

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит изменение к требованиям по качеству стали, они более ужесточаются. Необходимо, чтобы большое количество деталей, конструкций отвечали высоким требованиям эксплуатационных свойств. Детали, которые наиболее востребованы, должны иметь продолжительный срок службы, а так же иметь высокие прочностные характеристики при высоких и низких температурах. В связи с этим, особое внимание уделяется стали, применяемой для изготовления таких деталей. К одной из них относится конструкционная низколегированная сталь марки 12ГС.

Конструкционными называют стали, применяемые для изготовления деталей машин, конструкций и сооружений. Эти стали - один из наиболее широко используемых и отличающихся разнообразием свойств класс материалов. Сталь марки 12ГС обладает высокими эксплуатационными свойствами, хорошей технологичностью, экономичностью, а ее несложный химический состав делает ее недефицитным материалом.

Для обеспечения надежных эксплуатационных свойств сталь должна обладать высокой конструкционной прочностью, которая представляет из себя комплекс свойств, обеспечивающий длительную и надежную работу изделия в конкретных условиях эксплуатации. Следовательно, конструкционная прочность определяется не только свойствами самого материала, но также и условиями его нагружения (статические, циклические или ударно-циклические нагрузки), температурной областью эксплуатации изделия, средой в которой изделию предстоит работать (жидкой, газообразной, высокоагрессивной и т.п.).

К низколегированным строительным сталям относятся низкоуглеродистые свариваемые стали, содержащие недорогие и недефицитные легирующие элементы (обычно до 2,5%) и обладающие повышенной прочностью и пониженной склонностью к хрупким разрушениям по сравнению с углеродистыми сталями.

Применение низколегированных сталей в строительстве вместо углеродистых позволяет уменьшить массу строительных конструкций, получить значительную экономию металла (до 50—80%), повысить надежность конструкций, особенно уменьшить их склонность к хрупким разрушениям, а также решить целый ряд других задач.

Целями данной выпускной квалификационной работы являются:

					КП ТиТЭС.06.2022.02.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		4

- изучение конструкционной низколегированной стали: описание свойств и характеристик, назначения и применения, технологии выплавки и разливки стали 12ГС;

В соответствии с поставленными целями в работе необходимо решить следующие задачи:

- расчет материального баланса плавки сплава 12ГС;

В данной выпускной квалификационной работе описана технология производства стали 12ГС.

					КП ТнТЭС.06.2022.02.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ СПЛАВА

Данный сплав используется для элементов сварных и металлоконструкций, а так же различных деталей машин и оборудования, которые изготовлены методом вытяжки, гибки,ковки, и к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до 450°С. Используется для изготовления труб паропроводных высокого давления.

Описание стали

Сплав 12ГС относится к сплавам на основе железа, его химический состав представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав сплава 12ГС согласно ТИ 123-Э-10-2017

Химический элемент	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	As	N
Содержание	0,09-0,15	0,8-1,2	0,5-0,8	Не более 0,03	Не более 0,035	Не более 0,3	Не более 0,3	Не более 0,3	0,02-0,04	Не более 0,08	Не более 0,012

Диаграмма химического состава стали 12ГС представлена на рисунке 1

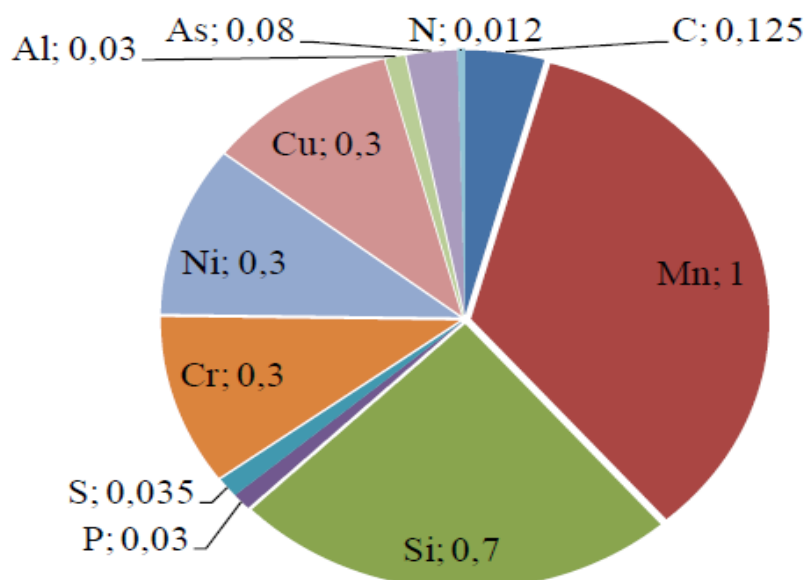


Рисунок 1 – Диаграмма химического состава стали 12ГС

КП ТИТЭСиФ.06.2022.01.00.000 ПЗ							
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб	Канчер Р.В.						
Пров	Астапенко И.В.						
Н. Контр.							
Утв							
Технология получения марки стали 12ГС					Лит.	Лист	Листов
					у	6	3
					ГГТУ им.П.О. Сухого гр. МЛ-31		

2) Механические свойства стали 12ГС

Прочность. Это свойство обуславливает способность металла выдерживать значительную внешнюю нагрузку, не разрушаясь. Количественно этот показатель характеризуется пределом текучести и пределом прочности.

Предел прочности. Максимальное механическое напряжение, при превышении которого сталь разрушается.

Предел текучести. Данный параметр показывает механическое напряжение, при превышении которого материал продолжает удлиняться в условиях отсутствия нагрузки.

Пластичность. Благодаря этому свойству металл изменяет свою форму под действием внешней нагрузки и сохраняет ее при отсутствии внешнего воздействия. Количественно это свойство оценивается относительным удлинением при растяжении и углом загиба.

Ударная вязкость. Обозначает способность металла сопротивляться динамическим нагрузкам. Количественно эта характеристика оценивается работой, которая требуется для разрушения образца, отнесенной к площади его поперечного сечения.

Твердость. Это свойство позволяет металлу сопротивляться попаданию в него твердых тел. Количественно характеризуется нагрузкой, отнесенной к площади отпечатка при вдавливании алмазной пирамиды (метод Виккерса) или стального шарика (метод Бринелля).

В таблице 1.2 представлены механические свойства готовой стали 12ГС.

Таблица 1.2 – Механические свойства стали марки 12ГС при T=20 °C

Сортамент	Размер, мм	Нап р.	σ_B МПа	σ_T МПа	δ_5 %	ψ %	KCU кДж / м ²
Лист, Класс прочности 315, ГОСТ 19281-2014	до 60		450	315	26		
Лист, ГОСТ 19282-73	4		470	320	26		

Рассмотрим технологические свойства стали 12ГС. Свариваемость стали обеспечивается технологией ее изготовления. Технологические свойства стали представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технологические свойства стали 12ГС

Свойство	Описание
Свариваемость	без ограничений
Флокеночувствительность	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна

Соответственно сварка стали 12 ГС происходит без ограничений, то есть сварка производится без подогрева и без последующей термообработки.

Зарубежные аналоги марки стали 12ГС

Германия	10MnSi5
----------	---------

2 ВЫБОР МЕТОДА ВЫПЛАВКИ ЗАДАННОГО СПЛАВА

При выборе плавильного агрегата для стали 12ГС рассмотрим два вида печей: а)электрические, б)топливные.

В электрических печах можно получить высококачественный металл с низким содержанием серы, фосфора, кислорода и высоким содержанием легированных компонентов, также есть возможность использования электрической энергии для нагрева металла, что позволяет в небольшом объеме сконцентрировать большую мощность и нагревать металл с большой скоростью до температуры кипения.

Электрические печи легко поддаются автоматизации, и более экономичные в применении электроэнергии, чем в применении кокса.

В отличие от мартен и конвекторного способа электроплавка в печах осуществляется в любой атмосфере и широком диапазоне давлений.

Электрические печи делятся на 4 большие группы:

1 группа: печи сопротивления.

Печи сопротивления, основаны на действии выделения тепла при прохождении тока по проводнику по закону Джоуля-Ленца $Q=I^2 \cdot R \cdot t$ (Дж).

В печах сопротивления тепло выделяется за счёт протекания тока по проводнику. Установки такого типа по способу выделения тепла делятся на две группы: косвенного действия (тепло выделяется в нагревательных элементах) и прямого действия (тепло выделяется в нагреваемом изделии).

Подбирая значение I , R можно получить мощность достаточную для расплавления металла

2 группа: дуговые печи.

Дуговые печи переменного тока – их принцип действия основан на про низывающем эффекте переменного магнитного потока, который проходит че рез замкнутый контур камеры. В нее помещены материалы, которые под действием магнитного поля расплавляются. Внутренняя камера заключена в металлический корпус из жаропрочной стали. Все внутреннее пространство до определенного уровня заполняется расплавленным металлом с легирующими добавками.

Нагрев металла возможен непосредственно (печь Геру – прямого действия) или печи косвенного действия, когда дуга горит над расплавленным металлом (печь Пешона).

					КП ТиТЭСиФ.06.2022.02.00.000 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата							
Разраб		Канчер Р.В.			Технология получения марки стали 12ГС				Лит.	Лист	Листов
Пров		Астапенко И.В.							у	9	4
Н. Контр.									ГГТУ им.П.О. Сухого гр. МЛ-31		
Утв											

3 группа: индукционные печи.

Металл нагревают вихревыми токами, наводящимися переменным полем индуктора. По существу- это печи сопротивления, но отличаются способом передачи энергии нагрева металлу.

Электрическая энергия > Электромагнитная > Электрическая > Тепловая.

При индукционном нагреве тепло выделяется в самом обрабатываемом металле, поэтому использование тепла наиболее полное. С этой точки зрения - это наиболее совершенный тип печей.

4 группа: электронно-лучевые установки.

Электронно-лучевая (ЭЛУ) установка состоит из устройства для получения и формирования электронного пучка, рабочей камеры с расплавляемым электродом и кристаллизатором (плавильная печь) или с нагреваемым материалом (нагревательная печь) и откачной системы, поддерживающей в катодной области на пути пучка давление не более 10–2 Па.

Получить плотный не рассеивающийся поток электронов можно только в вакууме при давлении не менее 13,33 Па, т.е. все электроннолучевые установки являются вакуумными. Их используют для получения слитков металла высокой чистоты.

К 2 виду относятся **топливные печи**.

На металлургических предприятиях высокотемпературные печи являются основным технологическим оборудованием.

Для нагрева материалов необходимо снабжать печь энергией в форме теплоты и передавать теплоту нагреваемым материалам. Теплотехнический процесс генерации теплоты в печи и передачи её материалам составляет сущность тепловой работы печи.

Классификация топливных печей:

Топливные металлургические печи подразделяются на два класса: пламенные и слоевые.

Пламенная печь:

промышленная печь, в которой нагрев или плавление материала происходят при непосредственном сжигании топлива. Теплопередача от газообразных продуктов сгорания топлива к материалу осуществляется излучением и конвекцией, а также излучением от раскаленной внутренней поверхности огнеупорной кладки.

Современные пламенные печи работают на газообразном или на жидком топливе - мазуте. Для сжигания газообразного топлива служат горелки, для сжигания мазута-форсунки. К классу пламенных печей относятся сталеплавильные (мартеновские) печи, печи для плавки медных концентратов на штейн, печи для рафинирования меди, разнообразные печи прокатного и кузнечно-прессового производства: нагревательные колодцы, методические, кольцевые, роликовые печи, печи с выкатным подом, вращающиеся трубчатые печи для обжига сыпучих материалов.

Из двух видов печей я выбрал дуговую сталеплавильную печь (электрическая) и мартеновскую (топливная).

Для сравнения печей, приведем преимущества и недостатки каждой печи.

Дуговая сталеплавильная печь.

Преимущества ДСП:

Использование электрической энергии (электрического тока), возможность расплавить шихту (металлолом) практически любого состава, точное регулирование температуры металла и его химического состава

Высокая температура плавки (более 20000С) позволяет выплавлять сплавы с высокой концентрацией тугоплавких компонентов (хрома, молибдена, вольфрама и др.).

Регулировка температуры проходит за счет изменения параметров электрического тока.

Возможность создания в пространстве печи необходимой атмосферы: окислительной, восстановительной, нейтральной или вакуума - все это позволяет получать сталь высокого качества любого химического состава.

Но также недостатками дуговых печей являются большие затраты на потребление электрической энергии, и связанную с этим высокую стоимость выплавленной таким образом стали.

Мартеновская печь.

Возможность переработки в больших количествах железного лома.

Малый угар металла (менее 3%), что дает возможность получения стали заданного состава высокого качества.

Но с другой стороны эти печи имеют низкую производительность, большой расход топлива и высокую трудность в получении высоколегированных и специальных сталей, вследствие недостаточной температуры плавки.

Вследствии всего вышесказанного, я выбрал ДСП, так как все ее преимущества, а именно: регулировка температуры, быстрый нагрев, получение сталей высокого качества и практически любого химического состава, подходит мне для выплавки моей стали 12ГС.

					КП ТнТЭС. 06.2022.02.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		12

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАВИЛЬНОГО АГРЕГАТА

Дуговая сталеплавильная печь благодаря своим преимуществам предназначена, в основном, для производства легированных высококачественных сталей - коррозионностойких, инструментальных, конструкционных, электротехнических, жаропрочных и др., а также различных сплавов.

Печь ДСП состоит из металлического корпуса в виде кожуха, как правило, цилиндрической формы со сферическим днищем (рис. 3.1. 3.2.). Изнутри кожух футерован высокоогнеупорными материалами. Плавильное пространство печи сверху перекрывается съемным сводом, огнеупорная кладка которого выполнена в специальном сводовом кольце. В стенах печи имеются одно или два рабочих окна и одно выпускное отверстие с желобом для слива металла и шлака в ковш. Рабочие окна служат для загрузки шлакообразующих, руды, ферросплавов и для ряда технологических операций спуска шлака, взятия проб металла и шлака.

Дуговая печь опирается на два опорных сегмента - люльки, с помощью которых печь может наклоняться в сторону рабочего окна или выпускного отверстия. Наклон печи осуществляется при помощи механизма наклона с электрическим или гидравлически приводом.

Для загрузки шихты в печь свод обычно поднимают к полупорталу и вместе с электродами отворачивают в сторону сливного желоба. Шихта в плавильное пространство опускается с помощью специальной корзины с открывающимся дном. В эти корзины (бадьи) вся шихта укладывается в определенном порядке на шихтовом участке цеха.

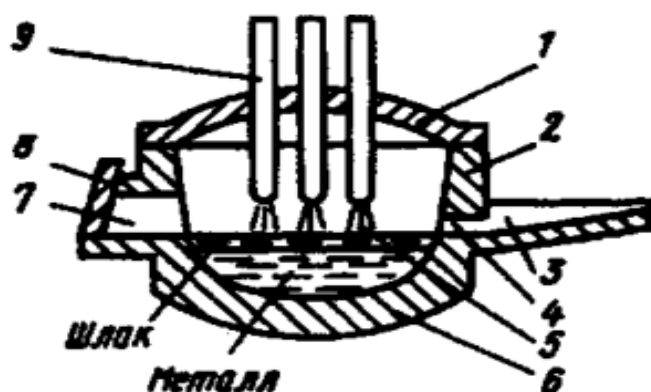


Рис. 3.1 Схема рабочего пространства дуговой электропечи:

					КП ТиТЭСиФ.06.2022.03.00.000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Технология получения марки стали 12ГС		
Разраб	Канчер Р.В.						
Пров	Астапенко И.В.						
Н. Контр.							
Утв							
					Лит.	Лист	Листов
					у	13	3
					ГГТУ им.П.О. Сухого гр. МЛ-31		

- 1- Куполообразный свод;
- 2- Стенки;
- 3- Желоб;
- 4- Сталевыпускное отверстие;
- 5- Электрическая дуга;
- 6- Сферический под;
- 7- Рабочее окно;
- 8- Заслонка;
- 9- Электроды;

К моменту завалки загруженная корзина подается к печи с помощью мостового крана, и после отвода от печи свода корзина опускается в плавильное пространство. Замок, закрывающий днище корзины, выдергивается, и корзина с помощью крана вы-водится из печи. При этом, благодаря раскрытию дна корзины, вся содержащаяся в ней шихта остается на подине печи.

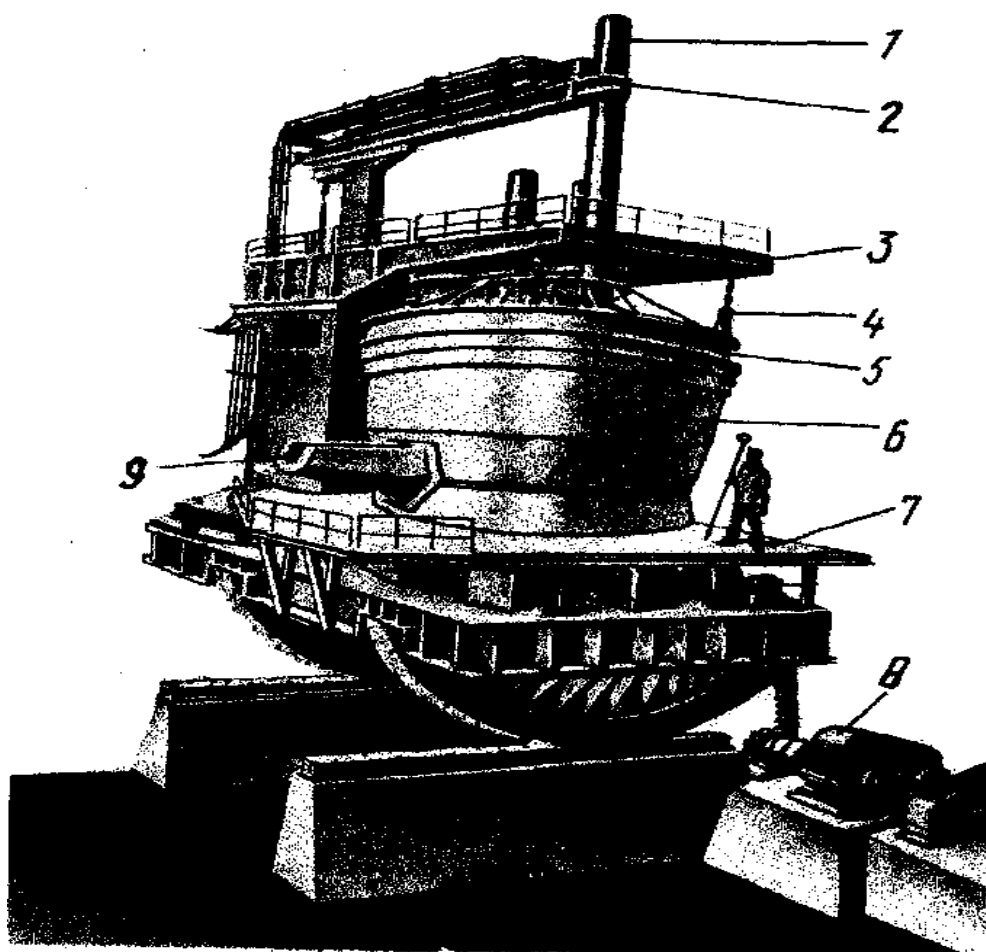


Рис. 3.2. Дуговая сталеплавильная печь (общий вид)

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

КП ТнТЭС.06.2022.03.00.000 ПЗ

Лист

14

- 1 - электрод;
- 2 - головка электрододержателя;
- 3 - свод;
- 4 - подвеска свода;
- 5 - сводовое кольцо;
- 6 - цилиндрический кожух;
- 7 - рабочая площадка;
- 8 - механизм наклона печи;
- 9 - желоб для слива стали;

Основные характеристики ДСП-120 представлены в таблице 3.1

Таблица 3.3 – Основные характеристики ДСП-120

Тип печи	переменного тока
Система загрузки скрапа	бадьевая
Тип выпуска жидкого металла	эркерный
Сталь на выпуске	118 т
Зеркало расплавленного металла	45 т
Диаметр кожуха	6700 мм
Внутренний диаметр панелей	6800 мм
Тип панелей	стальные и медные (нижние) трубы
Угол выпуска	20°
Угол спуска шлака	– 15°
Объем печи	147 м ³
Тип электродных консолей	проводные
Диаметр распада электродов	1200 мм
Диаметр электрода	610 мм
Длина электрода	2600 мм
Емкость корзины для лома	80 м ³

В данном пункте описал характеристику плавильного агрегата для выплавки стали 12ГС.

4 ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ

Большинство различных марок стали и сталь марки 12ГС производятся по следующей технологической схеме рисунок 4.1

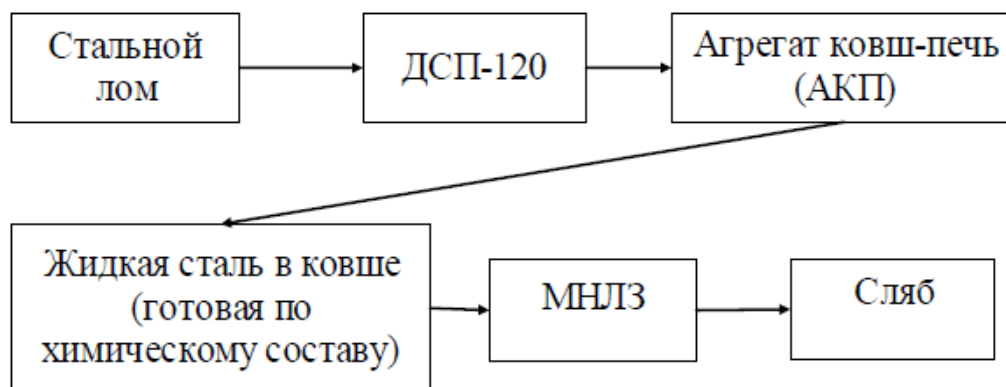


Рисунок 4.1 Технологическая схема производства стали 12ГС

Производство полупродукта происходит в основной дуговой сталеплавильной печи ДСП-120 с эркерным выпуском. Далее внепечная обработка и доводка стали до требуемого химического состава на агрегате печь-ковш (АКП), в заключительном этапе происходит разливка на одноручьевой вертикальной слябовой машине непрерывного литья заготовки (МНЛЗ) и сифонным способом в изложницы.

Технологический процесс получения стали 12ГС является сложнейшей и трудоёмкой операцией, от точности, проведения которой сильно зависит качество готовой продукции.

В целом технология получения конструкционной низколегированной стали состоит из следующих этапов:

- выплавка полупродукта в дуговой сталеплавильной печи ДСП-120 с эркерным выпуском;
- доведение стали до требуемого химического состава на агрегате печь-ковш (АКП);
- разливка на одноручьевой вертикальной слябовой машине непрерывного литья заготовки (МНЛЗ) в изложницы.

					КП ТиТЭСиФ.06.2022.04.00.000 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Технология получения марки стали 12ГС				Лит.	Лист	Листов
Разраб		Канчер Р.В..							у	16	19
Пров		Астапенко И.В.							ГГТУ им.П.О. Сухого гр. МЛ-31		
Н. Контр.											
Утв											

Сталь в дуговой печи выплавляется по двум вариантам:

- с завалкой металлошихты на «болото» (40-60 т металла предыдущей плавки);
- с завалкой металлошихты на «сухую» подину, очищенную от остатков шлака и металла от предыдущей плавки.

Основным способом выплавки полупродукта стали является использование способа «болота».

Плавки на "сухую" подину (без оставления металла и шлака) проводятся:

- после холодного ремонта подины печи;
- после горячего ремонта подины печи;
- после выполнения серии плавов с применением легированных отходов, если в жидком металле содержатся элементы, которые являются нежелательной примесью при выплавке последующих марок стали.

Рассмотрим подробнее подготовку печи к началу плавки. После каждой плавки сталеваром производится осмотр печи, оценивается состояние футеровки стен, шлакового пояса, центральной огнеупорной части свода, подины, продувочных фурм, сталевыпускного отверстия, состояние водоохлаждаемых элементов печи, электродержателей, шлангов подачи воды на охлаждение, кабелей короткой сети.

После выпуска предыдущей плавки производится удаление остатков шлака и настелей из канала эркера и торца концевой втулки эркерного выпуска. Очистку производить при помощи кислородной трубки. После закрытия выпускного отверстия в него засыпать стартовую смесь.

Заправка подины и откосов. Для заправки подины печи применяется заправочная масса на основе магнезиальных материалов JEFRIТ GM-1, которая обеспечивает достаточную степень сцепления с футеровкой печи. После выпуска металла печь наклонить в сторону рабочей площадки для осмотра футеровки сталеваром с целью общей оценки состояния откосов, подины и выявления на ней остатков металла и шлака. Одновременно оценивается состояние свода и стен. Заправка подины и откосов производится механизированным способом (заправочной машиной). Разрешается производить заправку вручную.

Горячий ремонт подины проводится по мере необходимости в местах локального износа подины методом подсыпки ремонтных масс согласно ТИ 123-Э-02.

После заправки подины, откосов и завалки шихты при необходимости производить частичную заправку стен (подварку) массами согласно ТИ 123-Э-02. По окончанию выпуска плавки, за которой будет следовать замена эркерной трубки, обеспечить отсутствие остатков металла и шлака на эркере.

Завалка металлошихты в ДСП осуществляется по конвейеру Consteel - это основной способ загрузки.

При погрузке металлошихты на конвейер должны быть учтены следующие моменты. Металлошихта должна быть разложена равномерно, её высота должна составлять приблизительно 650 мм, что на 150 мм ниже высоты загрузочного конвейера.

При использовании чугуна и брикетированного железа, для получения равномерной загрузки они должны быть разложены на загрузочном конвейере тем же самым образом. При этом загрузка чугуна и брикетированного железа в ДСП должна быть произведена в первой половине плавки для того, чтобы предотвратить любые задержки, вызванные высоким содержанием углерода. Из-за высокой плотности чугуна и брикетированного железа (ГБЖ), при использовании этих материалов загрузка конвейера соответственно увеличивается. Программа АСУ ТП ДСП уменьшить скорость конвейера для того, чтобы соответствовать интенсивности подачи в рамках заданной системы продолжительности загрузки.

При наличии скрапа с максимальной крупностью кусков не более 500х500 мм и длиной не более 1000 мм: через 30-35 минут после начала плавки грузить скрап на следующую плавку.

Габаритный мелкий скрап однородной фракции менее 100 мм, в виде орешка (после магнитной сепарации) рекомендуется заваливать в ДСП до начала схода шлака из печи (до общей массы ванны примерно 90 тонн) при этом необходимо увеличить подачу кускового углеродного материала в начале плавки по 25 кг на каждую тонну габаритного мелкого скрапа однородной фракции менее 100 мм, в виде орешка (после магнитной сепарации).

Загрузку стружки небрикетированной производить на дно конвейера Consteel, придавливая сверху более тяжеловесной металлошихтой. Завалку стружки небрикетированной производить до начала схода шлака.

Рассмотрим шихтовку плавки. Масса тяжеловесных отходов (обрези и скрапа) в составе общей массы завалки должна быть не более 50%. Во избежание риска взрыва следует загружать сухой скрап (без масла, воды) и не использовать герметизированные контейнеры (емкости). В завалку одной

плавки разрешено использовать ограниченное количество следующих видов металлошихты:

- части и элементы боеприпасов, при наличии талона взрывобезопасности;

- пресс-пакеты, пресс-таблетки и стружку небрикетированную в сумме не более 15 тонн.

габаритный мелкий скрап однородной фракции менее 100 мм, в виде орешка (после магнитной сепарации) не более 10 тонн. Остальное количество (для выполнения плана по расходу скрапа), догружать скрапом более крупных фракций;

- немагнитный скрап с автоезда, загружаемый «Фуксом», не более 10 тонн на плавку. При загрузке на конвейер мелкого скрапа (фракцией менее 100 мм), расход скрапа с автоезда не должен превышать 5 т;

- окалина МНЛЗ в количестве не более 5 тонн на плавку при выплавке полупродукта для низкоуглеродистых марок стали (12ГС, 09Г2С, С345, С355, S355, 17Г1С).

Масса остатка жидкого металла и шлака (болото) после выпуска предыдущей плавки составляет 40...60 тонн. Загрузка ДСП металлошихтой производиться из расчета обеспечения веса жидкого металла в ковше после выпуска 115-120 тонн.

Плавление лома в ДСП с загрузкой через конвейер Consteel - происходит в режиме «ЖИДКАЯ ВАННА».

После расплавления первой загрузки следует подавать лом, скрап, чугун, ГБЖ, через конвейер Consteel. Шлакообразующие материалы и углеродсодержащие материалы фракцией 10-50 мм подавать посредством системы подачи материалов через свод.

Ввиду низкого уровня металла в печи на этом этапе, а также с целью получения заданного химического состава шлака, необходимо вместе с металлошихтой добавлять известь, доломит, магнезиальные материалы и УСМ. Кислород использовать для формирования вспененного шлака. Вспененный шлак сохранять для обеспечения защиты водоохлаждаемых панелей и огнеупорной футеровки, сокращения расхода электроэнергии и времени работы под током.

Кислород и УСМ использовать с начала плавки для получения химической энергии посредством окисления углерода и производства достаточного объема печного газа для формирования вспененного шлака с целью обеспечения защиты дуги и боковых стен.

Во время данного этапа процесса плавления интенсивность подачи металлошихты, извести, регулируется автоматически или рассчитывается сталеваром для поддержания температуры ванны 1530°C - 1560°C. Не допускается перегрев ванны на этапе завалки более 1600°C, для чего в случае низкой скорости подачи металлошихты через конвейер отключать печь, выждать паузу для догрузки металлошихтой конвейером. После завалки 95% металлошихты и ее расплавления произвести отбор пробы металла с помощью специальных пробоотборников для определения массовых долей углерода, марганца, кремния фосфора, серы, хрома, никеля и меди, и измерение температуры металла.

Для обеспечения требуемого содержания фосфора в полупродукте необходимо, к моменту полного расплавления отобрать пробу металла, при этом температура металла не должна превышать 1590 - 1600 °C. Требование к полупродукту для марки стали 12ГС представлено в таблице 4.1

Таблица 10 – Требования к полупродукту при поступлении на АКП

Марка стали	Массовая доля углерода , %		Массовая доля, %			
	в готовой стали	В первой пробе АКП	P	Cr	Ni	Cu
12ГС	0,09-0,15	Не более 0,09	Не более 0,015	Не более 0,3	Не более 0,3	Не более 0,3

После получения удовлетворительного содержания фосфора в полупродукте произвести замер температуры. При получении требуемой температуры металла для выпуска произвести повторное скачивание шлака и выпустить плавку. В случае недостаточной температуры металла для выпуска, включить печь для подогрева и произвести повторное скачивание шлака под дугой. При достижении требуемой температуры металла, выпустить плавку.

В первый период начала завалки в печь подавать известь со скоростью, обеспечивающей общий расход извести 5,0-6,0 тонн, до общей завалки металлошихты 80-85 тонн. В период с 85 до 105 тонн металлозавалки отдать 2 порции по 500 кг отсева известняка. Произвести скачивание шлака присадкой углеродсодержащего материала (фракции 0-50 мм) с 10 бункера порциями по 200 кг со скоростью 500 кг/мин. С последующего периода завалки, начиная с 105 до 160 тонн, производится отдача извести со скоростью 100-150 кг/мин, обеспечивая общий расход до 8 тонн, который может корректироваться на основании результатов анализа металла и шлаков ДСП. Основность шлака должна быть на уровне 1,6-2,0.

С каждой плавки отбирать одну пробу шлака перед выпуском плавки. В пробе шлака не должно быть посторонних примесей.

Шлаковый режим плавки в ДСП. Наведение шлака в ДСП производят путем присадки извести свежесожженной, магнезиального материала, брикетов из шлака АКП (известковошлаковые брикеты). Отдачу шлакообразующих материалов производить следующим образом:

1 Известь вводят в печь равномерно в процессе окисления и нагрева металла порциями по 100-300 кг/мин.

2 Отдачу магнезиального материала производят в начале плавки порциями по 100-200 кг массой 500-1000 кг.

3 Отдачу известковошлаковых брикетов производить одной порцией в один прием в течение первых 5-15 минут от начала плавки. Допускается производить отдачу брикетов порциями по 1000 кг при условии, что последняя порция будет загружена в печь не позднее 15 минут от начала плавки. После отдачи заданного количества брикетов из шлака АКП начать отдачу извести.

Расход брикетов на плавку устанавливается в зависимости от содержания серы в готовом металле и составляет от 0 до 2 т на плавку. При этом расход извести должен быть скорректирован с учетом коэффициента замены 1,9...2,0.

В процессе работы сталевар должен контролировать химический состав шлаков с предыдущих плавки. В случае содержания FeO более 30% для среднеуглеродистых, высокоуглеродистых сталей (содержание углерода более 0,15% в готовой стали) и более 34% для низкоуглеродистых сталей (содержание углерода менее 0,15% в готовой стали) на 2-х и более последних плавках, сталевар должен проверить работу инжекторов по вдуванию УСМ фракции 0,3-3мм и расход углеродсодержащих материалов.

Основность шлака (CaO/SiO_2), должна находиться в пределах 1,6-2,0. Если основность не соответствует данным значениям необходимо скорректировать расход извести из расчёта, что для снижения основности на 0,1 необходимо снизить, а для увеличения основности на 0,1 необходимо увеличить расход извести на 250 кг на плавку.

Для защиты футеровки печи от теплового излучения электрических дуг и увеличения съёма полезной мощности трансформатора, а также предотвращения насыщения стали азотом, на протяжении всей плавки запрещается допускать оголение дуг. Шлак должен находиться во вспененном состоянии, для чего в процессе шлакообразования в печь сверху

присаживают сначала углеродосодержащий материал (фракцией 0-50 мм) и массой от 800 до 1500 кг с последующим вдуванием в печь углеродсодержащего материала (фракцией 0,3-3,0 мм) от 1500 до 2500 кг. Вдувание углеродсодержащего материала производить через 3 устройства. При невозможной операции вдувания углеродсодержащих материалов разрешается в печь вводить через свод углеродсодержащий материал массой до 1500 кг.

В процессе продувки кислородом вспененный шлак удаляется из печи самотёком через рабочее окно в шлаковый коридор, при этом не допускается сход металла в шлаковый коридор и оголение дуг.

При вызове погрузчика Либхер для уборки шлака в шлаковом коридоре водовоздушная система орошения должна быть выключена за 5 минут до начала уборки, для предварительного испарения воды со шлаковой корочки.

Для предотвращения повышенного износа футеровки печи массовая доля оксида магния (MgO) в шлаке должна находиться в диапазоне от 8,0 до 12,0 % и корректироваться в зависимости от основности шлака и содержания в нем FeO. Для этого в печь в начале плавки отдавать магнийсодержащий материал массой 500-1000 кг порциями по 100-200 кг.

После окончания загрузки (95%) металлошихты и ее расплавления необходимо произвести первый замер температуры и отбор пробы на химический анализ.

При отборе проб и замере температуры в ручном режиме необходимо:

- до отбора пробы и замера температуры отключить 1 и 4 горелки, затем (после отбора и замера) включить;
- пробоотборник и термопреобразователь погружать в расплав стали на глубину 2/3 длины пробоотборника;
- время отбора проб - от 5 до 8 сек, время замера температуры - 5 сек;
- пробу охлаждать в воде до температуры, достаточной для последующего высыхания пробы.

Проба металла не должна содержать шлак. После получения требуемой температуры и удовлетворительного химического анализа первой пробы металла по содержанию основных элементов, кроме углерода, разрешается производить выпуск плавки по значению окисленности металла.

Выпуск металла осуществлять только при получении удовлетворительных результатов химического анализа последней пробы. Подготовка к выпуску плавки. За 5-8 минут до выпуска металла из печи наклонить печь не более чем на 2 градуса для скачивания шлака. Когда скачивание шлака завершено, наклонить печь обратно в горизонтальное положение. Стальковш должен быть подготовлен и перемещён в положение для выпуска плавки не более чем за 10 минут до выпуска. Температура футеровки стальковша должна быть не менее 1000 °C.

Раскисление полупродукта на выпуске. Ферросплавы и шлакообразующие для выпуска должны быть подготовлены. Рекомендуемый расход раскислителей и шлакообразующих на выпуске из ДСП для стали 12ГС показан в таблице 11.

Для сталей с содержанием углерода в ковшевой пробе менее 0,15% в качестве раскислителей использовать ферросиликомарганец, ферросилиций и алюминий (ферроалюминий). Алюминий применяется в виде чушек, пирамидок. В качестве шлакообразующего материала используются известь и магнезиальный материал.

Таблица 5.2 - Рекомендуемый расход раскислителей и шлакообразующих на выпуске из ДСП

Марка стали	Содержание углерода, %		Расход раскислителей и шлакообразующих, кг/пл						
	В готовой стали	В первой пробе АКП	SiMn	FeSi65	Лом алюминиевый, алюминий чушковой, алюминий в виде пирамидок	Карбид кальция	Феррохром	УСМ	Известь
12ГС	0,09-0,15	Не более 0,09	500	100	200	45-56	-	-	500

Разрешается производить раскисление полупродукта в ковше ручным способом, при этом отдавать материалы такие, как карбид кальция, чушковой алюминий взамен ферроалюминия. Перед отдачей карбида кальция подручный сталевара должен обязательно нарушить целостность барабана. Для этого его необходимо вскрыть или пробить в нем отверстие. На плавках стали марок СтЗсп и 09Г2С расход карбида кальция на плавку должен составлять 45-56 кг, на остальных марках стали - 60-84 кг. При этом необходимо учитывать, что отдача 45-84 карбида кальция повышает содержание углерода в первой пробе АКП не более 0,02%. Отдача карбида кальция или чушкового алюминия осуществляется под струю металла при наливке не менее 10-15 т.

Расчет по марганцу производить на нижний марочный предел, установленный требованиями нормативной документации, с учетом остаточного, без учета угара. Расчет по кремнию производить на 0,20 % без учета угара для сталей, нелегированных кремнием, и на 0,10 % выше нижнего марочного предела, без учета угара, для сталей, легированных кремнием.

При получении по расплавлению повышенного содержания цветных металлов, не регламентированных требованиями НТД, таких как Pb, Sb, Sn,

Zn, плавка разбавляется чистой по цветным примесям металлошихтой до достижения допустимых пределов по химическому составу.

Допустимым пределом для безаварийной разливки на МНЛЗ принимаются следующие содержания примесей цветных металлов: Pb – 0,050 %; Sn – 0,150 %; Sb – 0,050 %; Zn – 0,050 % .

При отсутствии организационно-технической возможности разбавления плавки с повышенным содержанием цветных металлов, данную плавку выпустить в стальковш, раскислив металл, с доводкой на АКП для получения стали марки СтЗсп.

После достижения температуры выпуска кислородная и углеродная фурмы должны быть выключены. Несущие электрододержатели должны быть выставлены в положение «выпуск». Вывести из пространства печи соединяющую тележку. Как только соединяющая тележка начнет двигаться обратно, двигатель отключится автоматически. Гидравлический цилиндр остановится автоматически, когда достигнет координаты отвода. Управление наклона ДСП переключить с основного пульта управления на пульт поста управления выпуска. Сообщить оператору пульта управления выпуска о том, что печь готова к выпуску.

При готовности плавки к выпуску и получив подтверждение о том, что оборудование готово к выпуску, сталевар с главного пульта разрешает наклон ДСП, и даёт команду на выпуск, при этом указав подручному ДСП проводить раскисление УСМ или нет. После команды сталевара и передачи управления, подручный сталевара начинает процедуру выпуска плавки, для чего необходимо:

- убедиться, что стальковш расположен в положении «под печью» и включена донная продувка аргоном (азотом);
- убедиться, что ферросплавы и УСМ готовы для разгрузки в стальковш и тракт подачи переведен на отдачу в ковш;
- убедиться, что пульт управления для выпуска включён и соответствует настроенным значениям выпуска;
- наклонить печь на сторону выпуска на 4,5°;
- разблокировать механизм открытия эркера;
- отдать в ковш УСМ;
- открыть выпускное отверстие, в случае если не произошло самопроизвольного схода металла в ковш, то открывать используя кислород;
- после того, как сталь начинает течь в ковш, запустить систему разгрузки ферросплавов в ковш, которые дозированы и готовы к разгрузке.

Раскислители должны быть отданы в ковш при наполнении его не менее на 20-30 тонн;

постепенно увеличить угол наклона печи для поддержания объёма жидкой стали над выпускным отверстием. Максимальный угол наклона ДСП составляет 14°, при необходимости выпуска «насухо» угол наклона составляет 20°;

- поднимающийся уровень стали в ковше контролирует первый подручный сталевара, визуально, на пульте управления выпуском. Обратный наклон необходимо начать тогда, когда уровень стали достигнет необходимого свободного борта (400-500 мм), при этом необходимо учитывать, что при возврате печи в горизонтальное положение, в ковш дополнительно попадает до 2 тонн металла при новом эркере и до 10 тонн металла при старом эркере. Уровень металла по визуальной оценке должен составлять 300-400 мм от верхнего края футеровки ковша.

Высокая скорость возврата в обратное положение способствует уменьшению объема шлака, который проходит через выпускное отверстие, так как жидкое болото перемещается на сторону шлака. Возврат обратно при максимальной скорости продолжать до тех пор, пока угол наклона не уменьшится до 10°.

После наполнения ковша до необходимой массы можно вывезти сталеvoz из-под печи для дальнейшей его транспортировки на АКП.

Во время и после выпуска осуществлять продувку аргоном через донную фурму сталковша не менее 2 минут. Расход аргона на аргонную пробку сталковша в момент выпуска плавки установить 150-160 л/мин. По окончании продувки производят измерение температуры металла и отбирают пробу металла. Продолжительность транспортировки ковша с металлом от выпуска из ДСП до постановки его на стенд АКП должна быть не более 20 минут.

Опишем технологические операции на АКП. При попадании печного шлака в ковш с полупродуктом ковш устанавливают на машину скачивания шлака (МСШ) для его удаления. Для начала скачивания шлака с помощью МСШ ковш необходимо слегка наклонить, а стрелу МСШ поднять на такую высоту, чтобы скребок пришел в соприкосновение со шлаком по центру ковша.

Рассмотрим технологию обработки стали на АКП. Необходимо провести стыковку аргонопровода с ковшом для донной продувки. Далее установить стелевоз с ковшом в положение «под крышкой», опустить свод на ковш, при этом необходимо состыковать газоход с газоотводящим патрубком свода, до начала обработки стали в газохое создается разряжение. Расход аргона для продувки стали устанавливается по «пятну» продувки визуально не более 0,5 м.

Для открытия продувочной пробки, которая забита, разрешается кратковременная подача аргона с давлением 1,6 МПа. Если через донный продувочный узел нет невозможности продувки ковша, обработку металла ведут по резервной схеме с использованием аварийной фурмы верхней продувки, которая предварительно просушена на специальном стенде.

Режимы подачи аргона при нормальной работе пробки согласуются с выбранным режимом нагрева (ступенью мощности) работы АКП, периодом обработки и состоянием шлака:

- если при нагреве наблюдается от электродов повышенный шум при неустойчивом горении дуг, а так же значительных бросках напряжения,

необходимо снизить расход аргона или перейти на более низкую ступень напряжения до наведения необходимого уровня шлака;

- каждые 5 - 10 минут необходимо проводить визуальный контроль продувки, при этом оголение зеркала сплава должно составлять не более 0,5 м в диаметре.

- расход аргона может изменяться по периодам обработки стали в зависимости от состояния продувочного узла.

Через 3-5 минут после начала продувки аргоном измерить температуру и отобрать первую пробу металла. Температура металла для низкоуглеродистых марок сталей, в которую входит сталь 12ГС, перед отбором первой пробы в зависимости от содержания углерода должна составлять 1540 (± 10) °С.

Далее включить дуговой нагрев металла на АКП и ввести первую порцию шлакообразующих материалов в количестве 100-150 кг. Нагрев металла необходимо начать с более низких ступеней мощности и далее переходить к более высоким ступеням после образования достаточно жидкоподвижного шлака. Ступень напряжения выбирается исходя из требуемой скорости нагрева стали.

Скорость нагрева 110 т металла на различных ступенях печного трансформатора в диапазоне рабочих токов показана в таблице 5.3

№ ступени напряжения	Номинальное напряжение, В	Рабочий ток, кА	Коэффициент мощности, $\cos \phi$	Активная мощность, МВт	Скорость нагрева металла, °С/мин
19	318,5	25	0,89	12,3	3,9
		33	0,87	15,3	5,0
18	307,5	24	0,89	11,4	3,6
		32	0,87	14,8	4,7
15	274,7	21	0,89	8,9	2,8
		19	0,87	12,0	3,8
11	231,0	19	0,89	6,8	2,1
		25	0,87	8,7	2,8

Чтобы избежать повышенного износа футеровки ковша при малых расходах аргона (5-10 м³/ч) не работают на повышенных ступенях мощности. В течение 5-8 минут происходит первая стадия нагрева металла в ковше до полного расплавления шлакообразующих материалов и усреднения шлака.

Суммарный расход шлакообразующих материалов на обработку металла – 10-15 кг/т (для марок стали с содержанием серы не более 0,02%), допускается увеличение расхода до 18 кг/т (для марок стали с содержанием сер менее

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

0,015%). Ввод шлакообразующих материалов необходимо выполнять порциями, масса которой не должна превышать 300 кг.

Состав шлакообразующей смеси и ее расход представлен в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Состав шлакообразующей смеси

Наименование компонентов	Марка	Дополн. требования	Состав, %	Масса компонентов, кг при расходе смеси, кг/т стали			
				5	10	15	18
Известь	ИС-1	Срок хранения в расходных бункерах не более 16 часов	80	400	960	1200	1440
Плавиковый шпат	ФК75-ФК-92	-	12	60	144	180	216
Алюмотермический флюс	АТФ-65 АТФ-75	TiO ₂ не более 3% Cr ₂ O ₃ не более 3%					
Бой малых сводов	БМС	Влага не более 1%					
Алюмошлаковые брикеты	АШБ-20 АШБ-50	TiO ₂ не более 3% Cr ₂ O ₃ не более 3%	8	40	96	120	144
Раскислитель стали и шлака алюмосодержащий	РСША	Влага не более 1%					
Общий расход			100	500	1200	1500	1800

Перед рафинированием металла, необходимо замерить температуру и отбирают вторую пробу металла. После проведенного химического анализа определяется дальнейший режим обработки металла. Проводят корректировку химического состава с помощью ввода ферросплавов и шлакообразующих материалов для наведения рафинирующего шлака. Корректировка химического состава сплава производится по расчету на целевое содержание ведущих элементов для данной марки стали.

Присадки ферросплавов производят в следующем порядке:

- вносят присадки порций ферросплавов, визуальнo контролируя их прохождение и усвоение;
- устанавливают повышенный расход аргона (до 25 мз/ч);
- через 2 минуты после прохождения последней порции, расход аргона уменьшают;
- добиваются получения однородного высокоосновного хорошо раскисленного жидкоподвижного шлака.

При этом разовая порция ферросплавов не должна превышать 100 кг.

Корректировка содержания массовой доли углерода в металле производится путем присадки углеродсодержащих материалов фракции 0,5- 10 мм, через систему сыпучих материалов, на продувочное пятно (порциями, массой не более 50 кг), или вводом углеродсодержащих материалов через устройство для вдувания порошкообразных материалов. Окончательную корректировку химического состава стали, вне зависимости от количества присаживаемых материалов, производят не позднее, чем за 10 минут до окончания обработки металла на АКП

После окончания обработки металла на АКП-100 отключить подачу аргона, выкатить сталеvoz в промежуточное положение и отсоединить аргонпровод. После в сталеvoz добавить 1 мз теплоизоляционной смеси марки ТИС 20. После этого ковш краном снять сталеvoz и передать на разливку или стенд ожидания.

Температура окончания обработки на АКП для разливки стали в МНЛЗ должна удовлетворять требованиям, представленным в таблице 5.5

Таблица 5.5 - Температура металла перед отдачей на разливку

Марка стали	Тл, ср.°С	Температура металла перед отдачей на разливку, °С	
		МНЛЗ	
		Мин.	Макс.
12ГС	1512	1557	1577

Температуру стали в стальковше перед началом разливки на МНЛЗ задает оператор главного пульта МНЛЗ.

Непрерывная разливка стали состоит в том, что жидкий металл непосредственно из ковша непрерывно заливается в верхнюю часть водоохлаждаемого кристаллизатора, в который предварительно вводят затравку того же поперечного сечения, что и слиток. Верхний торец затравки служит дном для первых порций металла. По мере затвердевания отливаемая заготовка с помощью тянущих механизмов вытягивается вниз [19].

Начинать разливки стали нужно по команде мастера или старшего разливщика, для чего необходимо открыть шиберный затвор и приступить к заполнению металлом промежуточного ковша с максимальной скоростью.

Наполнение промежуточного ковша до массы металла 12-14 тонн производится в течение 2 минут. После наполнения промежуточного ковша до 5 т проводится проверка работоспособности шиберного затвора сталеразливочного ковша на открытие и закрытие. После этого на зеркало металла необходимо присадить шлакообразующую смесь (ШОС) марок GLUTIN MH-B в количестве 100 кг и GLUTIN RS-10 или PR-IM-02 в

количестве 100 кг. Далее по мере разливки производить подсыпку ШОС GLUTIN MH-B и GLUTIN RS-10 (PR-IM-02) в соотношении 1:1 для обеспечения равномерного покрытия поверхности металла в промежуточном ковше. В процессе наполнения промковша металлом производится открытие подачи аргона на стопор, дозатор и экранирование.

Расход аргона должен составлять:

- на стопор - 3 л/мин;
- на стакан-дозатор - 3 л/мин;
- на экранирование — поддерживаться в автоматическом режиме.

Доводится и поддерживается в течение всей разливки уровень металла до рабочего не менее 22 т. Минимально-допустимый уровень металла в промковше при смене сталеразливочного ковша составляет 10 т. При снижении уровня металла в промковше менее 10 т разливку необходимо прекратить во избежание попадания шлака промковша в кристаллизатор.

После наполнения промковша до рабочего уровня нужно закрыть шиберный затвор, установить на стальковш защитную трубу и опять открыть шиберный затвор. В стык соединения огнеупорной трубы с коллектором шиберного затвора подать аргон через специальное устройство, которым оборудована защитная труба. Расход аргона при этом должен находиться в пределах 30-50 Нл/мин при давлении 2 бар.

Наполнение кристаллизатора металлом начинается при достижении уровня металла в промковше 10 т. После проверки работоспособности шиберного затвора открывается стопор и начинается наполнение кристаллизатора.

Продолжительность наполнения кристаллизатора металлом составляет при сечении 240 мм – 1,5 - 2 мин.

При достижении уровня металла в кристаллизаторе выше выходных отверстий погружного стакана, в кристаллизатор подать ШОС равномерно по всему зеркалу металла. Марка ШОС должна соответствовать марке разливаемой

стали. Для стали марки 12 ГС пределы температур в промежуточном ковше и температурно-скоростные режимы разливки стали на МНЛЗ, удельный расход воды и соответствие применяемой шлакообразующей смеси для кристаллизатора представлены в таблице 5.6

Таблица 5.6 - Температурно-скоростные режимы разливки стали на МНЛЗ

Марка стали	Тл.ср. °С	Температура металла в промковше, °С		Удельный расход воды на 1 м ширины сляба	Марка применяемой ШОС для кристаллизатора	Максимальная скорость разливки, м/мин	Рабочая скорость разливки, м/мин
		Мин	Макс.				
12ГС	1512	1524	1544	700	Accutherm ST-SP/616A	0,9	0,7-0,85

После наполнения кристаллизатора металлом до уровня 100 мм от верхней кромки медных плит старший разливщик на рабочей площадке МНЛЗ включает: качание кристаллизатора;

- через 5-10 секунд привод вытягивания сляба на скорости 0,20 м/мин;
- при загорании кнопки автоматического регулирования включает режим автоматического регулирования уровня металла в кристаллизаторе.

Производится замер температуры металла в промежуточном ковше, в зависимости от которой при необходимости плавно корректируется скорость разливки до рабочей. При выходе на рабочую скорость разливки старший разливщик дает команду оператору главного пульта управления МНЛЗ на включение автоматического режима системы прогнозирования прорыва «ERGOLINE». После выхода на рабочую скорость проверяются показания подачи аргона на стопор, дозатор, экранирование.

Минимальная рабочая скорость разливки составляет 0,6 м/мин. Разрешается снижать скорость разливки в следующих случаях:

- при пересечениях кривых температурных диаграмм системы прогнозирования прорывов «ERGOLINE», «ТЕРМОВИЗОР» - до 0,40 м/мин и при подвисании корочки слитка в кристаллизаторе – до полной остановки;
- при нестабильной работе системы поддержания уровня металла в кристаллизаторе – до минимальной рабочей скорости (0,60 м/мин.);
- при замене погружного стакана - до минимальной рабочей скорости;
- при увеличении содержания серы более 0,025% – на 0,1 м/мин на каждые 0,005% S (в зависимости от температуры стали).

Измерение температуры жидкой стали, в промежуточном ковше на МНЛЗ осуществляет разливщик стали, с помощью термопар марки ТС 360312.

Первый замер температуры металла производить после наполнения промежуточного ковша до уровня металла не менее 20 тонн. Второй и последующие замеры температуры производить через каждые 20 т разлитой стали. После визуального определения начала появления шлака из сталеразливочного ковша, закрывают шиберный затвор стальковша, при помощи манипулятора снимают защитную трубу.

В процессе разливки отбирают две пробы металла с середины плавки на химический анализ с помощью пробоотборников без содержания

алюминиевого раскислителя марки SAE 1200/900, SAE 1200/900 P6, ПМ-39 или других производителей с металлическим шлакозащитным колпачком. Отделение затравки происходит после выхода головы затравки из последней пары роликов горизонтального участка. Оператор пульта управления должен проконтролировать ее отделение в автоматическом режиме, а так же и поперечную транспортировку в позицию ожидания. Если отделения головы затравки не произошло, то оператору необходимо произвести отделение в ручном режиме.

Окончание разливки. За 1 м до мерной длины производят плавное снижение скорости вытягивания слитка до 0,2 м/мин.

Окончание разливки производится только на мерной длине сляба, с учетом обрезки хвостовой части сляба длиной не менее 0,70 м. При сливе последних порций металла необходимо промежуточный ковш приподнять так, чтобы отверстия погружного стакана открылись на треть. Удалить полностью шлак из кристаллизатора. При достижении мерной длины с учетом хвостовой обрезки стопор немедленно закрыть и поднять промежуточный ковш, нажать кнопку «окончание разливки». Далее происходит автоматическое включение программы

«ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЗКИ», с помощью которой автоматически рассчитывается оптимальная порезка, различные варианты которая выдаются на экране.

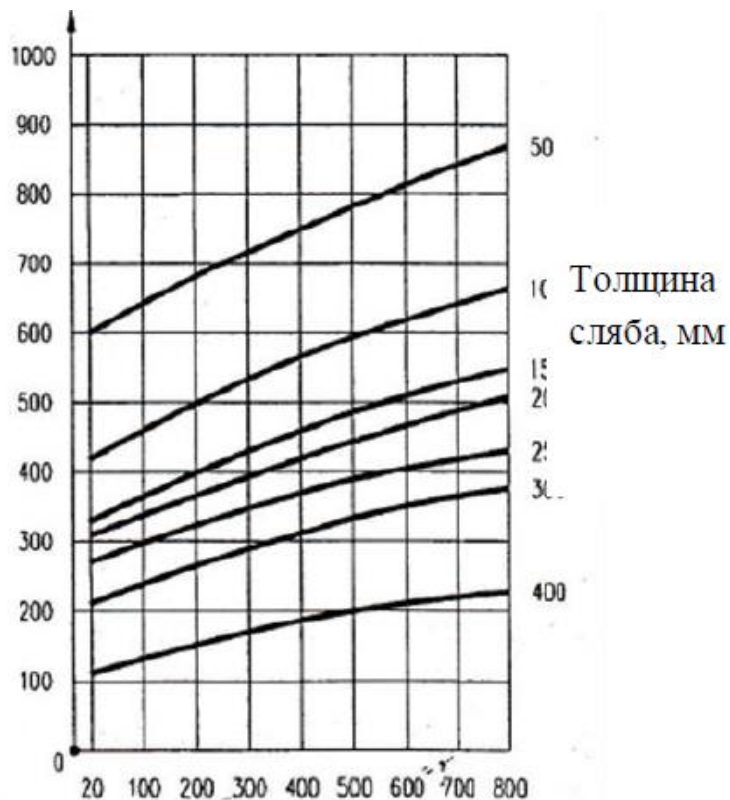
Выбирается наиболее оптимальный вариант порезки и начинается процесс «ОПТИМИЗАЦИИ».

После выхода сляба из кристаллизатора, при вытягивании в автоматическом режиме должна быть установлена скорость вытягивания 0,8 м/мин. По мере прохождения конца сляба по роликовым секциям автоматически или вручную

Производится отключение воды по зонам вторичного охлаждения.

Порезка сляба на мерные и кратные заготовки производится на машинах газокислородной резки № 1 и № 2. Порезку слябов на МГР №1 и № 2 производить необходимо производить согласно графика скорости резки в зависимости от температуры и толщины сляба, представленного на рисунке 4.1

Скорость
порезки,
мм/мин



Температура сляба, °C

Рисунок 4.1 График скорости резки в зависимости от температуры и толщины сляба

Технологическая карта (схема) разлива стали 12 ГС представлена в таблице 4.7

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

КП ТнТЭСиФ.06.2022.04.00.000 ПЗ

Лист

31

Таблица 4.7 - Технологическая карта (схема) разливки стали 12 ГС

Марка стали		09Г2С, 09Г2СД, С345, С355, 12ГС, 09Г2, 09Г2Д, 10Г2С1, 10Г2С1Д, S355J2, S355JR, S355JO					
Марка ШОС используемая при разливке		Accuterm ST-SP/616A					
Параметры ЗВО							
Удельный расход воды на 1 м ширины сляба, л/мин	Распределение по зонам, %	Сечение сляба					
		240x1600			240x1300		
		Расход воды л/мин при скорости			Расход воды л/мин при скорости		
Зоны	700	0,6 м/мин	0,8 м/мин	1,1 м/мин	0,6 м/мин	0,8 м/мин	1,1 м/мин
Узкие грани (подбой)	3,4	22,85	30,46	41,89	18,56	24,75	34,03
Широкие грани (подбой)	9,40	63,17	84,22	115,81	51,32	68,43	94,09
Бендер, верх	17,70	118,94	158,59	218,06	96,64	128,86	177,18
Бендер, низ	13,00	87,36	116,48	160,16	70,98	94,64	130,13
Сегмент № 1 малый радиус	4,10	27,55	36,74	50,51	22,39	29,85	41,04
Сегмент № 1 большой радиус	4,50	30,24	40,32	55,44	24,57	32,76	45,05
Сегмент № 2, 3 малый радиус	5,50	36,96	49,28	67,76	30,03	40,04	55,06
Сегмент № 2, 3 большой радиус	6,40	43,01	57,34	78,85	34,94	46,59	64,06
Сегмент № 4, 5 малый радиус	4,00	26,88	35,84	49,28	21,84	29,12	40,04
Сегмент № 4, 5 большой радиус	4,60	30,91	41,22	56,67	25,12	33,49	46,05
Сегмент №6, 7 малый радиус	2,80	18,82	25,09	34,5	15,29	20,38	28,03
Сегмент №6, 7 большой радиус	3,20	21,5	28,67	39,42	17,47	23,3	32,03
Сегмент № 8,9,10 малый радиус	8,50	57,12	76,16	104,72	46,41	61,88	85,09
Сегмент № 8,9,10 большой радиус	12, 90	86,69	115,58	158,93	70,43	93,91	129,13
Итого	100,00	672,00	896, 00	1232,0 0	546,0 0	728,00	1001,0 0
Примечания	При скорости разлики не более 0,95 м/мин подачу воды на 8 зону (сегменты 8,9,10) отключить						

Продолжение таблицы 4.7

Параметры качания кристаллизатора		
Частота качания кристаллизатора	120,00	
Ход кристаллизатора при "0" скорости, мм	6,00	
Ход кристаллизатора при "min" скорости, мм	6,00	
Ход кристаллизатора при скорости 1 м/мин, мм	8,00	
Температура ликвидус, °С	1508...1514	
Рабочий интервал температур в п/к, °С	1521-1531	
Температура металла в с/к, °С	1550-1575	
Температурно- скоростной режим	Температура металла в п/к, °С	Скорость разливки, м/мин
	Менее 1521	0,95-0,90
	1521-1526	0,85-0,80
	1527-1531	0,80-0,70
	1532-1536*	0,70-0,60
	Выше 1536**	не более 0,60
Примечания	* - nereкомендуемый интервал разливки ** - недопустимый интервал разливки Для сохранения стабильных условий допускается оставлять скорость разливки без изменения в случае выхода из температурного интервала на одном замере не более, чем на 2 °С. В случае выхода из температурного интервала на 2 °С и более на 2-х и более замерах подряд скорость разливки плавно изменять на соответствующую данному интервалу. Отклонение от указанных режимов допускается только для предотвращения аварийных ситуаций и замены погружного стакана.	

Оптимальная скорость порезки для сляба толщиной 240 мм должна находиться в интервале 300 - 400 мм/мин. После порезки мерных заготовок на МГР №1 производится их маркировка на автоматическом маркировщике.

Контроль качества .

Контроль качества на АКП. В процессе обработки стали на АКП в плавильный журнал и паспорт плавки заносятся следующие параметры:

- дата, номер плавки, заданная марка стали;
- номер сталеразливочного ковша и стойкость его футеровки (количество плавок);
- высота свободного борта;
- количество минут продувки аргоном через донную пробку на данной плавке;
- на предыдущих плавках количество минут продувки пробки;

- суммарное количество минут продувки на пробке (на предыдущих плавках плюс на данной плавке, по окончании обработки металла на АКП);
- давление аргона на пробку при обработке металла на АКП;
- начало, окончание и общая продолжительность обработки (час: мин);
- вес ковша со сталью т;
- вес жидкой стали, т;
- температура металла по ходу обработки, °С;
- расход аргона, за обработку (мз);
- вид и количество присаживаемых материалов;
- количество теплоизолирующей смеси;
- химический состав металла по ходу обработки;
- расход электроэнергии, кВт час/т;
- фамилия, имя, отчество мастера смены и сталевара.

На всех плавках, которые обработаны на АКП и разлиты на МНЛЗ, дополнительно ставится индекс «УТ». Отсутствие маркировки «УТ» обозначает, что данную плавку нельзя прикатывать на толщину более 30мм.

					Лист	
					7	
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	КП ТИТЭС.13.2022.02.00.000 ПЗ	

					Лист	
КП ТнТЭС.13.2022.02.00.000 ПЗ					7	
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		