

*Приложение 2.22.1 к ОПОП-П по специальности 22.02.08
Металлургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.01 ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**для обучающихся специальности
22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)**

Магнитогорск, 2024

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Металлургии и обработки металлов давлением»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 5 от 31 «января» 2024 г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 3 от «21» февраля 2024 г.

Разработчик (и):

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера)
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Наталья Вениаминовна Мелихова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «ОП.01 Основы металлургического производства».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального(ых) модуля(ей) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.08 Металлургическое производство (по видам производства) и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Лабораторное занятие 1	6
Практическое занятие 1	10
Практическое занятие 2	13
Практическое занятие 3	17
Практическое занятие 4	23
Практическое занятие 5	27
Практическое занятие 6	33
Практическое занятие 7	34
Лабораторное занятие 2,3	39
Лабораторное занятие 4	44
Лабораторное занятие 5	48

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «ОП.01 Основы металлургического производства» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных;
- подбирать оборудование в соответствии с техническим заданием;
- выбирать стали и сплавы на основе анализа их свойств для конкретного применения в производстве;
- вести технологические процессы;
- проводить мероприятия по предупреждению, обнаружению и устранению дефектов выпускаемой продукции.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.2 Осуществлять мероприятия по подготовке заготовок к процессу обработки металлов давлением,

ПК 2.3 Вести технологический процесс обработки металлов давлением в соответствии с требованиями нормативной, технологической документации,

ПК 2.4 Контролировать и корректировать текущие отклонения от заданных величин параметров и показателей технологических процессов обработки металлов давлением.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающимися практических работ по ОП.01 Основы металлургического производства направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2.1 Подготовка руд к плавке

Лабораторное занятие № 1

Составление технологической схемы производства окатышей

Цель: изучение способов окускования руд, получение навыков работы с технологическими схемами.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

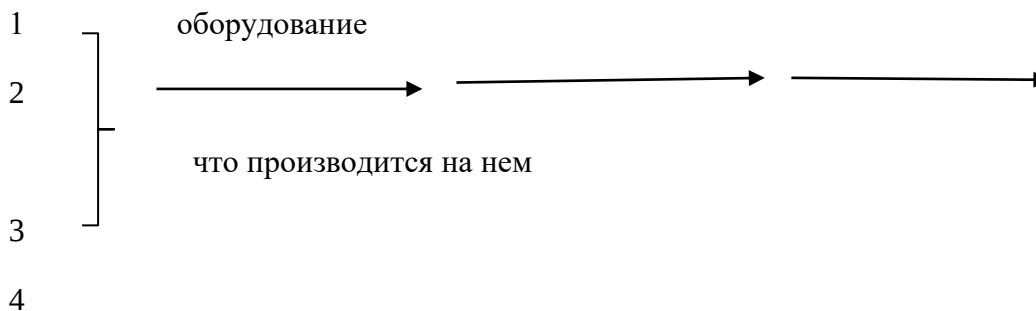
ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Ознакомиться с технологией окускования руд и, пользуясь схемой производства агломерата и схемой оборудования для окомкования и спекания окатышей [1] стр.40-43,
 2. Составить схему производства окатышей. Описать по схеме технологию окомкования по примеру рис.2.
- шихта



свойств, осуществляемый путем сжигания мелкого топлива в самом материале за счет непрерывного подсоса воздуха. Целью агломерации является не только окускование руды, но и введение флюса, удаление серы и мышьяка для улучшения металлургических свойств сырья.

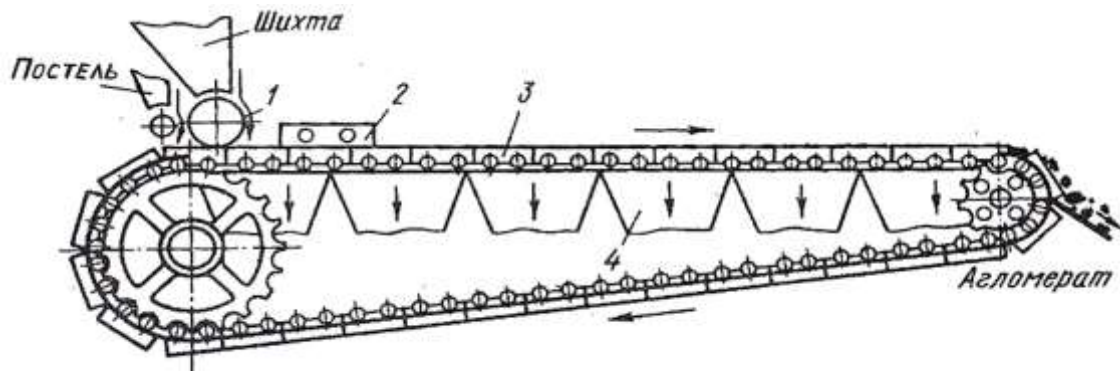


Рисунок 1 Схема агломерационной машины:

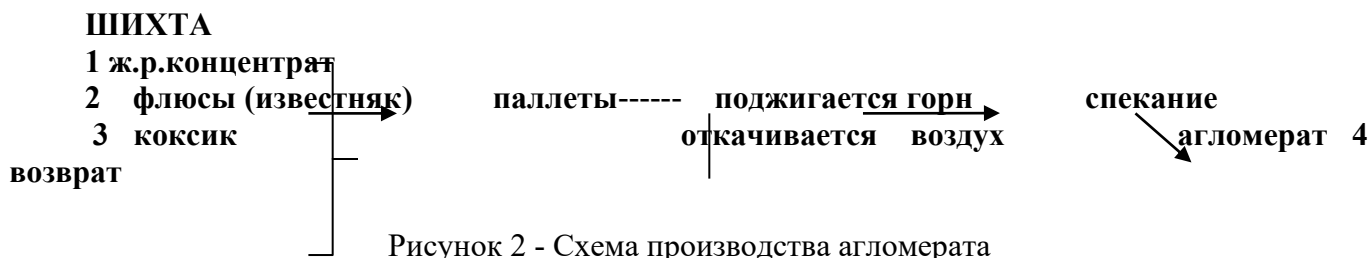
- 1 – барабанный питатель шихты; 2 – зажигательный горн; 3 – паллеты;
4 – вакуум - камеры

Процесс агломерации протекает следующим образом: измельченный рудный концентрат (8 – 0 мм) или богатую железную руду тщательно смешивают с колошниковой пылью, мелким коксиком (коксик крупностью от 3 – 0 мм) и известняком, иногда добавляют марганцевую руду для получения заданного содержания марганца в доменной шахте. Шихту для агломерации увлажняют до содержания влаги 6 – 9%, тщательно перемешивают, подвергают окомкованию и загружают на колосники агломерационной машины, слоем высотой 200 – 340 мм.

Затем находящийся в составе шихты коксик зажигается сверху зажигательным горном. В камерах под колосниками создается разрежение 10 – 12 кПа, под действием разрежения воздух проникает через весь слой шихты. Горение, начавшись в верхнем слое шихты, постепенно распространяется на всю толщину и заканчивается у колосниковой решетки (называемой *зоной горения*). Чтобы колосники не подгорали и шихтовые материалы не проваливались через них, на решетку укладывают слой возврата – мелкого агломерата крупностью 25 мм. Спекание агломерата производят на агломерационных машинах (рис.4).

Основная часть машины – бесконечная лента, составленная из тележек (паллет), которая имеет два борта по краям и дном в виде колосниковой решетки, тележки передвигаются по типу непрерывного транспортёра со скоростью ~ 4 м/мин., размер паллеты 2 х 4 метра. Производительность агломерационной машины за сутки от 1,5 до 10 тыс. тонн агломерата. Сверху над лентой расположены два бункера питателя: первый – для загрузки постели из возврата агломерата, второй по ходу ленты - основной шихтовой бункер. Рядом располагается зажигательный горн для поджигания шихты, внутри которого расположены несколько газовых горелок по всей ширине паллеты.

После окончания процесса горения весь слой шихты представляет собой пористый, ноздреватый кусковой продукт. В конце агломерационной машины, паллета выходит в закругление разгрузочной части ленты и опрокидывается, материал поступает в колосниковый грохот, где делится на разные фракции и возврат.



Производство окатышей

Другим распространённым способом окускования является производство окатышей. В состав шихты для производства окатышей входят железорудный концентрат, возврат, известняк, боксит, бентонит или полимер. Производство сырых окатышей аналогично производству агломерата. На некоторых предприятиях (ГОК) для окомкования применяют чашевые окомкователи 5 (рис.3). Отличается процесс сушки и спекания. Так как в состав окатышей не входит топливо, то его сушка и спекание происходят в обжиговой машине 6 (рис.3), отапливаемой сжиганием природного газа.

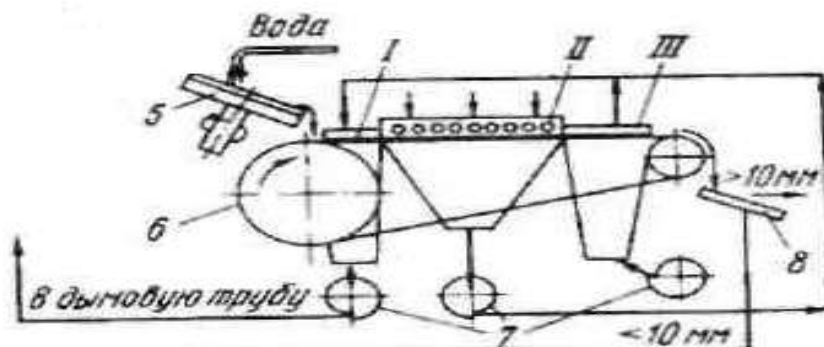


Рисунок 3 - Схема оборудования для окомкования и спекания окатышей.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с технологией окускования руд и, пользуясь схемой производства агломерата и схемой оборудования для окомкования и спекания окатышей,
2. Составить схему производства окатышей. Описать по схеме технологию окомкования по примеру рис.2.

Ход работы:

1. Ознакомиться с технологией окускования руд и, пользуясь схемой производства агломерата и схемой оборудования для окомкования и спекания окатышей,
2. Составить схему производства окатышей.
3. Описать по схеме технологию окомкования.
4. Ответить на контрольные вопросы.
- 5.

Контрольные вопросы.

1. Какие способы подготовки применяются для железных руд?
2. Что такое сортировка?
3. Что такое грохот и какие виды грохотов бывают?
4. Что такое обогащение?

5. Какие способы обогащения железных руд применяются в промышленности?
6. Что такое агломерат?
7. Какие шихтовые материалы применяются для производства агломерата?
8. Какие шихтовые материалы применяются для производства окатышей?
9. Этапы производства окатышей
10. Схема производства окатышей
11. Что такое бентонит?
12. Что такое возврат?

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен быть предоставлен в виде схемы .

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется- студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 2.2 Доменная печь и ее вспомогательное оборудование

Практическое занятие № 1 Футеровка доменной печи

Цель: изучение основных элементов профиля и футеровки доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

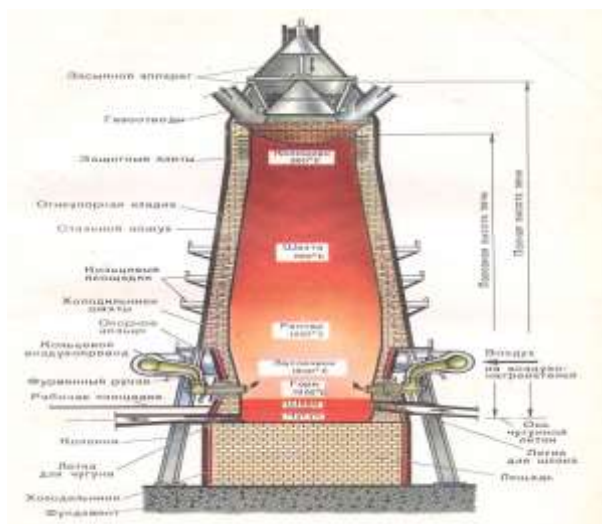
Материальное обеспечение:

Раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Начертить профиль доменной печи и подписать название основных элементов печи.
2. Ознакомиться с видами огнеупорных материалов
3. Дать характеристику огнеупорным материалам используемым на каждом элементе в конструкции доменной печи: колошнике, шахте, распаре, горне и лещади

Краткие теоретические сведения.



Кожух, футеровка, охлаждение

Доменная печь снаружи заключена в стальной сварной кожух. Толщина кожуха колеблется в пределах 30-50 мм. На доменных печах объемом более 3000 м³ кожух выполняют в виде само-несущей конструкции, опирающейся на фундамент печи. Колошниковое устройство опирается либо на колонны, либо на шатер здания литейного двора.

С внутренней стороны кожух защищен огнеупорной кладкой (футеровкой). В разных частях печи воздействия на огнеупорную кладку различны, поэтому материал футеровки не одинаков.

В горне скапливаются чугун и шлак. Футеровка в этой части печи должна обладать шлакоустойчивостью, не смачиваться¹ чугуном и шлаком и иметь высокую огнеупорность². Этим требованиям удовлетворяют высокоглиноземистый кирпич и углеродистые блоки.

Запечники, распар и шахту выкладывают из шамотного кирпича повышенной плотности с содержанием Al_2O_3 не менее 41-42% и не более 1,5 % Fe_2O_3 (остальное $8Ю_2$) и огнеупорностью не ниже 1750 °С. Толщина кладки запечников и распара 345 мм, шахты - в зависимости от принятой конструкции: у тонкостенных 230 - 245 мм, у толстостенных - 575-690 мм в нижней части и 805-820 мм в верхней части. Для кладки колошника используют шамотные кирпичи с содержанием $Al_2O_3 > 37\%$.

Для предохранения огнеупорной кладки и кожуха печи от тепловых воздействий между кожухом и кладкой установлены **холодильники** - металлические плиты, отлитые из чугуна, толщиной 160 мм с залитыми змеевиками из стальных бесшовных груб, по которым циркулирует охлаждающая вода. На доменных печах последней постройки используют медные плитовые холодильники для циркуляции воды.

Горн печи делится на металлоприемник и фурменную зону. Подину металлоприемника называют лещаду. Часть металлоприемника от лещади до оси чугунной лётки называют зумпфом (болотом, отстойником). Эта часть горна постоянно заполнена чугуном, образующим так называемый «мертвый» слой. Это делают для предохранения лещади от воздействия высоких температур и механического вымывания ее кладки чугуном. Высота мертвого слоя составляет 0,6-1,7 м. На нем располагается постоянно возобновляемый конус раскаленного кокса, подпирающий снизу всю массу шихтовых материалов, находящихся в доменной печи.

Лещадь выкладывают толщиной 2,5-5,5 м из углеродистых огнеупоров в сочетании с лещадным огнеупорным высокоглиноземистым кирпичом. Снизу лещадь охлаждают воздухом, водой или маслом. По периферии лещадь охлаждают с помощью гладких плитовых холодильников; охлаждающая среда - вода.

Чугунная лётка - это канал прямоугольной формы шириной 250-300 мм с высотой 450-500 мм. Канал делают в огнеупорной кладке горна на высоте 600-1700 мм от поверхности лещади.

Каналы для шлаковых лётки выкладывают на высоте 2000-3600 мм. Канал чугунной лётки закрыт огнеупорной массой.

Шлаковая лётка на доменной печи защищена водоохлаждаемыми элементами, которые в совокупности называют шлаковым прибором. Шлаковые лётки закрывают шлаковыми стопорами рычажной конструкции с пневматическим приводом, управляемым дистанционно. Доменные печи большого объема (3200-5500 м³) оборудованы четырьмя чугунными лётками, работающими попеременно, и одной шлаковой лёткой.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями.
2. Начертить профиль доменной печи и подписать название основных элементов печи.
3. Ознакомиться с видами огнеупорных материалов
3. Дать характеристику огнеупорным материалам используемым на каждом элементе в конструкции доменной печи: колошнике, шахте, распаре, горне и лещади
4. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Начертить профиль доменной печи и подписать название основных элементов печи.
2. Ознакомиться с видами огнеупорных материалов

² Огнеупорность - способность огнеупорных материалов или изделий противостоять воздействию высоких температур, не теряя формы и не размягчаясь. По огнеупорности огнеупоры делят на группы средней огнеупорности (1580-1770 °С) и высшей (> 2000 °С).

3. Дать характеристику огнеупорным материалам используемым на каждом элементе в конструкции доменной печи: колошнике, шахте, распоре, горне и лещади
4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Дать характеристику основных элементов доменной печи: колошнику; шахте; распору; заплечикам; горну.
2. Назначение огнеупорных материалов. Виды огнеупоров, для металлургических печей.
3. Перечислить виды огнеупорных материалов используемых в доменной печи.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать рисунок профиля доменной печи.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 2.2 Доменный процесс и продукты доменного производства. Техничко-экономические показатели доменной плавки

Практическое занятие № 2 Характеристика доменного цеха

Цель: изучение основных участков и оборудования доменного цеха,

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Начертить схематично план расположения основного оборудования доменного цеха.
2. Перечислить и дать краткую характеристику основного оборудования доменного цеха.

Краткие теоретические сведения.

Современный доменный цех (рис. 4) включает одну или несколько доменных печей, отделения приемных бункеров сыпучих материалов (бункерную эстакаду), систему подачи шихты, литейный двор (для каждой печи отдельный) с системой желобов и шлакоотделителей для раздельного сбора выпускаемых из доменной печи чугуна и шлака соответственно в чугуновозные ковши и шлаковозные чаши, воздухонагреватели с газоздухопроводами, систему газоочистки, отделение разлива чугуна в случае его товарной поставки в твердом виде (чушковый чугун), склад твердого чугуна, установку придоменной грануляции шлака, воздуходувную станцию, отделение приготовления огнеупорных масс для ремонта желобов и чугуновозных ковшей, отделение внедоменной обработки чугуна и др.

Многие доменные цеха имеют в своем составе склад шихтовых материалов (рудный двор) с вагоноопрокидывателями (при подаче руды в железнодорожных вагонах) и перегрузочными грейферными кранами (при подаче руды водным путем в сухо-грузах).

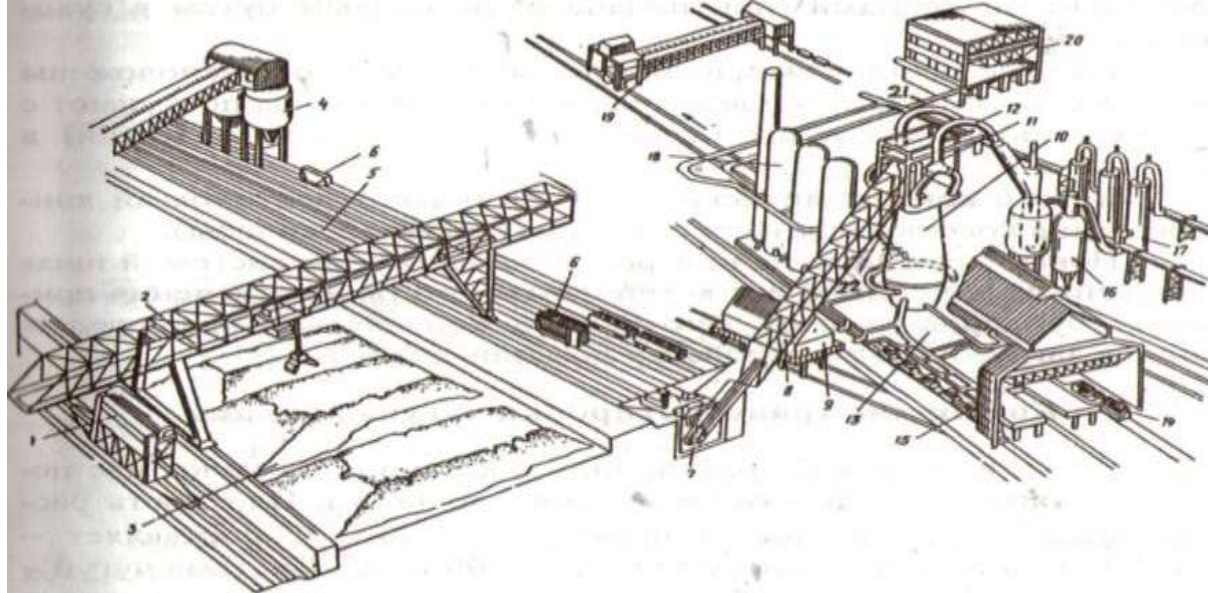


Рисунок 4. Устройство доменного цеха с рудным двором: 1 - вагоноопрокидыватель; 2 - перегрузочный кран; 3 - штабеля материалов рудного двора; 4 - коксовый силос; 5 - бункерная эстакада; 6 - перегрузочные вагоны (рудный и коксовый); 7 - скиповая яма; 8 - скиповый подъемник; 9 - машинное здание; 10 - доменная печь; 11 - колошниковое устройство доменной печи; 12 - газоотводы; 13 - литейный двор; 14 - чугуновозы; 15 - шлаковозы; 16- пылеуловители грубой очистки; 17 - агрегаты тонкой очистки газа; 18- воздухонагреватели; 19- разливочная машина; 20 - воздуходувная станция; 21 - трубопровод холодного воздуха; 22 - трубопровод горячего дутья

На ряде заводов склады шихтовых материалов расположены I вне доменного цеха, и железосодержащие материалы поступают с агломерационных фабрик (агломерат) и с ГОКов (окатыши) в вагонах.

Доменная печь -металлургический агрегат шахтного типа для выплавки чугуна из железной руды и продуктов её подготовки (агломерата и окатышей) с использованием твердого топлива (кокса и его заменителей - молотого угля, жидкого мазута, природного газа).

Доменная печь - совершенный металлургический агрегат. В нем осуществлен противоток материалов: сверху опускаются твердые шихтовые материалы - железная руда, агломерат, окатыши, кокс, а снизу вверх поднимаются реакционные газы, имеющие высокую температуру. Этим обеспечивается тесный контакт шихтовых материалов с газами, способствующий быстрому теплообмену, нагреву, восстановлению оксидов железа, расплавлению материалов с образованием жидких чугуна и шлака. Газ, покидающий доменную печь, называемый доменным (колошниковым) газом, имеет низкую температуру (200-300 °С) и низкую теплотворную способность (3500-4000 кДж/м³).

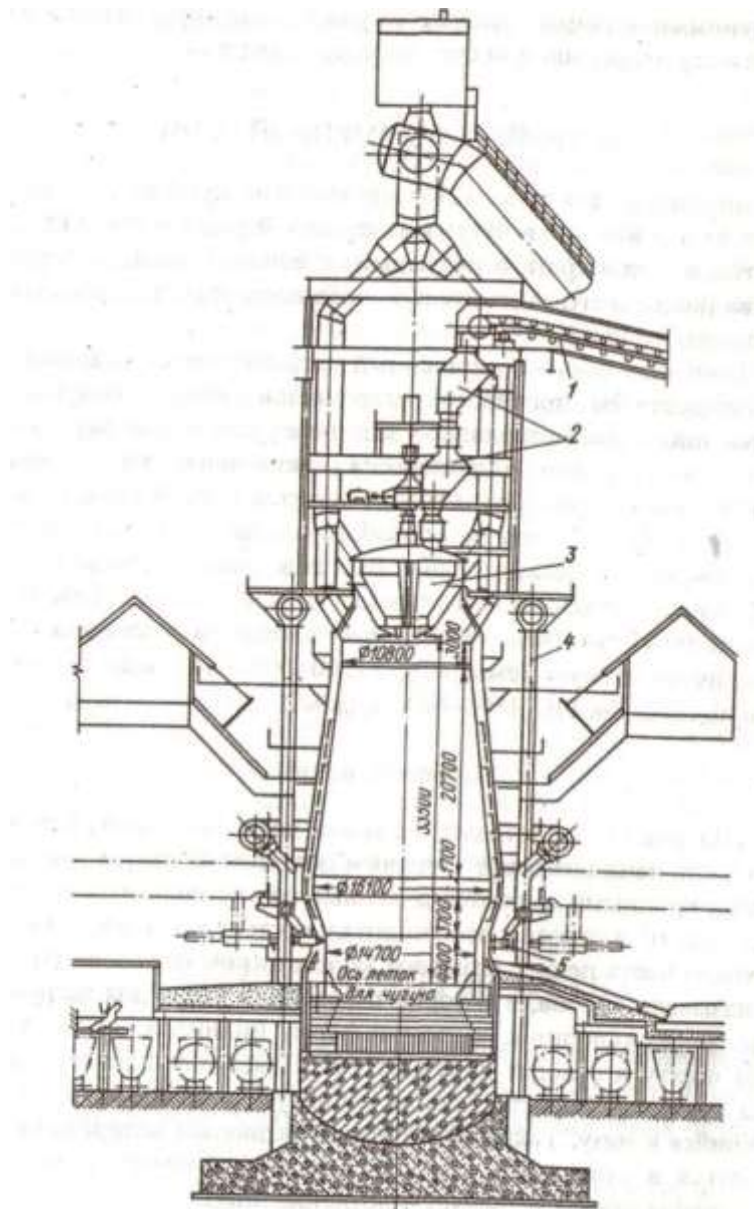


Рисунок 5 Доменная печь

Доменный процесс осуществляется непрерывно. Все операции происходят одновременно, но на разных горизонтах печи. На уровне горна горит кокс и образующиеся газы проходят через слой шихты, вступают с ней в химические реакции и нагревают её. Образующийся жидкий чугун и шлак накапливаются в горне и периодически сливаются через лётки.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Начертить схематично план расположения основного оборудования доменного цеха.
3. Перечислить и дать краткую характеристику основного оборудования доменного цеха.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Начертить схематично план расположения основного оборудования доменного цеха.
3. Перечислить и дать краткую характеристику основного оборудования доменного цеха.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Какие материалы применяют для выплавки чугуна в доменной печи?
2. Что относится к основным участкам доменного цеха?
3. Какое оборудование находится на рудном дворе?
4. Перечислить и объяснить назначение оборудования печного участка:

- самой доменной печи;
- воздухонагревателям;
- пылеуловителям;
- устройствам по очистке газов.

5. Перечислить и объяснить назначение оборудования участка по уборке продуктов доменной плавки.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен быть предоставлен в виде схемы расположения оборудования.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.1 Основы сталеплавильного процесса

Практическое занятие № 3 Расшифровка марок сталей

Цель: закрепить навыки определения назначения, вида и состава сталей по их маркам.

Выполнив работу, Вы будете:
уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Выбрать вариант.
2. Определить для каждой марки стали её химический состав и группу, к которой она относится.

Краткие теоретические сведения.

Классификация сталей:

1. по химическому составу:
 - а) углеродистые
 - б) легированные
2. по содержанию углерода:
 - а) низкоуглеродистые (менее 0,25% С)
 - б) среднеуглеродистые (от 0,25% - 0,6% С)
 - в) высокоуглеродистые (больше 0,6% С)
3. по содержанию легирующих элементов:
 - а) низколегированные стали содержат меньше 2,5% легирующих элементов;
 - б) среднелегированные стали содержат 2,5-10% легирующих элементов;
 - в) высоколегированные стали содержат больше 10% легирующих элементов.
4. по назначению:
 - а) конструкционные:
 - 1) стали общего назначения (строительные, цементируемые, улучшаемые, автоматные)
 - 2) стали специального назначения (рессорно-пружинные, шарикоподшипниковые, износостойкие, высокопрочные и др.)
 - 3) стали с особыми свойствами (нержавеющие, жаростойкие, жаропрочные)
 - б) инструментальные
5. по степени раскисления:
 - а) кипящая (кп)
 - б) полуспокойная (пс)

в) спокойная (сп)

6. по качеству:

1) стали обыкновенного качества ($S \leq 0.05\%$, $P \leq 0.05\%$)

2) качественные стали ($S \leq 0.035\%$, $P \leq 0.035\%$)

3) высококачественные ($S \leq 0.025\%$, $P \leq 0.025\%$)

4) особовысококачественные ($S \leq 0.015\%$, $P \leq 0.025\%$)

Стали принято классифицировать по назначению на конструкционные и инструментальные, по химическому составу – на углеродистые и легированные.

Конструкционные углеродистые стали бывают обыкновенного качества и качественные.

Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества принято делить на группы А, Б, В. Стали группы А маркируют Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6. Стали группы Б маркируют БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6. Стали группы В маркируют ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5. Цифры обозначают номер марки стали. Степень раскисления стали обозначают в конце марки буквами сп – спокойная, пс – полуспокойная, кп – кипящая сталь. Например, БСт1кп – конструкционная углеродистая кипящая сталь обыкновенного качества группы Б.

Конструкционные углеродистые качественные стали маркируют цифрами 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 85, которые показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например, сталь 10 – конструкционная углеродистая качественная сталь, содержащая 0,1% углерода.

Инструментальные углеродистые стали маркируют У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13, где цифры показывают среднее содержание углерода в десятых долях процента. Например, У12 – инструментальная углеродистая сталь, содержащая 1,2% углерода.

Легированные стали кроме обычных компонентов содержат легирующие элементы для улучшения свойств. Легирующие элементы обозначают заглавными буквами русского алфавита:

А - N (азот)

Б - Nb (ниобий)

В - W (вольфрам)

Г - Mn (марганец)

Д - Cu (медь)

Е - Se (селен)

К - Co (кобальт)

М - Mo (молибден)

Н - Ni (никель)

П - P (фосфор)

Р - В (бор)

С - Si (кремний)

Т - Ti (титан)

Ф - V (ванадий)

Х - Cr (хром)

Ц - Zr (цирконий)

Ч - редкоземельный металл

Ю - Al (алюминий)

В начале марки конструкционной легированной стали находятся две или три цифры, показывающие среднее содержание углерода в сотых долях процента. Затем следуют буквы, обозначающие легирующие элементы. Цифры после букв показывают содержание данного легирующего элемента в целых процентах. Если цифры после буквы нет, то содержание этого легирующего элемента менее 1,5%. Например, 12Х18Н10Т – конструкционная легированная сталь, содержащая 0,12% С, 18% Cr, 10% Ni, менее 1,5% Ti.

В начале марки инструментальной легированной стали находится одна цифра, показывающая среднее содержание углерода в десятых долях процента или цифр нет, что показывает содержание углерода более 1 %. Содержание легирующих элементов определяется так же, как и в легированных сталях. Например, 9ХС - инструментальная легированная сталь, содержащая 0,9% С, менее 1,5% Cr, менее 1,5% Si.

Буквы в конце марки стали означают: А - сталь высококачественная, Ш - особовысококачественная сталь.

Буквы в начале марки стали означают: А – автоматная сталь, Р - быстрорежущая сталь, Ш - шарикоподшипниковая сталь.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Выбрать вариант.
3. Определить для каждой марки стали её химический состав и группу, к которой она относится.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Пример выполнения практической работы.

ХВСГ - инструментальная легированная сталь, содержащая более 1% С, менее 1,5% Cr, менее 1,5% W, менее 1,5% Si, менее 1,5% Mn .

по химическому составу - легированная;
по содержанию углерода – высокоуглеродистая;
по содержанию легирующих элементов – среднелегированная;
по назначению - инструментальная;
по степени раскисления – спокойная;
по качеству – качественная.

Задания для выполнения практической работы.

Вариант 1.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

10Х17Н13М3Т
08кп
7ХГ2ВМ
У10
Х
ВСт2кп
65Г
40
10Х14Г14Н4Т
Ст0

Вариант 2.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

07Х21Г7АН5
БСт3сп
У13А
4Х5МФС
70

5ХНМ
У7
45Х
Ст2кп
40ХФА

Вариант 3.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

55
25ХГСА
5Х3В3МФС
У11А
Ст3кп
Х12МФ
09Х15Н8Ю
95Х18
Бст5пс
20Х17Н2

Вариант 4.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

4Х4ВМФС
ВСт3пс
60
У9
6ХС
55ХГР
45ХН2МФА
Ст4сп
65С2ВА
12Х1МФ

Вариант 5.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

20Х20Н14С2
2Х8В8М2К8
10
У13
8ХФ
ХГСВФ
60С2
Бст2кп
50ХФа
10Х11Н23Т3МР

Вариант 6.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

ХГ
30
Ст6сп
40Х10С2М
12Х17
4Х5В2ФС
ХВ5
У10А
ВСт5сп
10Х14АГ5

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Выбрать вариант
3. Определить для каждой марки стали её химический состав и группу, к которой она относится.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. По каким признакам классифицируются стали?
2. Чем отличаются легированные стали от углеродистых?
3. Как влияют постоянные примеси на свойства сталей?
4. Какие бывают виды углеродистых сталей?
5. Как маркируются конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества?
6. Как маркируются конструкционные углеродистые качественные стали?
7. От чего зависит качество стали?
8. Как маркируются инструментальные углеродистые стали?
9. Как влияют легирующие элементы на свойства сталей?
10. Как отличить легированную конструкционную сталь от легированной инструментальной?
11. Как обозначаются легирующие элементы в марках сталей?

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать расшифровки каждой марки стали её химический состав и группу, к которой она относится.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется- студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.2 Технология получения стали в конверторах

Практическое занятие № 4

Производство стали в конверторных цехах. Технология выплавки стали в КК

Цель: изучить кислородно конвертерное производство и технологию выплавки в стали в кислородном конвертере.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Нарисовать КК.
2. Рассмотреть схему технологического процесса производства чугуна и рассказать технологический процесс.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Краткие теоретические сведения.

Кислородно-конвертерным процессом в нашей стране обычно называют процесс выплавки стали из жидкого чугуна и добавляемого лома в конвертере с основной футеровкой и с продувкой кислородом сверху через водоохлаждаемую фурму

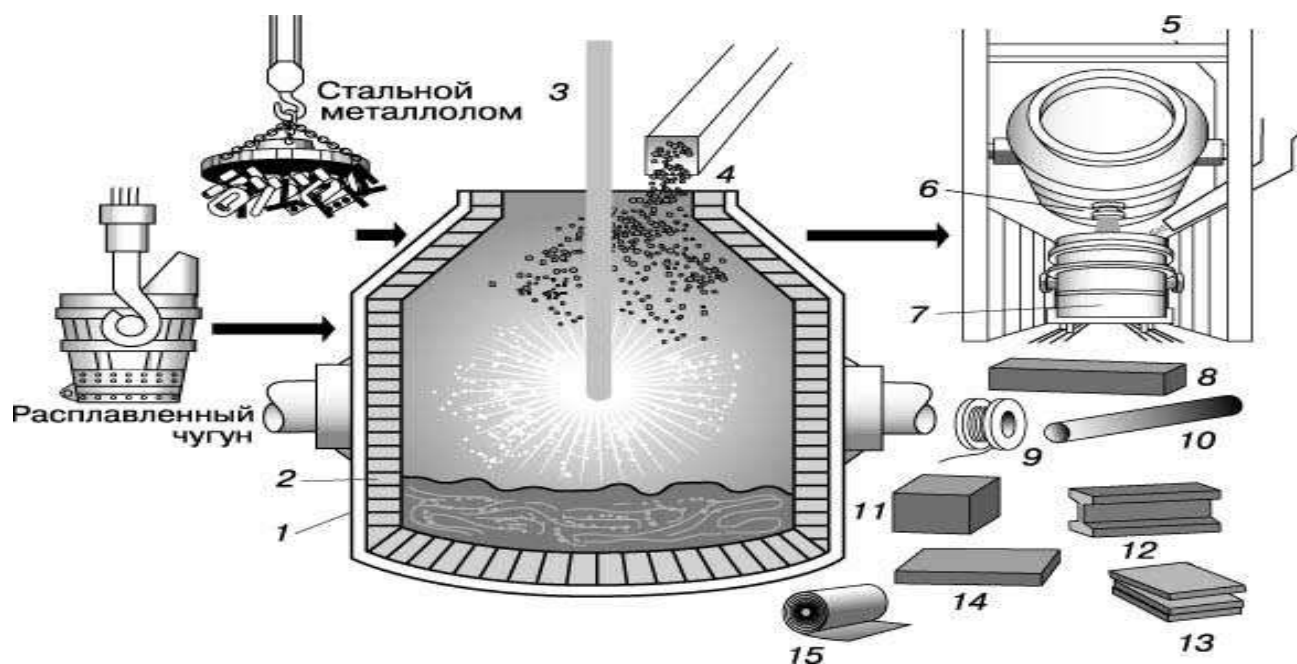


Рисунок 7 - Общая схема кислородно-конвертерного процесса

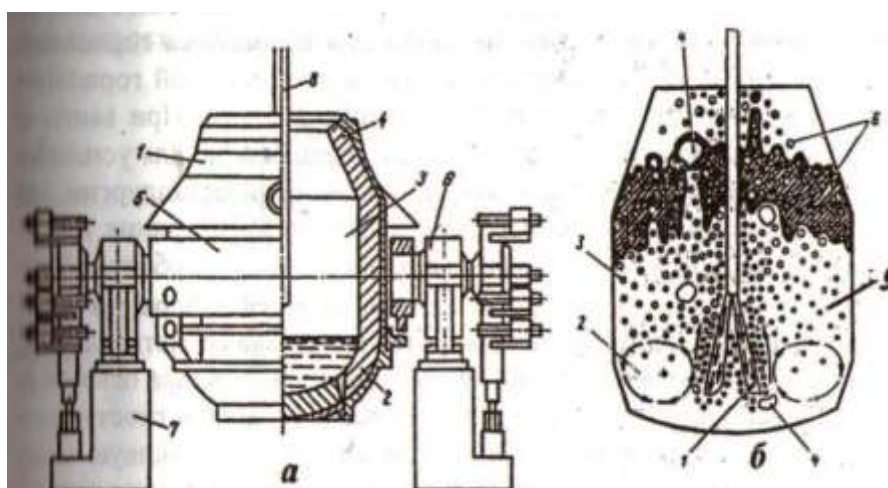


Рисунок 8 - Схема конструкции кислородного конвертера (а) и структуры ванны при продувке кислородом сверху (б):

а) 1 - корпус; 2 - огнеупорная футеровка; 3 - рабочее пространство; 4 - горловина; 5 - опорное кольцо; 6 - опорный подшипник; 7 - станина; 8 - водоохлаждаемая фурма для подвода кислорода;

б) 1 - зона продувки (прямого реагирования металла с кислородом); 2 - зона циркуляции металла; 3 - пузыри; 4 - крупные газовые полости; 5 - металл; 6 - шлак

Конвертер имеет сферическое или сфероконическое днище, цилиндрическую часть и коническую суживающуюся горловину. В месте перехода цилиндрической части к конической горловине расположено отверстие (лётка) для выпуска стали. При выпуске производят отсечку шлака от стали. Это необходимо для успешного проведения последующих операций ковшовой металлургии, так как конвертерный шлак содержит оксид железа (источник кислорода), оксид

фосфора и сульфид кальция (возможен обратный переход фосфора и серы в металл - явление рефосфорации и ресульфурации). Одним из способов отсечки шлака от металла является введение в отверстие (лётку) при появлении шлака огнеупорного конуса или шара, имеющих плотность более плотности шлака, но менее плотности металла. Шлак сливают в шлаковую чашу через горловину, наклонив конвертер в противоположную от лётки сторону.



Схема технологического процесса производства чугуна

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Нарисовать КК.
3. Рассмотреть схему технологического процесса производства чугуна и рассказать технологический процесс.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Нарисовать КК.
3. Рассмотреть схему технологического процесса производства чугуна
4. Рассказать технологический процесс.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. В чем сущность процесса производства чугуна в КК?
2. Какие шихтовые материалы используются для производства стали в КК?
3. Что является топливом в КК?
4. Основные реакции, происходящие в конвертере.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен быть предоставлен в виде устного описания технологического процесса.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется- студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.4 Технология получения стали в электрических печах

Практическое занятие № 5

Производство стали в электропечах. Выплавка стали в ДСП. Технология выплавки стали в ДСП.

Цель: изучить сущность технологии выплавки и разливки стали в электросталеплавильном цехе.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Ознакомиться с технологией и оборудованием для выплавки и разливки стали в электросталеплавильном цехе.
2. Описать технологию и оборудование, применяемые для производства стали в ЭСПЦ

Краткие теоретические сведения.

Выплавка стали в дуговых сталеплавильных печах.

Электрометаллургия стали - это процесс выплавки стали в сталеплавильных печах с использованием в качестве источника энергии электрического тока.

По способу превращения электрической энергии в тепловую все электрические печи можно разбить на четыре группы: печи сопротивления, дуговые печи, индукционные печи и установки электроннолучевого нагрева. Электрический нагрев металла может осуществляться при обычном (атмосферном) давлении, при пониженном давлении (в вакууме) или избыточном (повышенном) давлении.

Для сталеплавильного производства наибольшее значение имеют дуговые электропечи, работающие при атмосферном давлении.

Для производства стали в электропечах (рис.10) используют стальной лом, шихтовую заготовку, легированные металлические отходы, металлизированные окатыши, губчатое железо, чугун предельный, шлакообразующие, науглероживатели, легирующие добавки и раскислители

Процесс плавки стали, методом полного окисления складывается из следующих стадий:

1. заправки печи;
2. загрузки шихты;
3. плавления шихтовых материалов;
4. окислительного периода;
5. восстановительного периода;
6. выпуска плавки.

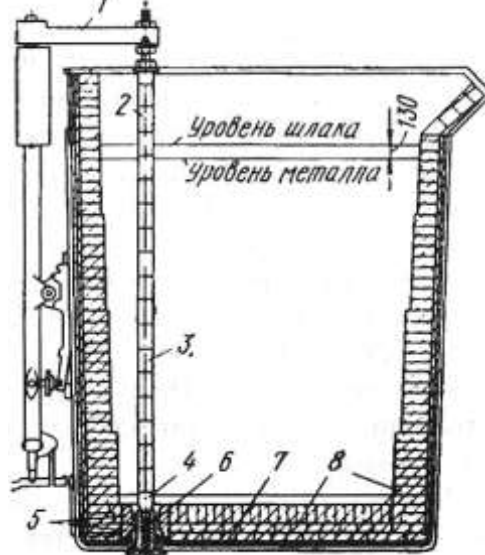


Рисунок 10 Сталеразливочный ковш со стопорным устройством:
 1 - механизм перемещения стопора; 2 - стопор; 3 – огнеупорные катушки;
 4 – пробка стопора; 5 – гнездовой кирпич; 6 – стакан; 7 – листовой асбест;
 8 – шамотный кирпич

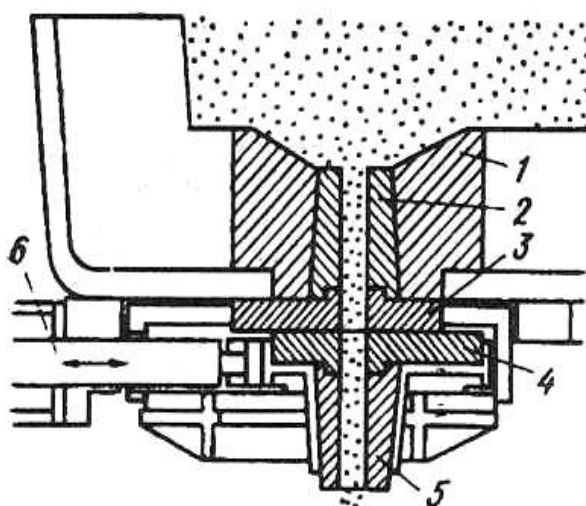


Рисунок 11 Схема шиберного затвора для бесстопорной разливки:
 1 – гнездовой кирпич; 2 – разливочный стакан; 3 – донная неподвижная
 плита; 4 – подвижная плита шибера; 5 – стопорный стакан; 6 – шток
 гидравлического цилиндра.

Вмещает до 480 т стали. Кожух ковша из стального листа толщиной до 30 мм расширяется кверху. Изнутри ковш футерован листовым асбестом и двумя – тремя слоями огнеупорного шамотного кирпича. Выпуск стали из ковша производят через огнеупорный стакан, который устанавливают в днище ковша. Стакан представляет собой усеченный конус с отверстием для прохода стали. Диаметр отверстия в зависимости от размера ковша изменяется от 50 до 120 мм. Для закрывания и открывания отверстия стакана служит стопор. Стопор представляет металлический стержень, защищенный от жидкой стали надетыми на него шамотными трубками.

В последнее время стопорное устройство заменяют шиберным (рис. 11).

2. Изложница – чугунная форма для получения слитков стали. Она сужена или расширена к низу. Изложницы могут иметь различную форму горизонтального сечения.

3. Прибыльные надставки устанавливаются сверху на изложницу и предназначены для формирования головной части слитка, в которой образуется усадочная раковина. Надставки делают из чугуна и футеруют изнутри шамотным кирпичом.

Основными способами разливки стали являются:

1. разливка в изложницы (сверху и сифонная);
2. непрерывная разливка стали.

Технология разливки стали в изложницы.

Начинают разливку при температуре стали на $90 - 120^{\circ}\text{C}$ выше температуры плавления при сифонной разливке, на $60 - 100^{\circ}\text{C}$ при разливке сверху. Температура стали при разливке влияет на качество слитка, а также определяет скорость разливки: горячую сталь необходимо разливать медленно, холодную - быстро. По ходу заполнения изложницы скорость разливки изменяется. Низ слитка отливают медленно, затем скорость увеличивают, а прибыльную часть заполняют с меньшей скоростью, что способствует выводу усадочной раковины в головную часть слитка. После наполнения изложницы спокойной сталью поверхность слитка в изложнице засыпают теплоизолирующей смесью или воспламеняющимися термическими смесями, которые сохраняют тепло в головной части слитка. Важной задачей разливки является предохранение жидкой стали от окисления и насыщения ее газами при разливке.

Непрерывная разливка стали осуществляется на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) (рис.12)

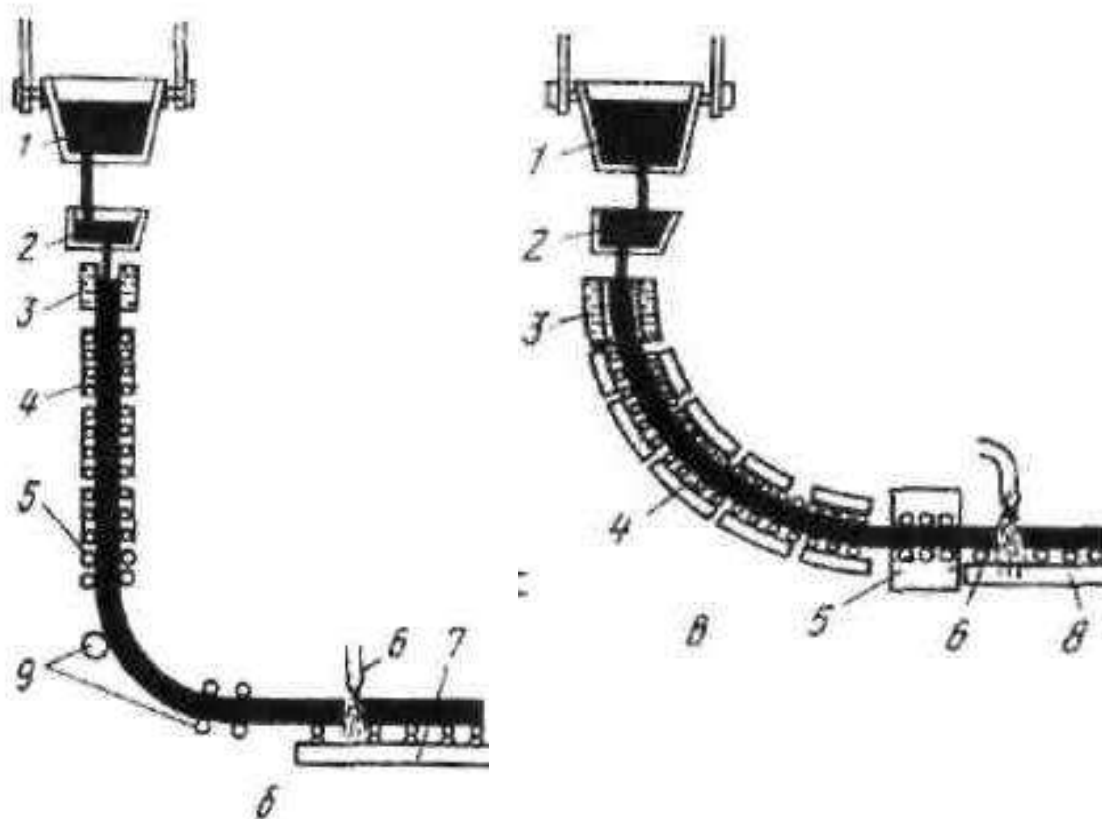


Рисунок 12 Схема МНЛЗ с изгибом слитка (б) и радиального типа (в):

1-сталеразливочный ковш; 2-промежуточный ковш; 3-кристаллизатор; 4-зона вторичного охлаждения; 5-тянущие вальцы; 6-автоматический резак; 7-подъемник; 8-рольганг; 9-изгибающий механизм

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Ознакомиться с технологией и оборудованием для выплавки и разливки стали в электросталеплавильном цехе.
3. Описать технологию и оборудование, применяемые для производства стали в ЭСПЦ
4. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Ознакомиться с технологией и оборудованием для выплавки и разливки стали в электросталеплавильном цехе.
3. Описать технологию и оборудование, применяемые для производства стали в ЭСПЦ
4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Что является шихтовыми материалами для сталеплавильного производства?
2. По какому принципу работает дуговая сталеплавильная печь?
3. Какое устройство имеет дуговая сталеплавильная печь?
4. Какова технология выплавки стали в ЭСПЦ
5. Что такое заправка печи?
6. Какие основные реакции происходят в окислительный период ?
7. Какие основные реакции происходят в восстановительный период ?
8. Что такое раскисление?
9. Что такое легирование?
10. Какие способы разливки стали применяются в ЭСПЦ ?
11. Какое оборудование применяется при разливке стали?
12. Какой вид МНЛЗ применяют для разливки стали в ЭСПЦ ПАО ЧМК?
13. Как осуществляется разливка стали на МНЛЗ?

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен быть предоставлен в виде письменного описания технологического процесса и оборудования, применяемого для производства стали в ЭСПЦ

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется- студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 3.5 Технология разливки стали

Практическое занятие № 6 Устройство слябовой и сортовой МНЛЗ

Цель: подробно изучить устройство слябовой и сортовой МНЛЗ

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- правильно эксплуатировать и назначать технологические операции при работе на данном устройстве.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Мультимедийные программа «Устройство слябовой и сортовой МНЛЗ»

Задание:

1. Ознакомится с мультимедийной программой.
2. Отработать устройство и принцип назначения данного агрегата.
3. Пройти тестирование.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство слябовой и сортовой МНЛЗ
2. Пройти тестирование на компьютерах.
3. Результаты предоставить преподавателю.

Ход работы:

1. Ознакомиться с мультимедийной программой «Устройство слябовой и сортовой МНЛЗ» 2. Выделить необходимые участки и разделить их на основные и вспомогательные
3. Составить конспект и записать в тетрадь основные характеристики слябовой и сортовой МНЛЗ
4. Пройти тестирование на компьютере.
5. Результаты тестирования предоставить преподавателю.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен быть предоставлен в виде результатов тестирования на компьютере.

Критерии оценки: по итогам тестирования –

ошибок 0-ставится 5

2-3 ошибки ставится 4

4-6 ошибок ставится 3

больше 6 ошибок ставится 2

Тема 3.5 Технология разливки стали

Практическое занятие № 7 Дефекты непрерывнолитой заготовки

Цель: ознакомиться с основными видами дефектов непрерывнолитой заготовки.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- распознавать основные виды дефектов непрерывнолитой заготовки.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Оборудование не используется.

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Ознакомится с раздаточным материалом;
2. Заполнить таблицу;
3. Ответить на контрольные вопросы.

Краткие теоретические сведения:

Характерные особенности производства непрерывнолитых слитков приводят к появлению специфических видов дефектов в слябах и заготовках.

Система оценки качества непрерывнолитых слитков включает классификацию поверхностных дефектов и эталоны макроструктуры по осевой рыхлости, внутренним трещинам, ликвации и другим видам дефектов. Существуют ГОСТ 10243—75 на методы испытаний и оценки макроструктуры для сортовой заготовки и ОСТ 14-4—72 для оценки макроструктуры непрерывнолитой заготовки.

Пояс

Этот вид наружного дефекта образуется при застывании зеркала металла в кристаллизаторе. Он возникает в результате нарушения нормального режима разливки стали (разливка переокисленного кипящего металла, перерыв струи металла или остановка машины).

Устранить пояса на заготовке не удастся, поэтому участок с дефектом бракуется и его вырезают.

Наплывы, заливины на гранях слябов и заготовок

Эти дефекты также образуются при нарушении режимов разливки: нестабильная прерывистая струя металла, резкое изменение скорости разливки, образование корки на зеркале металла или вскипание кипящего металла. Наплывы и заливины следует удалять со слябов и заготовок. При этом их зачищают на адьюстаже на допустимую глубину.

Ромбичность

Ромбичность заключается в том, что нарушаются геометрические размеры профиля заготовки в сечении; квадратная становится ромбом, а круглая эллипсовидной или более сложной формы. Дефект образуется в результате неравномерного охлаждения граней и углов слитка. При этом происходит неравномерный рост кристаллизующейся твердой оболочки и в ней возникают

напряжения, которые создают деформацию профиля. Значительное искажение профиля приводит к браку заготовки, если разность по диагонали превышает допустимую норму.

Для уменьшения ромбичности мелких непрерывнолитых заготовок совершенствуется зона вторичного охлаждения за счет использования мягкого водяного охлаждения и дополнительных устройств, жестко фиксирующих слиток и предотвращающих его деформацию в зоне вторичного охлаждения; в заготовках круглого сечения применяют активаторы для механического перемешивания жидкого металла, что приводит к улучшению макроструктуры за счет повышения ее однородности.

Трещина

Наиболее распространенным и многочисленным видом дефектов является трещина. По расположению их на поверхности слабов и непрерывнолитых заготовок и в зависимости от формы, а также направления трещины квалифицируются следующим образом: продольные трещины на гранях, продольные трещины по ребрам, поперечные трещины по ребрам, поперечные трещины на гранях и ребрах, сетчатые (паукообразные) трещины, поперечные и продольные ужины на гранях.

Продольные и поперечные трещины

Трудноустранимым дефектом у листовых и сортовых заготовок из углеродистых спокойных и низколегированных сталей являются горячие трещины.

Поперечные трещины в сортовых заготовках располагаются у поверхности слитка и возникают в начальной стадии формирования оболочки заготовки.

Продольные поверхностные горячие трещины литых слабов возникают также в начале формирования оболочки слитка.

Установлено, что склонность непрерывнолитых слитков к образованию горячих трещин определяется возникновением значительных напряжений в начальный момент затвердевания, резким перепадом температур по толщине оболочки слитка, появлением неравномерности фронта затвердевания из-за воздействия струи стали и других факторов.

Влияние изменения большинства технологических факторов на качество слабов проявляется в небольшой степени при непрерывной разливке низкоуглеродистой спокойной стали и весьма редко при разливке стали с содержанием углерода выше 0,17 %. Брак по трещинам возрастает при увеличении ширины грани непрерывнолитой заготовки при отливке в кристаллизатор с гладкими рабочими стенками, а также увеличении концентрации усадочных напряжений на ослабленных участках формирующейся оболочки с большим развитием коробления последней. При применении кристаллизатора с рифлеными рабочими стенками обеспечивается относительно равномерное распределение усадки по участкам оболочки небольшой протяженности. Для уменьшения брака по трещинам отношение сторон в кристаллизаторах с гладкими рабочими стенками рекомендуется в пределах (2,5—1,4):

1. При отливке слабов сечением 1020X175 мм (отношение сторон 5,7: 1) и сечением 1500X200 мм (отношение сторон 7,5: 1) в кристаллизаторы с рифлеными рабочими стенками не наблюдается заметного роста брака по продольным трещинам.

Опыт отливки широких слабов из низко- и среднеуглеродистой стали показал, что образование горячих трещин сводится к минимуму при условии обеспечения: а) радиуса закругления в углах не более 10 % от размера узкой грани и рабочей длины кристаллизатора не менее 800 мм; б) беспрепятственного скольжения оболочки формирующегося слитка по рабочим стенкам кристаллизатора за счет исключения неровностей, рисков, щелей в стыках стенок и коробления последних; в) применения кристаллизаторов с глубиной волны, составляющей 1-2 % от узкой грани слэба, и расстоянием между гребнями волн, превышающим глубину в 7-10 раз.

Наиболее перспективным средством защиты зеркала металла от окисления и образования напряжений в оболочке является разливка среднеуглеродистой и легированной стали некоторых марок под слоем шлака в кристаллизаторе.

Поддержание в оптимальном режиме вторичного охлаждения также обеспечивает минимальный брак по трещинам.

Сетчатые (паукообразные) трещины

Этот вид дефекта чаще выявляется на широких гранях слэбов. На трубных заготовках сетчатые трещины могут возникать при увеличении содержания водорода в стали, вредных примесей, включая неметаллические включения.

Для предупреждения появления сетчатых трещин следует устранить причины, вызывающие растягивающие напряжения в оболочке слитка путем применения мягкого охлаждения в зоне вторичного охлаждения, а также в результате повышения механических свойств металла при высоких температурах, которое достигается поверхностным легированием непрерывного слитка металлодобавками в частности марганцем.

Внутренние трещины

Причиной образования внутренних трещин являются растягивающие напряжения на границе твердой и жидкой фаз. Почти все внутренние напряжения образуются в интервале температур горячей хрупкости, находящимся ниже линии ликвидус. К внутренним трещинам наиболее чувствительны легированные стали с увеличением в них концентрации, главным образом, хрома, а также при повышенном содержании серы и фосфора.

Очень чувствительны к образованию внутренних трещин стали ферритного класса. Главным критерием, определяющим появление трещин, является отношение скоростей нарастания прочности и напряжений при формировании и охлаждении слитка.

На поперечных темплетах прямоугольных слитков углеродистой стали при высокой интенсивности вторичного охлаждения могут встретиться внутренние трещины следующих видов: перпендикулярные узким и широким граням, которые, как правило, расположены под ужимами и ближе к узким граням; направленные к углам слитка и расположенные по стыкам кристаллитов, растущих от широких и узких граней: эти трещины связаны с ромбичностью слитка и располагаются против тупых углов; осевые трещины располагаются в районе встречи фронтов затвердевания.

Внутренние трещины начинаются вблизи фронта затвердевания и распространяются в более охлажденную часть оболочки слитка. При прокатке литых слэбов на лист внутренние трещины могут выходить на кромку листов, образуя кромочные расслоения или продольные трещины у кромки листа. Для получения качественной структуры заготовки следует учитывать, что температура по высоте непрерывного слитка должна быть постоянной. При этом температурные напряжения внутренних слоев металла из-за усадки относительно поверхностных (более холодных) и прочих слоев не должны превышать допустимых значений.

Физическая и химическая неоднородность

Физическая неоднородность непрерывнолитых слитков является следствием усадочных процессов и сопровождается химической неоднородностью. Проявляется она в виде пористости и несплошности в металле, образующихся при затвердевании стали в условиях недостаточной подпитки металла, а также в виде нарушений сплошности (трещин, пор и надрывов) - результата реализации внутренних напряжений. Осевая пористость слитков может проявляться либо в виде рассеянной пористости (отдельные усадочные пустоты), расположенной вдоль оси заготовки, либо в виде сосредоточенной пустоты.

В большинстве случаев можно обнаружить оба вида пористости в одной заготовке, вырезав несколько поперечных темплетов на некотором расстоянии друг от друга.

Установлено, что между видом пористости и кристаллической структурой заготовки существует зависимость. Сосредоточенная пористость обычно обнаруживается при развитой столбчатой структуре и концентрируется вдоль вертикальной оси в виде прерывистых пустот.

Рассеянная пористость получает развитие при равноосных кристаллах ограниченной зоне столбчатых дендритов. При таком строении непрерывнолитой заготовки усадочная пористость образуется в виде многочисленных небольших пор.

Нарушения режима вторичного охлаждения (слишком интенсивное) или перегрев металла способствуют образованию концентрированной (сосредоточенной) пористости.

Химическая неоднородность

Химическая неоднородность в непрерывнолитой заготовке обусловлена ликвацией - обогащением центральной жидкой части заготовки и усадкой осевой зоны при затвердевании в замкнутом по высоте объеме заготовки.

На сортовых мелких заготовках из высокоуглеродистой стали в осевой зоне наряду с центральной пористостью наблюдается значительная неоднородность по содержанию углерода.

Осевая неоднородность квадратной заготовки при прокатке не устраняется. В узкой осевой зоне готового сортового проката обнаруживаются полосы повышенной травимости. Химическую неоднородность удастся уменьшить снижением скорости разливки. Меньшее развитие она получает и в «холодном» металле. Снижение содержания серы и повышение отношения Mn/S также уменьшают неоднородность. С увеличением сечения заготовки до 280X320 мм отрицательная неоднородность практически исчезает. В литых слябах химическая неоднородность на поперечных макротемплетах при глубоком травлении появляется в виде прямой линии. Наличие осевой неоднородности после прокатки слябов на лист может приводить к расслоению металла. По месту расслоений обнаруживаются силикатные включения состава CaSiO_3 и т. д., а также сульфиды железа и марганца.

Неметаллические включения

Степень загрязнения неметаллическими включениями непрерывнолитой заготовки, особенно легированной стали, кроме режима раскисления, во многом зависит от защиты струи и «зеркала» металла. Чем лучше защищена струя стали, тем меньше в готовой стали неметаллических включений. Поэтому при разливке сталей, содержащих титан, алюминий и другие легкоокисляющиеся элементы, применяют безнапорную разливку с затопленной струей и с защитой зеркала металла синтетическими шлаками. В непрерывнолитой заготовке встречается та же группа включений, что и в слитках: оксиды, сульфиды, нитриды. Однако в заготовке выявляются более высокая дисперсность включений и более равномерное распределение их во всем объеме. Это является существенным преимуществом непрерывной разливки, так как позволяет получить равномерные свойства деформированного металла в пределах всей плавки. Готовая продукция из такого металла (лист, сортовые профили и др.) может быть применена в ответственных конструкциях.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить дефекты непрерывнолитой заготовки;
2. Ответить на контрольные вопросы;
3. Результаты предоставить преподавателю;

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим обоснованием работы и ответить письменно на контрольные вопросы;
3. Выполнить предложенные задания;
4. Заполнить таблицу;
5. Дать характеристику дефекта;
4. Ответить на контрольные вопросы.
5. Результаты предоставить преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Какие дефекты Вы знаете?
2. Какие из этих дефектов относятся к неисправимому браку?
3. Что представляет собой ликвация сплава и на какие виды она делится?

Таблица 1

Вид дефекта	Причины появления дефекта	Способы устранения дефекта

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в виде таблицы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Тема 6.2 Технологические процессы обработки металлов

Лабораторное занятие № 2,3

Составление схемы технологического процесса получения полупродукта Составление схемы технологического процесса получения сортового проката

Цель: изучить технологию и оборудование для производства сортового проката.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Ознакомиться с технологией и оборудованием для производства сортового проката.
2. Описать технологию и оборудование, применяемые для производства сортового проката.
3. Определить на каком этапе схемы производства проката указано производство полупродукта и какая схема производства готового сортамента.

Краткие теоретические сведения.

Прокатное производство – завершающая стадия металлургического цикла. Примерно 90% всего выплавленного металла проходит через прокатные цехи, где производят большое количество разнообразных профилей, широко используемых во всех отраслях народного хозяйства

Основной продукцией металлургического производства является стальной прокат. Это стальные прутки различного сечения, трубы, листы, проволока и др. Их получают в результате одного из способов обработки металлов давлением – прокатки. Чаще всего деформацию металла осуществляют в горячем состоянии, так как при этом значительно повышается пластичность металла, что позволяет более эффективно осуществлять процесс прокатки

Температурный интервал нагрева стали перед прокаткой 1060 – 1350° С

Для нагрева слитков применяют нагревательные колодцы и методические печи, которые представляют собой выложенные огнеупорным кирпичом рабочие пространства, расположенные ниже уровня пола цеха

Основное оборудование прокатного стана.

Прокатный стан – это комплекс машин и механизмов предназначенных для деформации металла и выполнения вспомогательных операций: транспортировки заготовки к валкам, уборки после прокатки, резки, охлаждения, правки, штабелирования или свёртывания в рулоны, бунты и т.д.

Принято различать основное и вспомогательное оборудование прокатного стана. Основное оборудование, предназначенное для деформации металла, включает в себя рабочую клеть, шпиндели, шестерённую клеть, редуктор, соединительные муфты, электродвигатели (рис.13).

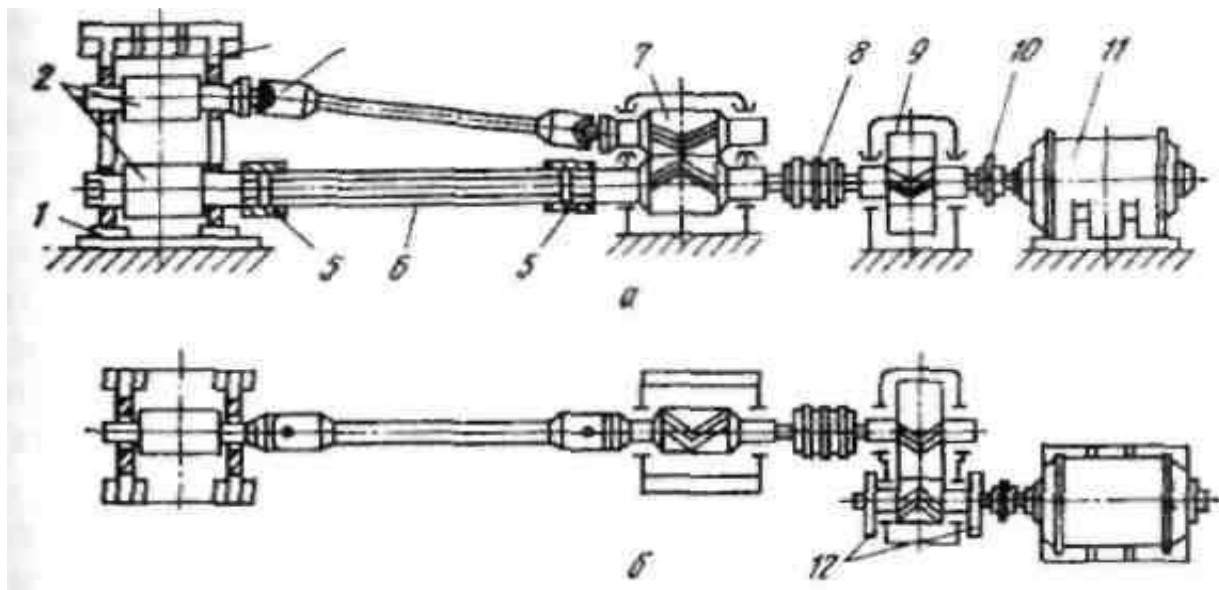


Рисунок 13 Схема одноклетьевого стана:

а-вид спереди; б-вид с верху;

1-плитовина; 2-валки; 3-рабочая клеть; 4-шпиндель; 5-соединительные муфты; 6-трефовый шпиндель; 7-шестерённая клеть; 8-коренная муфта; 9-редуктор; 10-моторная муфта; 11-главный электродвигатель; 12-маховики

Вспомогательное оборудование прокатного стана.

1. Транспортное оборудование:
 - Рольганги;
 - Шлеппера;
 - Манипуляторы;
 - Кантователи;
 - Слитковозы.
2. Обработывающее оборудование:
 - Ножницы и пилы для резания металла;
 - Зачистные станки -токарные и фрезерные для зачистки поверхности заготовок;
 - Правильные машина для выравнивания поверхности проката;
 - Моталки для смотки проката в бунты или рулоны и т.д.

Сортамент прокатного производства.

Основной продукцией чёрной металлургии является стальной прокат. Совокупность прокатываемых профилей называют сортаментом. Сортамент прокатных изделий можно разделить на следующие группы:

1. сортовой;
 - а) простые профили (круг, квадрат, шестигранник, полоса (штрипс), сегмент, овал, треугольник, катанка (проволока));
 - б) фасонные профили (уголок, рельсы, швеллер, балка, рессора, зетовый профиль и др.);
2. листовой;
 - а) тонколистовой;
 - б) толстолистовой;
 - в) широкополосовой;
3. трубы;
 - а) бесшовные;
 - б) сварные;
4. специальный прокат;
 - а) железнодорожные колёса;
 - б) бандажи;
 - в) периодические профили.

Технологический процесс производства проката состоит из следующих основных операций:

1. подготовки слитков или заготовок к прокатке;
2. нагрева металла перед прокаткой;
3. прокатки;
4. охлаждения металла после прокатки;
5. отделки проката

Технология производства проката.

В качестве исходного материала в прокатном производстве используют слитки и непрерывнолитые заготовки. Из слитков получают блюмы и слябы. Блюмы – это квадратные заготовки со скруглёнными углами сечением до 400*400 мм. Слябы – это заготовки прямоугольного сечения.

Блюмы, слябы и заготовки являются полупродуктом.

Сортовой, листовой, трубы профиль является готовым продуктом. Существуют две технологические схемы производства проката: из слитков и непрерывнолитых заготовок (рис.14).

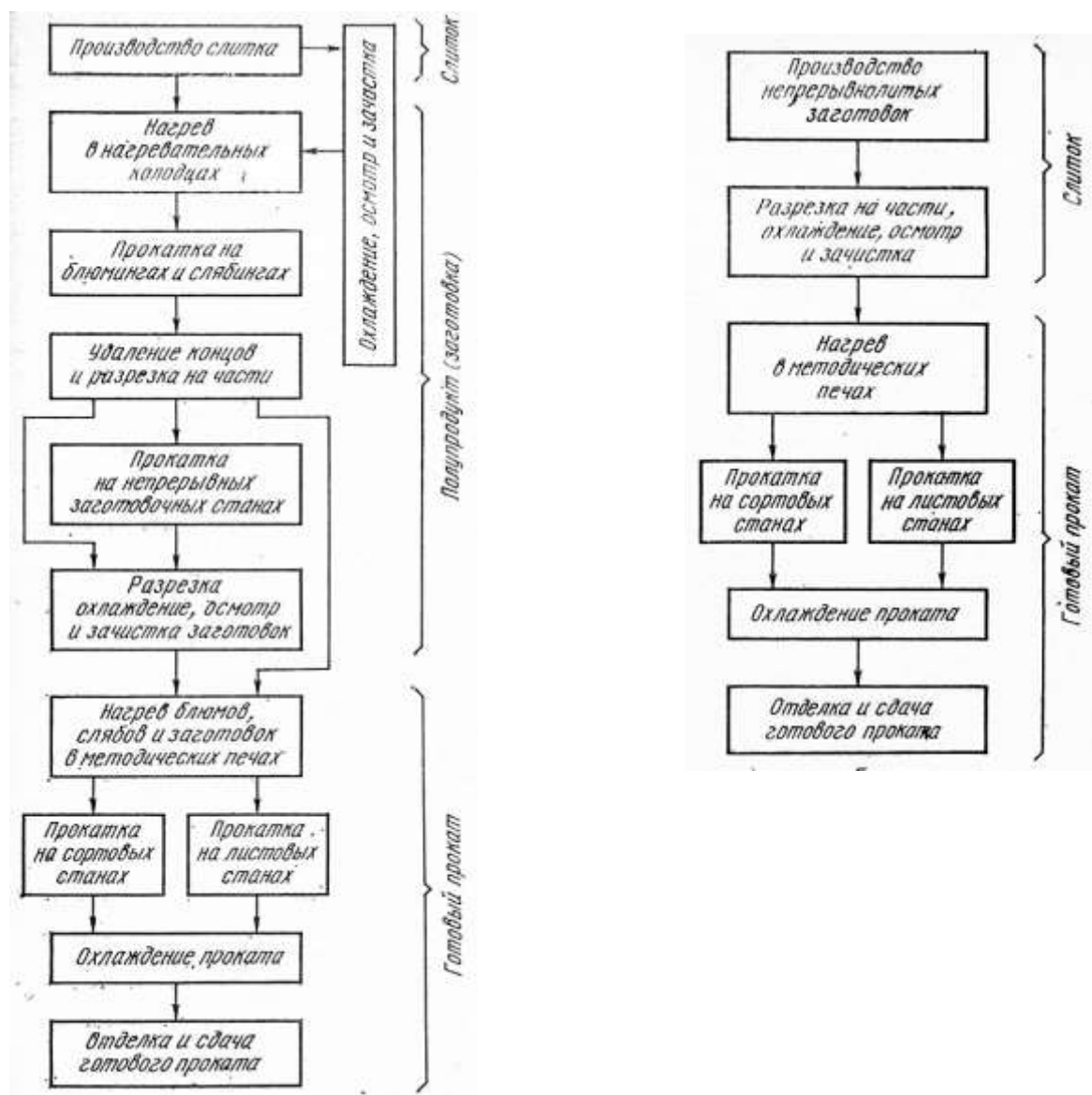


Рисунок 14 Типовые схемы производства прокатных изделий из слитка (а) и непрерывно-литой заготовки (б).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Ознакомиться с технологией и оборудованием для выплавки и разливки стали в электроплавильном цехе.
3. Описать технологию и оборудование, применяемые для производства стали в ЭСПЦ
4. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Ознакомиться с технологией и оборудованием для производства сортового проката.
3. Описать технологию и оборудование, применяемые для производства сортового проката.
4. Определить на каком этапе схемы производства проката указано производство полупродукта и какая схема производства готового сортамента.

Контрольные вопросы.

1. Что называют прокатным производством?
2. Что называют прокатным станом?
3. Какое оборудование прокатного стана относится к основному?
4. Какое оборудование прокатных цехов можно отнести к вспомогательному?
5. С какой целью нагревают металл перед прокаткой?
6. Какие факторы определяют температуру нагрева металла перед прокаткой?
7. До какой температуры нагревают сталь перед прокаткой?
8. Какое оборудование используют для нагрева заготовок?
9. Что такое сортамент и какие группы он включает?
10. Какие виды проката производят на ПАО «ММК»?
11. Что такое блюм и сляб?
12. Какие основные операции осуществляют при производстве проката?

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен быть предоставлен в виде письменного описания технологию и оборудование, применяемые для производства сортового проката.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Тема 6.2 Технологические процессы обработки металлов

Лабораторное занятие № 4

Составление схемы технологического процесса получения листового проката

Цель: изучить технологию и оборудование для производства листового проката.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- ориентироваться в производственных процессах: в доменных, сталеплавильных, ферросплавных, прокатных.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.2.1 Подбирает режимы подготовки поверхности заготовки.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Изучить технологию производства проката из слитков и непрерывнолитых заготовок. Дать сравнительную характеристику этих схем.
2. Начертить схему производства (по вариантам)
Вариант 1 - среднесортного проката из литой заготовки;
Вариант 2 – холоднокатаных листов из слитков;
Вариант 3 - катанки из литой заготовки;
Вариант 4 – горячих листов из слитков;
Вариант 5 – штрипса из литой заготовки;
Вариант 6 – мелкосортного проката из слитков;
3. Составить технологию производства заданного вида проката.

Краткие теоретические сведения.

Листовой прокат является одним из самых экономичных видов металлопродукции. Из него изготавливают разнообразные сварные и штампованные конструкции и изделия, отличающиеся меньшей массой по сравнению с литыми. Производство листового проката в общем выпуске проката возрастает, в связи, с чем продолжается строительство новых высокопроизводительных листопркатных станов.

Листовую сталь подразделяют на толстолистовую, тонколистовую горячей и холодной прокатки универсальную. По отечественным стандартам листы толщиной от 4 до 760 мм относятся к толстым: листы толщиной до 4 мм относятся к тонким. Исходным материалом для производства горячекатаной листовой стали являются слэбы. Слябы – это заготовки прямоугольного сечения.

Общая схема производства листа и сортового профиля представлена на рисунке 16. При использовании в качестве исходного материала слитков 1 в технологической схеме предусматривается участок нагревательных колодцев и обжимного стана – блюминга 2 или слябинга 3. При использовании в качестве исходного материала блюмов или слябов технологический процесс начинается с заготовочных станов – непрерывного заготовочного стана

4 при сортовой прокатке или широкополосного стана горячей прокатки 5 при листовой прокатке. Последующие технологические операции получения проката одинаковы для обеих схем.

Непосредственно из блюмов производится прокатка на крупносортовых и рельсобалочных станах.

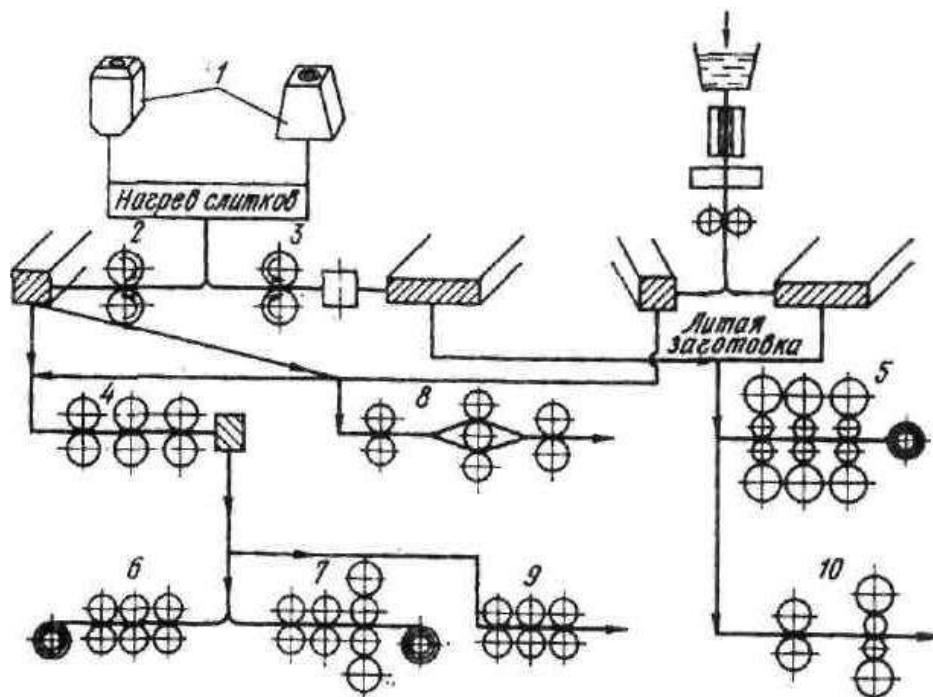


Рисунок 15 Общая схема производства проката на металлургическом предприятии

При производстве сортового проката заготовка поступает на крупносортовые и среднесортные 9 станы, мелкосортные и проволочные 6 станы, штрипсовые станы 7. При листовом производстве заготовка поступает на одно- и многоклетевые станы горячей и холодной прокатки 5,10.

Станы холодной и горячей прокатки листа подразделяются на непрерывные и реверсивные. Непрерывные прокатные станы состоят из 3-6 рабочих четырехвалковых клеток. Наибольшее распространение получили четырехвалковые клетки. Они предназначены для прокатки сталей при горячей прокатки от 4 до 200 мм при холодной прокатки от 0,35 до 2,7 мм с суммарным обжатием до 70-80%

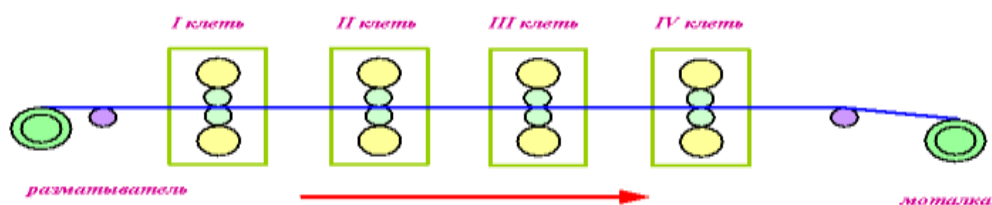


Рисунок 16 - Схема непрерывного стана холодной прокатки

Непрерывный стан состоит из нескольких рабочих клеток, расположенных последовательно. Прокатка в таких станах происходит одновременно во всех клетях при неизменном направлении движения металла. Число обжатий равно числу клеток. Для разматывания листа в начале стана устанавливается разматыватель, а для наматывания листа после прокатки в конце стана – моталка.

В состав непрерывного кроме основного оборудования входит следующее вспомогательное оборудование: подающий конвейер, передаточная тележка, отгибатель переднего конца, правильная машина, сниматель рулонов, цепные транспортеры, оборудование для обвязки рулонов. Станы непрерывные отличаются высокой производительностью.

транспортеры, оборудование для обвязки рулонов. Станы непрерывные отличаются высокой производительностью.

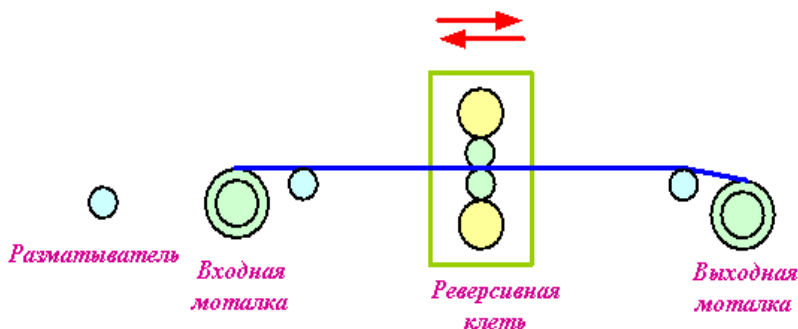


Рисунок 17 - Схема реверсивного стана

Реверсивные станы холодной прокатки выполняются одноклетьевыми. Прокатка производится в несколько пропусков при реверсировании рабочих валков. После каждого пропуска стан останавливается, при этом изменяется положение верхнего рабочего валка, после чего прокатка производится в противоположном направлении. С обеих сторон реверсивного стана расположены моталки. Реверсивный стан на входной стороне, кроме моталки имеет разматыватель, назначение которого сводится к тому, чтобы принять рулон, предназначенный для прокатки, и перемотать его на моталку, стоящую на выходной стороне стана.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Изучить технологию производства проката из слитков и непрерывнолитых заготовок. Дать сравнительную характеристику этих схем.
3. Начертить схему производства (по вариантам).
- 4.
5. Составить технологию производства заданного вида проката.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Изучить технологию производства проката из слитков и непрерывнолитых заготовок. Дать сравнительную характеристику этих схем.
3. Начертить схему производства (по вариантам):
 Вариант 1 - среднесортного проката из литой заготовки;
 Вариант 2 – холоднокатаных листов из слитков;
 Вариант 3 - катанки из литой заготовки;
 Вариант 4 – горячих листов из слитков;

Вариант 5 – штрипса из литой заготовки;

Вариант 6 – мелкосортового проката из слитков;

4. Составить технологию производства заданного вида проката.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Что такое сортамент?
2. Какие группы проката включает сортамент прокатных изделий?
3. Что такое блюм, сляб?
4. Какие основные операции осуществляют при производстве сортового проката?
5. Какие операции осуществляют при производстве листового проката?
6. В чем существенное отличие производства сортового и листового проката?
7. Что такое блюм, сляб, катанка, штрипс?

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен быть предоставлен в виде письменного описания технологического процесса и оборудования, применяемого для производства стали в ЭСПЦ

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Тема 8.1 Технология получения готовой продукции методом сварки

Лабораторное занятие № 5 Ультразвуковой контроль сварных соединений

Цель:

1. Изучить основные методы и технологию ультразвукового контроля стыковых сварных соединений.
2. Ознакомиться с критериями обоснованного выбора основных параметров контроля стыковых сварных соединений.
3. Приобрести навыки проведения контроля стыковых сварных соединений стальных образцов и оценки качества соединений по результатам контроля.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить мероприятия по предупреждению, обнаружению и устранению дефектов выпускаемой продукции.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике.

ПК 2.4.3 Предупреждает появление, обнаруживает и устраняет возможные дефекты выпускаемой продукции.

Материальное обеспечение:

Оборудование:

Программно-аппаратный комплекс «Ультразвуковой контроль металлов» (с ПК).

Комплект стандартных образцов.

Комплект наклонных пьезоэлектрических преобразователей (далее ПЭП) на различные частоты.

Лабораторные образцы сварных соединений.

Соединительные высокочастотные кабели.

Минеральное масло (контактная жидкость).

Задание:

1. Изучить особенности ультразвукового контроля сварных соединений: методику и технологию контроля, выбор основных параметров контроля, изложенные в настоящих методических указаниях.
2. Ознакомиться с порядком настройки и проверки аппаратуры при помощи стандартных образцов.

Краткие теоретические сведения:

Существуют два основных вида сварки: плавлением и давлением. Данные виды делятся, в свою очередь, на множество подвидов, зависящих от способа сварки.

Дефекты сварных соединений, а также способы выявления этих дефектов акустическими методами контроля, зависят прежде всего от вида и способа сварки.

Дуговая сварка стыковых сварных соединений – наиболее распространенный способ сварки плавлением. Свариваемые кромки располагаются на некотором расстоянии друг от друга и

промежутки заполняют металлом электрода, плавящегося под действием электрической дуги. Участок, свариваемый первым называется корнем.

Ультразвуковой контроль обеспечивает выявление почти всех дефектов этой сварки. Для выявления дефектов в сварных соединениях стандартом (ГОСТ 14782-86) установлено три метода акустического контроля, отличающихся по способам обнаружения дефектов: эхо-метод, теневой и зеркально-теневой.

Основным способом контроля стыковых сварных соединений является эхо-метод с использованием наклонного совмещенного преобразователя поперечных волн (рис. 1).

Корень шва контролируется прямым (непосредственно выходящим из преобразователя) лучом (положения преобразователя 1 и 2), а верхнюю часть шва – однократно отраженным лучом (положения преобразователя 3 и 4).

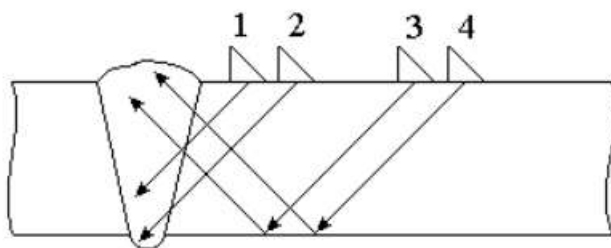


Рисунок 1 Контроль шва эхо-методом

Контроль двукратно и многократно отраженным лучом нежелателен ввиду сильного расхождения пучка лучей и его искажения при отражениях. Для проверки всего сечения сварного шва преобразователь перемещают, как показано на рис. 2, сплошными линиями вверх между крайними положениями 1 и 4 преобразователя (рис. 1). В положении 1 преобразователь либо упирается в верхний валик шва, либо находится вблизи него, а в положении 4 луч еще попадает в зону сплавления. Такая схема прозвучивания называется поперечно-продольным сканированием.

Если геометрия шва не обеспечивает полное его прозвучивание по указанной схеме, контроль производится многократно отраженным лучом. Шов контролируется слева и справа (рис. 2), при этом лучи проходят через шов в четырех направлениях, что повышает вероятность выявления различно ориентированных дефектов. С целью повышения надежности контроля преобразователь непрерывно разворачивают вправо и влево на угол $\varphi = 10 \div 15$ градусов.

Оптимальное значение угла ввода ультразвуковых колебаний α обычно выбирается так, чтобы в крайнем положении преобразователя его акустическая ось пересекала ось симметрии шва на глубине, равной половине толщины основного металла. Именно в этом случае обеспечивается прозвучивание всего сечения шва.

При контроле прямым лучом должно быть выполнено условие $\operatorname{tg} \alpha \geq (b + 2n) / d$, где b - ширина усиления, мм; n - стрела преобразователя, мм; d - толщина свариваемого металла, мм. При контроле однократно отраженным лучом – $\operatorname{tg} \alpha \geq (b + 2z) / d$, где z - расстояние от границы усиления до точки отражения, (2K8) мм.

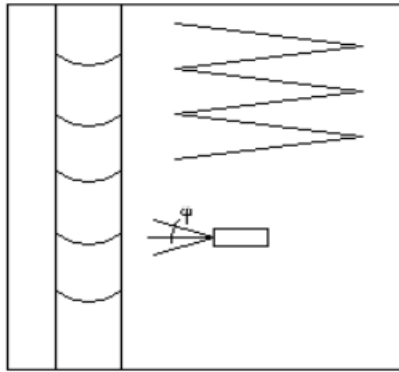


Рисунок 2 Схема сканирования шва

Определенный указанным выше способом угол ввода луча и выбранный способ прозвучивания определяют зону перемещения преобразователя.

Для контроля прямым лучом - $L_{min} = n$, $L_{max} = d \cdot \operatorname{tg} \alpha$ (рис. 3); для контроля однократно и многократно отраженным лучом - $L_{min} = m \cdot d \cdot \operatorname{tg} \alpha + z$, $L_{max} = (m + 1) \cdot d \cdot \operatorname{tg} \alpha$, где m определяет число отражений (рис. 4).

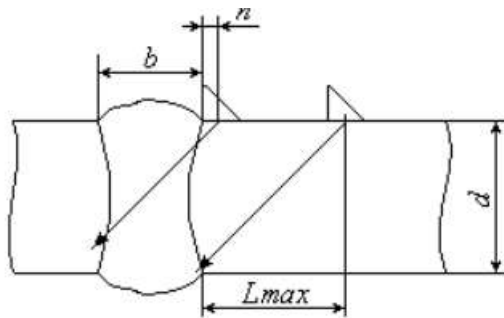


Рисунок 3 Контроль шва прямым лучом

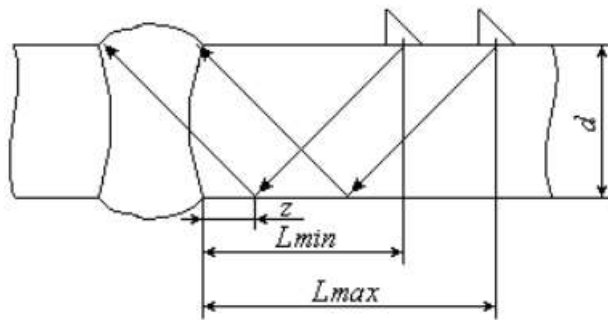


Рисунок 4 Контроль шва многократно отраженным лучом

Выбор частоты и амплитуды колебаний производится в зависимости от размеров изделия, коэффициента затухания волн в материале и уровня структурных помех. Чем больше толщина, тем ниже должна быть частота и больше амплитуда колебаний.

В табл. 1 приведены рекомендуемые параметры контроля швов различной толщины.

Таблица 1

Толщина шва, мм	Частота, МГц	Размер пьезопластины, мм	Угол ввода, в град
2...5	10	3...4	70...75
5...10	4...5	4...6	60...70
10...50	2...2,5	10...15	50...70
50...200	1,5...2	15...20	35...50
200...2000	1...1,5	30...50	35

Обоснование приведенных параметров состоит в следующем.

При контроле тонких сварных швов (10 мм и менее) возникает трудность с контролем корня шва прямым лучом, так как подойти близко к шву мешает верхний валик. Целесообразно увеличить угол ввода. Полезно также уменьшить стрелу преобразователя, однако ее ограничивает размер пьезоэлемента и условие предотвращения отражения от переднего угла призмы.

Повышение частоты при этом уменьшает расхождение лучей, даже при уменьшении размера пьезопластины, что позволяет избежать отражения от переднего угла призмы. Увеличение частоты позволяет также избежать возникновения поверхностных релеевских волн от боковых лучей пучка, в случае, если угол ввода достаточно велик. При контроле толстых сварных швов (200 мм и более) чувствительность дефектоскопа может оказаться недостаточной, поэтому применяют понижение частоты, преобразователи с пьезопластинами большого диаметра, уменьшают угол ввода, контроль проводят только прямым лучом.

Настройка и проверка аппаратуры заключается в проверке соответствия требованиям инструкции: частоты, условной и предельной чувствительности, угла ввода, погрешности глубиномера, мертвой зоны, лучевой разрешающей способности в направлении прозвучивания, стрелы преобразователя.

Данные операции производятся с использованием стандартных образцов. В заключение отметим, что перед контролем соединение подвергают внешнему осмотру: измеряют толщину свариваемого металла и ширину усиления, устанавливают отсутствие недопустимых внешних дефектов.

Порядок выполнения работы

1. Выполните предварительную настройку, проверку работоспособности дефектоскопа и настройку ВРЧ согласно методике.
2. Проведите проверку основных параметров ультразвукового контроля при помощи дефектоскопа в комплекте с используемыми наклонными ПЭП: абсолютная чувствительность, угол ввода луча, стрела преобразователя, мертвая зона, лучевая разрешающая способность, погрешность глубиномера. Данную проверку проведите при помощи комплекта стандартных образцов.
3. Исследуйте основные параметры предложенных образцов сварных соединений, проведите их внешний осмотр и подготовьте образцы к работе.
4. Проведите выбор основных параметров контроля и схем прозвучивания.
5. Выполните контроль предложенных образцов сварных соединений.
6. Выключите дефектоскоп, уберите рабочее место.
7. Оформите результаты контроля, оцените качество сварных соединений.
8. Сделайте выводы по проделанной работе.
9. Ответьте на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Изучить особенности ультразвукового контроля сварных соединений: методику и технологию контроля, выбор основных параметров контроля, изложенные в настоящих методических указаниях.
2. Ознакомиться с порядком настройки и проверки аппаратуры при помощи стандартных образцов.
3. Исследовать основные параметры предложенных образцов сварных соединений, провести их внешний осмотр и подготовить образцы к работе.
4. Выполнить контроль предложенных образцов сварных соединений.
5. Оформить результаты контроля, оцените качество сварных соединений.

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в виде письменного изложения материала, письменных ответов на вопросы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется - студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений,

Оценка «хорошо» выставляется - студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет,

Оценка «удовлетворительно» выставляется - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем,

Оценка «неудовлетворительно» выставляется- студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Контрольные вопросы:

1. Что определяет виды потенциальных дефектов сварных соединений? Назовите эти виды и дайте их характеристику.
2. Каковы основные методы акустического вида контроля сварных соединений?
3. Охарактеризуйте особенности контроля сварных соединений эхо-методом. Посредством чего реализуется контроль всего сечения сварного шва?
4. Каким образом организуется выявление дефектов с различной ориентацией?
5. В каких случаях применяется контроль многократно отраженным лучом и почему такой способ контроля нежелателен?
6. Геометрически объясните формулы расчета зоны перемещения ПЭП при поперечно-продольном сканировании.
7. Охарактеризуйте особенности выбора основных параметров контроля толстых швов.
8. Основные параметры контроля тонких швов.
9. Какое влияние оказывает размер пьезопластины на параметры диаграммы направленности ПЭП, и каким образом это сказывается на разрешающей способности?

10. Как влияет частота зондирующих импульсов на чувствительность дефектоскопа?
11. От чего зависит выбор амплитуды колебаний при контроле сварного шва эхо-методом?
12. Каким необходимым операциям подвергается объект контроля перед проведением процедуры контроля?
13. В чем заключается проверка аппаратуры перед проведением контроля сварных

я