

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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

**МДК.04.02 Выполнение трудовых функций по профессии рабочего Подручный сталевара  
установки внепечной обработки стали**

**для обучающихся специальности**

**22.02.01 Metallургия черных металлов**

Магнитогорск, 2023

## ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией  
«Металлургии и ОМД»  
Председатель О.В.Шелковникова  
Протокол № 6 от 25.01.2023г.

Методической комиссией МПК  
Протокол № 4 от 08.02.2023г.

### **Разработчик (и):**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж  
Сергей Владимирович Николаев  
преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж  
Кунакбаева Альбина Талгатовна

Методические указания по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей программы ПМ.04 Выполнение работ по профессии подручный сталевара электропечи, МДК.04.01 Технология выполнения работ по профессии подручный сталевара электропечи.

Содержание практических работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.01 Metallургия черных металлов. Производство стали и овладению профессиональными компетенциями для МДК.04.02 Выполнение трудовых функций по профессии рабочего подручный сталевара установки внепечной обработки стали. Содержание практических работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций по программе подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.01 Metallургия черных металлов.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическая работа №11. Конструкция основных узлов агрегата «печь-ковш»	6
Практическая работа №12. Устройство и эксплуатация пульта управления агрегата «печь-ковш»	9
Практическая работа №13. Теоретические и технологические основы управления обработки стали на агрегате «печь-ковш»	12
Практическая работа №14. Работа на постах управления в технологическом процессе по предотвращению аварийных ситуаций на агрегате «печь-ковш»	16
Практическая работа №15. Конструкция и устройство вакууматоров	21
Практическая работа №16. Дефекты, вызванные повышенным содержанием водорода в стали	21
Практическая работа №17. Организация работы на печном участке, работы в отделении внепечной обработки стали, на разливочном участке	23
Практическая работа №18. Изучение должностных инструкций и обязанностей в бригаде подручных сталевара внепечной обработки стали и разливщиков стали на МНЛЗ	24

## 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.

В соответствии с рабочей программой ПМ.04 Выполнение работ по профессии подручный сталевара электропечи, МДК.04.02 Выполнение трудовых функций по профессии рабочего подручный сталевара установки внепечной обработки стали предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

### **уметь:**

У.4.3 Владеть способами проверки работоспособности блокировок, производственной сигнализации и средств связи

У.4.4 Владеть условными знаками и радиосвязью для подачи команд машинисту крана

У.4.6 Оказывать первую помощь

У.4.7 Пользоваться программным обеспечением для выплавки и обработки стали

У.4.9 Проверять исправность и пользоваться средствами индивидуальной защиты

У.4.10 Управлять агрегатами и механизмами установки внепечной обработки с главного и местных пультов управления

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

ПК 4.2. Выполнять технологические операции, подготовительные и вспомогательные работы при внепечной обработке стали

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 финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

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 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

Выполнение обучающимися практических работ по ПМ.04 Выполнение работ по профессии подручный сталевара электропечи, МДК.04.02 Выполнение трудовых функций по профессии рабочего подручный сталевара установки внепечной обработки 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;*

**Примечание [m1]:** Не соответствуют ПК в учебном плане

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проективных, 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 2.1 Работы на агрегате «ковш-печь» Практическая работа №11. Конструкция основных узлов агрегата «печь-ковш»

**Цель:** изучить основные узлы агрегата «печь-ковш»

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- ориентироваться и знать назначение агрегата «печь-ковш».

**Материальное обеспечение:**

SIKE: ММК.АПК. Конструкция основных узлов и агрегатов установки ковш-печь

**Задание:**

- 1 Изучить основные узлы агрегата «печь-ковш».
- 2 Изучить и законспектировать краткое теоретическое сведение.
- 3 Изучить основное оборудование у агрегата «печь-ковш».
- 4 Составить таблицу: основные технологические операции, основное оборудование,

**Краткие теоретические сведения:**

В современной металлургии ковш-печь - это агрегат, наиболее рационально обеспечивающий возможность гибкого управления процессом формирования физико-химического состояния расплава для достижения поставленной цели - получение высококачественной стали с заданным химическим составом и свойствами.

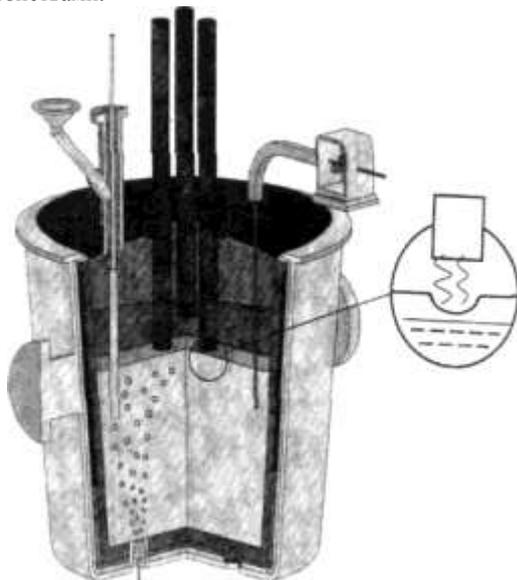


Рисунок 1 - Агрегат ковш-печь (АКП).

В состав установки ковш-печь входят:

1. Рабочая площадка;
2. Два водоохлаждаемых свода с системой подъема и поворота;
3. Три электрододержателя с электродами диаметром 406 мм и с системой подъема и поворота электродных колонн;
4. Печной трансформатор 20 МВА;

5. Два стационарных стенда взвешивания сталеразливочных ковшей;
6. Механизированный скребок для скачивания шлака;
7. Стенд для наклона сталеразливочного ковша;
8. Система загрузки и взвешивания добавочных и легирующих материалов;
9. Система отвода и очистки дымовых газов от ковш-печь и бункеров;
10. Система перемешивания стали аргоном с узлами продувки, измерения и регулирования расхода аргона;
11. Две фурмы для перемешивания стали аргоном;
12. Два двухручьевых трайб-аппарата;
13. Два комплекса оборудования для автоматического пробоотбора и замера температуры
14. Система охлаждающей воды;
15. Система сжатого воздуха;
16. Насосно-аккумуляторная станция (НАС);
17. Маслодинамическая система;
18. Система автоматизированного управления оборудованием;
19. Система с автоматизированным управлением процесса;
20. Пневмопочта;
21. Сталеразливочные ковши с высокоогнеупорной футеровкой;

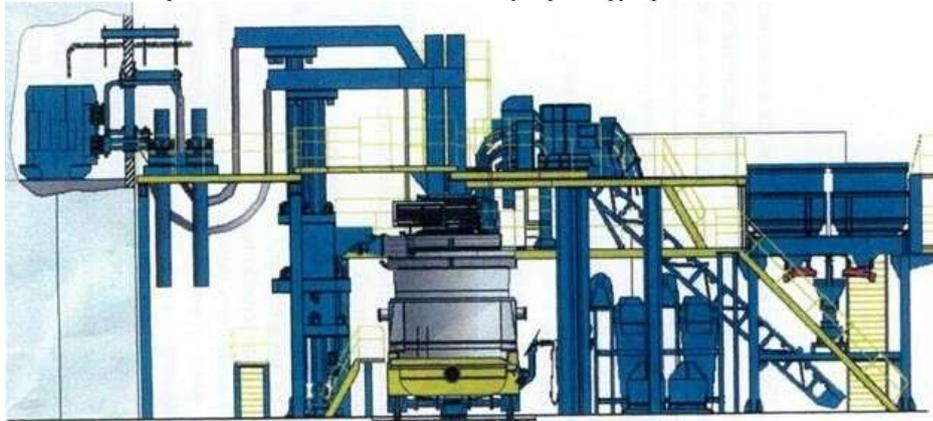


Рисунок 2 - Расположение оборудования агрегата ковш-печь вдоль пролета цеха

Агрегаты ковш-печь бывают одно- и двухпозиционными. Двухпозиционные агрегаты используют в мартеновских цехах, выпускающих металл в два ковша, или в конвертерных цехах большой производительности и предназначены для одновременной обработки двух ковшей с поочередным подогревом. В этом случае ковши устанавливают на двух стендах или сталевозах. Каждый ковш накрывают индивидуальной крышкой, а нагрев металла производят поочередно, путем переустановки электродов из одной крышки в другую.

Стенд или сталеvoz служат для постановки под ковш-печь сталеразливочного ковша. Использование сталевоза предпочтительнее, так как при этом уменьшается нагрузка разливочного крана. В аварийной ситуации сталеvoz позволяет оперативно убирать ковш из-под крышки ковша-печи без разливочного крана, который может быть в это время занят. Стенды для постановки ковша обычно используются на двухпозиционных агрегатах, где необходимо точно поставить ковш под крышку. В этом случае в прямке под стендом оборудуют аварийные емкости для приема металла в случае прогара ковша.

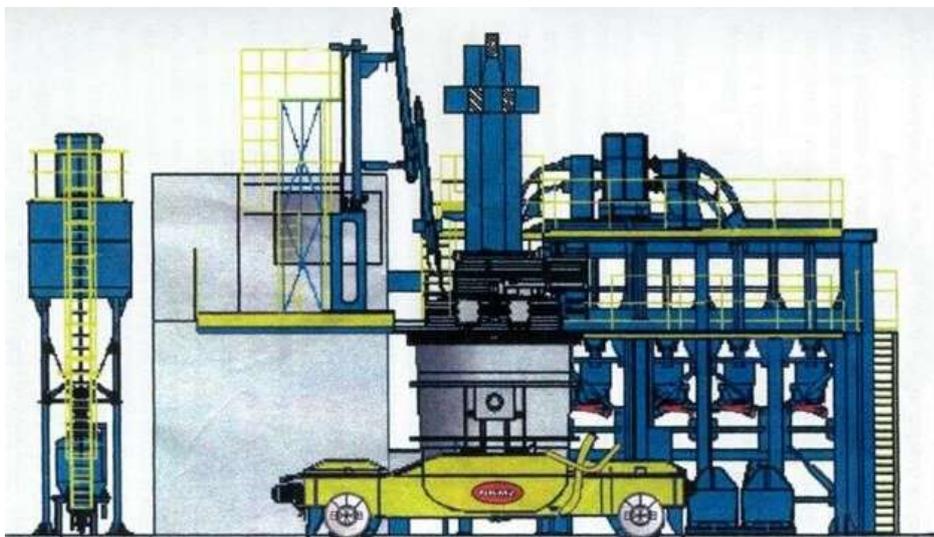


Рисунок 3 - Расположение оборудования агрегата ковш-печь поперек цеха

Крышка ковша-печи.

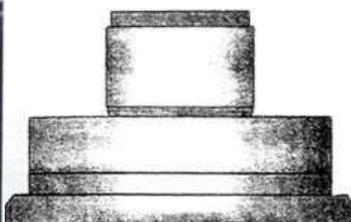


Рисунок 4 - Крышка ковша печи из металлического кожуха с размещенными внутри трубами водяного охлаждения.

Крышка ковша-печи предназначена для снижения потерь тепла металлом в период нагрева и обработки, создает безопасные условия работы, защищает металл от окисления и газонасыщения и служит для сбора отходящих газов.

Крышка ковша-печи может быть выполнена из металлического кожуха с размещенными внутри него трубами водяного охлаждения или полностью только из труб охлаждения, вплотную прилегающих друг к другу.

Трайб-аппарат.

Трайбаппарат представляет собой тянущее устройство, предназначенное для подачи порошковой проволоки определенной длины и с заданной скоростью.

Конструктивно трайбаппараты изготавливают в одно-, двух- и многоручьевом исполнении, т.е. для подачи в расплав одного, двух и более видов проволоки. Многоручьевые трайбаппараты имеют, как правило, один привод на все ручки. Двухручьевые трайбаппараты изготавливают

однопроводными (с попеременной работой ручьев) или с двумя индивидуальными приводами на каждый ручей. Трайб-аппараты с индивидуальным приводом на каждый ручей предпочтительнее

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Получить распечатку учебное пособие и технологическую инструкцию у преподавателя.
- 2 Просмотреть и прослушать демонстрацию, справочный материал и пройти тестирование по

SIKE: ММК АПК

**Ход работы:**

- 1 Ознакомиться с устройством и назначением отделений АПК.
- 2 Составить краткий конспект: устройство и назначение АПК.
- 3 Составить таблицу: основные технологические операции, основное оборудование.

**Форма представления результата:**

- В устной форме: ответы на вопросы преподавателя по устройству АПК.
- В письменной форме:

- 1 Конспект;
- 2 Проверить таблицу «Устройство АПК»
- 3 Результат тестирования.

**Критерии оценки:** зачет/незачет.

**Тема 2.1 Работы на агрегате «ковш-печь»**

**Практическая работа №12. Устройство и эксплуатация пульта управление агрегата «печь-ковш»**

**Цель:** Научиться выполнять основные работы по обработке стали на агрегате «печь-ковш»

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- выполнять основные работы по обработке стали на агрегате «печь-ковш»

**Материальное обеспечение:**

SIKE: ММК.АПК. Устройство и эксплуатация пульта управление агрегата «печь-ковш»

**Задание:**

- 1 Изучить конструкцию агрегата «печь-ковш» и составить опорный конспект.
- 2 Изучить основные работы по обработке стали на агрегате «печь-ковш».
- 3 Составить алгоритм работ по обработке стали на агрегате «печь-ковш».
4. Ответить на контрольные вопросы.

**Краткие теоретические сведения:**

Комплексная обработка металла в ковше с применением электро- дугового нагрева в сочетании с активным перемешиванием расплава получила большое распространение в металлургической промышленности. Общая схема установки ковш-печь представлена на рис. 1.

Электрододержатели 1 служат для крепления графитированных электродов 2 и для подвода к ним электрического тока. Каждый электрододержатель имеет корпуса, механизм для зажима электрода, а также гибкую водоохлаждаемую связь, которая состоит из рукава и токопровода. Сыпучие материалы поступают из бункеров по тракту 3, подаются в агрегат через труботечку и отверстие в водоохлаждаемом своде 4. На поверхности расплава 6 наводится рафинировочный шлак 7. Газометаллический столб 8 в жидком металле 9 образуется при подаче инертного газа через продувочный узел 10. Ковш на операции доводки стали предварительно устанавливается на сталеvoz 11 и транспортируется от плавильной печи на участок комплексной обработки стали. Для установки на сталеvoz или стенд ковша имеют специальные кронштейны. Установка для продувки

расплава обычно монтируется в днище основного сталеразливочного ковша и имеет два основных элемента: продувочную пористую вставку с диаметром пор от 0,6 до 1 мм и гнездовой кирпич. Стенд участка комплексной обработки стали оборудован инжекционными установками для вдувания углеродсодержащего материала 14 и вдувания извести 15, а также трайб-аппаратом 16 для ввода порошкообразных материалов, заправленных в пластиковую оболочку, и алюминия. В условиях непрерывного ужесточения требований к защите окружающей среды обеспечивать экологическую безопасность должно удаление образующихся газов через газоход 12.

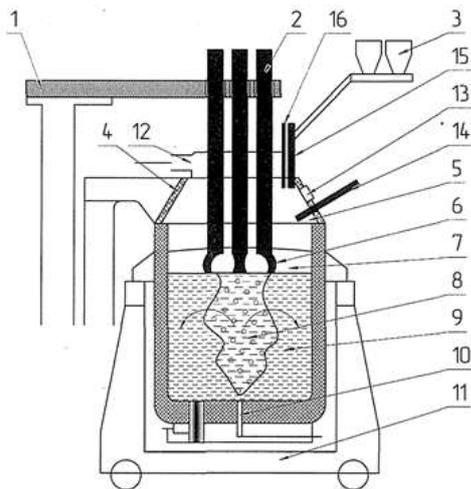


Рисунок 1 - Общая схема установки ковш-печь: 1 - токоподводящие электрододержатели; 2 - электроды; 3 - бункер и трап подачи сыпучих материалов; 4 - водоохлаждаемый свод; 5 - инертный газ; 6 - зеркало расплава; 7 - рафинировочный шлак; 8 - газометаллический столб; 9 - жидкий металл; 10 - продувочный узел; 11 - сталевоз; 12 - газоход; 13 - рабочее окно; 14 - вдувание углеродсодержащего материала; 15 - вдувание извести; 16 - ввод проволоки.

Эффективное функционирование сталеразливочного ковша в условиях эксплуатации обусловлено требованиями к стойкости его футеровки. В соответствии эксплуатационным требованиям футеровка должна быть термостойкой, устойчивой против воздействия жидкого металла и шлака, обладать низкой теплоёмкостью, теплопроводностью, усадкой при высоких температурах, не взаимодействовать с вводимыми в металлический расплав реагентами, то есть, в процессе внепечной обработки обеспечивать возможно более длительную кампанию ковша от ремонта до ремонта.

Агрегат ковш-печь позволяет осуществлять комбинированные способы обработки: обработку расплавленного металла вакуумом, продувку инертным газом, обработку стали синтетическим шлаком в ковше, ввод реагентов в объём расплава, продувку порошкообразными материалами [1 -г 6]. За счёт усложнения конструкции основного сталеразливочного ковша и применения нового оборудования стало возможным реализовать следующие преимущества:

- усреднить расплав по температуре и химическому составу, отдать металл на разливку в строго заданном интервале температур и в необходимое время при серийной разливке стали на МНЛЗ;

- значительно снизить содержание серы в стали;

- производить сталь с содержанием легирующих элементов в узких заданных пределах и изменять номенклатуру потребляемых ферросплавов и раскислителей (так, например, использование аргоно-кислородной продувки позволяет взамен использования низкоуглеродистых дорогих ферросплавов перерабатывать высокоуглеродистые ферросплавы, стоимость которых не так велика;

- получать IF-стали с уникально повышенными пластическими свойствами (деформируемость, штампуемость) благодаря ультранизкому содержанию углерода и азота ( $[\text{C}] + [\text{N}] < 0,005 \%$ ),  $[\text{Si}] < 0,03 \%$ , микролегированные сильными карбидообразующими элементами (Ta, Nb); обрабатывать сталь активными элементами (кальций, титан, бор, РЗМ и прочее) с максимальным и стабильным усвоением;

- изменить с помощью модифицирования морфологию и количество неметаллических включений;

- при аварийных остановках машин непрерывного литья снизить сверхнормативные потери металла, или даже полностью исключить их, за счёт подогрева расплава на АКП и выдержки его без потери качества вплоть до запуска МНЛЗ вновь в работу.

Основными параметрами, определяющими работу агрегата ковш-печь, считают: химический состав рафинировочного шлака, толщину этого шлакового слоя на зеркале металла, длину электрической дуги, соотношение подводимой мощности к площади зеркала металла, Скорость нагрева металла, интенсивность перемешивания и гидродинамику расплавленного металла в ковше.

В мире накоплен большой опыт эксплуатации агрегатов такого типа, что позволило производителям оптимизировать их конструктивные и технологические параметры. Параметры современных применяемых агрегатов ковш-печь приведены в таблице 1. Некоторые колебания параметров обусловлены только технологическим режимом работы установок.

Таблица 1 - Параметры агрегатов ковш-печь различных фирм производителей [4]

Параметр	ASEA-SKF (Швеция)	Fukhs (Германия)	Daniely (Италия)	BSW (Англия)	НКМЗ (Украина)	АКОС-125 (Россия)
Емкость ковша, т	90 ÷ 130	110	120	86	145	100 ÷ 125
Мощность трансформатора МВА	12 ÷ 15	15	18	12	25	16
Сила тока, А	36	30	40	25	40	40
Диаметр электрода, мм	400	400	400	350	450	400

Оптимизация технологических и энергетических параметров АКП обусловлена целым рядом причин в конкретных условиях сталеплавильного цеха. Прежде всего, это тип сталеплавильного агрегата и способ отсечки печного шлака; уровень содержания серы на выпуске расплава; выбранная мощность трансформатора; перемешивание металла в ковше; время выплавки и разливки плавки и др.

Агрегаты ковш-печь бывают однопозиционные и двухпозиционные. Двухпозиционные используют в цехах с высокой производительностью для одновременной обработки двух ковшей с их поочередным нагревом. Повышение эффективности использования для двухпозиционной установки достигается за счёт обслуживания одним трансформатором сразу двух стенов, применением одного комплекта электродов с поворотными электрододержателями и другими усовершенствованиями конструкции.

Полная продолжительность нагрева при обработке стали в АКП складывается из двух периодов: 1) подвод энергии; 2) время выдержки.

При использовании внепечной обработки расплавов в сталеплавильных цехах часто применяют следующую последовательность: сталеплавильная печь - установка ковш-печь - вакууматор - установка непрерывной разливки стали.

Снижение концентрации кислорода в стали («окисленности») при обработке вакуумом за счёт реакции окисления углерода называют углеродным раскислением. Обработка стали вакуумом влияет и на содержание в металлическом расплаве водорода, азота, а при наличии в стали примесей цветных металлов (повышенные концентрации свинца, сурьмы, олова, цинка и др.), значительная их часть испаряется.

Последовательность выпечной обработки металла в цехе может быть изменена и оптимизирована для условий конкретного цеха и требований по качеству выплавляемых марок стали.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Получить распечатку учебное пособие у преподавателя.
- 2 Просмотреть и прослушать демонстрацию, справочный материал и пройти тестирование по СИКЕ: ММК.АПК. Устройство и эксплуатация пульта управления

**Ход работы:**

- 1 Изучить конструкцию агрегата «печь-ковш» и составить опорный конспект.
- 2 Изучить основные работы по обработке стали на агрегате «печь-ковш».
- 3 Составить алгоритм работ по обработке стали на агрегате «печь-ковш».
4. Ответить на контрольные вопросы.

**Форма представления результата:**

В устной форме: ответы на вопросы преподавателя по агрегату «печь-ковш» Уметь определять основные элементы печи.

В письменной форме дать ответ на контрольные вопросы:

1. Чем отличаются IF-стали?
2. Обработка металлического расплава вакуумом.
3. Полное время обработки стали в АКП на позиции нагрева.
4. Двухпозиционные агрегаты ковш-печь.
5. Основные параметры агрегатов ковш-печь.
6. Чем обусловлена необходимость оптимизации технологических и энергетических параметров АКП?
7. Преимущества АКП.
8. Общая схема установки ковш-печь.
9. Для чего применяют трайб-аппараты?
10. Углеродное раскисление.
11. Комплексная обработка расплава.

**Критерии оценки:** зачет/незачет.

**Тема 2.1 Работы на агрегате «ковш-печь»**

**Практическая работа №13. Теоретические и технологические основы управления обработки стали на агрегате «печь-ковш»**

**Цель:** Научиться выполнять обработку стали на агрегате «печь-ковш»

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- выполнять основные работы по обработке стали на агрегате «печь-ковш»

**Материальное обеспечение:**

СИКЕ: ММК.АПК. Устройство и эксплуатация пульта управление агрегата «печь-ковш»

**Задание:**

- 1 Изучить технологическую инструкцию агрегата «печь-ковш» и составить опорный конспект.

2 Выполнить обработку стали на агрегате «печь-ковш», исходя из инструкции.

### **Краткие теоретические сведения:**

#### **1. НАЗНАЧЕНИЕ УСТАНОВКИ КОВШ - ПЕЧЬ**

1.1. Установка ковш - печь (УКП) предназначена для обработки жидкой стали в сталеразливочном ковше как с использованием комбинированной установки вакуумирования стали (КУВС), так и без нее.

1.2. На установке осуществляются следующие технологические операции:

- нагрев металла электрической дугой;
- продувка металла аргоном для усреднения химического состава металла и его температуры по объему сталеразливочного ковша;
- коррекция химического состава металла;
- десульфурация металла белым основным шлаком;
- измерение температуры и отбор проб металла и шлака;
- микролегирование или получение металла с узкими пределами содержания элементов путем ввода порошковой проволоки с различными видами наполнителей;

1.3. Контроль за процессом ковшевой обработки производится путем замера температуры, отбора проб металла, измерения расхода и давления аргона для продувки, измерения веса добавок, присаживаемых в ковш, измерения тока и напряжения дуги и других электрических параметров, а также измерения вспомогательных параметров (температура и давление охлаждающей воды, отходящих газов и т. п.).

1.4. Установка ковш- печь включает в себя следующие группы оборудования, узлов и систем:

- каркас установки со встроенными помещениями поста управления, трансформатора;
- система хранения, дозирования и механизированной подачи сыпучих (ферросплавов, скрап-сечки, шлакообразующих материалов и гранулированного шлака);
- тракт подачи сыпучих;
- машина подачи алюминиевой проволоки и порошковой проволоки с различными видами наполнителей;
- двух водоохлаждаемых крышек сводов;
- механизмы подъема водоохлаждаемых крышек (порталов сводов);
- один поворотный электродный портал с графитовыми электродами;
- трансформатор;
- система высокого тока (для передачи электроэнергии от трансформатора к электродам);
- устройство для донной продувки;
- аварийная верхняя фурма;
- манипулятор для измерения температуры и отбора проб металла;
- стенд свинчивания электродов.

1.5. В зависимости от требований к химическому составу сталей и другим характеристикам могут использоваться следующие схемы внепечной обработки сталей:

А. – конвертер – КУВС – УКП – МНЛЗ – для низкоуглеродистых сталей.

Б. – конвертер – УКП – КУВС – МНЛЗ – для сталей с повышенными требованиями по содержанию газов и т. д.

В. – конвертер – УКП – МНЛЗ – для остальных марок сталей.

#### **2. ПОДГОТОВКА УСТАНОВКИ КОВШ - ПЕЧЬ К РАБОТЕ**

Перед обработкой металла на установке необходимо обеспечить:

2.1. Заполнение бункеров необходимыми материалами, соответствующим требованиям настоящей инструкции.

2.2. Наличие алюминиевой катанки на трайбаппарате.

- 2.3. Наличие средств отбора проб металла и измерения температуры и окисленности.
- 2.4. Подачу газов необходимого давления.
- 2.5. Подачу воды на охлаждение элементов установки.
- 2.6. Исправность работы систем продувки металла аргоном.
- 2.7. Исправность работы газового тракта.
- 2.8. Исправность работы всех механизмов, систем контроля, управления, сигнализации и блокировки.
- 2.9. Исправность работы пневмопочты.
- 2.10. Проверить длину электродов, по необходимости их нарастить.

### 3. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА НА УСТАНОВКЕ КОВШ- ПЕЧЬ

#### 3.1. Обработка стали по схеме: конвертер – установка ковш – печь – МНЛЗ.

3.1.1. Плавки, предназначенные для обработки на установке печь – ковш, сливаются в сталеразливочный ковш, специально оборудованный для донной продувки. Ковш должен иметь исправную сухую футеровку. Верхний край ковша должен быть чистым.

3.1.2. Раскисление, легирование и обработка металла ТШС во время выпуска плавки из конвертера производится согласно технологической инструкции ТИ. Легирующие присаживаются из расчета получения содержания Si, Mn, Al на нижнем пределе.

3.1.3. Исключить попадание конвертерного шлака в сталеразливочный ковш во время выпуска плавки из конвертера.

3.1.4. Уровень металла в ковше должен быть не менее ----- мм от верхней кромки ковша.

3.1.5. Перед выпуском металла из конвертера начинают продувку аргоном через пористые пробки в днище ковша. Продувку металла аргоном осуществляют в соответствии с временной технологической инструкцией ВТИ

3.1.6. Поступивший из конвертерного отделения сталеразливочный ковш устанавливается на сталеvoz установки печь – ковш. К ковшу подсоединяется аргонный шланг, включается подача аргона в количестве 15-30 м<sup>3</sup>/мин.

3.1.7. Сталеvoz передвигается под крышку установки, после чего крышка опускается. Через рабочее окно производится корректировка интенсивности продувки. Перемешивание аргоном должно обеспечивать минимальное оголение металла.

3.1.8. Электродный портал поворачивается в исходную позицию и производится включение установки на 5 минут на средней ступени напряжения.

3.1.9. Не ранее чем через одну минуту после отключения нагрева производится замер температуры металла и отбор пробы шлака. Проба шлака берется с помощью металлической трубки/стержня через рабочую дверцу, охлаждается и анализируется по цвету и поверхности и отправляется в экспресс - лабораторию. Цвет шлака меняется по степени раскисленности (содержанию FeO) от черного к белому. Появление белого шлака в ковше означает, что шлак нормально подготовлен для проведения процесса десульфурации стали. Ориентировочный визуальный анализ состава шлака представлен в приложении 1.

Для обеспечения наилучшего результата десульфурации стали в ковше содержание в шлаке FeO + MnO должно быть менее 2%. Оптимальный состав ковшевых шлаков представлен в приложении 2.

3.1.10. Через 3 минуты перемешивания металла аргоном отбирается проба металла и отправляется в экспресс – лабораторию.

3.1.11. После расплавления шлака в процессе нагрева жидкий шлак раскислить присадкой 50 – 100 кг дробы алюминия (уточняется в процессе исследований), затем присаживается известь и плавиковый шпат в соотношении 4:1. Известь вводится порциями не более 0,4 кг/т за раз, при необходимости по визуальной оценке состава шлака, добавляется песок порцией не более 0,1 кг/т.

3.1.12. После получения результатов химического анализа производится корректировка химического состава металла добавлением необходимого количества раскислителей и легирующих материалов из расчета получения среднего содержания элементов. Затем металл перемешивается аргоном не менее 5 минут. Для интенсификации процесса шлакообразования и

растворения ферросплавов расход аргона разрешается увеличить до 30-50 м<sup>3</sup>/мин. Присадку материалов рекомендуется производить порциями с интервалом 1 – 3 минуты вблизи зоны продувки.

3.1.13. По окончании нагрева не ранее чем через 5 минут продувки после присадки ферросплавов измерить температуру металла и отобрать пробы металла и шлака. До получения результатов экспресс – анализа производить перемешивание металла аргоном с интенсивностью 10-20 м<sup>3</sup>/ч.

3.1.14. При получении результатов химического анализа по необходимости произвести дополнительную корректировку химического состава в соответствии с п. 3.1.12.

3.1.15. Легкоокисляющиеся элементы вводятся в ковш только по окончании последнего цикла нагрева.

В трубные марки стали, если это предусмотрено, вводят трайб – аппаратом порошковую SiCa или AlCa проволоку без продувки аргоном для достижения максимально высокого усвоения. Если наблюдается белое пламя над шлаком, то необходимо увеличить скорость ввода порошковой проволоки.

3.1.16. Если температура металла ниже заказанной для МНЛЗ, то произвести дополнительный нагрев.

3.1.17. Производится замер температуры и отбор пробы металла. После достижения необходимого химического состава и заданной температуры электродный портал разрешается повернуть в другую сторону. Крышка установки поднимается, ковш выдвигается из – под установки, отсоединяется аргонный шланг и далее ковш передается на МНЛЗ.

3.2. Обработка стали по схеме: конвертер – установка вакуумирования - установка печь – ковш – МНЛЗ.

3.2.1. По этой схеме выплавляются стали с содержанием углерода до 0,02 – 0,03%. Перед передачей плавки на установку печь – ковш металл подвергается обработке на комбинированной установке вакуумирования стали в соответствии с технологической инструкцией ТИ 101-СТ-ККЦ-71-95.

3.2.2. После окончания вакуумной обработки ковш передают на печь – ковш и проводят внепечную обработку как указано в разделе 3.1.

3.2.3. При обработке низкоуглеродистых сталей следует учитывать науглероживание металла от электродов. Расход электродов при нагреве составляет до -----кг/т и около -----% этого количества графита растворяется в металле.

3.3. Обработка стали по схеме: конвертер – установка печь – ковш – установка вакуумирования – МНЛЗ производится при необходимости вакуумной обработки раскисленного металла с целью дегазации и удаления неметаллических включений.

При этом обработка плавки на печи – ковше производится согласно разделу 3.1. данной инструкции, затем металл обрабатывается на КУВС в соответствии с ТИ

3.4. Доводка плавки аварийной верхней фурмой.

При невозможности продувки металла аргоном через донные фурмы необходимо:

3.4.1. Проверить все соединения трубопроводов, по которым подается аргон. При наличии утечек аргона их устранить.

3.4.2. Дать максимальный расход аргона через "байпас". Если "раздутия" пробки не произошло, то необходимо продувку производить аварийной верхней фурмой.

3.4.3. Продувка металла аргоном аварийной фурмой должна производиться при поднятых электродах. Фурму установить в исходное положение над металлом, затем устанавливается расход аргона в количестве 25 – 40 м<sup>3</sup>/ч, после чего фурма опускается на глубину около 4-х метров и произвести продувку металла в течение 3 – 4 минут. Разрешается продувать металл при неполном погружении фурмы при присадке кокса и чушкового алюминия.

3.4.4. По окончании продувки фурму поднять и произвести замер температуры и отбор пробы металла и шлака. Пробы отправляются в экспресс – лабораторию. (Проба шлака визуально оценивается).

3.4.5. После отбора проб и замера температуры опускаются электроды, и в течение 4 – 6 минут производится нагрев металла, и ввод в необходимом количестве шлакообразующих

материалов с обязательным контролем температуры воды на водоохлаждаемые элементы свода. При перегреве воды на водоохлаждаемые элементы свода больше ---- °С нагрев металла прекратить.

3.4.6. После подогрева электроды поднимаются, и снова в течение 2 – 4 минут производится продувка аргоном, затем производится замер температуры.

3.4.7. После получения результатов экспресс – анализа в металл вводятся в необходимом количестве ферросплавы.

3.4.8. При необходимости повторного нагрева металла обе операции (нагрев и усреднительная продувка) повторяются до достижения необходимой температуры металла.

3.4.9. При отгорании части аварийной фурмы длиной около 500 – 600 мм, фурму необходимо заменить.

**Порядок выполнения работы:**

1 Получить распечатку технологическую инструкцию у преподавателя.

2 Просмотреть и прослушать демонстрацию, справочный материал и пройти тестирование по СИКЕ: ММК.АПК. Теоретические и технологические основы управления обработки стали на агрегате «печь-ковш»

**Ход работы:**

1 Изучить технологическую инструкцию агрегата «печь-ковш» и составить опорный конспект.

2 Выполнить обработку стали на агрегате «печь-ковш», исходя из инструкции.

**Критерии оценки:** зачет/незачет.

**Тема 2.1 Работы на агрегате «ковш-печь»**

**Практическая работа №14. Работа на постах управления в технологическом процессе по предотвращению аварийных ситуаций на агрегате «печь-ковш»**

**Цель:** Научиться предотвращать аварийные ситуации на агрегате «печь-ковш»

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- выполнять предотвращение аварийных ситуаций на агрегате «печь-ковш»

**Материальное обеспечение:**

СИКЕ: ММК.АПК. Работа на постах управления в технологическом процессе по предотвращению аварийных ситуаций на агрегате «печь-ковш»

**Задание:**

1 Изучить требования безопасности по обслуживанию установки печь-ковш и составить опорный конспект.

2 Выполнить работы на постах управления в технологическом процессе по предотвращению аварийных ситуаций на агрегате «печь-ковш».

**Краткие теоретические сведения:**

Все технологические операции на установке печь – ковш проводятся в соответствии с Правилами безопасности в сталеплавильном производстве, Общими правилами безопасности для металлургических и коксохимических предприятий и производства, а так же действующими в цехе инструкциями по охране труда для сталеваров и подручных сталевара.

К обслуживанию установки печь – ковш допускается только персонал прошедших обучение по соответствующей программе и аттестацию.

Механизмы перемещение сталевого и подъема свода (крышки) должны иметь блокировку, использующую возможность включения механизма перемещение сталевого при нахождении торцов электродов на уровне или ниже верхней кромки сталеразливочного ковша, установленного на сталевого при нахождении торцов электродов на уровне или ниже верхней кромки сталеразливочного ковша, установленного на сталевого, а так же до пьема крышки ковша.

Запрещается заходить за ограждение установки. Производить припуск наращивание электродов разрешается только при выключенном разъединителе и имея собой ключ – бирку разъединителя и выключателя.

Все металлические элементы оборудования установки печь –ковш, доступные для прикосновения и способные оказать при работе под напряжением, должны быть заземлены.

Гибкие кабели короткой сети не должны касаться металлоконструкций установки ее рабочем состоянии должны иметь сетчатое ограждение.

Запрещается нахождение людей в непосредственной близости со сталевого на отметке +0 во время обработки металла на установке печь –ковш.

Запрещается включение подачи аргона при нахождение людей на площадке для подсоединения аргоно-провода к ковшу.

Запрещается использовать в работе в работе предварительно непросушенные температуры и пробоотборники.

Применяемые в технологии материалы при внепечном обработке стали должны быть воздушно сухими.

Запрещается проведение несогласованных с мастером или сталеваром операций по обслуживанию установки.

При доливках жидкого металла запрещается наполнение стальной выше уровня 400 мм от края во избегании выплеска металла и шлака при его транспортировке и во время газового перемешивания при внепечной обработке.

#### **Порядок выполнения работы:**

1 Получить распечатку требования безопасности по обслуживанию установки печь-ковш у преподавателя.

2 Просмотреть и прослушать демонстрацию, справочный материал и пройти тестирование по СИКЕ: ММК.АПК. Работа на постах управления в технологическом процессе по предотвращению аварийных ситуаций на агрегате «печь-ковш». Выполнить сценарии по заданным авариям.

#### **Ход работы:**

1 Изучить требования безопасности по обслуживанию установки печь-ковш и составить опорный конспект.

2 Выполнить работы на постах управления в технологическом процессе по предотвращению аварийных ситуаций на агрегате «печь-ковш».

**Критерии оценки:** зачет/незачет.

### **Тема 2.2 Работы на вакууматоре**

#### **Практическая работа №15. Конструкция и устройство вакууматоров**

**Цель:** Изучить конструкцию и устройство вакууматоров

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- определять конструкцию и устройство вакууматоров

**Материальное обеспечение:**

Отсутствуют

**Задание:**

1 Изучить конструкцию и устройство вакууматоров и составить опорный конспект.

2. Ответить на контрольные вопросы.

**Краткие теоретические сведения:**

Вакууматор камерного типа

В современных электросталеплавильных цехах для вакуумной обработки стали чаще всего используются установки камерного типа. Это объясняется меньшей стоимостью оборудования таких установок по сравнению, например, с установками циркуляционного типа. Основными целями вакуумной обработки являются:

- дегазация и раскисление металла;
- вакуумное обезуглероживание металла;
- коррекция химического состава металла;
- десульфурация металла «белым» шлаком.

Принципиальная схема вакуумной обработки металла на установке камерного типа представлена на рис. 1.

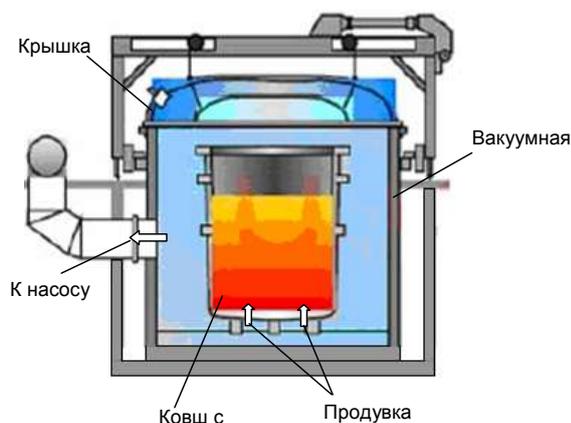


Рисунок 1 - Схема вакууматора камерного типа

Рассмотрим устройство вакуумной установки камерного типа фирмы «Danieli» литейно-прокатного комплекса компании «ММК-Metalurji».

Техническая характеристика вакууматора приведена в табл. 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика вакууматора

Параметр	Единица измерения	Значение
Годовая производительность	<i>t</i>	около 310000
Количество камер	<i>шт.</i>	2
Количество крышек	<i>шт.</i>	1
Высота камеры	<i>мм</i>	7840
Диаметр камеры	<i>мм</i>	7600
Высота подъема крышки	<i>мм</i>	400
Расстояние перемещения крышки	<i>мм</i>	8500
Количество ступеней / эжекторов	<i>шт. / шт.</i>	5/9

Циклонный пылеотделитель	<i>шт.</i>	1
Продолжительность вакуумирования	<i>мин</i>	до 60
Остаточное давление в камере:	<i>мм рт. ст.</i>	0,5
	<i>мм рт. ст.</i>	0,3
Мощность насоса	<i>кВт/ч</i>	500
Расход пара	<i>т/ч</i>	16
Давление пара	<i>МПа</i>	1,2
Температура пара	<i>°С</i>	205...240

В состав основного оборудования вакууматора входят следующие узлы:

- две вакуумные камеры (рис. 2) с футеровкой, опорными стендами и приемками для аварийного слива металла;

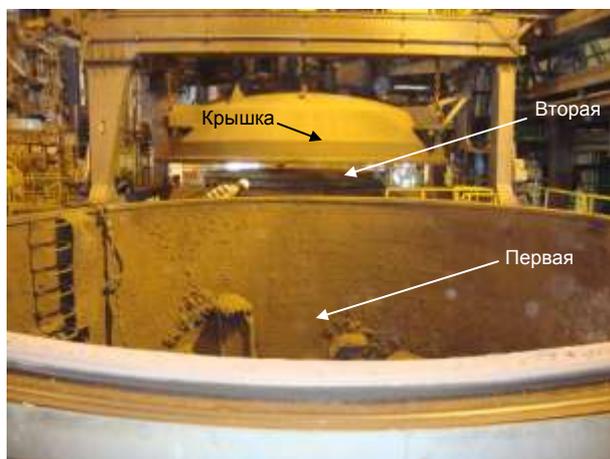


Рисунок 2 - Двухкамерный вакууматор фирмы «Danieli» в компании «ММК-Metalurji»

- передвижная водоохлаждаемая крышка вакуумной камеры с устройством визуального наблюдения;
- водоохлаждаемый теплозащитный экран;
- тележка мостового типа с механизмом подъема и перемещения крышки;
- дозирующий бункер объемом 2,5 м<sup>3</sup> с вакуумным шлюзовым затвором;
- пятиступенчатый вакуумный парожекторный насос;
- система отсоса с циклонным пылеотделителем для удаления крупных частиц пыли;
- вакуумный отсечной клапан с поворотной заслонкой для отсоединения вакуумного насоса от вакуумной камеры;
- система подачи аргона для донной продувки ковша;– система подачи азота для снятия вакуума и к телекамере;
- система подачи легирующих и шлакообразующих материалов в ковш – общая с установкой «ковш-печь», с ленточным конвейером подачи материалов к вакууматору;
- система управления и контроля технологических параметров процесса АСУТП / КИПиА;
- система подачи присадочной проволоки;
- система водяного охлаждения с распределительным трубопроводом;

- системы подачи сжатого воздуха для пневмоцилиндров исполнительных механизмов вакууматора и вакуумного насоса с распределительными трубопроводами;
- устройство автоматического отбора проб.

Вакууматор циркуляционного типа

Схема вакууматора циркуляционного типа представлена на рис. 3. Он состоит из:

- вакуумной камеры;
- впускного патрубка;
- сливного патрубка;
- газохода;
- парожекторного насоса;
- системы бункеров со шлюзовыми камерами;
- газокислородной фурмы.

По периметру впускного патрубка располагаются фурмы для подачи аргона. В результате подачи аргона внутри патрубка образуется легкая газо-металлическая эмульсия, которая вследствие созданного разрежения в камере поднимается в нее, где происходит дегазация расплава. Обработанный металл сливается обратно в ковш по второму патрубку. Таким образом, происходит циркуляция жидкого металла.

Футеровка вакуумной камеры состоит из трех слоев:

- теплоизоляционного;
- арматурного;
- рабочего.

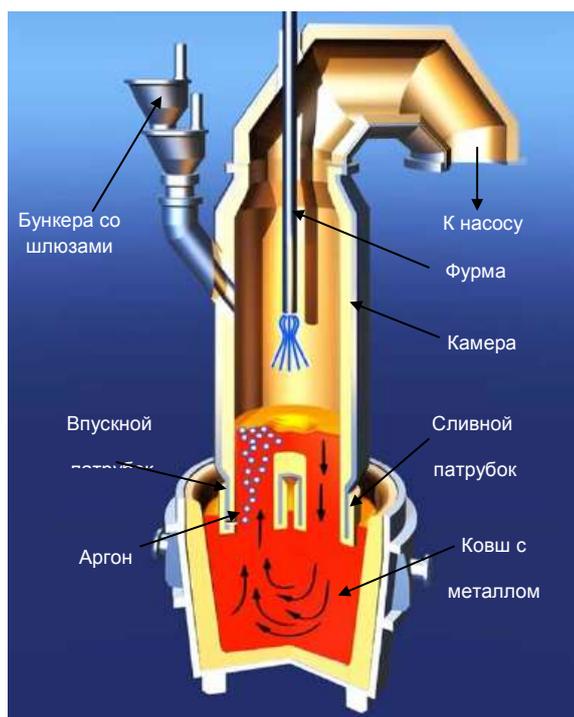


Рисунок 3 - Циркуляционный вакууматор типа RH

Теплоизоляционный слой выполняется из асбеста либо из силикат-кальциевых плит с низкой теплопроводностью. Арматурный слой обычно изготавливается из шамотного кирпича, а рабочий – из периклазохромитовых изделий. Патрубки имеют двухслойную футеровку. Первый от металлического корпуса слой выполняется из корундового или корундопериклазошпинелидного наливного бетона, а второй слой, контактирующий с расплавом, – из периклазохромитовых колец.

**Порядок выполнения работы:**

1 Получить распечатку учебное пособие у преподавателя.

**Ход работы:**

- 1 Изучить конструкцию и устройство вакууматоров и составить опорный конспект.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Форма представления результата:**

В устной форме: ответы на вопросы преподавателя по вакууматорам. Уметь определять основные элементы.

В письменной форме дать ответ на контрольные вопросы:

1. Какой тип вакууматора эксплуатируется в компании «ММК-Metalurji»?
2. Каковы значения номинального и минимального разрежения при вакуумной обработке металла в компании «ММК-Metalurji»?
3. Какие задачи решаются при вакуумировании стали?
4. Чем различается устройство двух патрубков вакуумной установки циркуляционного типа?
5. Из каких материалов выполняется футеровка патрубков вакуумной камеры?
6. Для чего предназначена фурма в циркуляционном вакууматоре?

**Критерии оценки:** зачет/незачет.

**Тема 2.2 Работы на вакууматоре**

**Практическая работа №16. Дефекты, вызванные повышенным содержанием водорода в стали**

**Цель:** Изучить дефекты, вызванные повышенным содержанием водорода в стали

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- определять дефекты, вызванные повышенным содержанием водорода в стали

**Материальное обеспечение:**

Атлас дефектов

**Задание:**

- 1 Изучить дефекты, вызванные повышенным содержанием водорода в стали и составить опорный конспект.
2. Определить какие дефекты образуются из-за водорода.
3. Сделать таблицу, по атласу дефектов стали.

**Краткие теоретические сведения:**

Содержание водорода в количестве всего лишь 4 ppm (долей на миллион) – то, что способно раствориться в стали – может вызывать:

- тонкие волосовидные трещины – флокены,
- водородную хрупкость,

- водородные пузыри и
- потерю пластичности при растяжении –
- особенно в больших стальных слитках.

Водород всегда был и всегда будет источником различных проблем для производителей стали. Если содержание водорода в жидкой стали превышает предел его растворимости в твердом железе, то водород будет выделяться при затвердевании стали и это приведет к образованию в стали дефектов несплошности, в частности, пористости.

При быстром охлаждении большого стального слитка, например, сляба или блюма, водород не успевает диффундировать из их центральных слоев. Поскольку растворимость водорода с понижением температуры тоже снижается, то при быстром охлаждении давление водорода в стали будет возрастать.

Расчетный уровень давления водорода при охлаждении стали до различных температур и при различном исходном содержании водорода в стали показано в таблице (при крайнем случае полного отсутствия диффузии водорода).

Откуда водород в стали

Водород в стали имеет несколько источников – при плавлении, обработке в ковше и при разливке. Загрязнение стали водородом происходит в основном из-за присутствия воды в шихтовых материалах, в лигатуре и других материалах, применяемых при производстве стали. Обычно водород не является проблемой в производстве кислородно-конверторной стали, кроме процессов с донной продувкой, где применяется природный газ, который также является источником водорода.

Известь – источник влаги и водорода

Известь – оксид кальция является важным компонентом сталелитейного производства, в основном для оптимизации химического состава шлака, удаления вредных включений и для удаления фосфора из стали. Во влажных атмосферных условиях известь гидратируется до образования гидроксида кальция. Эта гидратированная известь при добавлении в жидкую сталь разлагается с выделением воды. Затем вода разлагается на атомарные водород и кислород.

Влажный кокс – источник водорода в стали

Серьезным источником влаги – а, значит, водорода – является кокс. С увеличением количества кокса, которые применяют при производстве стали содержание углерода в стали растет прямо пропорционально.

Контроль содержания водорода в стали

Контроль содержания водорода в стали является важной задачей при производстве стали в ходе кислородно-конверторного и электродугового процессов. Контроль ограничения содержания водорода включает:

- применение материалов с низким содержанием влаги или уже самого водорода,
- предотвращение поздних добавок извести в ходе производства стали,
- минимизация образования шлака,
- эффективная дегазация в глубоком вакууме и интенсивная продувка,
- применение кокса с низким содержанием водорода,
- контроль операций обработки стали в ковшах и разливки стали

### Порядок выполнения работы:

1 Получить распечатку учебное пособие у преподавателя.

### Ход работы:

1 Изучить дефекты, вызванные повышенным содержанием водорода в стали и составить опорный конспект.

2. Определить какие дефекты образуются из-за водорода.

3. Сделать таблицу, по атласу дефектов стали.

Дефект	Причины образования	Методы устранения

--	--	--

**Форма представления результата:**

В устной форме: ответы на вопросы преподавателя по дефектам стали. Предоставить заполненную таблицу по дефектам.

**Критерии оценки:** зачет/незачет.

**Тема 2.3. Организация работ бригады.**

**Практическая работа №17. Организация работы на печном участке, работы в отделении внепечной обработки стали, на разливочном участке.**

**Цель:** изучить организацию работы подручных сталевара на печном участке ,отделении внепечной обработки стали и на разливочном участке.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

организовывать работы подручных сталевара на печном участке, отделении внепечной обработки стали и на разливочном участке.

**Материальное обеспечение:**

Распечатка по теме Должностная инструкция подручного сталевара., разливщика.

**Задание:**

- 1 Ознакомиться с основными принципами организации работы на внепечном участке.
- 2 Составить производственную структуру сталеплавильного цеха.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Получить распечатку по данной теме.
- 2 Подробно теоретический материал.
- 3 Составить производственную структуру сталеплавильных цехов.

**Ход работы:**

- 1 Ознакомиться с основными принципами организации работы в сталеплавильных цехах.
- 2 Составить производственную структуру: организация грузопотоков, организация труда в отделении и на главных рабочих местах, организация ремонта основного технологического оборудования, структура управления на внепечном участке.

**Форма представления результата:**

В устной форме: ответы на контрольные вопросы преподавателя.

В письменной форме: план.

**Критерии оценки:** зачет/незачет.

**Тема 2.3. Организация работ бригады.**

**Практическая работа №18. Изучение должностных инструкций и обязанностей в бригаде подручных сталевара внепечной обработки стали и разливщиков стали на МНЛЗ**

**Цель:** изучить должностные инструкции и обязанности в бригаде подручных сталевара внепечной обработки стали

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

использовать должностные инструкции и обязанности в бригаде подручных сталевара

**Материальное обеспечение:**

Должностная инструкция подручного сталевара.

Учебное пособие « Обязанности второго подручного сталевара внепечной обработки стали»

**Задание:**

- 1 Подробно изучить должностную инструкцию подручного сталевара.
- 2 Составить таблицу

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Получить инструкцию по данной теме.
- 2 Подробно изучить ее.
- 3 Составить таблицу.

**Ход работы:**

- 1 Тщательно изучить обязанности подручного сталевара конвертера.
- 2 Составить таблицу Должностные обязанности подручного сталевара.

№ п /п	Приемка – сдача смены	Порядок выполнения и правила обслуживания оборудования	Правила эксплуатации оборудования	Обязанности подручного сталевара

**Форма представления результата:**

- В устной форме: ответы на контрольные вопросы преподавателя.
- В письменной форме: план.

**Критерии оценки:** зачет/незачет.