

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

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ 2018 г.

Технологические особенности выплавки и разливки
аморфизирующегося сплава 9КСР

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР

Консультант
Безопасность жизнедеятельности
(старший преподаватель)
_____ Е.Е. Чванова
_____ 2018 г.

Руководитель проекта
(доцент)
_____ А.В. Стрюков
_____ 2018 г.

Автор проекта
студент группы ДО-518
_____ А.С. Шушуков
_____ 2018 г.

Нормоконтролер
(старший преподаватель)
_____ Е.Е. Чванова
_____ 2018 г.

Челябинск 2018 г.

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

«01» февраля 2018г.

З А Д А Н И Е

на выпускную работу студенту
Шушукову Алексею Сергеевичу

Группа: ДО-518

1 Тема выпускной работы: Технологические особенности выплавки и разливки аморфизирующегося сплав 9КСР,

2 утверждена приказом по университету от «04» апреля 2018г. № 580.

3 Срок сдачи студентом законченной работы «10» июня 2018г.

4 Исходные данные к работе

3.1 Марка сплава: 9КСР.

3.2 Наименование конечного продукта производства: магнитопровод.

3.3 Материалы производственной практики.

5 Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

Аннотация

Оглавление

Введение

1 Технологическая часть

1.1 Описание сплава.

1.2 Назначение выплавляемой сплава.

1.3 Технологическая схема производства тончайшей аморфной ленты.

1.4 Выбор оборудования для выплавки.

1.5 Работа электропечи ИСВ-0,04.

1.6 Устройство и работа электропечи ИСВ-0,49.

1.7 Получение аморфной ленты на разливочной машине «Урал».

1.8 Сырьевые материалы, необходимые для выплавки.

1.9 Контроль качества продукции.

2. Расчетная часть

2.1 Технологические параметры выплавки.

2.2 Материальный баланс плавки.

2.3 Тепловой расчет печи.

2.4 Расчет энергоёмкости оборудования.

3. Возможные дефекты конечного продукта производства.

3.1 Общие сведения о дефектах конечного продукта производства.

3.2 Клиноватая разнотолщинность ленты.

4. Зарубежный опыт производства аморфной ленты.

5. Возможные направления модернизации производства.

6. Охрана труда и техника безопасности.

6.1 Общие требования охраны труда

6.1.1 Организационные мероприятия

6.1.2 Технические мероприятия по охране труда

6.1.3 Охрана окружающей среды

6.1.4 Условия труда

6.2 Анализ опасных производственных факторов

6.2.1 Опасные механические факторы

6.2.2 Электрический ток

6.3 Анализ вредных производственных факторов

6.3.1 Физические факторы

6.3.2 Шум

6.3.3 Вибрация

6.3.4 Электромагнитные поля и излучения (неионизирующие излучения)

6.3.5 Световое излучение

6.3.6 Химические факторы (вредные вещества)

6.4 Правовые, нормативно-правовые организационные основы безопасности жизнедеятельности

Заключение

Библиографический список

Приложения

7 Перечень графического материала :

7.1 Химический состав сплав 9КСР (плакат)

7.2 Технологический цикл производства (плакат)

7.3 Планировка сталеплавильного цеха (чертеж)

7.4 Схема вакуумной индукционной печи ИСВ-0,49 (чертеж)

7.5 Схема вакуумной индукционной печи ИСВ-0,04 (чертеж)

7.6. Разливочная установка «Урал» (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	Стрюков А.В		
2	Расчетная часть	Меденков С.А		
3	Возможные дефекты конечного продукта производства	Стрюков А.В		
4	Зарубежный опыт производства подобной продукции	Стрюков А.В		
5	Возможные направления модернизации производства	Стрюков А.В		
6	Охрана труда и техника безопасности	Стрюков А.В		

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

Руководитель работы: Стрюков А.В / _____ /

Задание принял к исполнению:

Студент : Шушуков А.С / _____ /

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
1	Введение	01.02.2018 - 25.02.2018	
2	Технологическая часть	26.02.2018- 31.03.2018	
3	Расчетная часть	01.04.2018 - 10.04.2018	
4	Дефекты конечного продукта производства	11.04.2018 - 21.04.2018	
5	Зарубежный опыт производства подобной продукции	21.04.2018 - 1.05.2018	
6	Возможные направления модернизации производства	02.05.2018 - 10.05.2018	
7	Охрана труда и техника безопасности	11.05.2018 - 20.05.2018	
8	Графическая часть	21.05.2018 - 25.05.2018	
9	Оформление работы	26.05.2018 - 29.05.2018	
10	Защита проекта	15.06.2018	

Зав. кафедрой: _____ /

Руководитель работы: /Стрюков А.В / _____ /

Студент: / Шушуков А.С / _____ /

АННОТАЦИЯ

Шушуков А.С. Технологические особенности выплавки и разливки аморфизирующегося сплава 9КСР – Челябинск: ЮУрГУ; 2018, 65 с., 7 ил, библиогр. список –30 наим., 4 листов чертежей ф.А1.

В работе рассмотрены: назначение и описание выплавляемого сплава, технология его получения, производственное оборудование, зарубежные аналоги данной продукции.

В работе произведены расчёты: энергоёмкости оборудования, тепловой расчёт плавки, материальный баланс плавки, нормирование технологических процессов.

В работе изложены мероприятия для повышения качества выпускаемой продукции.

В работе представлены мероприятия по охране труда и охране окружающей среды.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР				
					Технологические особенности выплавки и разливки аморфизирующегося сплава 9КСР	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>	
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>	Шушуков А.С								
<i>Провер.</i>									
					<i>Лист</i>		<i>Листов</i>		
<i>Н. Контр.</i>	Чванова Е.Е.				ЮУрГУ Кафедра МП				
<i>Утверд.</i>									

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Описание сплава.....	11
1.2 Назначение выплавляемой сплава.....	11
1.3 Технологическая схема производства тончайшей аморфной ленты.....	13
1.4 Выбор оборудования для выплавки.....	13
1.5 Работа электропечи ИСВ-0,04.....	17
1.6 Устройство и работа электропечи ИСВ-0,49.....	19
1.7 Получение аморфной ленты на разливочной машине «Урал».....	22
1.8 Сырьевые материалы, необходимые для выплавки.....	24
1.9 Контроль качества продукции.....	24
2 РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Технологические параметры выплавки.....	26
2.2 Материальный баланс плавки.....	27
2.3 Тепловой расчет печи.....	31
2.4 Расчёт энергоёмкости оборудования.....	37
3 ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА ПРОИЗВОДСТВА	
3.1 Общие сведения о дефектах конечного продукта производства.....	39
3.2 Клиноватая разнотолщинность ленты.....	39
4 ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА АМОРФНОЙ ЛЕНТЫ.....	40
5 ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	42
6 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	
6.1 Общие требования охраны труда.....	43
6.1.1 Организационные мероприятия.....	43
6.1.2 Технические мероприятия по охране труда.....	44
6.1.3 Охрана окружающей среды.....	44
6.1.4 Условия труда.....	45
6.2 Анализ опасных производственных факторов.....	47
6.2.1 Опасные механические факторы.....	47
6.2.2 Электрический ток.....	47
6.3 Анализ вредных производственных факторов.....	48
6.3.1 Физические факторы.....	48
6.3.2 Шум.....	48
6.3.3 Вибрация.....	49
6.3.4 Электромагнитные поля и излучения (неионизирующие излучения).....	49
6.3.5 Световое излучение.....	50
6.3.6 Химические факторы (вредные вещества).....	50
6.4 Правовые, нормативно-правовые организационные основы безопасности жизнедеятельности.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	59

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

В 1960 г. группой исследователей из Калифорнийского технологического института в рамках исследований по получению новых структур металлических сплавов, обладающих повышенными механическими свойствами, были проведены ряд экспериментов по их быстрому охлаждению. Оказалось, что в некоторых случаях кристаллическая решётка в металле вообще отсутствует, а расположение атомов характерно для бесструктурного, аморфного тела.

Аморфными называют металлические изделия, у которых отсутствует дальний порядок в расположении атомов. Они получили также название металлических стёкол или некристаллических сплавов. Для их приготовления используются различные методы, в основе которых лежит быстрый переход компонентов сплава из жидкого или газообразного состояния в твердое. При этом затвердевание происходит настолько быстро, что атомы вещества оказываются замороженными в тех положениях, которые они занимали, находясь в жидком состоянии [22, с. 328].

Затвердевание с образованием аморфной структуры принципиально возможно для всех металлов и сплавов. Однако, легче всего аморфизуются сплавы благородных (золото, серебро, платина) и переходных (железо, кобальт, магний, хром, никель) металлов с добавками - аморфообразующими элементами (углеродом, бором, фосфором, кремнием).

Аморфные сплавы обычно содержат в себе до 80 % одного или нескольких переходных металлов и 20 % аморфообразующих элементов (металлоидов), добавляемых для образования и стабилизации аморфной структуры.Metalloиды понижают скорость охлаждения с сотен тысяч или миллионов градусов в секунду до тысяч и даже сотен градусов в секунду (для некоторых сплавов) так, чтобы в результате образовалась аморфная фаза, а так же оказывают влияние на физические свойства сплавов. На термическую стабильность аморфных сплавов оказывает наибольшее влияние кремний и бор, наибольшей прочностью обладают сплавы с бором и углеродом, а коррозионная стойкость зависит от концентрации хрома и фосфора.

Сверхвысокие скорости охлаждения для получения аморфной структуры можно реализовать различными способами. Общим в них является необходимость обеспечения скорости охлаждения не ниже 10^6 К/с [21, с. 195].

Известны следующие методы:

- катапультирования капли на холодную пластину;
- распыление струи газом или жидкостью;
- центрифугирование капли или струи;
- расплавление тонкой пленки поверхности металла лазером с быстрым отводом тепла массой основного металла;
- сверхбыстрое охлаждение из газовой среды и другие.

Использование этих методов позволяет получать ленту различной ширины и толщины, проволоку и порошки.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Наиболее эффективными способами промышленного производства аморфной ленты являются: охлаждение струи жидкого металла на внутренней (центробежная закалка) или внешней (закалка на диске) поверхностях вращающихся барабанов или прокатка расплава между холодными валками, изготовленными из материалов с высокой теплопроводностью, например из меди (рисунок 1).

Расплав, полученный в индукционной печи, выдавливается нейтральным газом из сопла и затвердевает при соприкосновении с поверхностью вращающегося охлаждаемого тела (холодильника) [28, с. 376].

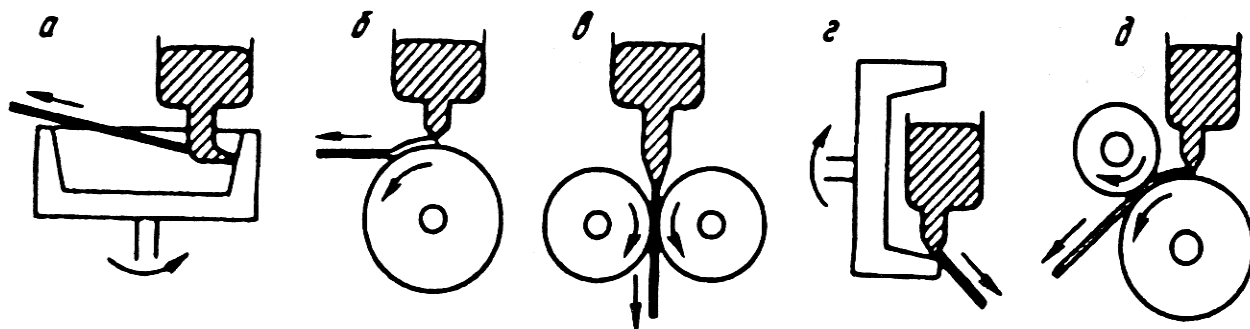


Рисунок 1 - Методы получения тонкой ленты путем закалки из расплава.

- а) центробежная закалка; б) закалка на диске; в) прокатка расплава;
 г) центробежная закалка; д) планетарная закалка

Различие методов состоит в том, что в методах центробежной закалки и закалки на диске расплав охлаждается только с одной стороны. Основной проблемой является получение достаточной степени чистоты внешней поверхности, которая не соприкасается с холодильником. Метод прокатки расплава позволяет получить хорошее качество обеих поверхностей ленты, что особенно важно для аморфных лент, используемых для головок магнитной записи. Для каждого метода имеются свои ограничения по размерам лент, поскольку есть различия и в протекании процесса затвердевания, и в аппаратном оформлении методов. Наибольшая ширина достигается методом прокатки. Метод закалки на диске, для которого требуется более простая аппаратура, позволяет в широких пределах изменять ширину ленты в зависимости от размеров плавильных тиглей.

В аморфных металлических изделиях из-за отсутствия кристаллической решётки отсутствуют дефекты присущие изделиям с кристаллической структурой, такие как: кристаллическая анизотропия, дислокация и вакансии, границы зерен и блоков, двойники и другие.

Аморфные металлические изделия, независимо от концентрации компонентов, представляет собой однофазную систему, состоящую из пересыщенного твердого раствора, атомная структура которого аналогична атомной структуре переохлажденного расплава. Вследствие этого они обладают высокой микро- и макрооднородностью – в них отсутствуют такие источники фазовой неоднородности, как избыточные фазы, ликвация, различного рода сегрегации, то

есть сильно отличающиеся по атомному строению и химическому составу объемы [25, с. 165].

Следствием такой аморфной структуры являются необычные магнитные, механические, электрические свойства и коррозионная стойкость аморфных металлических изделий. Например, наряду с высокой магнитной мягкостью – такой, что уровень электромагнитных потерь с высокой магнитной индукцией оказывается существенно ниже, чем во всех известных кристаллических сплавов (такой комплекс свойств ещё называют аномальной намагничиваемостью). Эти материалы проявляют исключительную высокие механические характеристики: твёрдость и прочность при растяжении. В ряде случаев имеют близкий к нулю коэффициент теплового расширения, а их удельное электросопротивление в три – четыре раза выше его значения для железа и сплавов с кристаллической структурой. Наконец, некоторые из изделий с аморфной структурой являются в высшей степени коррозионно-стойкими.

Аморфные магнитосплавы имеют целый ряд преимуществ:

- низкие удельные потери;
- высокое электрическое сопротивление;
- отличные электромагнитные характеристики в широком диапазоне частот (до 1 МГц);
- возможность дальнейшей миниатюризации и повышения эффективности электронных устройств;
- снижение искрового тока и подавление шумов;
- экономия электроэнергии;
- более короткий (на 25%) цикл производства изделий из аморфных лент по сравнению с пермаллоями, что снижает энергетические затраты заводов-изготовителей;
- экологически достаточно чистое производство изделий из аморфных материалов по сравнению, например, с ферритами.

Сегодня металлургия, пожалуй, одна из самых востребованных энергетикой отраслей. Именно металлургические компании поставляют энергетикам составляющие любых «механизмов» – от мельчайшей электроники до крупногабаритных агрегатов.

ПАО «Ашинский металлургический завод» – одно из старейших предприятий металлургической отрасли России, основанное в 1898 году, давно сотрудничает с производителями электротехнической продукции; специалисты отрасли знакомы с его продукцией, которая в своем роде уникальна – это тончайшая электротехническая стальная лента, лента из аморфных и нанокристаллических сплавов, магнитопроводы для различного применения.

Производство аморфной и нанокристаллической ленты на Ашинском металлургическом заводе до сих пор является уникальным в России. Ее производство основано на сверхбыстрой закалке расплавленного металла, в результате чего получается лента толщиной 25-30 мкм., структура которой сравнима с жидкостью, то есть не имеет кристаллической решетки, при этом

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

прочностные характеристики сравнимы с алмазом. Изделия из аморфных сплавов имеют достаточно низкие магнитные потери и высокую магнитную проницаемость в сравнении с изделиями из традиционных материалов, таких, как электротехническая сталь, ферриты и прецизионные сплавы.

Сегодня цех по производству аморфных сплавов является производственным участком полного цикла, включающим в себя выплавку сплава, его разливку, изготовление магнитопроводов.

Производимые сплавы различного химического состава (на основе железа, кобальта, никеля) имеют широкую область применения: это электронная промышленность, счетчики электроэнергии, преобразовательная техника, сварочное оборудование, приборы средств связи и радиолокации, закалочные трансформаторы, трансформаторы тока и напряжения.

Так, аморфные и нанокристаллические сплавы марок 2НСР, 9КСР, 30КСР, 82К3ХСР, 84КХСР, 5БДСР, 1СР по ТУ 14-123-149-2009 используются для изготовления магнитопроводов, при этом ленты из сплавов марок 82К3ХСР и 84КХСР могут применяться в качестве электромагнитных экранов. Припойная лента 75Н13ХСР, 82Н7ХСР, 71Н18ХСР, 92НСР, 85НХ15СР применяется для пайки металлоконструкций из коррозионностойких сталей. В 2011 году освоено производство аморфной коррозионностойкой ленты марки 25НХСР, которая используется в пленочных нагревательных устройствах.

Учитывая высокий уровень изношенности электротехнического оборудования в России, необходимость повышения его надежности, постоянный рост энергопотребления, тенденции к энергосбережению, потребуется замена устаревшего оборудования, ввод новых высокоэффективных трансформаторных мощностей. И в этом случае применение магнитопроводов из аморфных и нанокристаллических сплавов – это значительный шаг в сторону снижения потерь, точности измерений и обеспечения стабильности работы электротехнического оборудования. В связи с этим вопросы использования аморфных материалов должны быть замечены исследователями и разработчиками оборудования и новых технологий в энергетике, основные направления развития которой определены в Энергетической стратегии России и стратегии развития энергомашиностроения на период до 2030 года [18, с. 584].

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание сплава

Конечным продуктом производимым из сплава 9КСР на участке АМКС (аморфных и микрокристаллических сплавов) ЭСПЦ-1 является тончайшая аморфная лента толщиной 25-30 мкм, шириной 43,5 мм.

Данный сплав относится к сплавам на основе железа, его химический состав представлен в таблице 1. В таблице 2 приведены магнитные и физические характеристики ленты на основе заданного сплава [29, с. 128].

Таблица 1 – Химический состав сплава 9КСР согласно ТУ 14-123-149-2009

Марка сплава и лигатуры	Содержание легирующих элементов, масса, %					
	В	Si	Ni	С	Со	Сг
9КСР	2,9-3,8	2,3-3,4	До 1,0	До 0,3	8,0-12,0	-

1.2 Назначение выплавляемого сплава

В Электросталеплавильном цехе №1 ПАО «АМЗ» производится тончайшая аморфная лента из сплава марки 9КСР. Потребители получают данную продукцию в виде непосредственно обрезной ленты заданной ширины, либо в виде магнитопроводов различного типа и исполнения.

Магнитопроводы из сплава 9КСР имеют прекрасные характеристики для работы в качестве магнитных сердечников трансформаторов взамен прецизионных кристаллических магнитомягких сплавов типа пермаллоев и электротехнической стали. Кроме того лента (термообработанная с наложением продольного магнитного поля) намотанная с тончайшей полимерной пленкой широко применяется в мире для изготовления специальных импульсных трансформаторов с фронтами до 40 наносекунд, что является возможным благодаря высокому коэффициенту прямоугольности (более 0,9). Наиболее широко лента из сплава 9КСР используется для изготовления магнитных ключей.

Таблица 2 – Магнитные и физические характеристики аморфной ленты из сплава 9КСР, после термомагнитной обработки с наложением продольного поля

Характеристики	Величины
Магнитная индукция при напряженности магнитного поля 800 А/м	1,56 Тл
Магнитная индукция при напряженности магнитного поля 100 А/м	1,48 Тл

Продолжение таблицы 2

Коэффициент прямоугольности при напряженности магнитного поля 100 А/м	более 0,9
Максимальная магнитная проницаемость	200000
Коэрцитивная сила при напряженности магнитного поля 80 А/м	6 А/м
Удельные потери (0,2 Тл, 10 кГц)	5 Вт/кг
Удельные потери (0,2 Тл, 20 кГц)	20 Вт/кг
Удельные потери (0,2 Тл, 100 кГц)	500 Вт/кг
Удельные потери (0,5 Тл, 20 кГц)	80 Вт/кг
Температура Кюри	460 °С
Температура начала кристаллизации	530 °С
Плотность	7,5 г/см ²
Удельное электрическое сопротивление	1,2 Ом·м·10 ⁻⁶
Константа магнитострикции, ppm	27-30·10 ⁻⁶
Максимальная температура длительного применения	160 °С

На рисунке 2 изображена петля гистерезиса принадлежащая ленте из сплава 9КСР, термообработанной с наложением продольного магнитного поля.

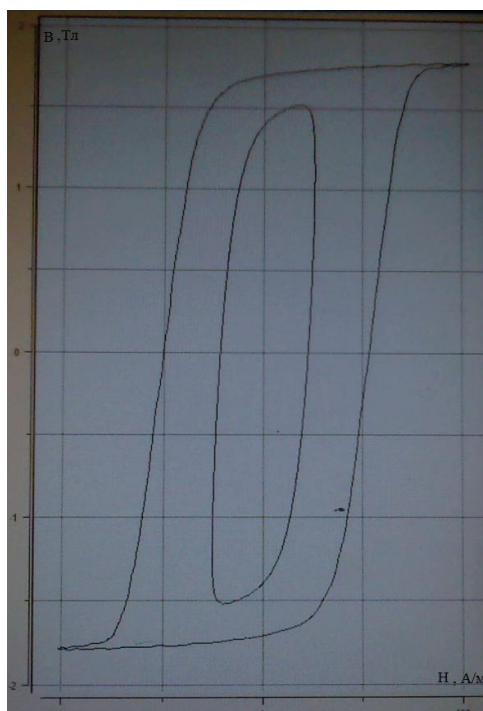


Рисунок 2 – Петля гистерезиса ленты 9КСР.

1.3 Технологическая схема производства тончайшей аморфной ленты

Технологический процесс получения аморфной ленты является сложнейшей и трудоёмкой операцией, от точности, проведения которой сильно зависит качество готовой продукции. Для получения аморфной ленты используется металл, выплавляемый в индукционных вакуумных печах. Плавка в вакуумных индукционных печах позволяет получать сплавы с малым содержанием газов, неметаллических включений и примесей цветных металлов, легировать сплав любыми элементами, в том числе обладающими высоким средством к кислороду, без их потерь на окисление.

В целом технология получения аморфной ленты состоит из следующих этапов:

- выплавка лигатуры для аморфизирующихся сплавов;
- выплавка аморфизирующихся сплавов;
- разливка аморфной ленты.

На рисунке 3 схематично изображена технологическая схема производства аморфной ленты и магнитных сердечников на её основе [14, с. 425].



Рисунок 3 – Технологическая схема производства аморфной ленты и магнитопроводов в ЭСПЦ-1

1.4 Выбор оборудования для выплавки

Для выплавки заданного сплава выбираем агрегат ИСВ-0,6. Данный агрегат представляет собой вакуумно-индукционную печь, его технические характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические данные электропечи ИСВ-0,49

Наименование параметра	Технические данные	
	Номинальные	Фактические
Ёмкость электропечи, т	0,49	0,49
Мощность рабочей частоты, кВт	500	500
Потребляемая мощность, кВт	740	740
Установленная мощность, кВт	1240	1240
Рабочая частота, Гц	1100	1100
Частота питающей сети, Гц	50	50
Число фаз питающей сети	3	3
Число фаз контура	1	1
Напряжение питающей сети, В	6000	6000
Напряжение контура, В	800	800
Напряжение силовых цепей, В	380	380
Напряжение цепей управления, В	220	220
Температура перегрева металла, °С, максимальная	1600	1700
Предельное остаточное давление в холодном состоянии в камере плавильной, Па (мм, рт.ст.)	0,133(1·10 ⁻³)	0,13
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	1400	1400
Скорость расплавления и перегрева, т/ч	0,24	0,2
Длина	1400	1400
Ширина	700	700
Высота	1600	1600
Расход охлаждающей воды, м ³ /ч	30	25
Масса электропечи, т	95	95
Габариты электропечи, мм		
Длина	10645	10595-10695
Ширина	11295	11245-11345
Высота	7560	7510-7610

В приложении представлен разрез электропечи ИСВ-0,49.

Разливка тончайшей аморфной ленты из слитка осуществляется на агрегате «Урал». Принцип получения аморфной ленты на установке «Урал» состоит в подаче расплава в форме плоской струи через кварцевое сопло на вращающийся с большой скоростью водоохлаждаемый барабан-холодильник (диск) из меди, где происходит сверхбыстрое охлаждение расплава, определяющее аморфную структуру получаемой металлической ленты.

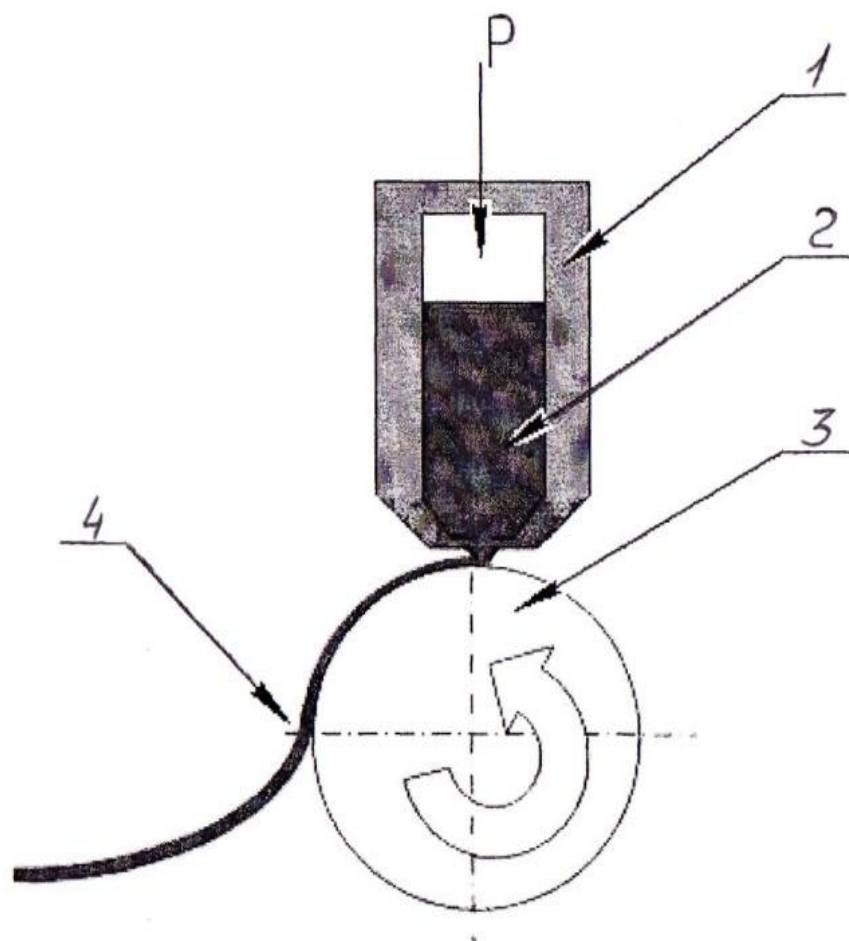


Рисунок 4 – Схема разливочной машины «Урал»

1 – плавильная камера, 2 – расплав, 3 – барабан-холодильник, 4 – лента

Конструктивно разливочная машина «Урал» (рисунок 4) состоит из двух основных узлов: плавильной камеры 1 и барабана-холодильника 3 (литейного диска), который вращается со скоростью 25-30 м/с.

В плавильной камере твёрдая шихта сплава расплавляется током высокой частоты генерируемого индуктором, нагревается до заданной температуры, поддерживаемой во время плавки.

В плавильную камеру подаётся воздух с избыточным давлением до $0,4 \text{ кг/см}^2$ для обеспечения постоянного расхода жидкого металла через сопло при разливке ленты.

При работе вакуумно-индукционной печи ИСВ-0,49 применяют набивной спечной тигель. Используемые для набивки тигля материалы представлены в таблице 6. Набивка тигля производится на специальном стенде. Для набивки тигля используется шаблон цилиндрической формы. Набивка подины и стенок производится на основе смесей 1,2,3. Смесь 4 используется для формирования воротника и сливного носка. После набивки тигель просушивается 24 часа на воздухе, затем заполняется раздробленным на куски слитком спекающей плавки и выдерживается 24 часа при температуре 600-900 °С, затем слиток расплавляют, выдерживают 30 минут и сливают.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Таблица 4 – Огнеупорные смеси, применяемые для изготовления тиглей

№ Смеси	Наименование материала, Марка	Фракция, мм	Вид Футеровки
1	Периклаз плавленный ПППЛ 95 Порошок периклазовый	3-5 0,08	Основная
2	Электрокорунд 24А Маршалит КП-3 Электрокорунд микропорошок	0,1-1 0,01-0,08 0,005-0,06	Нейтральная
3	Электрокорунд белый Электрокорунд микропорошок	1-3 0,075-0,08	Нейтральная
4	Периклаз плавленный ПППЛ 95 Смесь 2, либо смесь 3 Жидкое стекло	3-5 - -	Полукислая

В качестве огнеупоров на установке «Урал» используются [30, с. 251].:

- электрокорундовый тигель ТК-13 (или ТК-15);
- ВГБМ-80 (высокоглинистая буферная масса);
- магнезит фракции 1-3, 3-5.

Выплавка лигатуры для аморфизирующихся сплавов, является первой стадией процесса производства аморфной ленты. На этой стадии, производят выплавку сплава (лигатуры) железо-бор-кремний это делается в виду того, что бор очень сложно растворить в больших количествах. Данную выплавку производят на индукционной вакуумной печи ИСВ-0,04. Масса выплавляемой лигатуры около 40 кг. Плавка ведётся в вакууме при температуре 1500⁰ С около 3 часов. После получения сплава его проверяют на химический состав (таблица 1), при помощи спектрального анализа. Если он не удовлетворяет требованиям, то плавку дошихтовывают и так повторяют до тех пор, пока не уложатся в нужный химический состав [26, с. 702]. Схема вакуумной печи ИСВ-0,04 показана на рисунке 5.

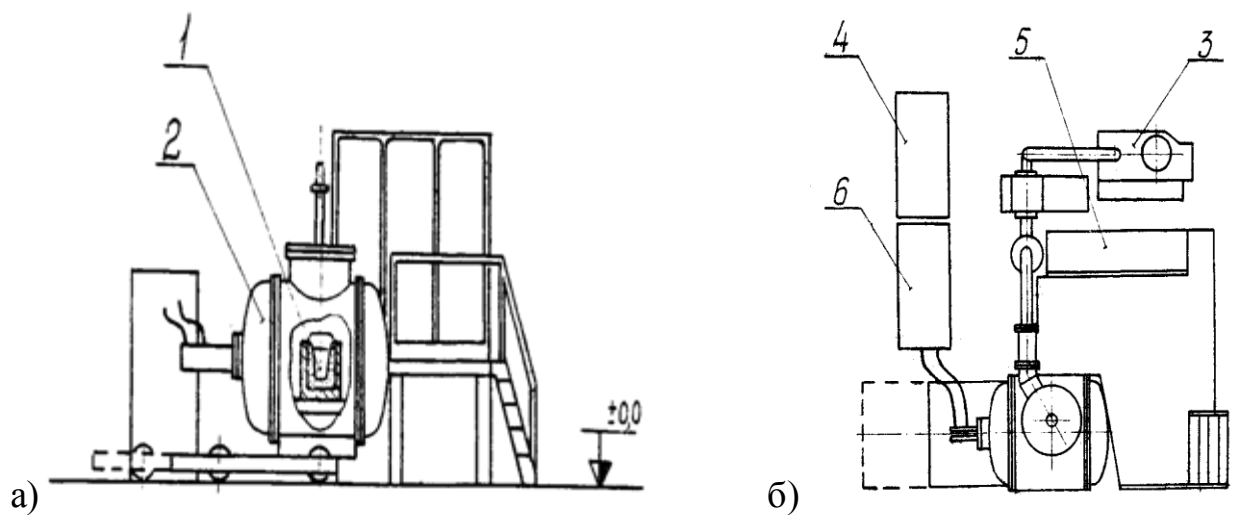


Рисунок 5 - Схема конструкции печи ИСВ-0,04

а) вид сбоку; б) вид сверху; 1 - тигель, 2 - крышка на подвижной части, 3 - вакуумная система, 4 - источник питания, 5 - пульт управления, 6 - конденсаторные батареи.

1.5 Работа электропечи ИСВ-0,04

После загрузки шихтовых материалов в тигель электропечи 1, закрывается крышка подвижной части 2 и производится вакуумирование рабочего пространства до разряжения $5133 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$ ($5 \cdot 10^{-3} \text{ мм рт.ст.}$) при помощи вакуумной системы 3.

От источника питания 4 подаётся напряжение на индуктор электропечи, производится нагрев и расплавление шихты.

После расплавления шихты проводится окончательное рафинирование и выдержка расплава при остаточном давлении $5133 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$ ($5 \cdot 10^{-3} \text{ мм рт.ст.}$)

При помощи механизма наклона производится наклон печи на 90 градусов и слив расплава из тигля в изложницу. Завершается рабочей цикл напуском воздуха в рабочее пространство электропечи, перемещением подвижной части 2 и удалением слитка.

Управление процессом выплавки осуществляется в ручном режиме с щита управления 5.

При помощи конденсаторной батареи 6 поддерживается постоянный коэффициент мощности контура.

Технические характеристики ИСВ-0,04 приведены в таблице 5.

Таблица 5- Основные технические данные электропечи ИСВ-0,04

Мощность потребляемая, кВт/ч	160
Номинальная вместимость тигля, т	0,04
Мощность генератора, питающего плавильную печь, кВт	120

Продолжение таблицы 5

Напряжение, В	
а) питающей цепи	380
б) контурной цепи	500
в) цепи управления	220/380
Частота, Гц	
а) питающей цепи	50
б) контурной цепи	2400
Число фаз	
а) питающей цепи	3
б) контурной цепи	1
Предельный вакуум в холодной печи Па.	5133×10^{-3}
Максимальное избыточное давление защитного газа, атм.	0,1
Производительность по расплавлению и перегреву, т/ч	0,12
Удельный расход электроэнергии на расплавление, (кВт/ч)/т	1100
Максимальное число заливаемых форм	1
Расход воды, м ³ /ч	7
Габаритные размеры электропечи, мм	
Длина	5600
Ширина	5200
Высота	4000
Масса электропечи, т	10
Температура перегрева металла, °С	1650

Следующим этапом является выплавка требуемой марки сплава, из которого в последующем и будет получена лента. Плавку производят в печи ИСВ-0,49, масса выплавляемого сплава в котором примерно 490 кг. Плавку производят в вакууме при температурах 1420-1500°С около 4-6 часов. После расплава шихты специальным пробоотборником берут пробу плавки на спектральный анализ. Если плавка не соответствует химическому составу, делают дошихтовку и так повторяют, пока не уложатся в нужный химический состав. Взятие пробы и дошихтовку проводят под вакуумом. После того как достигнут требуемый химический состав, плавка считается законченной и полученный металл сливается в изложницу, в которой он остывает в течение 1 часа в полном вакууме.

В таблице 6 представлен температурный режим выплавки сплава 9КСР.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Таблица 6 – Температурный режим плавки сплава 9ЖСР

Марка сплава	Температура перегрева, °С	Температура выдержки, °С	Температура слива, °С
9ЖСР	1500 ±10	1420 ±10	1420 ±10

Слитки-заготовки должны иметь прямоугольный профиль, толщина слитка должна быть от 5 до 50 мм.

Поверхность слитков-заготовок должна иметь металлический блеск. Окисление поверхности, а также ее загрязнение инородными материалами, не допускается. Все загрязнения поверхности должны быть удалены обработкой металлической щеткой. Слитки с глубоко окисленной поверхностью переплавляются. По краям слитка в изложнице допускаются цвета побежалости.

Излом слитков аморфизирующихся сплавов и лигатур должен быть однородным и не содержать неметаллических включений, определяемых визуально. В изломе слитков не должно наблюдаться выделений интерметаллических соединений в виде боридов и силицидов. Куски слитков сплавов и лигатур, содержащие локализованные включения, отбраковываются и повторно переплавляются [23, с. 612].

1.6 Устройство и работа электропечи ИСВ-0,49

Технические данные электропечи ИСВ-0,49 представлены в таблице 3. Разрез печи и спецификация в приложении .

Данная электропечь рисунок 6, полунепрерывного действия позволяет проводить серию плавов без нарушения вакуума в плавильной камере. Схема вакуумной индукционной печи ИСВ-0,49 показана на рисунке 6. Плавка металла происходит в индукционной электропечи 2, которая помещена в плавильную камеру 1. Разливка металла производится в изложницу 4, которая устанавливается на перемещающуюся тележку 8 и подаётся в плавильную камеру при помощи привода и цепной передачи.

Плавильная камера 1 представляет собой вертикальный водоохлаждаемый цилиндр с помещёнными внутри индукционной электропечью 2 и приводом наклона 19. Сверху плавильная камера закрыта эллиптической крышкой 10 имеющая возможность приподниматься и откатываться по рельсам в сторону от плавильной камеры. На крыше установлены: поворотная колонна 14, с подвешенным на ней загрузочной камерой 9 для загрузки шихтовых материалов, камерой термоустройства 15 для измерения температуры металла в тигле и взятия проб, и гляделки 18 для наблюдения за процессом плавки.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

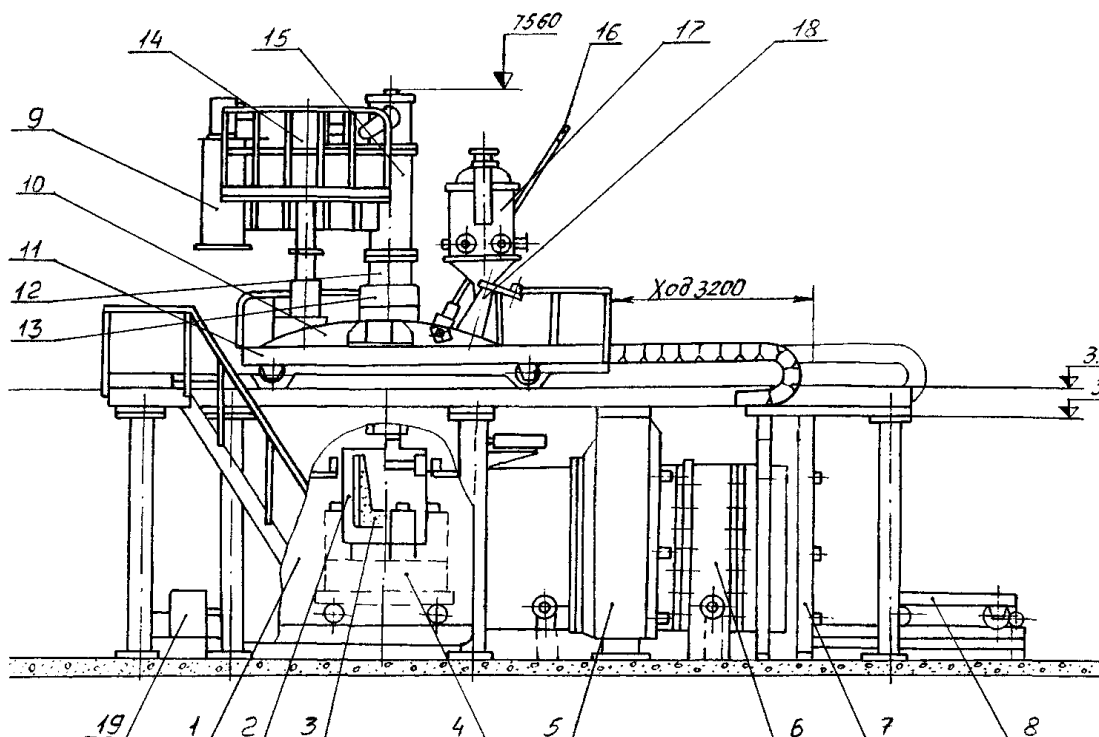


Рисунок 6 - Схема вакуумной индукционной печи ИСВ-0,49

1 - плавильная камера; 2 - индукционная электропечь; 3 - тигель; 4 - изложница; 5 - затвор (между плавильной и шлюзовой камерой); 6 - шлюзовая камера; 7 - затвор; 8 - тележка для изложницы; 9 - загрузочная камера; 10 - крыша плавильной камеры; 11 - площадка для отката крышки; 12 - промежуточный патрубок; 13 - затвор (между плавильной камерой и камерами загрузочной и термоустройства); 14 - поворотная колонна; 15 - камера термоустройства; 16 - ломик; 17 - дозатор; 18 - гляделки; 19 - привод наклона индукционной печи.

Для подачи тележки 8 с изложницей 4 без нарушения вакуума в плавильной камере, предусмотрена шлюзовая камера 6, состоящая из камеры и двух технологических затворов 5 и 7. Для создания вакуума в плавильной камере и в шлюзовой камере предусмотрена вакуумная система с элементами контроля вакуума.

Охлаждаемые элементы электропечи питаются от трёх коллекторов, позволяющих регулировать расход воды и контролировать её наличие и температуру.

Электропитание индукторов индукционной электропечи осуществляется от преобразователя частоты ППЧВ-500-1,0-6000 и конденсаторной батареи для компенсации реактивной мощности.

Управление электропечи в целом производится со щитов управления расположенных на рабочей площадке электропечи и площадках цеха.

						22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			20

Загрузка шихтовых материалов производится вручную, аккуратно опуская шихту в тигель не повредив футеровку. При загрузке сначала на дно тигля подаётся лигатура (для создания лужи так, как её температура плавления меньше), затем загружается основа сплава (железо или кобальт) по периметру так, чтобы образовался контур, и сверху грузят легирующие элементы. Чем, меньше фракции шихтовых материалов, тем быстрее будет происходить плавление.

Нагрев шихтовых материалов загруженных в тигель начинается после создания вакуума в плавильной камере печи, чтобы не допустить окисления шихты.

Универсальным переключателем на щите управления включается возбуждение генератора. Ток возбуждения регулятором устанавливается с таким расчетом, чтобы напряжение генератора составляло около 30% от номинального значения. При этом напряжении производится подбором числа включенных конденсаторов переменной конденсаторной батареи в расчете на обеспечение в цепи генератора емкости коэффициента мощности $\cos\phi = 0,9$. Затем регуляторам возбуждения устанавливается мощность порядка 50% номинальной. Через некоторое время после включения, когда электрический режим печи стабилизируется, устанавливается номинальная мощность. В процессе нагрева шихты необходимо постоянно следить за показаниями измерительных приборов контролирующих режим работы генератора повышенной частоты, не допуская превышения номинальных данных по току и напряжению. Коэффициент мощности должен поддерживаться опережающим и равным 0,9.

Перед включением возбуждения необходимо проверить расход воды в цепях охлаждения индуктора гибких кабелях и конденсаторной батареи. Расход воды в цепи охлаждения индуктора должен быть отрегулирован с таким расчетом чтобы температура воды на выходе из индуктора не превышала 50° С.

Для сокращения времени расплавления нагрев металла следует вести плавку на максимальной мощности. По мере расплавления шихтовых материалов необходимо следить за оседанием шихты. Нельзя допускать образования «мостов». В случае необходимости образовавшийся «мост» пробивается ломиком установленным на верхней крышки плавильной камеры. При использовании ломака необходимо отключать возбуждение генератора. Для устранения больших «мостов» или «настылей» допускается их подплавлять наклоном плавильной печи [1, с. 617].

Догрузка шихтовых материалов в тигель печи производится при помощи загрузочной корзины. В загрузочную корзину можно поместить не больше 300кг шихты. Загрузка в тигель последующих порций шихты проводится так же, как и загрузка первой корзины. Догрузку шихты необходимо производить внимательно; не допуская полного расплавления находящихся в тигле материалов; так как загрузка шихты в жидкий металл может вызвать выброс жидкого металла из тигля и повредить загрузочную корзину.

В процессе нагрева шихтовых материалов в тигле происходит частичная дегазация металла в твердом состоянии. В процессе расплавления происходит полная дегазация металла в жидком состоянии.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

После полного расплавления шихтовых материалов и дегазации металла производится нагрев металла до заданной температуры. Перегрев ведется на максимальной мощности. Если в процессе перегрева начинается чрезмерно интенсивное разбрызгивание металла; то во избежание образования настывшей на воротнике тигля и выбросов металла из тигля необходимо снизить мощность. Если и это не прекращает разбрызгивания металла; то следует прекратить временно откачку из плавильной камеры; перекрыв затворы. Если же и эти меры не приводят к успокоению металла; то следует дать небольшое давление инертного газа в плавильную камеру. Количество нейтрального газа определяется опытным путем. Температурный режим плавки представлен в таблице 6.

При достижении металлом заданной температуры мощность снижается до величины, обеспечивающей поддержание неизменной температуры металла.

Выдержка металла при постоянной температуре проводится при пониженной мощности. В этот период происходит окончательная дегазация металла, осуществляется его раскисление и удаление летучих примесей. Продолжительность выдержки зависит от качества шихтовых материалов, рода сплава и технологии процесса.

Вместе с тем длительная выдержка металла может привести к загрязнению сплава в результате контактных реакций с футеровкой и ускоренному износу тигля.

Слив металла в изложницу производится включением механизма наклона индукционной электропечи. При сливке металла следует вести непрерывный визуальный контроль за заполнением разливочной воронки металлом, не допуская перелива.

Немедленно после слива металла, не допуская заметного охлаждения тигля, следует очистить тигель от остатков металла и шлака. Эта операция производится с помощью шарнирного устройства, снабженного скребком. Одновременно с зачисткой производится тщательный осмотр тигля, устанавливающий возможность дальнейшего проведения плавки. Если состояние тигля вызывает опасения, то дальнейшая его эксплуатация не разрешается. Требуется замена плавильного узла [17, с. 246].

1.7 Получение аморфной ленты на разливочной машине «Урал»

Полученный слиток колется при помощи кувалд или гидравлического прессы и подается на разливочную машину «Урал», где он согласно технологической карте взвешивается и загружается в тигель. После того как тигель загружен, приступают к подготовке диска-холодильника: производят его проточку и шлифовку. Чем точнее будет сделана эта операция, тем выше будет качество готовой ленты.

Принцип получения аморфной ленты на установке «Урал» состоит в подаче расплава в форме плоской струи через кварцевое сопло на вращающийся с большой скоростью барабан (диск) из меди, где происходит сверхбыстрое охлаждение расплава, определяющее аморфную структуру получаемой металлической ленты.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Конструктивно разливочная машина «Урал» рисунок 4 состоит из двух основных узлов: плавильной камеры 1 и барабана-холодильника 3 (литейного диска), который вращается со скоростью 25-30 м/с.

В плавильной камере твёрдая шихта сплава расплавляется током высокой частоты генерируемого индуктором, нагревается до заданной температуры, поддерживаемой во время плавки.

В плавильную камеру подаётся воздух с избыточным давлением до 0,4 кг/см² для защиты поверхности расплава от окисления и для поддержания требуемой величины избыточного давления с целью обеспечения постоянного расхода жидкого металла через сопло при разливки ленты [19, с. 157].

Разливка начинается с момента подачи воздуха. С этого момента жидкий металл под действием избыточного давления через кварцевую трубку подаётся в сопло, расположенное в нижней части плавильной камеры. Металл через щель сопла в виде сформированной струи поступает на поверхность литейного диска, вращающегося вокруг горизонтальной оси и представляющий собою двухпорный валок с внутренними каналами водяного охлаждения. Биение наружной поверхности барабана не должно превышать 5 мкм. Ввиду ухудшения качества поверхности диска в процессе перед разливкой производится его проточка и шлифовка.

Технологический процесс получения аморфной ленты на машине «Урал» является циклическим и включает в себя следующие операции:

- подготовка установки к плавке (установка сопла, загрузка шихты, установка плавильной камеры в заданное начальное положение относительно поверхности диска);
- расплавление шихты и выдержка расплава при достижении заданной температуры;
- разливка расплава на литейный диск и получение готовой продукции (аморфной ленты).

Весь цикл работы занимает около 2,5 часов, при этом процесс разливки длится от 5 до 10 минут в зависимости от загрузки плавильной камеры шихтой (от 30 до 50 кг) и ширины ленты (от 20 до 55 мм).

По окончании разливки готовая лента сматывается в рулоны на специальной установке.

Для установки плавильной камеры в заданное положение в процессе выполнения подготовительных операций и поддержания заданной величины зазора между поверхностью литейного диска и соплом в установке предусмотрены механизм горизонтального перемещения, механизм подъёма-опускания и механизм наклона плавильной камеры. Управление указанными механизмами осуществляется шаговыми двигателями [3, с. 357].

Основная задача управления процессом заключается в получении готовой ленты заданной толщины и заданных физических свойств. Основными технологическими параметрами, влияющими на качество готовой продукции, являются:

- температура расплава;
- давление в плавильной камере в период разливки;

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

- величина зазора сопло-диск.

1.8 Сырьевые материалы, необходимые для выплавки

Ко всем выплавляемым в ЭСПЦ-1 сплавам предъявляются очень высокие требования по чистоте (содержанию вредных примесей) и точности химического состава, соответственно высокие требования предъявляются и к шихтовым материалам [10, с. 176].

В качестве шихты для выплавки аморфизирующегося сплава 9КСР используются:

- армко-железо марок 005ЖР, 008ЖР;
- лигатура ЖБК собственного производства;
- кобальт К-1;
- кремний Кр1.

В таблице 7 приведён химический состав вышеперечисленных материалов.

Таблица 7- Химический состав шихтовых материалов для выплавки сплава 9КСР согласно нормативно-технической документации, (%)

	Fe	Si	Mn	Co	Ni	Cu	C	S	P
Лигатура собственного производства ТИ-123-А- 01.03.2012	88,3	3	В8,4	0,2	-	-	0,12	-	-
Армко-железо ГОСТ 2951-88	99,9	до 0,05	До 0,035	-	-	н.б. 0,05	н.б. 0,025	н.б. 0,025	н.б. 0,015
Кремний Кр1 ГОСТ 2169-69	н.б. 0,7	н.м 98	А1 н.б.0,7	Са н.б.0,6	-	-	-	-	-
Кобальт К-1 ГОСТ 123-2008	н.б. 0,4	-	н.б. 0,07	н.м. 99,25	0,3	-	0,03	0,004	-

1.9 Контроль качества продукции

Вся продукция ЭСПЦ-1 проходит тщательный технологический контроль на каждом переделе. Для этого цех оснащён современным измерительным оборудованием.

В процессе шихтования плавки материалы взвешиваются на электронных весах.

В процессе выплавки одним из важнейших параметров является температура расплава, которая замеряется посредством термопар и термодатчиков. Вторым важнейшим параметром при выплавке является химический состав. Его определяют следующим образом: из расплава специальным пробоотборником берётся контрольная проба, которая после

остывания доставляется в лабораторию аморфных сплавов (ЛАС) -участок ЦЗЛ при цехе, где при помощи фотоэлектрических вакуумных установок ДФС-41 и ДФС-51 (посредством спектроскопии) с высокой точностью и достаточно быстро определяют химический состав расплава [5, с. 24].

В процессе разливки аморфной ленты также важна температура нагрева расплава, которую измеряют, как и при выплавке, термопарой с термодатчиком. Важными характеристиками разлитой ленты являются ширина (измеряется штангенциркулем) и толщина (измеряется индикаторным многооборотным микрометром типа МИГ). Сразу после окончания разливки отбирается контрольная проба ленты для испытаний на магнитные свойства. Эти испытания производятся в ЛАС следующим образом: из образца ленты навивается магнитопровод стандартного образца и подвергается термомагнитной обработке, после чего на установке ММК-С-100-5 измеряются основные магнитные характеристики (магнитная индукция, магнитная проницаемость, коэрцитивная сила (таблица 9)) и делается вывод о качестве данной партии ленты. Все измерения отображаются в протоколе, который сопровождает партию ленты вместе с другими документами на протяжении всего технологического пути [16, с. 205].

Для изучения структуры металла в ЛАС имеются поляризационный микроскоп AMPLIVAL и автоматический структурный анализатор EPIQUAT.

Таблица 8 – Приёмосдаточные магнитные свойства ленты марки 9КСР

Марка сплава	Класс	Магнитная индукция В2500 при напряженности магнитного поля 2500 А/м, Тл	Магнитная индукция В800 при напряженности магнитного поля 800 А/м, Тл	Магнитная индукция В100 при напряженности магнитного поля 100 А/м, Тл	Коэффициент прямоугольности $K_{пр} = B_r / B_{100}$
		не менее	не менее	не менее	
9КСР	I	1,56	–	1,48	0,90
	II	1,61	–	1,50	0,92

По геометрическим параметрам к ленте предъявляются следующие требования:

- расхождение по ширине - ± 1 мм;
- толщина – до 32 мкм;
- разнотолщинность – до 5 мкм (при ширине 43 мм).

2 РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Технологические параметры выплавки

Технологический процесс выплавки аморфизирующегося сплава марки 9ЖСР на агрегате ИСВ-0,49 состоит из четырёх этапов:

- загрузка шихты в печь и вакуумирование;
- нагрев шихты до состояния расплава, перегрев расплава до заданной температуры и выдержка при этой температуре;
- выдержка расплава при определённой температуре;
- слив расплава в изложницу.

При загрузке шихты в печь контролируются параметры:

- размер кусков (армко-железо загружается в виде цилиндров диаметром 30-100 мм, длиной не более 800мм, размер кусков остальных компонентов шихты не должен превышать 50 мм) является важным параметром вследствие ограниченного объёма тигля, кроме того наиболее плотное заполнение тигля ведет к увеличению тепловой эффективности плавки;

- масса каждого компонента шихты (неточная развесовка компонентов загрузки приводит к необходимости дошихтовки (дошихтовок) в процессе плавки, что существенно увеличивает время одной плавки).

Контролирующими приборами и инструментами на этом этапе являются электронные весы, штангенциркуль, рулетка, сортовые ножницы для резки армко-железа, пресс для колки кусков компонентов шихты, галтовочный барабан для галтования армко-железа.

После того как все шихтовые материалы будут помещены в тигель печи, крышку печи герметично закрывают и включают вакуумный насос, который создаёт вакуум, поэтапно удаляя воздух до давления 0,13 Па за 15 минут.

Важно создать вакуум до начала нагрева садки, чтобы исключить окисление её компонентов.

После достижения необходимого вакуума начинается процесс нагрева. Нагрев шихты ведётся плавно и непрерывно до тех пор, пока визуально вся садка не будет расплавлена (70 минут). Нагрев останавливают при достижении температуры перегрева - 1500°C и выдерживают на этой температуре 30 минут. После получасовой спокойной выдержки проводят получасовое перемешивание расплава посредством электромагнитного поля создаваемого перемешивающими витками индуктора. Выдержка и перемешивание перегретого металла необходима для растворения тугоплавких компонентов шихты и для более глубокого рафинирования расплава.

После окончания перемешивания перегретого расплава, его температуру снижают до 1420°C и перемешивают при этой температуре 30 минут, затем берут пробу для химического анализа. В течение времени, которое производится химический анализ взятой пробы (не более 30 минут), продолжается перемешивание расплава при температуре 1420°C.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Выдержка и перемешивание расплава при этой температуре важна для его полнейшей дегазации.

После получения положительного заключения по химическому составу из лаборатории производят слив расплава в разъемную чугунную изложницу (приложение). Слив металла в изложницу через разливочную воронку производится включением механизма наклона индукционной электропечи. Изложница после заполнения 1 час остаётся в вакууме, после чего на тележке выкатывается из плавильной камеры и далее остывает на воздухе. Нахождение металла в вакууме первый час после слива необходимо для исключения окисления поверхности слитка.

Технологический режим выплавки сплава 9КСР в графическом виде изложен в приложении .

2.2 Материальный баланс плавки 9КСР

Химический состав аморфизирующегося сплава 9КСР представлен в таблице 2. Шихтовые материалы и их химический состав приведены в таблице 5.

На выплавку конкретного сплава или лигатуры выбирают шихтовые материалы для плавки и вписывают их состав в шихтовую карту технологического паспорта, после чего в нижней части таблицы вписывается заданный химический состав сплава.

Подсчитывают массу чистых элементов в сплаве, необходимых на плавку:

$$m_A = \frac{K_A \cdot M_3}{100}, \quad (1)$$

где m_A – масса элемента «а» на плавку, кг;

K_A – заданная концентрация элемента «А» в сплаве, масс.%

M_3 – масса плавки (загрузки), кг

Расчет шихты производят последовательно в порядке увеличения количества вариантов набора шихтовых компонентов, содержащих рассчитываемый элемент. (Чаще всего для аморфных сплавов расчет производится по бору.)

Рассчитывают количество первого компонента шихты по основному элементу (чаще всего по бору):

$$m_1 = \frac{M_A}{\mu_A} 100, \quad (2)$$

где m_1 – количество первого компонента шихты, кг;

μ_A – содержание элемента «А» в первом компоненте шихты, масс.%

Полученный результат вписывают в строку первого компонента в столбце «масса на загрузку».

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Если в первом компоненте есть другой легирующий элемент, рассчитывают количество элемента «Б», вносимого в шихту первым компонентом:

$$m_B^1 = \frac{M_1}{100} \mu_B^2, \quad (3)$$

где m_B^1 – количество элемента «Б», вносимого в шихту первым компонентом, кг;

μ_B^2 – содержание элемента «Б» во втором компоненте шихты, масс. %.

Рассчитать количество второго элемента шихты по второму основному элементу «Б»:

$$M_2 = \frac{m_B - m_B^1}{\mu_B^2} 100, \quad (4)$$

Аналогичным образом рассчитывают количество третьего, четвертого и т.д. компонентов, вносящих легирующие элементы в сплав.

После расчета всего количества легирующих компонентов в сплаве, рассчитывают количество основы сплава (растворителя):

$$M_0 = M_s - M_1 - M_2 - \dots - M_i, \quad (5)$$

где M_0 – количество основы шихты, кг;

M_i – количество i -го компонента шихты, кг

Результаты расчета вносят в шихтовую карту технологического паспорта.

Расчёт шихты ведём по массе конечного продукта ≈ 500 кг.

Используя формулу (1) рассчитываем массу чистых элементов в сплаве:

$$M_B = \frac{3 \cdot 500}{100} = 15 \text{ кг},$$

$$M_{Si} = \frac{2,75 \cdot 500}{100} = 13,75 \text{ кг},$$

$$M_{Co} = \frac{8,9 \cdot 500}{100} = 44,5 \text{ кг},$$

$$M_{Fe} = 500 - 44,5 - 13,75 - 14,5 = 427,25 \text{ кг}.$$

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

С помощью формулы (2) рассчитываем требуемое количество лигатуры ЖБК по бору:

$$M_{\text{Лиз}} = \frac{15}{8,4} \cdot 100 = 178,57 \text{ кг.}$$

По формуле (3) определяем массу остальных элементов вносимых лигатурой ЖБК:

$$M_{\text{Fe}} = 178,57 \cdot 0,883 = 157,68 \text{ кг,}$$

$$M_{\text{Si}} = 178,57 \cdot 0,03 = 5,36 \text{ кг,}$$

$$M_{\text{Co}} = 178,57 \cdot 0,002 = 0,36 \text{ кг}$$

$$M_{\text{C}} = 178,57 \cdot 0,0012 = 0,21 \text{ кг.}$$

Находим массу кремния Кр-1, необходимую для шихтования используя формулу (2):

$$M_{\text{Кр1}} = \frac{(13,75 - 5,36)}{98,5} \cdot 100 = 8,52 \text{ кг.}$$

Определяем количество железа вносимого с Кр-1:

$$M_{\text{Fe}} = 8,52 \cdot 0,006 = 0,05 \text{ кг.}$$

Находим требуемую массу кобальта К-1:

$$M_{\text{К1}} = \frac{(44,5 - 0,36)}{99,6} \cdot 100 = 44,32 \text{ кг.}$$

Рассчитываем массу других компонентов вносимых с К-1:

$$M_{\text{Fe}} = 44,32 \cdot 0,003 = 0,13 \text{ кг,}$$

$$M_{\text{C}} = 44,32 \cdot 0,0003 = 0,01 \text{ кг.}$$

Находим массу армко-железа:

$$M_{\text{Ж}} = \frac{(427,25 - 0,13 - 0,05 - 157,68)}{99,9} \cdot 100 = 269,66 \text{ кг.}$$

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Рассчитываем массу других компонентов вносимых с армко-железом:

$$M_{Si} = 269,66 \cdot 0,00045 = 0,12 \text{ кг},$$

$$M_C = 269,66 \cdot 0,00025 = 0,07 \text{ кг}.$$

Результаты расчёта масс компонентов шихты заносим в таблицу 9.

Таблица 9 - Масса элементов, вносимых шихтовыми материалами, кг.

Компоненты шихты, кг	Fe	Si	B	Co	C
Лигатура – 178,57 кг	157,68	5,36	15	0,36	0,21
Армко-железо – 269,66 кг	269,47	0,12	-	-	0,07
Кр-1 – 8,52 кг	0,05	8,47	-	-	
К-1 – 44,32 кг	0,13	-	-	44,18	0,01
Всего - 501,07кг	427,33	13,95	15	44,54	0,29
Всего, 100 %	85,28	2,78	2,99	8,89	0,06

Плавка ведётся на «чистых» материалах, следовательно в печь попадает бесконечно малое количество оксидов и прочих загрязнений, которым при расчётах пренебрегаем.

Плавка ведётся в условиях глубокого вакуума (0,13 Па), следовательно имеет место почти полное отсутствие кислорода, поэтому окисления в печи не происходит. Однако, малое количество элементов имеющих большое сродство к кислороду (углерод и кремний) окисляется тем кислородом, который остаётся и небольшое количество шлака образуется. При сливе готового сплава в изложницу и его кристаллизации шлак скапливается в верхней части слитка непосредственно под воронкой. Эта часть слитка в последствии отдаётся на переплав.

Принимаем, что кремний окисляется на 5% за плавку, а углерод – на 3%. Тогда потери кремния составят:

$$13,95 \cdot 0,05 = 0,7 \text{ кг}.$$

При этом образуется 1,5 кг. SiO_2 , которые переходят в шлак.

Потери углерода составляют:

$$0,29 \cdot 0,03 = 0,009 \text{ кг}.$$

При этом образуется 0,021кг. CO (не CO_2 , так как имеет место недостаток кислорода), которые удаляются вакуумным насосом.

Также в шлак переходит Al_2O_3 из футеровки в количестве 0,12 кг. за плавку.

Кроме того имеют место потери железа на испарение в количестве 0,2% за плавку и потери всего расплава при разбрызгивании (настыли) в количестве 0,75 кг. за плавку.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Материальный баланс плавки сплава 9КСР представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Материальный баланс плавки сплава 9КСР

Поступило	кг.	Получено	кг.
Армко-железо	269,66	Слиток	497,95
Лигатура Fe-B-Si	178,57	Шлак	1,62
Кобальт марки К-1	44,32	Настыли	0,75
Кремний марки Кр-1	8,52	Испарённое железо	0,85
Футеровка	0,12	Угарный газ	0,021
Всего	501,19	Всего	501,19

Невязкость: $501,19 - 501,19 = 0$.

Полученные данные в расчёте, говорят о том что невязкость отсутствует, следовательно, расчёт произведён правильно.

2.3 Тепловой расчёт печи

Объём тигля:

$$V_T = \frac{G}{\gamma_c},$$

где G -вес садки, кг.;

γ_c -плотность сплава в расплавленном состоянии, кг/м³.

$$V_T = \frac{500}{7300} = 0,068 \text{ м}^3.$$

Активная мощность, переданная в садку:

$$P_{a2} = \frac{G \cdot i_0}{864 \cdot \tau_1 \cdot \eta_m},$$

где i_0 -теплосодержание при температуре плавления, ккал/кг.;

τ_1 -время плавки, час;

η_m -тепловой КПД печи.

$$P_{a2} = \frac{500 \cdot 637,63}{864 \cdot 4,5 \cdot 0,8} = 102,5 \text{ кВт.}$$

Полезная активная мощность затраченная на нагрев:

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$P_{a2н} = P_{a2} \cdot \eta_m = 102,5 \cdot 0,8 = 82 \text{ кВт.}$$

Тепловые потери:

$$P_{am} = 102,5 - 82 = 20,5 \text{ кВт.}$$

Тепловые потери через стенку тигля:

$$\phi_{cm} = (T_p - T_s) 10^{-3} \left(\frac{\sum_{i=1}^N \ln \frac{D_{i+1}}{D_i}}{2\pi\lambda_i h_m + 1} \right)^{-1} \frac{1}{\alpha s_{m.o}},$$

где T_p – температура внутренней стенки футеровки тигля, равная температуре жидкого металла, К;

T_b – температура воды, охлаждающей индуктор, К;

$D_1 = D_{m.cр}$ – средний внутренний диаметр тигля, м;

N – число слоев стенки тигля, включая электроизоляционную обмазку и рабочую стенку трубки индуктора, омываемую охлаждающей водой;

λ_i – теплопроводность i -го слоя, $\frac{Вт}{м \cdot К}$;

α – коэффициент конвективной теплоотдачи в системе охлаждения индуктора, $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$. Принимаем α равным $2,8 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$;

$s_{m.o}$ – площадь теплоотдающей поверхности охлаждения индуктора, $м^2$.

Определяем внешние диаметры слоев футеровки стены тигля, м:

$$D_1 = 0,28 + 2 \cdot 0,05 = 0,38,$$

$$D_2 = 0,38 + 2 \cdot 0,005 = 0,39,$$

$$D_3 = 0,39 + 2 \cdot 0,05 = 0,40 = D_{вн}.$$

Задаем распределение температур по границам слоев, К:

$$T_{cp1} = 0,5(1770 + 800) = 1285$$

$$T_{cp2} = 0,5(800 + 420) = 610;$$

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$T_{cp3} = 0,5(420 + 320) = 370 .$$

Оцениваем средние теплопроводности слоев, $\frac{Вт}{м \cdot К}$:

$$\lambda_1 \approx 0,8 ;$$

$$\lambda_2 \approx 0,2 ;$$

$$\lambda_3 \approx 0,7 .$$

Поскольку соотношение внешних и внутренних диаметров цилиндрических слоев футеровки стены тигля составляет:

$$\frac{D_1}{D_m} = \frac{0,38}{0,28} \approx 1,36 < 1,8 ;$$

$$\frac{D_2}{D_m} = \frac{0,39}{0,38} \approx 1,03 < 1,8 ;$$

$$\frac{D_3}{D_m} = \frac{0,40}{0,39} \approx 1,02 < 1,8 ,$$

тепловое сопротивление $(R_T)_i$, $\frac{К}{Вт}$, каждого цилиндрического слоя высотой $h=h_m=0,36$ м определяем с учетом средней площади $(s_p)_i$, $м^2$:

$$s_{p1} = 3,14 \cdot 0,5(0,28 + 0,38) \cdot 0,36 = 0,373 ;$$

$$s_{p2} = 3,14 \cdot 0,5(0,38 + 0,39) \cdot 0,36 = 0,435 ;$$

$$s_{p3} = 3,14 \cdot 0,5(0,39 + 0,40) \cdot 0,36 = 0,447 ;$$

$$R_{T1} = \frac{0,05}{0,8 \cdot 0,373} = 0,168 ;$$

$$R_{T2} = \frac{0,005}{0,2 \cdot 0,435} = 0,058 ;$$

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$R_{T_2} = \frac{0,005}{0,7 \cdot 0,447} = 0,016 .$$

Приняв температуру охлаждающе воды в индукторе $T_B=315$ К, определим тепловые потери через футеровку стены тигля :

$$\phi_{ct} = \frac{(1770-315) \cdot 10^{-3}}{0,168+0,058+0,016} = 6,29 \text{ кВт}.$$

Тепловые потери излучением с зеркала ванны жидкого металла определяем по закону Стефана-Больцмана

Приведенную степень черноты $\varepsilon_{1-\varepsilon}$ определяем с учетом степени черноты жидкого металла $\varepsilon \approx 0,45$ и коэффициента диафрагмирования ψ . Для круглого отверстия с соотношением

$$\frac{A}{B} = \frac{D_m}{h_m - h_m} = \frac{0,28}{0,50 - 0,36} = 2\psi \approx 0,65$$

и

$$\varepsilon_{1-\varepsilon} = 0,45 \cdot 0,65 = 0,29$$

тепловые потери излучением с открытого зеркала ванны составляют:

$$\phi_o = 0,29 \cdot 5,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1770^4 \cdot (0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,28^2) = 11,85 \text{ кВт}.$$

Тепловые потери через подину тигля определяем по формуле:

$$\phi_{под} = (T_p - T_{\varepsilon 2}) 10^{-3} \left(\sum_{i=1}^N \left(\frac{\delta}{\lambda s_p} \right)_i + \frac{1}{\alpha_2 s_{m.o}} \right)^{-1},$$

где α_2 - коэффициент теплоотдачи с теплоотдающей поверхности, обращенной вниз, который для вакуумных индукционных печей принимают согласно формуле:

$$\alpha_u = \frac{\varepsilon \sigma_0 (T_{m.o}^4 - T_{\varepsilon}^4)}{(T_{m.o} - T_{\varepsilon})},$$

где $\sigma_0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4}$ - постоянная Стефана-Больцмана;

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

ε - степень черноты.

Приняв для условий данного расчета $T_{в2}=295\text{К}$ и $T_{т.о}=400\text{К}$, находим

$$\alpha_{\Sigma} = 16,11 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Для расчета принимаем $\alpha \approx 12 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$. Зная конструкцию футеровки подины тигля, определяем средние (расчетные) площади каждого слоя с учетом увеличения теплоотдающих поверхностей из-за конечных размеров плоской стенки. В данном расчете принято, $м^2$:

$$s_{p1} = 0,062 ;$$

$$s_{p2} = 0,127 ;$$

$$s_{p3} = 0,177 ;$$

$$s_{p4} = 0,242 ;$$

$$s_{m.o} = 0,270 .$$

Задаем распределение температур по границам слоев, К:

$$T_1 = 1250 ;$$

$$T_2 = 1180 ;$$

$$T_3 = 980 ;$$

$$T_4 = T_{m.o} = 400 .$$

Определяем средние значения температуры слоев, К:

$$T_{cp1} = 0,5(1770 + 1250) = 1550;$$

$$T_{cp2} = 0,5(1250 + 1180) = 1215 ;$$

$$T_{cp3} = 0,5(1180 + 980) = 1080 ;$$

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$T_{cp4} = 0,5(980 + 400) = 690 .$$

Оцениваем средние значения теплопроводности слоев футеровки, $\frac{Вт}{м \cdot К}$:

$$\lambda_1 \approx 0,9 ;$$

$$\lambda_2 \approx 0,22 ;$$

$$\lambda_3 \approx 0,9 ;$$

$$\lambda_4 \approx 0,12 .$$

Определяем тепловые сопротивления, $\frac{К}{Вт}$:

$$R_{m1} = \frac{0,08}{0,9 \cdot 0,062} = 1,13 ;$$

$$R_{m2} = \frac{0,005}{0,22 \cdot 0,127} = 0,18 ;$$

$$R_{m3} = \frac{0,08}{0,9 \cdot 0,177} = 0,50 ;$$

$$R_{m4} = \frac{0,04}{0,12 \cdot 0,242} = 1,38 ;$$

$$R_{m5} = \frac{1}{12 \cdot 0,27} = 0,31 .$$

Тепловые потери через футеровку подины тигля:

$$\phi_{под} = \frac{(1770-295) \cdot 10^{-3}}{1,43+0,18+0,5+1,38+0,31} = 2,31 \text{ кВт}.$$

Суммарные тепловые потери составляют:

$$\phi_{\Sigma} = 6,29 + 11,85 + 2,31 = 20,45 \text{ кВт}.$$

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Активная мощность, необходимая для компенсации тепловых потерь ϕ_{Σ} , составит согласно формуле:

$$P_{T.П} = (1,1 \div 1,2) \phi_{\Sigma} ,$$

$$P_{T.П} = 1,1 \cdot 20,45 = 22,5 \text{ кВт.}$$

2.4 Расчёт энергоёмкости оборудования

Энергоресурсами, которые потребляет ИСВ-0,6 в процессе плавки являются вода, охлаждающая индуктор и электроэнергия, потребляемая вакуумным насосом, цепями управления, вспомогательными механизмами (механизм открывания и отката крышки, привод поворотной колонны, привод наклона печи и другие) и преобразователем питающим индуктор печи (электроэнергия идущая непосредственно на плавку) [24, ст. 72.].

Зная расход воды в час (таблица 4), рассчитываем потребление охлаждающей воды за плавку:

$$25 \cdot 4,5 = 112,5 \text{ м}^3$$

На рисунке 7 представлен график изменения потребляемой преобразователем печи мощности в течение времени плавки.

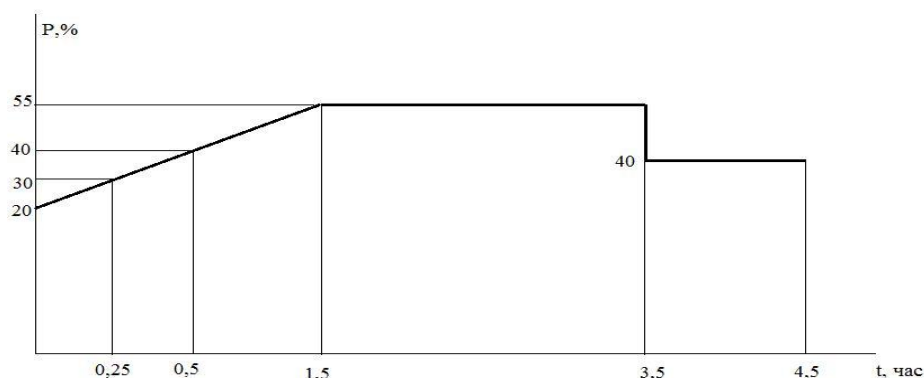


Рисунок 7 - Зависимость потребляемой мощности от времени плавки.

Чтобы рассчитать суммарную потреблённую мощность, нужно найти площадь фигуры образованной осями координат и графиком, предварительно пересчитав проценты в киловатты. Согласно таблице 3, удельная потребляемая мощность – 1400 кВт·ч/т, следовательно при весе загрузки ≈ 500 кг. потребляемая мощность равна:

$$1400 \cdot 0,5 = 700 \frac{\text{кВт}}{\text{ч}}$$

Тогда суммарная мощность потребляемая преобразователем равна:

$$P_{\Sigma} = ((140 + 385)/2) \cdot 1,5 + 385 \cdot 2 + 280 \cdot 1 = 1443,75 \text{ кВт/ч.}$$

Мощность, потребляемая вспомогательными устройствами за время плавки приблизительно равна 3,5 кВт/ч.

Мощность потребляемая вакуумным насосом, который работает в течение всего времени плавки равна:

$$37 \cdot 4,75 = 175,75 \frac{\text{кВт}}{\text{ч}}$$

Таким образом, полная потребляемая мощность в процессе плавки приблизительно равна 1,62 МВт/ч.

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР				

3 ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА ПРОИЗВОДСТВА.

3.1 Общие сведения о дефектах конечного продукта производства

В процессе производства магнитопровода, от выбора шихты до термического обработки возможны возникновение дефектов. Они возникают по различным причинам, такими как не правильный подбор химического состава, отклонение параметров настроек оборудования, загрязнение сопла и диска холодильника и т д

Дефекты аморфной ленты классифицируют: периодическая разнотолщинность по длине ленты, продольные утолщения ленты, продольные утончения ленты, вогнутость, выпуклость, коробоватость, волнистость, зазубренность, заусенец, рваная кромка, наплыв, наколы, клиновья разнотолщинность ленты и т.д.

3.2 Клиновья разнотолщинность ленты

Дефекты форм ленты в виде неравномерной по ширине ленты, образующейся в следствии [4, с. 44]:

- неправильной установки параллельности щели сопла, образующей плоскости диска холодильника;
- неправильной установки перпендикулярности щели сопла направлению вращения диска – холодильника;
- некачественной обработки щели сопла.

Примечание:

1) Дефект проявляется в различной плотности смотки ленты в рулоне или при навивке тороида.

2) Дефект обычно приводит к ухудшению магнитных свойств.

Методы устранения дефекта:

- Проследить за правильной установкой параллельности щели сопла образующей плоскости диска – холодильника;
- Проследить за правильной установкой перпендикулярности щели сопла направлению вращения диска- холодильника;
- Проследить за качеством обработки щели сопла.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

4 ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА АМОРФНОЙ ЛЕНТЫ

Ведущими по производству аморфных сплавов являются фирмы Allied Signal (США), Krupp & Vacuumschmelze (ФРГ), Hitachi Metals (Япония). Создана совместная японо-американская фирма Nippon Amorphous Metals.

Из аналогов рассматриваемой ленты из сплава 9КСР наиболее широко в магнитопроводах трансформаторов используется марка аморфного сплава: Metglas 2605SC. Основные характеристики аморфной ленты из сплава Metglas 2605SC приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Технические данные Metglas 2605SC

Индукция насыщения, Тл	
До отжига	1,57
После отжига	1,61
Остаточная индукция, Тл	
До отжига	0,67
После отжига	1,42
Коэрцитивная сила, А/м	
До отжига	6,4
После отжига	3,2
Точка Кюри, °С	
370	
Температура кристаллизации, °С	
480	
Плотность, кг/м ³	
7320	
Сопротивление, мкОм	
1,25	

Отжиг производится в среде инертного газа при воздействии магнитного поля напряженностью 800 А/м. В связи с более низкой индукцией насыщения аморфного материала (не более 1,6 Тл) его рабочая индукция снижена до 1,3 - 1,4 Тл. Однако при растущей в последнее время стоимости энергии (и соответственно потерь) наблюдается тенденция к снижению индукции и в обычных распределительных трансформаторах (особенно в США, где распространены трансформаторы небольшой мощности, устанавливаемые на мачтах распределительной сети). Помимо указанных свойств аморфные ленты обладают значительной твердостью

(63 - 80 ед. по Роквеллу), хотя имеют достаточную эластичность и гибкость. В связи с малой толщиной аморфный материал наиболее пригоден для витой конструкции магнитопровода, то есть для трансформаторов малой мощности и распределительных. Магнитопроводы из аморфных сплавов имеют малый коэффициент заполнения сечения (0,8- 0,85) по сравнению с этим коэффициентом у обычной электротехнической стали (около 0,96), что приводит к увеличению сечения магнитопровода. При недостаточной ширине ленты можно выполнить магнитопровод со стыкованными по ширине пакетами.. Наибольшее количество

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

трансформаторов в 2012 году (партию в 1000 штук) изготовила фирма General Electric [15, с. 14].

После сравнения данных представленных в таблицах 3 и 12 можно сделать вывод о незначительном превосходстве ленты Metglas 2605SC над лентой 9КСР по основным характеристикам. Если рассматривать цену за одинаковые партии обоих продуктов, то здесь преимущество зарубежного аналога очевидно, - цена Metglas 2605SC примерно в 1,5 раза меньше, при том, что качество поверхности ощутимо выше и разброс толщины по ширине (разнотолщинность) меньше – 2 мкм против 5мкм. Это объясняется тем, что зарубежные фирмы готовы тратить и тратят намного больше средств на собственное техническое перевооружение и развитие, чем большинство отечественных предприятий, в частности ПАО «АМЗ», поэтому американские, немецкие и японские производители (лидеры на рынке производства сложной электротехнической продукции) применяют новейшие и постоянно обновляющиеся технологии и оборудование, откуда появляется разница в цене и качестве продукции между лентами 9КСР и Metglas 2605SC (в частности). Тем не менее ПАО «АМЗ» занимает прочные позиции на Российском рынке аморфной ленты и магнитопроводов на её основе. Это возможно вследствие того, что множество потребителей заказывают продукцию периодически (1 раз в месяц), но не большими партиями (от 0,5 кг), и доставка таких партий из США была бы крайне не рентабельна в виду больших затрат на доставку. Кроме того многие из потребителей продукции на основе сплава 9КСР (в частности) являются оборонными предприятиями, деятельность которых засекречена и им просто запрещено работать с зарубежными производителями [20, с. 58].

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

5 ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

От того, насколько эффективно будет решен вопрос технологической модернизации цеха, зависит будущее в целом производственная деятельность. В ЭСПЦ 1 присутствует частичное изношенное и устаревшее оборудование, которое может привести как минимум к частым остановкам на ремонт узлов и агрегатов. А так же, с устаревшим оборудованием трудно вести конкуренцию по производству качественной продукцией с другими предприятиями Европы и мира. Так как в мире применяют более совершенные технологии, позволяющие строго придерживаться требованием качества по всем параметра производимой продукции.

Так же на качество выпускаемой продукции влияет рабочее пространство. При производстве аморфных лент, магнитопроводов необходимо постоянная температура производственного помещения и охлаждающая жидкость должна быть определенной температуры и не зависит от времени года. В летнее время при работе в вентилируемом помещении (кондиционером или венкамерами) сохраняется необходимый температура и нет необходимости открывать ворота, двери и окна. При открытии, например ворот можно привести к запыленности помещения и оборудования, что приведет ухудшения качества конечной продукции.

Таким образом, для увеличения качества необходимо модернизировать вентиляцию цеха и модернизировать оборудование (наиболее лучшее покупка нового оборудования). Для конкурентно способности расширять виды ленты не только по маркам сплав но и ширине и толщине разливке ленты, и не ограничиваются производством магнитопроводом и порошками, а расширять виды выпускаемой продукции, например в направление электротехники.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

6 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 Общие требования охраны труда

Требование охраны труда направленное на безопасное ведение трудовой деятельности человека (работника). Основные общие требования рассмотрим ниже.

Производственная безопасность - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде и по охране труда осуществляют профсоюзы, в частности профсоюзные комиссии. Кроме того, выбираются уполномоченные (доверенные лица) трудового коллектива, которые осуществляют общественный контроль.

Виды контроля условий и охраны труда могут быть выборочные, сплошные, аттестационные, плановые, внеплановые, целевые, комплексные.

Внеплановые проверки осуществляются службой охраны труда в связи с разными отказами, авариями, происшествиями.

Целевые проверки проводятся, как правило, в масштабах всего производства. При их проведении контролируется определенного вида производственное оборудование или средства коллективной защиты (например: вентиляция, освещение).

Комплексные проверки проводятся в масштабах отдельного производственного участка, при этом контролируются на соответствие требованиям безопасности все виды оборудования, технологических процессов, средств коллективной и индивидуальной защиты, а также состояние строительных конструкций помещения (отделения).

6.1.1 Организационные мероприятия

К организационным мероприятиям относятся: оформление работы нарядом или распоряжением; допуск к работе; надзор во время работы; перевод на другое рабочее место; оформление перерывов в работе; оформление окончания работы.

Сталевары подручные сталевара должны непосредственно на рабочем месте пройти первичный инструктаж по оборудованию участка и безопасным методам работы. После первичного инструктажа на рабочем месте рабочие должны в течении 2-14 смен пройти стажировку под руководством назначенных приказом по цеху инженерно-технических работников или опытных рабочих. Допуск к самостоятельной работе и периодическая проверка знаний должны производиться в установленном порядке.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

6.1.2 Технические мероприятия по охране труда

Технические мероприятия по охране труда включают в себя:

- Наличие в цехе четкой системы проходов с выделением зон для пешеходного движения с необходимой разметкой, указателями и освещением, с устройством переходных галерей и мостиков над опасными участками;
- Наличие предупредительных сигналов и плакатов в особо опасных местах;
- Поддержание на рабочих местах влажности, температуры и скорости движения воздуха и содержания в нем пыли и вредных веществ, что достигается устройством систем отопления, аспирационных систем, прочной механической вентиляции, естественной аэрации здания;
- Поддержание уровня освещенности;
- Соблюдение правил электробезопасности в соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП) и “Правилами устройства электроустановок” (ПЭУ), в том числе расположение электроустановок, прокладки электросетей, устройству заземлений, ограждений;
- Соблюдение правил пожаробезопасности путем обеспечения при сооружении цеха СНиП 11-2-80 “Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений”;
- Соблюдение взрывобезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.010-76 “Взрывобезопасность. Общие требования”;
- Наличие эвакуационных выходов из здания цеха и его отделений.

Использование специальной одежды, соответствующей характеру выполняемой работы, и индивидуальных средств защиты.

Применение индивидуальных средств защиты обязательны при выполнении следующих работ:

- респираторы - при уборке мусора, при выгрузке материалов и смесей, при наведении порядка на участке, и др. работ;
- защитные очки - при взятии проб, при расколки слитка, при уборке;
- ношение касок обязательно для всех работников ЭСПЦ-1;
- во избежание ожогов глаз запрещается смотреть без светозащитных очков на расплав жидкого металла, особенно во время перегрева.

6.1.3 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды (ООС) или «охрана природы» - система естественно-научных, технико-производственных, экономических и административно-правовых мероприятий, осуществляемых в пределах данного государства или его части, а также в международном масштабе и направленных на сохранение и контролируемое изменение природы в интересах человечества, на поддержание и увеличение ее продуктивности, обеспечение рационального использования природных ресурсов и окружающей среды.

Основные виды нежелательного воздействия человека на окружающую среду: загрязнение атмосферы, гидросферы, земной поверхности, истощение природных ресурсов и т.д.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

По степени ущерба, наносимого окружающей среде, металлургия занимает третье место, отличаясь высокой ресурсоемкостью и, как следствие большими отходами [27, с. 256].

Значительная доля сил и средств, расходуемых на защиту окружающей среды, связана с защитой воздушного бассейна. Эта защита осуществляется по следующим основным направлениям:

1 Защита от так называемых "организованных" видимых загрязнений и выбросов в виде отходящих (из агрегатов) газов и находящихся в их составе пыли, копоти, дыма через трубу или газоотсасывающие устройства;

2 Борьба с так называемыми "неорганизованными" загрязнениями, выделяемыми в атмосферу в процессе перевозки, перемещения, складирования сыпучих материалов и металлошихты, а также в процессе транспортировки и перелива, жидкого чугуна, стали и др.;

3 Борьба с невидимыми загрязнениями токсического характера. Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии составляют 10-15% от общих выбросов промышленности в целом. В этих выбросах содержится пыль, SO₂, CO, CO₂, NO_x, H₂S, фенолы, сероуглероды, бензопирены.

Охрана водного бассейна. Металлургия наряду с химией одна из наиболее водопотребляющих отраслей промышленности. Кроме расхода воды на чисто технологические цели приходится также учитывать и промышленные стоки. Поверхностный сток с поверхности металлургических предприятий в основном загрязнен взвешенными веществами и нефтепродуктами. До недавнего времени поверхностный сток с застроенных территорий относили к категории "условно чистых" вод. Однако при повышении требований к качеству сбрасываемых вод дождевые и талые воды не подлежат сбросу без предварительной очистки.

Оборотный цикл водоснабжения ЭСПЦ предназначен для бесперебойного обеспечения водой требуемого качества и параметров потребителей ЭСПЦ.

Вода после охлаждения в теплообменниках собирается в камере охлажденной воды (кессоне), затем снова используется для охлаждения тоководов и индукторов электропечи.

6.1.4 Условия труда

Оптимальные условия труда (1 класс) - такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2 класс)- характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

оказывать неблагоприятного действие в ближайшем и отдалённом периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда условно относят к безопасным.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

1 степень 3 класса (3.1) - условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья.

2 степень 3 класса (3.2) - уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний; возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет).

2 степень 3 класса (3.3) - условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней лёгкой и средней степени тяжести с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно - обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

2 степень 3 класса (3.4) - условия труда, при которых могут возникать тяжёлые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или её части) создаёт угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжёлых форм [6, с. 57].

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

6.2 Анализ опасных производственных факторов

В электросталеплавильном цехе имеют место опасные различные и вредные производственные факторы: физические (наличие движущихся машин и механизмов, материалов; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов, и воздуха рабочей зоны; опасный уровень напряжения в электрической цепи; различные излучения); химические (общетоксические, проникающие через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров); психофизиологические (физические перегрузки, нервно-психические перегрузки).

Опасным производственным фактором (ОПФ) называют такой производственный фактор, воздействие которого на человека приводит к травме и летальному исходу. К ОПФ можно отнести движущиеся механизмы и машины, подъемно-транспортное оборудование, электрический ток, отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента и т.д.

6.2.1 Опасные механические факторы

Источником механических травм в ЭСПЦ могут являться: мостовые краны (перемещающие грузы), незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности изделий и оборудования. К перечисленным выше источникам можно добавить воздействия, связанные с коррозией металлов, являющейся причиной ослабления прочности конструкции и способствующей внезапному ее разрушению; действием нагрузок при подъеме тяжестей и т.д [9, с. 357].

Другими причинами получения механических травм могут являться падения на скользком полу, падение с высоты или неустойчивого, колеблющегося основания, технологический транспорт, передвигающийся по цеху и др.

6.2.2 Электрический ток

Источниками электрической опасности в электросталеплавильном отделении являются: тоководы, электрические сети в цехе, электрические сети подводящие электричество к трансформатору (~10кВ); устройства, машины, технологическое оборудование и приборы, использующие для своей работы электрический ток.

Электрический ток, проходя через организм человека, может вызывать термическое, электролитическое и биологическое действие и привести к местной или общей электротравме.

Термическое воздействие тока проявляется ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, что вызывает в них значительные функциональные расстройства.

Электролитическое воздействие в разложении различных жидкостей организма (воды, крови, лимфы) на ионы, в результате чего происходит нарушение их физико-химического состава и свойств.

Биологическое действие тока проявляется в виде раздражения и возбуждения живых тканей организма, судорожного сокращения мышц, а также нарушения внутренних биологических процессов [2, с. 356].

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Действие электрического тока на человека приводит к травмам или к гибели людей. Наибольшую опасность представляют электрические удары.

Электрический удар - это возбуждение живых тканей, проходящих через человека электрическим током, сопровождающееся судорожным сокращением мышц.

6.3 Анализ вредных производственных факторов

Вредными производственными факторами (ВПФ) называют такой производственный фактор, воздействие которого на человека приводит к ухудшению самочувствия или, при длительном воздействии, к профзаболеванию. К ВПФ можно отнести повышенную и пониженную температуру воздуха в рабочей зоне, повышенные уровни шума, вибрации, электромагнитных излучений, загрязненность воздуха в рабочей зоне, вредными газами и т.д.

Технологическая схема процесса плавки в индукционной печи состоит из следующих ступеней: доставка и загрузка шихтовых материалов; процесс выплавки; слив стали в изложницу; дробление слитка (для загрузки в тигель разливочной машины); загрузка слитка в тигель разливочной машины; процесс расплавления; разливка ленты. Обозначим опасные и вредные производственные факторы, от которых страдают люди, работающие в электросталеплавильном цехе [12, с. 448].

6.3.1 Физические факторы

К таким факторам относят вибрацию, шум, электромагнитные поля и излучения, инфракрасное (тепловое) излучение, световое излучение, ультрафиолетовое излучение, поражение электрическим током [11, с. 256].

6.3.2 Шум

Шумом принято называть аperiodические звуки различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шум - это всякий неблагоприятно воспринимаемый человеком звук.

Главными источниками шума в ЭСПЦ является преобразователь тока высокой частоты, транспорт и другое технологическое оборудование, системы вентиляции, пневмо- и гидроагрегаты, а также источники, вызывающие вибрацию, так как колебания твердых тел вызывают колебания воздушной среды.

По природе возникновения шум можно разделить на механический, аэродинамический, гидравлический, электромагнитный.

Шум звукового диапазона на производстве приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении работы. В результате снижается производительность труда и ухудшается качество выполняемой работы. Шум замедляет реакцию человека на поступающие от технических объектов и внутрицехового транспорта сигналы, что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

6.3.3 Вибрация

Вибрация — это малые механические колебания, возникающие в упругих телах. Воздействие вибраций на человека классифицируется:

- по способу передачи колебаний;
- по направлению действия вибраций;
- по временной характеристике.

В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют на общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека; локальную, передающуюся через руки или участки тела человека, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов.

По направлению действия вибрация подразделяется на:

- вертикальную;
- горизонтальную, от спины к груди;
- горизонтальную, от правого плеча к левому плечу.

По временной характеристике различается:

- постоянная вибрация,
- непостоянная вибрация.

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. При действии на организм общей вибрации в первую очередь страдает опорно-двигательный аппарат, нервная система и такие анализаторы как вестибулярный, зрительный, тактильный. У рабочих вибрационных профессий отмечены головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания. Под влиянием общих вибраций отмечается снижение болевой, тактильной и вибрационной чувствительности. Особенно опасна толчкообразная вибрация, вызывающая микротравматизацию различных тканей с последующими их изменениями. Общая низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура, повышенная влажность, шум высокой интенсивности, психоэмоциональный стресс. Охлаждение и смачивание рук значительно повышает риск развития вибрационной болезни за счет усиления сосудистых реакций.

6.3.4 Электромагнитные поля и излучения (неионизирующие излучения)

Основными источниками электромагнитного поля на данном производстве являются: преобразователи, трансформатор, короткая сеть, и в меньшей степени другие системы передачи и распределения электроэнергии: линии электропередач, и др.; приборы, потребляющие электроэнергию - электродвигатели, электронагреватели и т.д.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Электромагнитные поля биологически активны - живые существа реагируют на их действие. Наиболее чувствительны к электромагнитным полям центральная нервная система, гормональная и репродуктивная системы.

Длительное воздействие на человека электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц) приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль в височной и затылочной области, вялость, расстройство сна, снижение памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в сердце, нарушение ритма сердечных сокращений. Могут наблюдаться функциональные нарушения в центральной нервной системе, а также изменения в составе крови.

Электромагнитные поля и излучения (неионизирующие излучения)

6.3.5 Световое излучение

Источниками светового излучения являются: зеркало жидкого металла в тигле, расплав во время слива в изложницу и др.

Световое излучение при высоких энергиях также представляет опасность для кожи и глаз. Пульсации яркого света ухудшают зрение, снижают работоспособность, воздействуют на нервную систему.

6.3.6 Химические факторы (вредные вещества)

Производство электростали связано с выбросами в окружающую атмосферу цеха вредных веществ (пыль, газы, пары и т.д.), вредно влияющих на организм человека. Пары, газы, жидкости, аэрозоли, химические соединения, смеси при контакте с организмом человека могут вызывать изменения в состоянии здоровья или заболевания. Воздействие вредных веществ на человека может сопровождаться отравлениями и травмами.

Результатом вдыхания человеком пыли являются пневмоклерозы, хронические пылевые бронхиты, пневмонии, туберкулезы, рак легких. При попадании их в органы дыхания, помимо изменений в верхних дыхательных путях и легких, развивается острое и хроническое отравление [8, с. 126].

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в таблице 12.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

нормативных правовых актов субъектов РФ. Среди них можно выделить федеральный закон “Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний”. Для реализации этих законов приняты Постановления Правительства РФ “О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда”, “О службе охраны труда”, “О Федеральной инспекции труда” и др.

Управление охраной труда осуществляет блок федеральных органов исполнительной власти, руководимый Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития). Оно осуществляет функции государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере здравоохранения и социального развития, социального страхования, условий и охраны труда и т. д.

Функции по контролю и надзору, которые ранее осуществлялись Санэпиднадзором Минздрава России, переданы Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

Федеральная служба по труду и занятости (Роструд) осуществляет функции по надзору и контролю в сфере труда, а также государственный надзор и контроль за соблюдением, в частности, трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права; установленного порядка расследования и учета несчастных случаев на производстве [13, с. 357].

Федеральное агентство по здравоохранению и социальному развитию (Росздрав) организует деятельность по установлению связи заболевания с профессией, государственной службы медико-социальной экспертизы и др.

Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (Росздравнадзор) осуществляет контроль за порядком организации осуществления медико-социальной экспертизы; порядком установления степени утраты профессиональной трудоспособности в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и др.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) — государственный санитарно-эпидемиологический надзор за соблюдением санитарного законодательства; организует деятельность системы санитарно-эпидемиологической службы РФ.

Правовую основу организации работ в чрезвычайных ситуациях и ликвидации их последствий составляет закон Российской Федерации “О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” (1994), который определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты ее граждан, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории Российской Федерации, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах Российской Федерации или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В федеральном законе “О пожарной безопасности” (1994) определяются общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

безопасности в России, дается регулирование отношений между органами государственной власти, органами местного самоуправления, предприятиями, организациями, крестьянскими хозяйствами и иными юридическими лицами независимо от форм собственности. Федеральный закон “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” (1997) определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций к локализации последствий аварий.

Федеральный закон “О радиационной безопасности населения” (1995) характеризует правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья.

Федеральный закон “О гражданской обороне” (1998) отражает задачи в области гражданской обороны и правовые основы их осуществления, полномочия органов государственной власти РФ, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления организаций независимо от форм собственности, а также силы и средства гражданской обороны.

Среди подзаконных актов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций выделяется Постановление Правительства РФ “О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций” (1995), в котором определены принципы построения, состав сил и средств, порядок выполнения задач и взаимодействие основных элементов, а также регулируются основные вопросы функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Принят закон города “О защите населения и территорий города от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера”, а также постановления, среди которых важнейшими являются: “Об индексации платы за загрязнение окружающей природной среды”, “О ставках платы и порядке исчисления платежей за загрязнение окружающей природной среды на территории ”, “О ходе работ по созданию автоматизированной системы экомониторинга”, “О мерах по обеспечению взрывобезопасности на промышленных объектах”.

Управление безопасностью жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях осуществляет Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС), которое реализует государственную политику в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, осуществляет координацию деятельности государственных и местных органов в этой области. Управление безопасностью в чрезвычайных ситуациях обеспечивается единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), которая объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Постоянно действующими органами управления Московской городской системы чрезвычайных ситуаций МГСЧС являются:

на городском уровне — Главное управление МЧС России по Москве;

на уровне административных округов города Москвы — структурные подразделения Главного управления МЧС России, осуществляющие свою деятельность на территории соответствующих административных округов города;

на уровне районов города — структурные подразделения управ районов, специально уполномоченные решать задачи в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны;

на объектовом уровне — структурные подразделения или работники, специально уполномоченные решать задачи в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны.

Постоянно действующие органы управления МГСЧС создаются и осуществляют свою деятельность в соответствии с законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации и города.

Компетенция и полномочия постоянно действующих органов управления МГСЧС определяются соответствующими положениями о них и другими документами указанных органов управления.

Органами повседневного управления силами и средствами МГСЧС являются:

Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России, Центр управления силами Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России и специальное структурное подразделение Управления гражданской защиты для оперативно-диспетчерского управления в чрезвычайных ситуациях, объединяемые в Единый дежурно-диспетчерский центр реагирования на чрезвычайные ситуации города;

Дежурно-диспетчерские службы отраслевых и функциональных органов исполнительной власти города, территориальных органов федеральных органов исполнительной власти и организаций, объединяемые в Единую систему оперативно-диспетчерского управления в чрезвычайных ситуациях города.

Указанные органы создаются и осуществляют свою деятельность в соответствии с законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации и города.

Размещение органов повседневного управления МГСЧС в зависимости от обстановки осуществляется на стационарных или подвижных пунктах управления, оснащаемых соответствующими средствами связи, оповещения, сбора, обработки и передачи информации и поддерживаемых в состоянии постоянной готовности к использованию.

МЧС России осуществляют надзор за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями и гражданами установленных требований по гражданской обороне и пожарной безопасности (за исключением пожарного надзора на подземных объектах и при ведении взрывных работ), а также защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в пределах своих полномочий.

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Нормативно-правовая база обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере

Нормативно-правовая база обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере регламентирует обязанности и права государственных органов, общественных организаций, должностных лиц и всех граждан, закрепляет и регулирует структуру и назначение специальных органов управления в области защиты от чрезвычайных ситуаций техногенного характера, определяет ответственность всех уровней власти и граждан. Она направлена на то, чтобы каждый гражданин страны знал основные положения законодательства и был защищен им, чтобы его повседневное поведение строго соответствовало правовым нормам.

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, в том числе и в техносфере, является Конституция — Основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны ей противоречить; гарантом Конституции Российской Федерации является Президент.

Другими источниками права в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере являются:

- федеральные законы;
- указы Президента Российской Федерации;
- постановления Правительства Российской Федерации;
- приказы, директивы, инструкции, наставления и другие нормативные акты министерств и ведомств;
- правовые акты субъектов Российской Федерации и муниципальных образований (указы, постановления):
- приказы (распоряжения) руководителей организаций (учреждений, объектов).

Правовой основой обеспечения безопасности в техносфере является целый ряд федеральных законов:

- «О безопасности гидротехнических сооружений»;
- «О безопасности дорожного движения»;
- «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
- «О газоснабжении в Российской Федерации»;
- «О пожарной безопасности»;
- «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- «О радиационной безопасности населения»;
- «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»;
- «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан».

Для реализации требований законов необходимо принятие подзаконных актов, определяющих порядок их исполнения. Подзаконными актами исполнения могут быть постановления Правительства Российской Федерации и правительств субъектов Российской Федерации. а также постановления специально

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

уполномоченных органов в области управления безопасностью жизнедеятельности, в частности, об утверждении разного рода положений и правил.

Основные постановления Правительства Российской Федерации в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере:

«О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов»;

«О подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;

«О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;

«О силах и средствах Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»;

«О Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности»;

«О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»;

«Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)».

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере необходимы нормативы и правила ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Это прежде всего нормативы качества среды обитания человека, нормативы допустимых нагрузок на природные среды, оборудование, здания и сооружения. Такого рода документация разрабатывается Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития России), Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России), Министерством регионального развития Российской Федерации (Минрегион России), Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование). Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и специально уполномоченными органами управления по отдельным направлениям обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере.

Документация Минздравсоцразвития России включает в себя гигиенические нормативы (ГН), санитарные нормы (СН), санитарные правила (СП), Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) — санитарные правила и нормы (СанПиНы), Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии — Государственные стандарты (ГОСТ), Минрегиона России — строительные нормы и правила (СНиП). На уровне отраслей это ОСТы, правила и т.д. Законы и подзаконные акты объединяются понятием «нормативные правовые акты».

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав деятельность ЭСПЦ-1 можно сделать вывод об уникальности данной продукции, незначительного количества конкурентов на отечественном рынке и наличии существенного и стабильного спроса на отдельные виды продукции.

В настоящее время эффективность деятельности цеха высокая (о чём говорит величина рентабельности – 52% (показатель для металлургического предприятия очень высокий)) и при этом имеется положительная тенденция к её повышению, причина этого в том, что в связи с развитием электронной, машиностроительной промышленности и электроэнергетики увеличивается спрос на продукцию цеха. При анализе объемов наглядно видно прироста производства за последние годы.

В настоящее время все острее встаёт вопрос о техническом переоснащении цеха, так как большая часть оборудования цеха сильно устарела морально и физически.

В ходе проделанной работы были описаны: характеристики сплава 9КСР, его назначение и применение, оборудование и технология его производства. Были произведены расчёты: тепловой расчёт плавки, расчёт энергоёмкости оборудования, материальный баланс плавки, нормирование технологических процессов. Также в работе были изложены мероприятия для повышения качества продукции, мероприятия по охране труда и охране окружающей среды.

По итогам работы можно сделать вывод о том, что продукция ЭСПЦ-1 (в частности лента марки 9КСР и магнитопроводы на её основе) прочно занимает свою нишу на отечественном рынке, а также представлена за рубежом. При сравнении с зарубежными аналогами продукция ЭСПЦ-1 в качестве уступает незначительно, но ощутимо уступает в цене. Это можно объяснить более высокой оснащённостью зарубежных предприятий современной техникой и технологией.

В результате проделанной работы можно сделать вывод о том насколько процесс производства продукции на основе аморфной ленты является сложным, наукоёмким и затратным, но конечный результат того стоит.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Альтгаузена, А.П. Электротермическое оборудование / А.П. Альтгаузена. - Справочник под редакцией– М.: Энергия, 2007. - 617 с.
- 2 Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов. – М.: «Высшая школа» 2002.- 356 с.
- 3 Борисов, В.Т. Сверхбыстрая закалка жидких сплавов / В.Т. Борисов. – М.: Металлургия, 2000. - 357 с.
- 4 Влияние деформации на нанокристаллизацию аморфных сплавов // Тез. докл. Второй Всероссийской конференции по наноматериалам / Аронин, А. С., Абросимова, Г. Е., Добаткин, С. В., Матвеев Д. В. и др. «НАНО 2007». Новосибирск, 2007. - 44 с.
- 5 Гойхенберг, Ю. Н. Структура и магнитные свойства аморфных сплавов в зависимости от степени кристаллизации / Ю. Н. Гойхенберг, В. Е. Рощин, С. И. Ильин. - Вестник ЮУрГУ. №14. 2011.- 24 – 28 с.
- 6 Должностные инструкции работника ПАО «АМЗ». – 57 с.
- 7 Ефимов, Ю.В. Метастабильные неравновесные сплавы / Ю.В. Ефимов, Г. Варлимонт, Г.Г. Мухин, под ред. Ю.В. Ефимова– М.: Металлургия, 2000. – 383 с.
- 8 Зиньковский, М.М. Техника безопасности и производственная санитария. – М.: Металлургия, 1998. - 126 с.
- 9 Золотухин, И.В. Стабильность и процессы релаксации в металлических стеклах / И.В. Золотухин, Ю.В. Бармин - М.: Металлургия, 1991. - 158 с.
- 10 Золотухин, И.В. Физические свойства аморфных металлических материалов - М.: Металлургия, 1986. - 176 с.
- 11 Ильинский, Б.Д. Охрана труда на предприятиях черной металлургии– М.: Металлургия, 1999. - 256 с.
- 12 Карпова, Б.Д. Справочник по гигиене труда под редакцией / Б.Д. Карпова, В.Е. Ковшило,– Л.: Медицина, 2001. - 448 с.
- 13 Карнаух, Н.Н. «Безопасность труда в основных производствах» М.: Металлургия, 2001. - 357 с.
- 14 Кекало, И.Б. Аморфные металлы–М.: Металлургия, 2000. - 425 с.
- 15 Ковнеристый, Ю.К. Объемно-аморфизирующие сплавы и наноструктурные материалы на их основе //Металловедение и термическая обработка металлов. 2005. - 14 с.
- 16 Ковнеристый, Ю.К. Физикохимия аморфных (стеклообразных) металлических материалов. – М.: Наука, 1999. - 205 с.
- 17 Ковнеристый, Ю.К., Физико-химические основы создания аморфных металлических сплавов. / Ю.К. Ковнеристый, Э.К. Осипов, Е.А. Трофимова, - М.: Наука, 1983. - 246 с.
- 18 Люборский, Ф.Е. Аморфные металлические сплавы, перевод с английского Глезера, А.М. – М.: Металлургия, 1998. - 584 с.
- 19 Манохин, А.И. Аморфные металлические материалы – М.: Наука, 1998. - 157 с.

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

20 Мирошниченко, И.С. Закалка из жидкого состояния. - М.: Металлургия, 1998. – 58 с.

21 Особенности кристаллизации аморфных металлических сплавов. / В.В. Гиржон, А.В. Смоляков, Т.С. Ястребова, Л.М. Шейко - ФММ. – 2002. - 195с.

22 Полякова, Е.И. Аморфные металлы / К. Судзуки, Х. Фудзимори, К. Хасимота, под редакцией Ц. Масумото, перевод с японского Е.И. Полякова.– М.: Металлургия, 1998. - 328 с.

23 Рогачева, Л.В. Материаловедение. – М.: Колос-Пресс, 2002. – 612 с.

24 Рошин, А.В. Производство стали. Решение практических задач – Учебное пособие / А.В. Рошин, Д.А. Поволоцкий, В.П. Грибанов.– Челябинск, ЮУрГУ, 2006, - 72 с.

25 Судзуки, К. Аморфные металлы. Х. Фудзимори, К. Хасимото. - М.: Металлургия, 1987. - 165 с.

26 Фарбман, С.А., Колобнев, И.Ф. Индукционные печи для плавки металлов и сплавов – М.: Металлургия, 2006. - 702 с.

27 Шицкова, А.П. Охрана окружающей среды от загрязнения предприятиями чёрной металлургии / А.П. Шицкова, Ю.В. Новиков, Н.В. Клименкина, и др. – М.: Металлургия, 2002. – 97 с.

28 Штиб, С.В., Варлимонт, Г.Н. Быстрозакалённые металлические сплавы / – М.: Металлургия, 1999. - 376 с.

29 ТУ 14-123-149-2009 ОАО «АМЗ»

30 ТУ 14-123-216-2011 ОАО «АМЗ»

					22.03.02.2018.471.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59