

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 ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.07 Основы металлургического производства
для обучающихся специальности
22.02.05 Обработка металлов давлением**

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Металлургии и ОМД»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 10 от 22.06.2022г

Методической комиссией МпК

Протокол № 6 от 29.06.2022г

Разработчик :

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

Н.В. Мелихова

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

Содержание практических работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.05 Обработка металлов давлением и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	7
Практическая работа 1	7
Практическая работа 2	10
Практическая работа 3	11
Практическая работа 4	12
Практическая работа 5	13
Практическая работа 6	14
Практическая работа 7	15

1 ВВЕДЕНИЕ

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

Состав и содержание практических 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 ОП 07 Основы металлургического производства предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

– применять типовые методики определения параметров обработки металлов давлением;

– выбирать справочные данные, характеризующие взаимосвязи структуры и свойств обрабатываемых металлов и сплавов, для обеспечения выпуска продукции с заданными свойствами;

– рассчитывать абсолютные, относительные и полные показатели и коэффициенты деформации;

– инструктировать подчинённых о правилах эксплуатации технологического оборудования;

Содержание практических занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1 Планировать производство и организацию технологического процесса в цехе обработки металлов давлением.

ПК 1.2 Планировать грузопотоки продукции по участкам цеха.

ПК1.3 Координировать производственную деятельность участков цеха с использованием программного обеспечения коммуникационных средств.

ПК 1.4 Организовать работу коллектива исполнителей.

ПК 1.5. Использовать программное обеспечение по учету и складированию выпускаемой продукции.

ПК 1.6 Рассчитывать и анализировать показатели эффективности работы участка, цеха.

ПК 1.7 оформлять техническую документацию на выпускаемую продукцию.

ПК 1.8 Составлять рекламации на получаемые исходные материалы.

ПК 2.1. Выбирать соответствующее оборудование, оснастку и средства механизации для ведения технологического процесса.

ПК 2.2. Проверять исправность и оформлять техническую документацию на технологическое оборудование.

ПК 2.3. Производить настройку и профилактику технологического оборудования.

ПК 2.4. Выбирать производственные мощности и топливно-энергетические ресурсы для ведения технологического процесса.

ПК 2.5. Эксплуатировать технологическое оборудование в плановом и аварийном режимах.

ПК 2.6. Производить расчеты энергосиловых параметров оборудования.

ПК 3.1. Проверять правильность назначения технологического режима обработки металлов давлением.

ПК 3.2. Осуществлять технологические процессы в плановом и аварийном режимах.

ПК 3.3. Выбирать виды термической обработки для улучшения свойств и качества выпускаемой продукции.

ПК 3.4. Рассчитывать показатели и коэффициенты деформации обработки металлов давлением.

ПК 3.5. Рассчитывать калибровку рабочего инструмента и формоизменение выпускаемой продукции.

ПК 3.6. Производить смену сортамента выпускаемой продукции.

ПК 3.7. Осуществлять технологический процесс в плановом режиме, в том числе используя программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства.

ПК 3.8. Оформлять техническую документацию технологического процесса.

ПК 3.9. Применять типовые методики расчета параметров обработки металлов давлением.

ПК 4.1. Выбирать методы контроля, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции.

ПК 4.2. Регистрировать и анализировать показатели автоматической системы управления технологическим процессом.

ПК 4.3. Оценивать качество выпускаемой продукции.

ПК 4.4. Предупреждать появление, обнаруживать и устранять возможные дефекты выпускаемой продукции.

ПК 4.5. Оформлять техническую документацию при отделке и контроле выпускаемой продукции.

ПК 5.1. Организовывать и проводить мероприятия по защите работников от негативного воздействия производственной среды.

ПК 5.2. Проводить анализ травмоопасных и вредных факторов на участках цехов обработки металлов давлением.

ПК 5.3. Создавать условия для безопасной работы.

ПК 5.4. Оценивать последствия технологических чрезвычайных ситуаций и стихийных явлений на безопасность работающих.

ПК 5.5. Оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим.

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 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Выполнение обучающимися практических работ по ОП07 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 занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.2 Сущность получения кокса

Практическая работа № 1 Альтернативные бескоксовые процессы

Цель:

Освоить принципиально новый безотходный процесс в черной металлургии.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- инструктировать подчинённых о правилах эксплуатации технологического оборудования.

Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

Задание:

1. Ознакомится с раздаточным материалом;
2. Изучить поэтапно альтернативные бескоксовые процессы;
3. Ответить на контрольные вопросы.

Краткие теоретические сведения:

Наиболее характерным примером создания принципиально нового безотходного процесса в черной металлургии является *бескоксовый бездоменный* метод получения стали непосредственным восстановлением железорудных концентратов водородом или конвертированным природным газом. В таком процессе из технологической цепи полностью устраняются стадии, в наибольшей степени ответственные за загрязнение окружающей среды: доменный передел, производства кокса и агломерата. Это позволяет, по меньшей мере, втрое уменьшить потребность в воде и количество образующихся сточных вод, а также практически полностью исключить вредные выбросы в атмосферу.

По данной технологической схеме мелко раздробленный железный концентрат, смешанный предварительно с водой, перекачивают из месторождения на металлургический завод по трубам в виде пульпы. Вода после отделения в отстойниках возвращается на обогатительную фабрику. Затем во вращающихся барабанах руду смешивают со связующими веществами и получают гранулированный продукт - так называемые окатыши. В окатыши при грануляции добавляют небольшое количество извести. Готовые окатыши поступают в шахтную печь, где происходит восстановление оксидов железа водородом или конвертированным природным газом. Процесс осуществляется при 1000-1100°C. В результате получают *губчатое железо* с содержанием основного компонента 95%. Каждый агрегат, в котором ведут процесс, способен выдавать до 1500 т железа в сутки.

Полученный продукт, являющийся полуфабрикатом, направляют на электродуговую переплавку для получения высококачественной стали (рис. 1).

Опыт производства стали по описанной технологии показал, что ее применение обеспечивает существенное снижение выбросов в атмосферу диоксида серы, пыли и других вредных веществ и позволяет утилизировать практически полностью все отходы производства. Шлаки и другие твердые отходы при таком процессе не образуются.

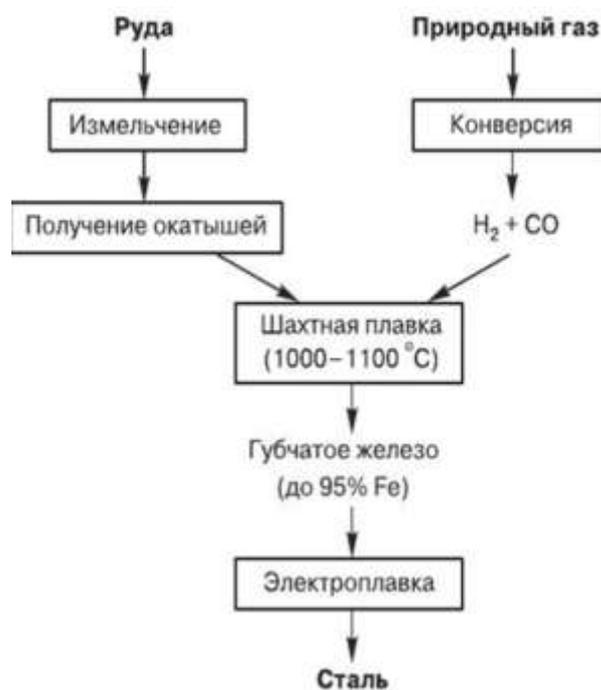


Рис. 1. Принципиальная схема бескоксowego получения стали

В Российской Федерации имеется металлургическое предприятие без доменных печей и коксохимического производства ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат». В качестве сырья это предприятие использует высокосортные железные руды Курской магнитной аномалии (Лебединское месторождение). Однако себестоимость стали, полученной этим методом, пока значительно превышает себестоимость стали, полученной по традиционной технологии, что и препятствует широкому внедрению данного метода.

Ход работы:

1. Ознакомиться с раздаточным материалом.
2. Законспектировать в тетрадь процесс бескоксowego получения стали и описать технологическую схему.
3. Проработать последовательность операций при бескоксowego процессе получения стали.
4. Ответить на контрольные вопросы.
5. Результаты предоставить преподавателю на проверку.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные экологические проблемы черной металлургии.
2. Каковы основные направления совершенствования доменного процесса?
3. Как получают агломерат и окатыши?
4. Для чего используется кокс при получении чугуна?
5. Как можно экономить кокс в доменном процессе?
6. Почему образуются графитосодержащие отходы и как они используются?
7. Каковы пути энергосбережения в черной металлургии?
8. Как обезвреживаются колошниковые газы?
9. Каковы экологические особенности бескоксowego метода получения стали?

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе и приложенный к нему тестовый документ

Критерии оценки:

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы

Тема 2.2 Доменная печь и её вспомогательное оборудование.

Практическая работа № 2 Устройство и размеры основных элементов доменной печи

Цель: Освоить устройство и размеры основных элементов доменной печи.

Выполнив работу, Вы будете:
уметь:

- инструктировать подчинённых о правилах эксплуатации технологического оборудования;

Материальное обеспечение:

Мультимедийная программа «Устройство и размеры основных элементов доменной печи»

Задание:

1. Ознакомится с мультимедийной программой
2. Изучить поэтапно состав и устройство доменной печи
3. Ответить на контрольный тест

Порядок выполнения работы:

1. Изучить последовательность устройства печи
2. Провести тестирование.
3. Результаты тестирования показать преподавателю.

Ход работы:

1. Ознакомиться с мультимедийной программой.
2. Законспектировать в тетрадь основные узлы устройства и описать их назначение
3. Проработать последовательность операций при работе домны
4. Пройти тестирование.
5. Результаты тестирования предоставить преподавателю на проверку.

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 3.2 Технология получения стали в конверторах

Практическое занятие № 3 Устройство кислородного конвертера

Цель: Подробно изучить устройство кислородного конвертера.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

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

Материальное обеспечение:

Мультимедийные программы «Устройство кислородного конвертера».

Задание:

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

Порядок выполнения работы:

1. Изучить «Устройство кислородного конвертера».
2. Пройти тестирование на компьютерах.
3. Результаты предоставить преподавателю.

Ход работы:

1. Ознакомиться с мультимедийной программой «Устройство кислородного конвертера».
2. Выделить необходимые участки и разделить их на основные и вспомогательные
3. Составить конспект
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 3.2 Технология получения стали в конверторах

Практическое занятие № 4

Устройство кислородной фурмы кислородного конвертера

Цель: Подробно изучить устройство кислородной фурмы.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

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

Материальное обеспечение:

Мультимедийные программы «Устройство кислородной фурмы кислородного конвертера».

Задание:

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

Порядок выполнения работы:

1. Изучить «Устройство кислородной фурмы кислородного конвертера».
2. Пройти тестирование на компьютерах.
3. Результаты предоставить преподавателю.

Ход работы:

1. Ознакомиться с мультимедийной программой «Устройство кислородной фурмы кислородного конвертера».
2. Выделить необходимые участки и разделить их на основные и вспомогательные
3. Составить конспект
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 3.4 Технология получения стали в электрических печах

Практическое занятие № 5 Устройство дуговой сталеплавильной печи

Цель: Подробно изучить устройство дуговой сталеплавильной печи.

Выполнив работу, Вы будете:
уметь:

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

Материальное обеспечение:
Мультимедийная программа «Устройство дуговой сталеплавильной печи».

Задание:

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

Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство дуговой сталеплавильной печи
2. Пройти тестирование на компьютерах.
3. Результаты предоставить преподавателю.

Ход работы:

1. Ознакомиться с мультимедийной программой «Устройство дуговой сталеплавильной печи».
2. Выделить необходимые участки и разделить их на основные и вспомогательные.
3. Составить конспект и записать в тетрадь основные характеристики сталеплавильной печи
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 № 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.

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.

Материальное обеспечение:

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 перекисленного 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 слябов 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 ужимы на гранях.

Продольные и поперечные трещины

Трудноустраняемым 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 слябов 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 слябов 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 слябов 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 слябов 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 сляба, 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 слябов. 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 металлдобавками 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 слябов 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 неплотности 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 удается 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:

Отчет о проделанной работе и приложенный к нему тестовый документ.

Критерии оценки:

- полнота выполненного задания;
- своевременное предоставление выполненной работы