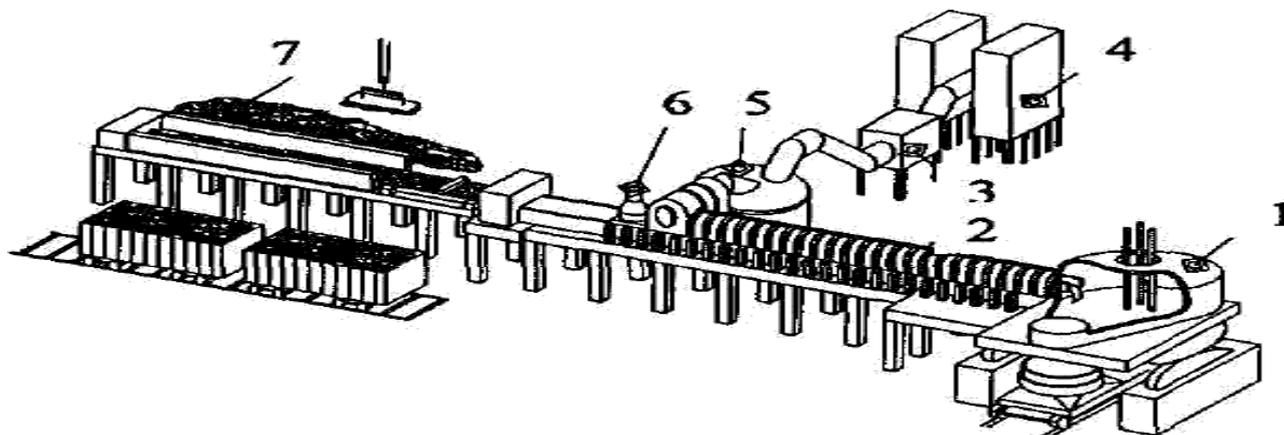


Рисунок 2 - Установка подогрева и непрерывной загрузки в электродуговую печь по технологии «Consteel»: 1 - электродуговая печь; 2 - зона нагрева шихты печными газами; 3 - камера охлаждения отходящих газов; 4 - мешочные фильтры; 5 - камера дожигания отходящих газов; 6 - динамическое уплотнение; 7 - зона загрузки

Для осуществления процесса «Consteel» в ДСП вдувают угольный порошок в струе кислорода. В результате в печной атмосфере образуются оксиды СО и СО₂. В конвейерный туннель (туннельный нагреватель) подают воздух для дожигания СО в печных газах. Предварительный нагрев скрапа во многом определяется процессом дожигания СО в ДСП и туннельном нагревателе. Для оптимизации процессов предварительного нагрева и плавки скрапа ДСП и туннельный нагреватель следует рассматривать как единую теплотехническую систему.

Это связано с тем, что часть тепловой энергии дожигания СО остается в печи, остальное количество идет на предварительный нагрев скрапа на конвейере.

По пути к печи скрап проходит зону подогрева, где нагревается отходящими печными газами, подаваемыми в направлении, обратном движению скрапа (по принципу противотока). На участке подогрева скрапа оксид углерода (СО), содержащийся в отходящих газах, окисляется при подаче воздуха автоматической системой вдувания. При протекании экзотермических реакций выделяется дополнительное количество тепла, поглощаемое скрапом.

В процессе непрерывной загрузки скрапа металл в ванне ДСП находится в жидком состоянии, и расплавление скрапа происходит при его погружении и растворении в металле. Электрические дуги постоянно действуют на ванну жидкого металла, а не на твердый скрап.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР

Лист

14

Поэтому горение дуг стабильно в течение всей плавки и не подвержено возмущающему влиянию коротких замыканий электродов на твердые куски скрапа, как это происходит в случае периодической загрузки шихты (с подогревом или без него).

Технология «Consteel» имеет две главные особенности, которые делают ее отличной от большей части других технологий расплавления скрапа в ДСП: предварительный подогрев и непрерывная загрузка шихты. Это обеспечивает следующие преимущества для производителя металлопродукции: быструю окупаемость инвестиций; снижение производственных затрат; высокую производительность и гибкость производства; снижение отрицательного влияния на окружающую среду и безопасность для персонала.

Предварительный подогрев шихты позволяет значительно сократить расход технологической электроэнергии на расплавление. При средней температуре подогрева скрапа от 400 до 600 °С и полноте расплавления от 70 до 80 % массы завалки экономия энергии колеблется от 80 до кВт/ч на тонну жидкой стали на выпуске. Эти значения подтверждены опытом существующих установок «Consteel». Шлакообразующие и заправочные материалы допускается готовить на плавку специальной тарированной емкостью.

В качестве тарированной емкости разрешается использовать также мульды, не имеющие наваров, прогаров, деформаций, приводящих к искажению внутреннего объема. Перед завалкой шихты в печь мастер по плавкам должен произвести расчет шихты и занести его в плавильную карту.

В печь перед завалкой шихты и во время её плавления должны присаживаться шлакообразующие материалы: известь (или известняк) и шамот в соотношении 2:1 в количестве 1,0 – 1,5 % от массы шихты.

При разной габаритности шихты первая завалка её должна производиться в следующем порядке: на подину заваливают часть мелкой шихты, затем более крупную и наверх — оставшуюся часть мелкой шихты. Разрешается использовать скрап шлакового отвала — «сундуки» общей массой до 200 кг/т завалки.

Завалка металлического сырья основана на применении технологии процесса «Consteel» (непрерывная сталь). Известь и другие добавки вводятся на транспортер конвейера после подогревателя.

Для предупреждения возможности окисления металлической шихты горение в подогревателе контролируется по температуре и составу отходящего из него газа так, что в прилегающей к дуговой печи зоне поддерживается восстановительная атмосфера, а на входе — окислительная.

При назначении марки стали на выплавку необходимо:

а) принимать во внимание марку стали предыдущей плавки и при значительном расхождении в хим. составе назначать плавки промежуточного хим. состава или шихтовой болванки;

б) после холодного или частичного ремонта производить выплавку стали менее ответственного назначения на углеродистых отходах с окислением.

в) после капитального ремонта выплавлять не менее двух плавок стали менее ответственного назначения на углеродистых отходах с окислением [4].

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					

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 [6]. Ковш должен иметь температуру внутренней поверхности футеровки не ниже 900 °С. 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.

В конце кампании печь можно наклонить до требуемого угла, чтобы полностью выпустить всю жидкую сталь. Металл сливают в ковш и затем подвергают внепечной обработке на АКП-100.

С 2005 года на предприятии пущен в эксплуатацию агрегат печь-ковш, который используется для получения требуемой марки стали и усреднения химического состава стали. Основные технические данные АКП – 100 представлены в таблице 1.5

Таблица 1.5 - Основные технические данные агрегата печь-ковш

Наименование параметра	Величина	Примечание
Емкость ковша, т	100	110 max
Диаметр кожуха ковша в верхней части, мм	3700 ⁺¹⁰	
Номинальная мощность трансформатора, МВА	18	+ 10%
Номинальное первичное напряжение трансформатора, кВ	10	
Диапазон вторичных напряжений, В	318,5-132,5	
Номинальная сила тока электрода, кА	32,6	+ 10%
Диаметр электрода, мм	400	
Диаметр распада электродов, мм	700	
Скорость нагрева металла, град/мин.	3-4	Расчетная
Номинальное давление рабочей жидкости гидропривода, МПа	10	
Расход охлаждающей воды (без учета трансформатора), м ³ /ч	220	Расчетная
Давление воды на охлаждение, МПа:		
- свода и элементов вторичного токоподвода,	0,6	
- трансформатора.	0,25	
Температура охлаждающей воды на сливе, град.С	не более 55	

Продолжение таблицы 1.5

Расход электродов, кг/т	0,3-0,5	
Расход электроэнергии, квт.ч/т	40-50	
Расход азота, нм ³ /ч	2100-2600	
Давление азота, МПа	0,3-0,4	
Давление воздуха, МПа	0,4-0,6	
Расход аргона на продувку металла, м ³ /ч	5-25	
Давление аргона на продувку металла, МПа	0,6;1,2-1,5	

Сталеразливочные ковши, используемые для доводки стали на АКП, должны быть готовы и доведены до нужной температуры в соответствии с требованиями технологической инструкции "Футеровка и сушка сталеразливочных ковшей для агрегата «печь-ковш»".

Ковш, предоставляемый под плавку, должен быть чист от остатков шлака и скрапа. Температура внутренней поверхности футеровки ковша должна быть не менее 1000 °С за 5 минут до выпуска стали.

Полупродукт доставляется в отделение непрерывной разливки стали (ОНРС) в ковше, перевозимом на передаточной тележке (сталевозе).

Для удаления печного шлака, ковш с полупродуктом на начальном этапе устанавливается на машину скачивания шлака (МСШ). Уровень металла должен быть не выше 400 мм от верхнего края ковша. В случае его превышения на машине скачивания шлака излишки металла сливаются в шлаковую чашу.

После скачивания шлака устанавливается очищенный от шлака ковш с металлом на сталевоз АКП. Установка ковша с металлом на стенд наклона МСШ и установка ковша на сталевоз под обработку на АКП-100 осуществляется с помощью крана грузоподъемностью 180+63/20т.

Перед пуском АКП сталевар производит стыковку аргонопровода с ковшом для донной продувки, устанавливает сталевоз с ковшом в положение «под крышкой», опускает свод на ковш, состыковав газопровод с газоотводящим патрубком свода, создает разрежение в газопроводе до начала обработки стали и устанавливает рабочий расход аргона для продувки стали (визуально по «пятну» продувки не более 0,5м).

При нормальной работе пробки в автоматическом режиме, режимы подачи аргона должны быть согласованы с выбранным режимом нагрева (ступенью мощности) работы АКП, состоянием шлака и периодом обработки:

- расход аргона по периодам обработки стали на АКП может изменяться в зависимости от состояния продувочного узла в пределах от 5 – 25 м³/час;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					19

- визуальный контроль продувки рекомендуется проводить каждые 5 - 10 минут, особенно при работе на высоких ступенях нагрева, оголение зеркала металла должно составлять не более 0,5 м в диаметре.

Для повышения стойкости футеровки шлакового пояса стальной ковшевой добавляют магнезитовый порошок марки ППК-88 в количестве до 0,6 кг/т. Перед включением АКП вводят твердую шлакообразующую смесь (ТШС) в количестве 300 кг из расчета 8-12 кг/т.

Нагрев металла начинают с более низких ступеней мощности и переходят к более высоким ступеням после образования достаточно жидкоподвижного шлака.

Для уменьшения прямого излучения от дуг на футеровку ковша и уменьшения износа футеровки дуга должна быть прикрыта шлаком.

По результатам химического анализа определяется последующий режим обработки и производится доводка химического состава стали вводом ферросплавов, наведением рафинирующего шлака.

После получения заданного химического состава и температуры на АКП в ковш с металлом подают 1 м³ теплоизоляционной смеси (ТИС) марки ТИС-250ВД. После обработки металла на АКП-100 ковш с металлом снимается со сталеваза №2 и устанавливается на сталеваз №1 с помощью крана.

Начиная с 2007 года, на Ашинском металлургическом заводе появилась альтернатива разливке стали в изложницы – была пущена в эксплуатацию машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). [1]

Таблица 1.6 – Технические данные слябовой МНЛЗ

Количество ручьев, шт.	1
Радиус разливочной дуги, м.	8
Металлургическая длина машины, м.	25,68
Размерный сортамент отливаемых слябов	180x900 – 1600 мм 240x900 – 1600 мм длина слябов 4,5÷6,8 м
Скорость разливки	1,72-2,17 м/мин – для сляба толщиной 180 мм 0,97-1,22 м/мин – для сляба толщиной 240 мм
Емкость сталеразливочного ковша, т	110
Вес плавки, т	100

Продолжение таблицы 1.6

Цикл разливки, мин	50-60
Емкость промежуточного ковша, т	27-30
Кристаллизатор	прямой с изменением ширины и толщины
Механизм качания	гидравлический
Тип затравки	цепная
Вид резки заготовок	газовая

При практической эксплуатации осуществляется разливка с применением защитной трубы и погружного стакана, а так же аргона с добавкой разливочного порошка. Для проведения одной серии разливки стали на МНЛЗ требуется один промежуточный ковш вместимостью 27-30 тонн. Осуществление режима работы "плавка на плавку" требует использования двух промежуточных ковшей. Это достигается наличием поворотного стенда с независимым подъемом кронштейнов для приема стальной ковша, системой взвешивания стальной ковша и манипуляторами крышек. Для обеспечения надежной и бесперебойной работы МНЛЗ стенд имеет в составе оборудования тележку промежуточного ковша полупортального типа с системой взвешивания, подъема промежуточного ковша, а так же снабжен системой управления стопором и устройством быстрой смены погружного стакана. Устройство для приема стальной ковша и поворотный стенд МНЛЗ представлены на рисунке 3. Для охлаждения стали используется прямой кристаллизатор с изменением ширины и толщины, оборудованный подвесными роликами, а так же высокочастотным механизмом качания гидравлического типа с изменяемой амплитудой и формой кривой качания. Используется затравка цепного типа.

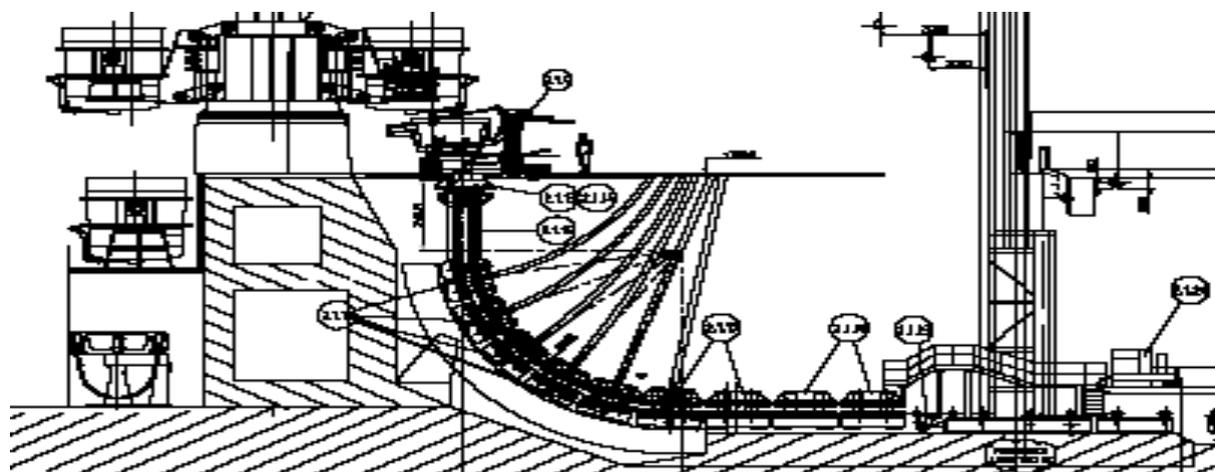


Рисунок 3 - Устройство для приема сталь-ковша и поворотный стенд

Направляющая ручья представляет собой секционированную роликовую систему с приводными и не приводными роликами, а так же гидравлическим разведением верхних траверс и автоматическим подсоединением энергоносителей. МНЛЗ имеет автоматическую систему с челночным рольгангом и системой уборки шлама. Резка непрерывнолитой заготовки на мерные длины осуществляется машиной газокислородной резки портального типа.

Для осуществления процесса непрерывной разливки стали следует выполнить следующие операции. После предварительного охлаждения необходимо осуществить снятие крышки, стопорного механизма, стопора, системы быстрой замены погружного стакана. Эти операции проводятся без специальных стендов и могут выполняться на любом свободном участке рабочей площадки. Операция сушки и разогрева промежуточного ковша производится на специальном стенде. Таких стендов установлено два, что обеспечивает требуемую производительность и сокращение затрат при непрерывной разливке.

К подготовительным операциям так же относятся: удаление скрапа на стенде выдавливания, очистка ковша от остатков металла, шлака и торкретмассы, установка стакана дозатора, системы быстрой смены погружного стакана, уплотнение стакана дозатора огнеупорной массой, установка бойной плиты и струегасителя. После этого производится торкретирование, оборудование промежуточного ковша крышкой, установка стопорного механизма и стопора с регулировкой. Сушка и разогрев осуществляются по установленному режиму. Во время работ по переоборудованию, которые необходимы между двумя сериями разливки, для подготовки МНЛЗ к следующей операции разливки производят следующие работы: выдачу остатка слитка после закрытия стопоров промежуточного ковша, введение затравки снизу, уплотнение головки затравки. После этого установка готова к разливке следующей серии. Продолжительность подготовительного времени зависит от скорости разливки и составляет около 65 минут [9].

Целью непрерывной разливки стали является получение заготовок высокого качества. Заготовки отличаются однородностью как в пределах одной разлитой плавки, так и по сечению, свободны от неметаллических включений и усадочной раковины, имеют мелкозернистую, благоприятную для дальнейшей обработки первичную структуру, а так же хорошую поверхность и незначительные отходы.

1.5 Сырьевые материалы, необходимые для выплавки

Качество металлической шихты, легирующих, окислителей, шлакообразующих и заправочных материалов, используемых при выплавке стали, должно соответствовать требованиям нормативно-технической документации. Не допускается к использованию шихта, загрязненная цветными металлами.

Максимальная масса кусков шихты, используемой на плавку, не должна превышать 10 % от массы садки. Количество крупной шихты не должно превышать 40 % завалки (с учетом грузоподъемности завалочных устройств).

					22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Количество стружки в шихте допускается не более 20 % от массы шихты. Недостающее количество углерода следует вводить в шихту электродным боем, электродной стружкой, коксом или чугуном. Металлический лом и металлизированные окатыши подвергаются подогреву на ленточном конвейере системы Consteel.

Суммарное содержание в шихте и легирующих остаточных элементов (примесей), не удаляемых в процессе выплавки, не должно превышать значений заданного химического состава марки стали.

Размер кусков шлакообразующих материалов не должен превышать 150 мм.

Известь на плавку необходимо применять свежееобожженную с размером кусков 20 – 80 мм. Транспортировка извести в электросталеплавильные цехи должна производиться в плотно закрытых контейнерах, исключающих попадание влаги.

Для контроля качества извести с каждого вагона не позже, чем через 30 мин. после постановки в цех, должна быть отобрана проба массой не менее 0,5 кг и отправлена в плотно закрытой банке в химлабораторию на анализ содержания CaO, CO₂ и H₂O. Содержание CaO должно быть не менее 88 %, CO₂ — не более 4%, H₂O — не более 1,5 %. Известь с содержанием влаги более 1,5 % и до 3 % допускается использовать в плавление или окислительный период, а после прокаливания при температуре не менее 600 °С в течение не менее 40 мин — и в восстановительный период. Известь, пригодная к применению, должна быть использована в течение 12 часов с момента поставки её в цех. Определение пригодности к использованию, контроль за расходом извести должны производиться контрольным мастером ОТК.

Влажность газообразного кислорода должна быть не более 0,8 г/м³, что проверяется на кислородной станции и ежемесячно записывается в каждой плавильной карте контрольным мастером ОТК.

Шихтовые материалы перед использованием на плавку должны быть взвешены.

1.6 Контроль качества продукции

Качество продукции играет важнейшую роль в деятельности любого предприятия, особенно металлургического. Важно, чтобы выходная продукция соответствовала всем требованиям и обладала необходимыми для этого свойствами.

На предприятиях должен постоянно происходить процесс управления по уровню качества исходной металлургической продукции. Поэтому создается система организационных, технических и социальных мероприятий, направленных на поддержание стандартов изготовления качественной продукции.

Основным видом контроля является:

- Контроль химического состава и температуры металла в ДСП-120.

Отбор проб металла производят пробоотборниками марок SAE 1200/900, SAE 1200/900 P6 или ПМ-39, ПН-10-900. Замер температуры металла выполняют разовыми термопарами марок ТС 360312, СЕ 36011290 или ПТПР-91-900. Первый

					22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

замер температуры производят после полного расплавления металлошихты.

Последний замер температуры производят не ранее чем за 3 мин до выпуска. Промежуточный контроль температуры металла рекомендуется проводить через 10 – 15 мин работы под током (в зависимости ступени нагрева), через 1 – 2 мин после подъема электродов.

При отборе проб и замере температуры в ручном режиме:

– отбор проб стали и замер температуры вручную производят через 1 – 2 мин после разрыва электрической дуги;

– пробоотборник и термопреобразователь погружают в расплав стали на глубину 2/3 длины пробоотборника;

– время отбора проб – от 5 до 8 сек, время замера температуры – 5 сек;

– пробу охлаждают сжатым воздухом до потемнения, затем в воде до температуры, достаточной для последующего высыхания пробы.

Последнюю пробу отбирают не ранее, чем за 10 мин до выпуска плавки. При необходимости вместе с последней пробой отбирают стержневую пробу для определения газов.

Проба металла не должна содержать шлак. В случае появления на пробе шлаковых включений, трещин и других дефектов – пробу бракуют и отбирают новую. Перед взятием пробы металла и шлака из печи прекращается подача кислорода, углеродсодержащего материала и шлакообразующих материалов.

Пробы металла на химический анализ после отбора и охлаждения подручный или сталевар передает по пневмопочте в лабораторию экспресс-анализа и сообщает лаборанту № плавки и № пробы.

- Контроль основных геометрических размеров

Таблица 1.7 - Контроль основных геометрических размеров

Наименование	Интервал размеров, мм	Предельные отклонения по размерам, мм
Толщина	180; 240	±5
Ширина	от 900 до 1600 включительно	±1%
Длина	до 1200	±15
	от 1200 до 4500 включительно	±20
	свыше 4500 до 6800 включительно	±60

Повышения качества выпускаемой продукции.

Нарушение технологического режима выплавки сплава и способы борьбы с нарушениями

К нарушениям технологического режима выплавки сплава относят:

- 1) Неравномерная температура: вверху горячий металл, внизу – холодный.
- 2) Прогар футеровки.
- 3) Неисправности в работе электродов (например, поломка электродов).
- 4) Попадание воды в печь.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					24

5) Прогар кожуха.

6) Нарушение системы водоохлаждения (свод, кожух, эркер, газоотсос) [2].

Во всех случаях требуется отключить печь от питания. Если необходимо, провести наладочные работы (заменить неработоспособный электрод, заделать футеровку, наладить систему водоохлаждения) или создать необходимое перемешивание металла (для равномерного обеспечения температуры).

Также, для предотвращения нарушения технологического режима выплавки сплава необходимо:

- Своевременно проверять знания обслуживающего персонала;
- Использовать материалы соответствующего качества;
- Проводить периодический метрологический контроль;
- Своевременно проводить планово-предупредительный ремонт;
- Проводить исследовательские работы для выяснения конкретных причин брака;
- Осуществлять контроль за соблюдением технологии.

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					

современный способ выплавки стали, позволяющий механизировать и автоматизировать все технологические операции, повысить производительность ~ в 3 раза;

КПД дуговой сталеплавильной печи в 2 раза выше мартеновской печи - следовательно, происходит значительная экономия энергоресурсов;

ДСП работает на электроэнергии - экологически чистом и частично восполняемом виде энергии, в то время как мартеновские печи используют мазут; вредные выбросы в атмосферу уменьшаются во много раз;

- применение зонта над ДСП и зонта над АКП (вместо фонаря) позволяет уловить неорганизованные выбросы от АКП и от печи при завалке и выпуске плавки и отправить их на газоочистку;

- применение современной газоочистки еще более улучшает показатели очищаемого воздуха;

- технология «CONSTEEL» непрерывной загрузки скрапа в печь с подогревом отходящими газами позволяет экономить электроэнергию. Кроме того постоянная загрузка металлолома в печь небольшими порциями не дает больших скачков в электросети печного трансформатора, что в свою очередь позволяет установить более простые и дешевые фильтровально-компенсационные устройства в сети 35 кВ.

2.2 Материальный баланс плавки

Расчет шихты для производства стали марки Стбсп

Таблица 2.2 - Химический состав стали Стбсп (ГОСТ 380-2005), %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,38-0,49	0,15-0,3	0,5-0,8	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

В качестве шихты используем собственные отходы стали Ст40, имеющиеся в цехе, а также отходы инструментальной стали для повышения содержания углерода и понижения содержания хрома. Зададим в шихту 70 кг отходов стали Ст40 и 30 кг отходов углеродистой стали У10.

Таблица 2.3 - Химический состав металлической части шихты, %

Материал	C	Si	Mn	Cr	P	S	Fe
Ст40	0,40	0,35	0,60	0,20	0,030	0,030	98,39
У10	1,09	0,28	0,28	0,15	0,025	0,023	97,72

С учетом массы компонентов и их химического состава определим массу элементов, вносимых каждым компонентом шихты, и представим результаты в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Масса элементов, вносимых шихтовыми материалами, кг

Компонент шихты	C	Si	Mn	Cr	P	S	Fe	Всего
Отходы Ст40	0,28	0,245	0,42	0,14	0,021	0,021	68,87	70
Отходы У10	0,327	0,084	0,084	0,045	0,075	0,069	29,31	30
Всего	0,607	0,329	0,504	0,185	0,096	0,09	98,18	100

Таблица 2.5 - Химический состав шлакообразующих материалов, %

Материал	CaO	SiO ₂	MgO	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaF ₂	P	S	ппп
Известь	88,0	1,3	2,0	-	0,8	1,2	-	-	-	6,7
Плавиновый шпат	0,5	3,6	-	-	0,2	1,2	94,0	-	-	0,2

Кроме металлической части шихты, в завалку сверху добавляют известь. Для наведения шлака в завалку на 1 т металлошихты обычно дают 15...30 кг извести.

Период плавления.

В период плавления происходит расплавление металлошихты, сопровождающееся окислением химических элементов, которые в виде оксидов переходят в шлак.

Продукты окисления компонентов металлического расплава вносят в шлак следующее количество оксидов.

Кремний. К окончанию периода плавления весь кремний окисляется до SiO₂. Количество окислившегося кремния $0,329 \cdot 1 = 0,329$ кг. На окисление этого количества кремния потребуется $0,329 \cdot 32 / 28 = 0,376$ кг кислорода. При этом в шлак будет внесено $0,329 \cdot 60 / 28 = 0,705$ кг SiO₂.

Марганец. В период плавления окисляется до MnO 35% от вносимого шихтой марганца, т.е. $0,504 \cdot 0,35 = 0,176$ кг. На его окисление потребуется $0,176 \cdot 16 / 55 = 0,051$ кг кислорода. При этом в шлак будет внесено $0,176 \cdot 71 / 55 = 0,227$ кг MnO.

Хром. В период плавления до Cr₂O₃ окислится около 5% от вносимого шихтой хрома, т.е. $0,185 \cdot 0,05 = 0,009$ кг. На его окисление потребуется $0,009 \cdot 48 / 104 = 0,004$ кг кислорода. При этом в шлак будет внесено $0,009 \cdot 152 / 104 = 0,013$ кг Cr₂O₃.

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					

Железо. В период плавания окисляется 0,4% от вносимого шихтой железа, т.е. $98,189 \cdot 0,004 = 0,393$ кг. Из них половина окислившегося железа уносится с пылью в виде Fe_2O_3 . На окисление этого количества железа потребуется $0,393 \cdot 0,5 \cdot 48 / 112 = 0,084$ кг кислорода. При этом образуется $0,393 \cdot 0,5 \cdot 112 / 160 = 0,138$ кг Fe_2O_3 .

В шлак будет внесено $0,393 \cdot 0,5 \cdot 72 / 56 = 0,253$ кг FeO . На его образование требуется $0,393 \cdot 0,5 \cdot 16 / 56 = 0,056$ кг кислорода.

Фосфор. В этот период в шлак из металла переходит 30% фосфора в виде P_2O_5 . Окислится $0,096 \cdot 0,3 = 0,029$ кг фосфора, на что потребуется $0,029 \cdot 80 / 62 = 0,037$ кг кислорода. При этом в шлак будет внесено $0,029 \cdot 142 / 62 = 0,066$ кг P_2O_5 .

Принимаем, что в период плавания углерод не окисляется, сера из металла не удаляется. В завалку вместе с металлошихтой добавляют известь около 2% от массы завалки или 2 кг на 100 кг шихты. С учетом получения необходимой основности скорректируем это значение до 1,5 кг.

С известью вносится в шлак, кг:

$$CaO - 0,880 \cdot 1,5 = 1,32, \quad SiO_2 - 0,013 \cdot 1,5 = 0,0195,$$

$$MgO - 0,020 \cdot 1,5 = 0,03, \quad Al_2O_3 - 0,008 \cdot 1,5 = 0,012,$$

$$Fe_2O_3 - 0,012 \cdot 1,5 = 0,018, \text{ или в пересчете на}$$

$$FeO - 0,018 \cdot 112 / 160 \cdot 72 / 56 = 0,0162.$$

Вследствие потерь при прокаливании из извести удалится в атмосферу: $0,067 \cdot 1,5 = 0,1005$ кг CO_2 . Во время работы печи происходит износ футерованной части подины и свода, продукты износа в виде соответствующих оксидов в шлак. Состав и количество оксидов, вносимых футеровкой, зависят от применяемых огнеупоров и качества кладки печи. При использовании периклазохромитовых огнеупоров в период плавания в шлак поступает до 5 кг/т стали периклазового порошка в виде MgO и до 1,2-1,4 кг/т продуктов разрушения футеровки. Если печь имеет периклазоуглеродистую набивную подину, водоохлаждаемые стены и свод, то расход периклазоуглеродистых огнеупоров принимается около 3 кг/т или 0,3 кг на 100 кг металлошихты. В процессе плавки происходит науглероживание металла в результате износа графитированных электродов. Расход электродов на плавку в современных печах составляет 1,7...2,5 кг/т стали. Примем расход электродов 2 кг/т шихты и усвоение углерода ванной 75 %.

С учетом того, что продолжительность периода плавания составляет 2/3 общего времени плавки, в металл дополнительно перейдет $0,2 \cdot 0,75 \cdot 2 / 3 = 0,100$ кг углерода и выделится $0,2 \cdot 0,25 \cdot 28 / 12 \cdot 2 / 3 = 0,078$ кг CO . На это потребуется $0,2 \cdot 0,25 \cdot 2 / 3 \cdot 16 / 12 = 0,044$ кг O_2 .

Таблица 2.6 - Количество и состав печного шлака периода плавания

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					29

Источник	SiO ₂	CaO	MnO	FeO	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	P ₂ O ₅	Сумма
Известь	0,0195	1,32	-	0,0162	-	0,012	0,03	-	1,3977
Футовка	0,004	-	-	-	-	-	0,276	-	0,280

Продолжение таблицы 2.6

Продукты окисления	0,705	-	0,227	0,253	0,013	-	-	0,066	1,264
Всего, кг	0,7285	1,32	0,227	0,27	0,013	0,012	0,31	0,066	2,942
Всего, %	24,76	44,87	7,26	9,15	0,42	0,45	9,91	2,11	100

Основность полученного шлака, выраженная через отношение %CaO/%SiO₂ = 1,81. Это удовлетворяет требованиям к шлаку в период плавления.

Таблица 2.7 - Баланс составляющих металла за период плавления

Элемент	Поступило с шихтой	Перешло в шлак	Содержание в металле	
			кг	%
C	0,607	-	0,707	0,716
Si	0,329	0,329	-	-
Mn	0,504	0,176	0,328	0,332
Cr	0,185	0,009	0,176	0,178
S	0,09	-	0,09	0,091
P	0,096	0,066	0,03	0,03
Fe	98,189	0,197*	97,411*	98,652
Сумма	100,000	0,777	98,742	100,000

* С учетом потерь с пылью.

Период окисления.

Сразу после появления жидкого шлака его начинают вспенивать, и по мере наполнения ванны печи жидким металлом часть шлака через рабочее окно самотеком покидает рабочее пространство печи. С ним удаляется значительная часть фосфора. Потери шлака в течении всей плавки компенсируют небольшими присадками извести, поддерживая необходимый уровень шлака и его основность.

Задачами окислительного периода являются:

- 1) окисление углерода и фосфора в металле до их требуемого содержания в готовом металле (полупродукт) и частично удаление серы,
- 2) нагрев металла до необходимой температуры.

Окисление металла проводят продувкой техническим кислородом с чистотой не менее 99,5 %. В случае затруднений с удалением фосфора в ванну можно присаживать железную руду. В большинстве случаев для получения не более 0,012...0,020 % фосфора в металле достаточно поддерживать в этот период основность не ниже 2,7 - 3,0 при содержании FeO в шлаке около 12 - 15 %.

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР				

необходимо, с добавками плавикового шпата и железной руды. Шлак окислительного периода образуется из остатков шлака предыдущего периода, извести, оксидов – продуктов окисления металла, компонентов износа футеровки, железной руды и плавикового шпата (если их давали в этот период).

С учетом требуемой величины основности примем, что в окислительный период присаживают известь. С ней в шлак попадет:

$$\text{CaO}: 0,880 \cdot 0,1 = 0,044 \text{ кг} \quad \text{SiO}_2: 0,013 \cdot 0,1 = 0,0013 \text{ кг},$$

$$\text{MgO}: 0,020 \cdot 0,1 = 0,002 \text{ кг} \quad \text{Al}_2\text{O}_3: 0,008 \cdot 0,1 = 0,0008 \text{ кг},$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3: 0,012 \cdot 0,1 = 0,0012 \text{ кг или в пересчете на}$$

$$\text{FeO}: 0,0012 \cdot 112 / 160 \cdot 72 / 56 = 0,0011 \text{ кг}.$$

Вследствие потерь при прокаливании из извести удалится в атмосферу 0,034 кг CO_2 .

Из футеровки при расходе за период 0,2 кг на 100 кг металлошихты в шлак переходит:

$$\text{MgO}: 0,920 \cdot 0,2 = 0,184 \text{ кг},$$

$$\text{SiO}_2: 0,012 \cdot 0,2 = 0,002 \text{ кг}.$$

Таблица 2.8 - Количество и состав шлака в конце окислительного периода

Источ- ник	SiO ₂	CaO	MnO	FeO	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	P ₂ O ₅	Сумма
Известь	0,0013	0,088	-	0,0011	-	0,0008	0,002	-	0,093
Футеров- ка	0,002	-	-	-	-	-	0,184	-	0,186
Продукты окис- лния	-	-	0,191	0,427	0,013	-	-	0,021	0,652
Шлак периода плав- лния	0,244	0,499	0,076	0,09	0,004	0,005	0,10	0,022	1,04
Всего, кг	0,247	0,587	0,267	0,518	0,017	0,0058	0,286	0,043	1,971
Всего, %	12,53	29,78	13,55	26,28	0,86	0,29	14,51	2,18	100

Основность $\% \text{CaO} / \% \text{SiO}_2 = 2,38$. Это удовлетворяет требованиям ведения плавки. Продувку кислородом прекращают, когда содержание углерода в металле достигает заданного.

Таблица 2.9 - Баланс составляющих металла за окислительный период

Элемент	Поступило с шихтой	Перешло в шлак	Содержание в металле	
			кг	%
C	0,707	-	0,25	0,256
Si	0	0	0	0
Mn	0,328	0,148	0,18	0,184
Cr	0,176	0,009	0,167	0,171
S	0,09	0,018	0,072	0,074
P	0,03	0,009	0,021	0,022
Fe	97,411	0,332	97,021	99,440
Сумма	98,742	0,516	97,567	100

* С учетом потерь с пылью.

Обработка стали в ковше-печи.

Таблица 2.10 - Химический состав используемых материалов, масс. %

Материал	C	Mn	Si	Cr	S	P	Fe	Al
Ферромарганец ФМн0,5	0,5	85	2,0	-	0,03	0,3	12,77	-
Ферросилиций ФС75	-	0,4	80	0,4	0,02	0,05	12	-
Алюминий первичный	-	-	1,5	-	-	1,5	-	97

Используемый на производстве глинозем содержит: SiO_2 - 0,03...0,20%; Fe_2O_3 - 0,04.. .0,08%; потери при прокаливании не более 1,0...1.2%, Al_2O_3 - остальное.

Науглероживание стали в случае необходимости производят продувкой порошком молотых остатков (боя) электрода или отсевок кокса. Примем в расчете, глинозем с содержанием: Al_2O_3 - 99,4%; SiO_2 - 0,10%; Fe_2O_3 - 0,05%; потери при прокаливании 0,6%; науглероживатель с содержанием: C - 99,795%; SiO_2 - 0,041%; CaO -0,132%; MgO - 0,032%. Футеровка ковша в зоне шлакового пояса, подвергаемого наиболее интенсивному износу — периклазохромитовая. Химический состав футеровки: MgO - 87%; CaO - 10%, SiO_2 – 3%.

Материальный баланс составим поэтапно на 100 кг жидкого полупродукта.

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР				

Раскисление и легирование. Определим количество ферросплавов, которое необходимо присадить в металл для получения заданного состава стали. При этом, учитывая увеличение массы металла в процессе обработки, зададим содержание легирующих несколько выше среднего.

Величину присадок определим по формуле:

$$M_{\text{фспл}} = \frac{M_{\text{ж.ст}} \cdot ([C]_{\text{гот.ст}} - [C]_{\text{исх}}) \cdot 100}{[C]_{\text{фспл}} (100 - K_{\text{уг}})}, \quad (2.1)$$

где $M_{\text{ж.ст}}$ - масса жидкой стали, кг;

$[C]_{\text{гот.ст}}$, $[C]_{\text{исх}}$, $[C]_{\text{фспл}}$ - содержание легирующего элемента в готово стали, в ковше перед раскислением, и в ферросплаве соответственно, %.

$K_{\text{уг}}$ - угар элемента раскисления, %.

При обработке в печи – ковше угар ниже, чем при легировании в ковше и в среднем составляет: для фосфора – 70%, алюминия и науглероживателя около 30%, для кремния – 15%, марганца, железа и хрома – 0%. Тогда количество присаживаемого ферромарганца:

$$M_{\text{фМн 0,5}} = \frac{97,021 \cdot (0,65 - 0,184) \cdot 100}{85 \cdot (100 - 0)} = 0,532 \text{ кг.}$$

Он дополнительно внесет в расплав с учетом угара:

$$\text{Si: } 0,532 \cdot 0,02 \cdot 0,85 = 0,009 \text{ кг;} \quad \text{C: } 0,532 \cdot 0,005 \cdot 0,7 = 0,002 \text{ кг;}$$

$$\text{Fe: } 0,532 \cdot 0,127 = 0,068 \text{ кг;} \quad \text{P: } 0,532 \cdot 0,003 \cdot 0,3 = 0,0005 \text{ кг.}$$

Расход алюминия без расчета примем 0,07 кг на 100 кг полупродукта. С ним в металл также поступит $0,07 \cdot 0,015 \cdot 0,85 = 0,001$ кг Si и $0,07 \cdot 0,015 \cdot 0,3 = 0,0003$ кг P. С учетом 30% угара в металл перейдет 0,049 кг алюминия.

Эти ферросплавы и алюминий попутно внесут в металл $0,009 + 0,001 = 0,01$ кг кремния. С учетом этого количества кремния расход ферросилиция при усвоение кремния 85% составит:

$$M_{\text{фс 75}} = \frac{97,021 \cdot (0,25 - 0,009) \cdot 100}{80 \cdot (100 - 15)} = 0,344 \text{ кг.}$$

Он внесет в сталь $0,344 \cdot 0,2 = 0,069$ кг железа. Всего железа в сталь поступит:

$$0,068 + 0,069 + 97,021 = 97,158 \text{ кг Fe.}$$

Расход углеродистого порошка с учетом угара:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					34

$$\text{CaO}: 0,104 \cdot 0,000132 = 0 \text{ кг.}$$

$$\text{SiO}_2: 0,104 \cdot 0,00041 = 0 \text{ кг.}$$

По результатам проведенных расчетов можно определить количество и состав образующегося шлака. Результат оформим в таблице 2.11

Таблица 2.11 - Количество и состав шлака в ковше-печи

Источник поступления	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	Итого
Известь	1,144	0,01	0,017	0,016	0,026	1,213
Глинозем	-	0,694	0,001	-	-	0,695
Продукты раскисления	-	0,040	0,09	-	-	0,13
Футеровка	0,012	-	0,004	-	0,104	0,12
Итого, кг	1,156	0,744	0,112	0,016	0,13	2,158
Итого, %	53,568	34,476	5,190	0,742	6,024	100

Десульфурация.

Вследствие наводки в ковше-печи активного шлака с высокой десульфурующей способностью в условиях интенсивного перемешивания вдуваемым аргоном коэффициент распределения серы между шлаком и металлом

$$L_s = \frac{(S)}{[S]} \text{ достигает } 500 \dots 1000.$$

Рассчитаем содержание серы в стали после обработки на печи-ковше:

$$[S] = \frac{[S]_0}{\left(1 + L_s \cdot \frac{a}{100}\right)} = 0,018 \%,$$

где a - количество шлака в % от массы металла, $[S]_0$ и $[S]$ - содержание серы в стали в исходном (до обработки) и конечном (после обработки) состояниях.

Вносимой ферросплавами серой можно на данном этапе пренебречь.

Тогда конечное содержание серы в металле гарантированно не превысит

$$[S] = \frac{0,072}{\left(1 + 200 \cdot \frac{2,158}{100}\right)} = 0,013 \%$$

Это содержание серы значительно ниже допустимого техническими условиями и дополнительных мер по снижению серы в металле принимать не требуется. В процессе обработки в ковше-печи газ образуется в основном в результате окисления углерода и потерь при прокаливании шлаковых материалов.

При наведении шлака выделится:

Из извести: $\frac{6,7}{100} \cdot 2 \cdot 0,65 = 0,159$ кг,

Из глинозема: $\frac{0,6}{100} \cdot 2 \cdot 0,35 = 0,009$ кг.

30% угара углерода, вдуваемого в металл с образованием CO:

$$0,104 \cdot \frac{30}{100} \cdot \frac{28}{12} = 0,072 \text{ кг,}$$

30% угара углерода, вносимого ферромарганцем:

$$0,532 \cdot \frac{0,5}{100} \cdot 0,3 \cdot \frac{28}{12} = 0,002 \text{ кг.}$$

Итого образуется газа:

$$0,159 + 0,009 + 0,072 + 0,002 = 0,242 \text{ кг.}$$

Используемый при продувке аргон не учитывается, так как инертный газ с компонентами стали и шлака не взаимодействует. Аргон проходит ванну и без изменения количества из нее уходит.

Выход жидкой стали. Для составления баланса металла определим, сколько всего внесено компонентов полупродуктом, ферросплавами с учетом фактического химического состава ферросплавов. При этом учтем, что углерод в графитовом порошке - неметалл и растворен в жидком металле. Однако он переходит в жидкий металл и после этого является компонентом стали.

Углерод поступает с полупродуктом, ферросплавами и порошком науглероживателя в количестве $0,256 + 0,532 + 0,005 + 0,104 = 0,363$ кг. Остальные элементы вносятся полупродуктом и ферросплавами с учетом их содержания, но без учета угара. Результаты оформим в виде таблице (2.12)

Таблица 2.12 - Баланс составляющих металла за окислительный период

Элем ент	Поступило, кг*	Перешло в шлак, кг	Перешло в газ, кг	Содержится в	
				кг	%
C	0,363	-	0,08	0,283	0,281
Si	0,287	0,041	-	0,246	0,244
Mn	0,641	-	-	0,641	0,637
Al	0,068	0,020	-	0,048	0,048
S	0,074	0,061	-	0,013	0,013

P	0,025	0,01	-	0,015	0,015
Fe	99,43	-	-	99,43	98,762
Σ	100,888	0,132	0,08	100,676	100

- Без учета угара.

Невязка $100,888 - (0,132 + 0,08 + 100,676) = 0$.

$$\frac{100,676}{100,888 \cdot 100} = 99,79\%$$

Выход жидкой стали от введенных в печь-ковш исходных материалов. Материальный баланс обработки стали в печи-ковше приводится в табл. Невязка -2,368 кг, или 0,024%.

Таблица 2.13 - Материальный баланс плавки

Поступило		Получено	
Материал	Количество, кг	Продукт	Количество, кг
Полупродукт	97,021	Сталь	100,676
Известь	1,3		
Глинозем	0,7	Шлак	1,521
Ферромарганец	0,532		
Феррохром	-		
Ферросилиций	0,344	Газ	0,242
Алюминий	0,07		
Углеродистый порошок	0,104	Невязка	-2,368
Итого	100,071		
		Итого	100,071

Шихтовый пролет.

Шихтовый пролет размещается в осях 10-1 ряды Б1 - Г1. Отметка подкрановых путей +21,000 м.

Скрап подается в шихтовый пролет железнодорожным или автомобильным транспортом. В пролете имеются два железнодорожных въезда и два въезда для автотранспорта, расположенных вдоль оси 10. Из транспорта скрап перегружается двумя мостовыми электрическими кранами с магнитными шайбами грузоподъемностью 15+15 т на транспортер системы «CONSTEEL» или в закрома для хранения. Объем закромов для хранения скрапа составляет 18500 м³, что позволяет иметь запас на 3,35 суток работы печи при среднем насыпном весе скрапа 0,8 т/ м³. В центре пролета (см. чертеж 08-2305-ДТХ л.22, 23) в осях 7-1 размещается оборудование системы «CONSTEEL» на отметке +6,0 м.

Система «CONSTEEL» состоит из двух загрузочных секций, на которые осуществляется погрузка скрапа двумя мостовыми кранами с магнитными шайбами грузоподъемностью 15+15 т; третья секция промежуточная, выходящая в печной пролет, на ней скрап подогревается удаляемыми из печи газами. Эта секция укрыта футерованными колпаками.

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					

Для начала процесса плавления скрап загружается в бадью, которая транспортируется в печной пролет и загружается в ДСП электромостовым краном грузоподъемностью 240 т.

В осях 3-1 возле ряда П размещаются площадки и оборудование узла ввода в цех водоводов для охлаждения оборудования ДСП, системы «CONSTEEL» и газоходов, в которых температура отходящих дымовых газов превышает 1000°С.

Вдоль ряда П в осях 01-03 на отметке +12,500 м за цехом проходит водоохлаждаемый газоход печных газов. Затем он поднимается на кровлю и проходит вдоль оси 3. Возле колонны оси 3 ряда Б1 опускается до отметки +12,3 м и уходит на газоочистку.

Печной пролет размещается в осях 09-01 ряды В1-Г. Пролет обслуживается мостовыми электрическими кранами грузоподъемностью 240+63/10 т и 16 т. Кран грузоподъемностью 240+63/10 т обслуживает ДСП-120: выполняется завалка шихтовых материалов в печь, при капитальных и текущих ремонтах заменяются части печи (свод, кожух, подина и др.), меняются и наращиваются графитированные электроды, и выполняются другие работы по обслуживанию печи.

Кран грузоподъемностью 16 т используется, в основном, на ремонтных работах над стендами ДСП и, при необходимости, на вспомогательных работах для ДСП-120 во время ремонта крана грузоподъемностью 240+63/10 т.

Дуговая сталеплавильная печь размещена в печном пролёте. Скрап из шихтового пролета конвейером системы «CONSTEEL» подается на загрузочную тележку, которая подает скрап в рабочее пространство печи. Фундамент под печь и под зафузочную тележку выполняется единым, чтобы не было проблем при эксплуатации с неравномерностью осадки фундаментов.

Печь номинальной емкостью 120 т размещается в пролете с выпуском стали в сторону ковшевого пролета. Ковш подается под печь на сталевозе из ковшевого пролета. На сталевозе имеется система подвода энергоносителей - гибкий кабель электропитания двигателей тележки и гибкий шланг подвода аргона к трубной разводке на стальковше. Система подвода энергоносителей защищена стенкой от попадания брызг металла и шлака.

Управление работой печи ведется из поста управления, расположенного в межколонном пространстве по ряду В1 оси 06-07 (более подробно смотри раздел электропомещения ЭСПЦ-2). Выпуск стали осуществляется оператором из поста, расположенного за печью на отм. +3,900. Продолжительность плавки - 50 мин. Часовая производительность ДСП составляет: $60/50 \cdot 120 = 144$ т. При фонде рабочего времени 7640 часов годовая производительность печи составит:

$144 \cdot 7640 \cdot 0,9 = 990$ тыс. тонн жидкой стали, где 0,9 - коэффициент, учитывающий внеплановые простои печи (работоспособности ДСП).

Рядом с печью в осях 03-05 между рядами Г и В1 размещается здание печного трансформатора, имеющее три этажа со следующими помещениями:

Первый этаж - отметка +0,050 м, расположены помещения гидравлики и аккумуляторной ДСП, помещения О и В, помещения клапанных стендов, стендов кислорода и природного газа.

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					

до температуры 800-1000 °С на стенде высокотемпературного нагрева, который расположен на позиции постановки ковша (опускается крышка с горелкой).

После выпуска плавки из печи ковш подается сталевозом в ковшевой пролёт и транспортируется краном к месту внепечной обработки стали (сталевоз агрегат печь-ковш).

В осях 05-03 ковшевого пролета размещается оборудование для хранения и транспортировки порошков углерода. В комплект оборудования входят: бункеры для хранения, ёмкости с инжекторами, система транспортирования и система КИПиА.

Далее в осях 03-01 пролета размещаются три горизонтальных стенда для стальной. На этих стендах происходит нагрев футеровки ковшей и замена шибберных плит затвора (или всего затвора) стальной. Участок обслуживается консольно-поворотным краном грузоподъёмностью 1 т с длиной консоли 8 м.

Электротехнические помещения ЭСПЦ-2.

Электрпомещения ЭСПЦ-2 выполнены отдельным зданием, пристроенным к печному пролету в осях 09-06. Здание четырёхэтажное, состоит из следующих помещений:

Первый этаж - отм. +0,050 - трансформаторная, помещение пожаротушения, энергоузел, санузел, резервное;

Второй этаж - отм. +4,600 - помещение шкафов управления, помещение КИПиА, резервное;

Третий этаж - отм. +8,800 - пост управления ДСП, серверная, резервное;

Четвёртый этаж - отм. +12,600 - вентпомещения, комнаты мастеров*

* наличие четвёртого этажа определяется после проработки всех резервных помещений второго и третьего этажа. Этажи с первого по третий имеют фальшполы на 600 мм выше перекрытия.

Планировка всех помещений уточняется после получения детального инжиниринга по электрической части от фирмы «Danieli» [8].

Газоочистка.

В проект газоочистки входят следующие части:

- а) Зонты от ДСП и АКП;
- б) Заслонки перед газоходами;
- в) Газоходы - первичных (горячих газов) от ДСП и вторичных газов (холодных от зонтов ДСП и АКП - «неорганизованные выбросы»);
- г) Опоры и металлоконструкции под газоходы;
- д) Пылеосадительная камера;
- е) Газоохладитель (теплообменник);
- ж) Искрогаситель;
- з) Собственно фильтровальная станция;
- и) Дымососы;
- к) Дымовая труба;
- л) Электрпомещения.

По пунктам а) - г) проект выполняет ОАО «УралНИИАС», по остальным - специализированная организация «Кондор Эко Урал» г. Челябинск.

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР					

После остывания шлак теми же погрузчиками загружается в вагоны типа думпкары и вывозится к месту утилизации.

Технология утилизации шлака - существующая на предприятии. [3]

Участок ремонта металлургического оборудования.

Участок РМО является продолжением пролета ОНРС в рядах Б-В1. Участок отапливаемый, отопление - аналогично ОНРС - газовыми излучателями.

На участке размещаются стенды для ремонта секций МНЛЗ и мастерские, задания на проектирование стендов и мастерских выдает ПАО «Ашинский металлургический завод».

					22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

3 ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА ПРОИЗВОДСТВА

3.1 Общие сведения о дефектах конечного продукта производства

Кристаллическая структура непрерывнолитого слитка схожа со структурой слитков, полученных разливкой в изложницы – наружная корка из мелких неориентированных кристаллов (ее толщина 10-20 мм), далее столбчатые кристаллы и в осевой части слитка различно ориентированные равноосные кристаллы; в слитках мелкого сечения зона столбчатых кристаллов может простираться до центра слитка. Целесообразно уменьшение зоны столбчатых кристаллов, обладающей пониженной прочностью и пластичностью и расширение центральной зоны равноосных кристаллов; это достигается при снижении температуры разливаемого металла, электромагнитном перемешивании жидкой фазы слитка и при снижении интенсивности вторичного охлаждения.

Непрерывный слиток благодаря малой толщине и быстрому вследствие этого затвердеванию отличается меньшим развитием химической неоднородности, более равномерным распределением неметаллических включений. От слитков, разливаемых в изложницы, он отличается также более чистой и гладкой поверхностью.

Ниже перечислены основные дефекты слитков, получаемых непрерывной разливкой. Сильно развита в них осевая пористость, что объясняется наличием в кристаллизующемся слитке очень глубокой и узкой лунки жидкого металла. Образование в ней «моста» сросшихся кристаллов может привести к появлению больших по протяженности зон, в которых металл кристаллизуется без доступа жидкой стали сверху, и, следовательно, к появлению пустот. Особенно сильно осевая пористость проявляется в квадратных и круглых слитках; в плоских слитках она развита слабее, так как усадка металла здесь рассредоточена по продольной оси поперечного сечения слитка. Осевая пористость заметно усиливается при увеличении перегрева металла и повышенной скорости разливки, иногда переходя в осевые усадочные пустоты. Заметно выражена в непрерывных слитках осевая ликвация, при этом по длине слитка располагаются отдельные участки увеличенной ликвации; это объясняется тем, что ликвирующие примеси скапливаются в пустотах под сросшимися кристаллами осевой части слитка [6].

В слитках криволинейных и особенно горизонтальных УНРС наблюдается некоторая несимметричность структуры и распределения составляющих стали, поскольку зона затвердевания последних порций металла, а, следовательно, и усадочная пористость, и скопление ликвирующих примесей смещены к верхней грани слитка; у верхней грани наблюдается также повышенное содержание неметаллических включений вследствие их всплывания.

Иногда наблюдается искажение формы слитка. Для слитков квадратного сечения характерна ромбичность – искажение профиля слитка в кристаллизаторе, когда квадратное сечение деформируется в ромбическое.

Причины: перекося слитка к кристаллизатору под воздействием несоосно расположенных с ним опорных роликов, неравномерное охлаждение различных

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР

граней слитка в кристаллизаторе. Раздутие слитка (выпуклость его поперечного сечения) возникает под воздействием ферростатического давления столба жидкой стали в слитке; возникновению дефекта способствуют повышенные скорость разливки и температура металла, что уменьшает толщину затвердевшей корки; недостаточная интенсивность вторичного охлаждения; отклонения в настройке опорных роликов; увеличенное расстояние между опорными роликами.

Распространенным дефектом являются трещины – поверхностные и внутренние. Продольные поверхностные трещины на гранях слитка имеют длину до 1-1,5 м и более и глубину до 10-15 мм. Эти трещины являются результатом усадочных напряжений и образуются при неравномерном прилегании формирующейся корки к стенкам кристаллизатора в местах уменьшенной ее толщины, которые возникают из-за снижения теплоотвода там, где корка отходит от стенок (например, в результате ее деформации или коробления стенок кристаллизатора). Трещины представлены на рисунке 4. Местное уменьшение толщины корки и образование трещин может также происходить вследствие размывания корки струей металла, особенно при его подаче в кристаллизатор вертикальной струей. Вероятность возникновения продольных трещин повышается при перегреве стали и увеличении скорости разливки, при увеличении содержания серы в металле и снижении величины отношения $[Mn]/[S]$, при увеличении ширины плоского слитка и при содержании углерода в нелегированных сталях в пределах 0,18-0,25 %.

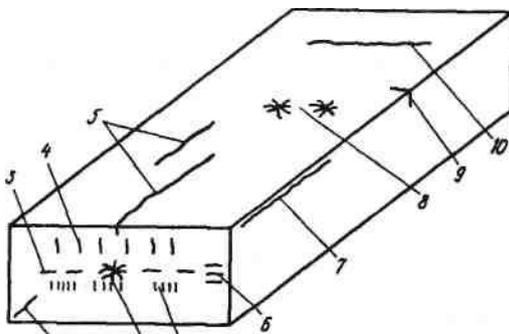


Рисунок 4- Основные виды трещин в вытягиваемом из кристаллизатора УНРС слитке

1 – центральная трещина; 2 – диагональные трещины; 3 – осевые; 4 – внутренние трещины перпендикулярные широким граням слитка; 5 – продольные поверхностные трещины на гранях слитка; 6 – трещины, перпендикулярные узким граням слитка; 7 – продольные трещины по ребрам (углам); 8 – паукообразные и сетчатые трещины; 9 – поперечные трещины в углах слитка; 10 – поперечные поверхностные трещины (надрывы корки)

Действенным средством борьбы с этим дефектом является разливка с защитным шлаковым покрытием, поскольку образующаяся между коркой и стенками кристаллизатора тонкая шлаковая прослойка существенно снижает неравномерность теплоотвода.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.029.00 ПЗ ВКР

Лист

45

4 ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ПОДОБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Китай. Компания «Lingyuan Iron & Steel» («Linggang») начала горячие испытания новой семиручьевой МНЛЗ производительностью 1,2 млн т/год, которая будет отливать заготовку из углеродистых и пружинных сталей, а также сталей для холодной высадки. Заготовка предназначена для строящегося мелкосортного стана производительностью 500 тыс. т/год.

Малайзия. Компания «Perwaja Steel» запустила новую ДСП производительностью 700 тыс. т/год. Строительство 90-т печи на заводе «NSC Steelmaking plant» в г. Кемаман (Kemaman), принадлежащем «PerwajaSteel», ведет фирма «Concast». После пуска новой печи компания приступила к модернизации двух существующих ДСП производительностью 600 тыс. т/год каждая.

Катар. Один из крупнейших производителей стали на Ближнем Востоке компания «Qatar Steel» подписала контракт с фирмой «Siemens VAI» на расширение сталеплавильных мощностей на 30 %. В настоящее время мощность ДСП компании составляет 1,47 млн. т/год. Осуществлен запуск новой печи во II кв. 2015 г., после чего производство заготовки в течение следующих пяти лет будет доведено до 4 млн т/год. В настоящее время компания производит заготовку, пруток и катанку. [2]

Таблица 4.1 – Зарубежные аналоги стали Ст5сп

Страна	ГОСТ	Аналог
США	–	A570(50), A572(50)
Германия	DIN	1.0050,St50-2
Япония	GIS	SS490,SS50

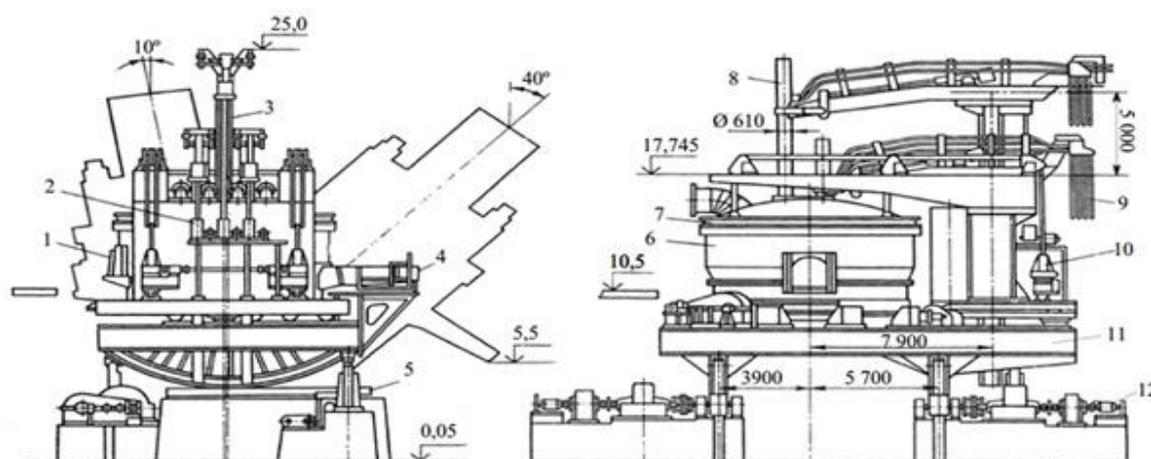


Рисунок 5-Дуговая сталеплавильная печь ДСП-200(Китай)

5 ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Достижение высокой стабильности процесса движения металла на участке промежуточный ковш – кристаллизатор МНЛЗ в значительной степени зависит от состояния поверхности внутренней полости погружного стакана, которая в зависимости от марки стали может быть подвержена интенсивному зарастанию разного рода отложениями. Формирование слоя отложений на внутренней полости погружных стаканов может существенно уменьшить площадь полости канала, что приводит к падению скорости разливки вплоть до полной остановки МНЛЗ или замены старого погружного стакана новым.

Формирование слоя отложений на поверхности погружного стакана следует связывать с образованием ламинарного слоя стали, толщина которого зависит от шероховатости огнеупора. Нарастание слоя отложений происходит за счет налипания не только частиц глинозема, но и капель металла. Это ускоряет процесс зарастания внутренней полости погружного стакана в результате формирования металлического каркаса, в котором запутываются частицы глинозем и шлака.

Для снижения зарастания внутренней полости погружного стакана целесообразно оптимизировать ее конструкцию согласно скорости разливки (расход металла), размеры внутреннего сечения стакана и его выходных отверстий. Существенное увеличение срока службы погружного стакана достигается при использовании изделий со специальным (так называемым антиклоггинговым) покрытием внутренней полости, препятствующим осаждению твердых частиц глинозема. Эффективное антиклоггинговое покрытие – огнеупор на основе титана кальция или извести. При его взаимодействии с частицами глинозема образуются жидкие соединения, которые увлекаются струей стали в кристаллизатор. В целом же антиклоггинговые покрытия имеют плотную структуру и крайне низкую шероховатость рабочей поверхности. Эффективность работы антиклоггинговых покрытий повышается при снижении общего содержания кислорода в стали и предотвращения развития вторичного окисления на участке сталеразливочный ковш-кристаллизатор МНЛЗ.

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР					

6 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 Общие требования охраны труда

Основной задачей всего коллектива завода является создание условий, гарантирующих высокопроизводительную работу и безопасный труд. Безопасные условия труда могут быть обеспечены не только применением механизации и автоматизации производства и технической эстетики, но и за счет разработки строго регламентированной системы обслуживания и ухода за содержанием зданий и сооружений, объектов и оборудования, инструмента и приспособлений, а также безусловного соблюдения установленного порядка трудовой и производственной дисциплины. Надо понять, что еще нередко причиной несчастных случаев или увечий являются элементарные нарушения норм поведения, как баловство, лихачество, небрежность, поспешность и другие необдуманные поступки. Отсюда следует, что наиболее важными моментами для безопасности каждого трудящегося являются: знание технологии и порядка производства работ, т.е. обучение безопасным навыкам работ вновь поступающих, особенно подростков и повышение квалификации работающих, содержание оборудования и устройства, инструмента и приспособлений в исправном состоянии путем ежедневной проверки при приемке смены обслуживающим персоналом, периодических квалифицированных осмотров и проведения ремонта по графику ППР, соблюдение установленных инструкций и правил безопасности, элементарных норм поведения и правил внутреннего распорядка трудовой и производственной дисциплины.

Все поступающие на работу обязаны пройти вводный инструктаж по охране труда по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации и утвержденной техническим директором завода.

Перед допуском к работе каждый вновь поступающий работник должен прослушать первичный инструктаж на рабочем месте по разработанной руководителем структурного подразделения, согласованной с отделом охраны труда и утвержденной техническим директором программе.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит, начальник участка, смены, мастер. Все работники после первичного инструктажа на рабочем месте должны в течение 10 смен пройти стажировку под руководством опытных работников.

По истечении срока стажировки работники должны пройти проверку знаний по охране труда в комиссии под председательством начальника цеха или его заместителя, после чего допускаются к дальнейшему приобретению производственных навыков по специальности. Результаты проверки оформляются протоколом в личной карточке прохождения обучения по охране труда. К самостоятельной работе указанные работники допускаются Распоряжением по цеху после стажировки, проверки теоретических знаний и приобретенных навыков безопасных способов работы при условии наличия обучения по профессии.

					22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

В случае отсутствия обучения по данной профессии допуск к самостоятельной работе производится после профессионального обучения и сдачи квалификационных экзаменов по профессии.

Лица, показавшие неудовлетворительные знания, к самостоятельной работе не допускаются и обязаны вновь пройти стажировку.

Внеплановый инструктаж рабочих должен проводиться в случаях:

1. при введении в действие новых или измененных законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;

2. при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, и других факторов, влияющих на безопасность труда;

3. при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т.п.);

4. по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;

5. по решению генерального директора или технического директора. Перевода на временную работу, требующую дополнительных знаний.

6. при перерыве в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями) -более 30 календарных дней, а для остальных работ – более двух месяцев.

Все виды выше указанного инструктажа, а также допуск к самостоятельной работе производятся и оформляются соответствующими записями в личной карточке прохождения обучения по охране труда.

Периодическая проверка знаний требований инструкций по охране труда проводится цеховой комиссией под председательством руководителя структурного подразделения не реже одного раза в год. Если при проверке будет установлено, что проверяемый имеет неудовлетворительные знания, он должен быть подвергнут повторной проверке не позднее одного месяца. Вопрос о соответствии занимаемой должности лиц, не прошедших проверку знаний по охране труда во второй раз, разрешается генеральным директором.

Лица, допускающие нарушения правил и инструкций по охране труда, должны подвергаться внеочередной проверке знаний.

Работник должен выполнять только те работы, которые ему поручены и которым он обучен.

При каждом задании производственного характера работнику мастер, бригадир, дающий это задание, обязан напомнить об условиях выполнения работы, о мерах предосторожности и способах безопасного ее выполнения.

Мастер, бригадир, начальник участка должны знать, на каких рабочих местах, на выполнении каких заданий или операций занят работник из подчиненного ему персонала. Работник по окончании выполнения задания обязан доложить об этом своему непосредственному руководителю.

												Лист
												53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР							

При несчастном случае пострадавший обязан немедленно сообщить об этом своему начальнику (мастеру, бригадиру) и обратиться в здравпункт. Если пострадавший сделать этого не может, то всякий присутствующий обязан немедленно это сделать. [9]

6.2 Анализ опасных производственных факторов

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

К вредным производственным факторам на анализируемом участке работы в первую очередь относятся:

- запыленность воздуха рабочей зоны;
- загазованность воздуха рабочей зоны;
- производственный шум и вибрация;

Источниками запыленности являются: взаимодействие струи несущего перемешивающего газа с жидким металлом (выносы и выбросы мельчайших капель окислов железа); химическое взаимодействие металла с вводимыми материалами, результатом, которого является пылегазовыделение; механическое разрушение хрупких технологических материалов при транспортировке и подаче в агрегат. По пылевой нагрузке (Р 2.2.755-99, ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ) производство относится к классу 3.1 (вредный).

Основной технологической особенностью выполнения работы является периодическое пребывание персонала в зоне запыленности (в течение 40 мин с перерывом в 3 часа).

Основное коллективное средство защиты от данного вредного производственного фактора – система пылеулавливания и отведения выделяющихся газов, а также изоляция человека от источника пыли посредством автоматизации, механизации и дистанционного управления процессами. Индивидуальные средства защиты от пыли (респираторы, очки, местная вытяжная вентиляция), как правило, применяются при ремонтах, техническом осмотре оборудования и разгрузочных работах.

Все пульты управления представляют собой изолированные кабины, где имеется местная вентиляция.

Основными источниками газовой выделению на рабочем месте являются: химическое взаимодействие металла с вводимыми материалами; утечки технологических газов (природного газа, аргона, азота, кислорода) через неплотности газоподводящих трактов. По загазованности (Р 2.2.755-99, ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ) производство относится к классу 2 (допустимый).

Средства защиты от загазованности такие же, как от запыленности, с установкой датчиков регистрации давлений и утечки газов на газопроводах, а также звуковой и световой сигнализации, позволяющих своевременно заметить и предотвратить возникновение нежелательных ситуаций.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Работа агрегата сопровождается повышенным шумом и вибрацией. Основными источниками шума в цехе являются: работа оборудования и механизмов, работа вентилярующих устройств, погрузочно-разгрузочные работы. Вибрацию вызывает работа некоторых видов механического оборудования.

По уровню общей вибрации (СН 2.2.4/2.1.8.566-96) производство относится к классу 2 (допустимый). Для предотвращения её вредного воздействия применяется балансировка оборудования и удаление рабочего персонала из опасных зон.

По уровню шума (СН 2.2.4/2.1.8.562-96) производство относится к классу 3.3 (вредный). Меры по борьбе с шумом осуществляются согласно ГОСТ 12.1.003-83, который определяет допустимый уровень шума не более 85 Дб. Основные мероприятия по снижению уровня шума: установка звукоизолирующих кожухов, применение шумозащитных наушников, заглушек, которые снижают уровень шума на 5 – 15 Дб. Все пульты управления звукоизолированы. [4]

6.3 Анализ вредных производственных факторов

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

1) Воздействия на атмосферу.

В электросталеплавильном комплексе источниками выделения загрязняющих веществ будет являться оборудование: электросталеплавильного отделения, отделения подготовки лома, отделения приемных бункеров. Кроме того, влияние на уровень загрязнения атмосферного воздуха будут оказывать выхлопные газы железнодорожного транспорта, осуществляющего внутренние перевозки.

Электросталеплавильное отделение

Основными источниками выделения загрязняющих веществ в ЭСПО будут:

- электродуговая печь;
- стенды для сушки и подогрева сталеразливочных ковшей;
- система дозирования и подачи сыпучих материалов и ферросплавов.

Характеристики пылегазовых выделений дуговой сталеплавильной печи, перерабатывающей товарный металлолом различной степени замасленности, а также смесь металлолома и чугуна отличаются как по соотношению химического состава, так и по количеству выделений.

Загрязненные газы образуются в электродуговой печи, как в процессе плавки, так и в период завалки в печь шихтовых материалов и в период слива стали в ковш.

При данной технологии, ДСП + «Констил», в которой отсутствует 4-е отверстие в своде, отсос газов происходит от укрытия конвейера, по которому производится непрерывная загрузка лома в печь. В укрытии установлены также специальные устройства для дожигания оксида углерода. Отсасываемые газы направляются в сборный воздуховод и далее на очистку в тканевых фильтрах.

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР				

Газы, образующиеся в периоды завалки в печь шихтовых материалов и слива стали в ковш, поступают в аэрационный фонарь цеха, где они улавливаются с помощью зонта, установленного в межфонарном пространстве цеха.

Сыпучие материалы и ферросплавы поступают в цех железнодорожным и автотранспортом.

Все участки перегрузки сыпучих материалов и ферросплавов системы дозирования и подачи сыпучих материалов (рабочие бункера) оборудованы аспирационными отсосами.

Для улавливания, охлаждения и очистки технологических газов от электродуговой печи и механизированной системы загрузки сыпучих материалов предусмотрена централизованная отдельно стоящая газоочистная система, располагаемая вне цеха.

На газоочистку поступают газы, отсасываемые от самой электропечи (от укрытия конвейера), от зонта над печью (для улавливания неорганизованных выбросов при завалке печи и выпуске стали), а также от укрытий системы бункеров с расходными материалами.

Газы, поступившие на газоочистку, очищаются от пыли в тканевых фильтрах до конечной концентрации 20 мг/м^3 . Количество газообразных веществ, поступивших на газоочистку, после прохождения ее не изменяется.

В атмосферный воздух через трубу централизованной газоочистки будут поступать выбросы загрязняющих веществ в виде окислов металлов (железа, марганца кальция, хрома и др.) и газообразных составляющих (оксидов азота, диоксида серы, фторидов, цианидов). Оксид углерода, образующийся в процессе плавки в электропечи, будет полностью дожигаться.

Для подготовки сталеразливочных ковшей к работе в отделении устанавливаются: устройства для нагрева и подогрева сталеразливочных ковшей, и устройство для сушки сталеразливочных ковшей после ремонта. Устройства оснащаются вытяжными зонтами, через которые в атмосферу на высоте порядка 40 м будут выбрасываться оксиды азота, являющиеся продуктами сгорания природного газа. Источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу является приёмное устройство извести и сыпучих материалов. Узлы выгрузки материалов в бункера из специализированных крытых вагонов-хопперов или универсальных полувагонов оборудуются системами улавливания пыли, образующейся в процессе выгрузки и перегрузки поступающих материалов. Аспирационный воздух направляется на очистку в отдельную аспирационную систему, оснащенную рукавными фильтрами. Остаточная запыленность аспирационного воздуха составляет не более 20 мг/м^3 . В выбрасываемом в атмосферу воздухе содержатся твердые составляющие пыли в виде оксидов кальция, магния, плохо растворимых фторидов, пыли ферросплавов и др.

2) Отделение подготовки лома.

Источником выделения загрязняющих веществ в отделении подготовки лома будет газовая резка негабаритного лома. В процессе резки в атмосферу будут поступать оксид углерода, оксиды азота и сварочный аэрозоль в виде окислов железа и марганца. Выбросы от участка газовой резки лома квалифицируются как

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР				

неорганизованные, поступающие в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа.

Межцеховые перевозки (транспорт).

По предварительной оценке, при замене мартеновского цеха на сталеплавильный комплекс выбросы загрязняющих веществ от межцеховых перевозок останутся на существующем уровне.

Ориентировочная оценка уровня загрязнения атмосферы, создаваемого источниками выбросов загрязняющих веществ электросталеплавильного комплекса, показала, что величина уровня загрязнения атмосферного воздуха на границе нормативной санитарно-защитной зоны будет находиться в пределах санитарных норм и составит по различным ингредиентам порядка 0,04 – 0,15 ПДК.

Аварийные и залповые выбросы, в результате которых приземные концентрации загрязняющих веществ могут достигнуть уровня, опасного для жизни человека, при работе комплекса исключены. В приведенных удельных показателях предлагаемого электросталеплавильного комплекса производительностью 1 млн. т стали в год не учтены выбросы от агрегатов сталеплавильного отделения, а именно выбросы от действующего агрегата «ковш-печь» и строящейся МНЛЗ.

Без учета выбросов загрязняющих веществ от вышеуказанных агрегатов ожидаемое сокращение выбросов при замене мартеновского способа получения стали на электросталеплавильный составит порядка 35 и более раз, что благотворно скажется на уровне загрязнения атмосферного воздуха в районе расположения предприятия.

Для нужд электросталеплавильного комплекса ориентировочно предусматриваются следующие объемы водопотребления:

- хозяйственно-питьевое водоснабжение – 60 м³/сут,
- противопожарные нужды – 40 л/с,
- свежая техническая вода для подпитки оборотных циклов – 114-159 м³/ч (в зависимости от варианта);
- умягченная вода для подпитки – 2 м³/ч.

Источниками загрязнения подземных и поверхностных вод могут являться:

- бытовые сточные воды – в количестве 60 м³/сут.

Для очистки бытовых и дождевых сточных вод предполагается использовать существующие на предприятии системы очистки воды, при необходимости с их реконструкцией. Обеспечение подачи воды на хозяйственно-питьевое водоснабжение и противопожарные нужды намечается осуществлять от соответствующих существующих сетей предприятия, а сброс бытовых и дождевых стоков – в соответствующие существующие канализационные сети.

3) Акустическое воздействие и вибрация.

По уровню шума и вибрации металлургическое производство относится к неблагоприятным по опасности воздействия на окружающую среду. Территория площадки является источником интенсивного широкополосного уровня шума.

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР					

Уровни шума от оборудования по корректируемому уровню звуковой мощности и общей мощности находятся, в среднем, в интервалах 100-120 дБА. Общая вибрация от оборудования, в основном, составляет 100-110 дБ.

Основными источниками шума и вибрации на проектируемом комплексе будут являться:

- технологическое оборудование электросталеплавильного отделения;
- насосно-компрессорное и вентиляционное оборудование, располагаемое внутри производственных помещений;
- транспортные устройства.

По временным характеристикам этот шум является непостоянным, меняющимся по времени.

Снижение шума от производственного оборудования до допустимого уровня в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 предусматривается путем точной балансировки вращающихся частей оборудования и укрытия вспомогательного оборудования, создающего шум, в изолированных помещениях. [10]

При ведении плавки в электродуговых печах уровень шума от обычной электропечи может достигать 110 дБА, а печь типа «Констил» имеет меньший уровень шума – 60 дБА. Для снижения вредного воздействия на окружающую среду технологического оборудования ЭСПО стены производственных помещений, где оно будет располагаться, необходимо выполнить с применением звукопоглощающих материалов. В соответствии с Каталогом шумовых характеристик технологического оборудования экранирование основного технологического оборудования (ограждающие конструкции стен) снижает уровень шума на 50 дБА. После применения всех вышеуказанных мероприятий уровень звука на площадке комплекса не будет превышать 55 дБА. Ограждающие конструкции (ограда предприятия высотой порядка 1,5-2 м, соседние здания и т.п.) являются одновременно шумозащитными экранами и снижают уровень шумового воздействия за пределами ограды до нормативного уровня для жилых районов (50 дБА).

Таким образом, при замене мартеновского способа получения стали на электросталеплавильный при реконструкции ПАО «Ашинский метзавод» уровень шумового воздействия на границе нормативной санитарно-защитной зоны и в ближайших жилых районах будет находиться в пределах санитарных норм. [7]

6.4 Отходы металлургического производства. Утилизация отходов

В ЭСПЦ-2 нет мест постоянного хранения отходов, только люминесцентные лампы временно хранятся в металлических контейнерах с герметическими крышками. Вывозятся они один раз в год.

Максимальный объем, который можно накапливать 0,4т. Класс опасности – 1.

В процессе работы ОНРС образуются следующие отходы:

- шлам от очистки газа (в том числе шлам газоочистки за МГР);
- окалина МНЛЗ (шлам);

					22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте приведён химический состав и рассмотрены особенности стали марки Ст5сп. Проведён анализ технологии выплавки стали. Проведено изучение действующей технологии выплавки марки стали Ст5сп по схеме ДСП «Consteel» → сталеразливочный ковш → печь-ковш → МНЛЗ. Произведён расчёт материального баланса плавки, невязка суммарного материального баланса составила 0,024%..

На современном этапе развития экономики нашей страны снижение энерго- и материалоёмкости является одним из решающих условий повышения эффективности общественного производства. В этом отношении в электротермии имеются крупные резервы экономии сырья, топливоэнергетических и трудовых ресурсов.

Электроплавка, как одна из разновидностей электронагрева, развивалась в нашей стране в прошедший период главным образом в связи с возрастающими потребностями в высококачественном металле, получение которого в других агрегатах было либо невозможно, либо неэкономично.

К основным преимуществам электроплавки следует отнести:

- 1) применение высокотемпературного источника энергии;
- 2) исключение смешивания технологических газов с продуктами сгорания топлива, что позволяет работать в вакууме или защитной атмосфере при резком уменьшении выброса газов в атмосферу;
- 3) резкое сокращение в электроплавке расхода ферросплавов (из-за уменьшения угара хрома, марганца и особенно ванадия и кремния);
- 4) облегчение управлением выделения тепла, что позволяет значительно сократить тепловые потери и повысить термический к. п. д. печей;
- 5) улучшение условий труда обслуживающего персонала;
- 6) снижение себестоимости и уменьшение капитальных затрат.

Основным направлением развития электронагрева является повышение единичной мощности крупнотоннажных печей. Однако в связи с повышением расхода мощности на единицу продукции ухудшаются условия службы футеровки стен и свода печей из-за теплового воздействия на кладку.

Применяя различные типы электротермических устройств, можно обеспечить равномерный прогрев различных материалов и изделий не только с целью повышения их пластичности перед деформацией (ковкой, штамповкой или прокаткой) и придания им специальных свойств, но и нагреть только поверхность изделий или отдельные их участки (например для поверхностной или частичной термообработки).

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР					

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свенчанский, А. Д. Электрические промышленные печи: учебное пособие / А.Д.Свенчанский, М.Я. Смелянский. – М.: 2014. – 245 с.
2. Линчевский, Б. В. Metallургия чёрных металлов: учебник / Б.В. Линчевский, А.Л. Соболевский, А.А. Кальменев. – М.: 2012. – 303 с.
3. Поволоцкий, Д. Я. Основы технологии производства стали: учебное пособие для вузов / Д.Я. Поволоцкий. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012. – 189 с.
4. Рябов, А.В. Расчет процесса электроплавки: Учебное пособие / А.В.Рябов , И.В. Чуманов . – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 175 с.
5. Роцин, А. В. Производство стали: Учебное пособие / А. В. Роцин, Д. Я. Поволоцкий, В. П. Грибанов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2016. – 72 с.
6. Роцин, А.В. Производство стали. Решение практических задач: учебное пособие / А.В. Роцин, В.П. Поволоцкий, В.П.Грибанов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2013. – 121с.
7. Бернштейн, М.Л. Атлас дефектов стали: справ.пособие / М.Л. Бернштейн. – М.: Metallургия, 2013. – 187 с.
8. Модульная технология «Данарк» Danieli //Электрометаллургия, 2012. – 425 с.
9. Лопухов, Г.А. Плавка стали в дуговой печи Consteel с использованием жидкого чугуна в шихте: учебное пособие / Г.А. Лопухов. – М.:Электрометаллургия. – 2012. – 442 с.
10. Роцин, В.Е. Электрометаллургия и металлургия стали: учебник / В.Е. Роцин, А.В. Роцин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 572 с.

					22.03.02.2017.202.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61