

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Методы анализа и прогноза технологических процессов выплавки стали

**Код модуля**  
1158998

**Модуль**  
Методы анализа и прогноза технологических  
процессов получения сплавов на основе железа

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гудов Александр Александрович	канд.техн.наук	доцент	Металлургия железа и сплавов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

**Авторы:**

- **Гудов Александр Александрович**, доцент, **Металлургия железа и сплавов**

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ** **Методы анализа и прогноза технологических процессов выплавки стали**

<b>1.</b>	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	<b>6</b>	
<b>2.</b>	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия	
<b>3.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет Экзамен	
<b>4.</b>	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** **Методы анализа и прогноза технологических процессов выплавки стали**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Практические/семинарские занятия

	<p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>ПК-1 -Способен проводить анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств совершенствования техники и технологии, и управления качеством продукции на объектах черной металлургии</p>	<p>З-3 - Описывать методики расчетов показателей технологических режимов и конструкторских расчетов основного оборудования агрегатов черной металлургии</p>	<p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-2 -Способен разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных решений в области производства черных металлов и разрабатывать предложения для технической и технологической документации технологических</p>	<p>У-1 - Выбирать технологические мероприятия и разрабатывать конструкторские решения, направленные на совершенствование процессов черной металлургии, используя компьютерные методы расчета технологического режима.</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

объектов черной металлургии.		
ПК-5 -Способен осуществлять анализ научно-технической информации и результатов исследований в области производства черных металлов, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований	У-1 - Систематизировать технологическую информацию о работе металлургического агрегата черной металлургии для решения конкретной исследовательской задачи	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия
ПК-6 -Способность на основе системного подхода строить модели для описания и прогнозирования явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ с оценкой пределов применимости полученных результатов	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении расчетных работ З-1 - Характеризовать основные подходы к математическому моделированию процессов черной металлургии З-2 - Определять технико-экономические показатели процессов черной металлургии и факторы, оказывающие доминирующее влияние на них З-3 - Сделать обзор методов качественного и количественного анализа и прогноза технологических режимов процессов черной металлургии У-1 - Анализировать, используя математические модели, взаимосвязи между параметрами и показателями процессов черной металлургии с целью выявления факторов, оказывающих доминирующее влияние на технико-экономические показатели процессов У-2 - Обосновывать выбор математического описания процессов черной металлургии для прогнозирования показателей процессов при изменении режимных параметров	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	3,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	3,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям <b>-не предусмотрено</b>
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям <b>-нет</b>
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям <b>- не предусмотрено</b>

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта <b>- не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты <b>- не предусмотрено</b>		

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	4,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям <b>- 0.5</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям <b>- экзамен</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям <b>- 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	4,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям <b>- 1</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям <b>-нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям <b>- не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям <b>-не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям <b>-нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям <b>- не предусмотрено</b>		

<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.



4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

**5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

**5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

**5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

**5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Расчет температурных зависимостей констант равновесия сталеплавильных реакций.
2. Расчет коэффициентов активности и активностей компонентов шлака.

3. Расчет равновесных концентраций веществ.
  4. Точечная и интервальная оценки математического ожидания, дисперсии, среднеквадратичного отклонения.
  5. Парная и множественная линейные корреляция.
  6. Построение уравнения регрессии. Проверка адекватности модели.
  7. Двухфакторный дисперсионный анализ.
  8. Составление системы балансовых уравнений.
  9. Решение систем балансовых уравнений.
  10. Использование балансовых соотношений для анализа и прогноза изменения технологических параметров в зависимости от варианта технологического режима.
- LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

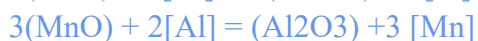
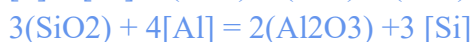
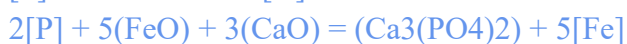
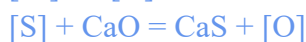
#### 5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Вывод температурной зависимости константы равновесия реакции на основе справочных данных об элементарных процессах.

Примерные задания

На основе справочных данных об элементарных процессах получить расчетным путем температурную зависимость вблизи 1600 оС для константы равновесия одной из реакций:



LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Применение статистических методов анализа.

#### Примерные задания

Проверить нормальность распределения технологически значимого параметра для заданного массива наблюдений.

Проверить наличие грубых погрешностей в заданном ряду наблюдений.

Дать точечную и интервальную оценку математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения для заданного ряда наблюдений.

Сравнить дисперсии и математические ожидания двух рядов наблюдений.

Определить коэффициенты парной линейной корреляции для заданного массива данных.

Для заданного массива наблюдений построить уравнение регрессии. Проверить адекватность модели.

Провести однофакторный дисперсионный анализ.

Определить: имеется ли значимое различие между средними значениями технологического параметра с использованием линейных контрастов.

Провести двухфакторный дисперсионный анализ.

Используя непараметрический метод знаков проверить нулевую гипотезу о том, что математическое ожидание для ниже приведенной выборки равно определенной величине.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Прогноз технологических параметров выплавки, раскисления и легирования полупродукта на основе использования балансовых соотношений и методов термодинамического анализа.

Примерные задания

Используя систему балансовых соотношений, рассчитать температуру металла в конвертере в конце продувки при использовании в качестве металлошихты только чугуна. Оценить перегрев над температурой ликвидус в конце продувки. Одновременно оценить удельные расходы извести и дутья, а также удельные выходы шлака и газа. Необходимыми значениями составов исходных материалов, температурами всех основных фаз и технологическими параметрами шлака задаться.

Для реализованного с использованием системы балансовых соотношений расчета материального баланса определить состав шлака. Определить равновесное значение содержания в металле марганца и фосфора с использованием одной из теорий строения шлака. При необходимости откорректировать состав металла после продувки, приведя в равновесие составы металла и шлака. Построить зависимость расхода извести и кратности шлака от содержания фосфора в чугуне, исходя из необходимости получения в полупродукте 0,01% и 0,005% фосфора.

Состав полупродукта на выпуске из печи: [C] = 0,08%; [Mn] = 0,06%; [Si] = 0,01%; [P] = 0,007%; [S] = 0,05%. Окисленность металла - 700 ppm. Марка стали к получению - 32Г2. Оценить потребность в материалах для раскисления, науглероживания и легирования (с учетом угара), которые необходимо ввести в ковш. С учетом продуктов раскисления (и частичного угара) предложить расход извести и шамотного боя, чтобы по приходу на печь-ковш иметь основность 3 и кратность шлака 0,01.

Используя систему балансовых соотношений, оценить возможности по увеличению доли лома в составе металлошихты кислородно-конвертерной плавки за счет дожигания

СО до СО<sub>2</sub> и вдувания дополнительного углерода. Построить зависимости доли лома в составе металлошихты от степени дожигания СО до СО<sub>2</sub> при отсутствии вдувания угля и при его расходах 10 и 20 кг/т полупродукта. Необходимыми значениями составов исходных материалов, температурами всех основных фаз и технологическими параметрами шлака задаться.

Используя систему балансовых соотношений, оценить возможности по увеличению доли лома в составе металлошихты кислородно-конвертерной плавки при нагреве лома. Построить зависимость доли лома в составе металлошихты от температуры его подогрева. Необходимыми значениями составов исходных материалов, температурами всех основных фаз и технологическими параметрами шлака задаться.

При выплавке полупродукта в современной сверхмощной ДСП с использованием в составе шихты 300 кг/т жидкого чугуна и 727 кг/т стального лома удельные теплотери составили 200 МДж/т. Используя систему балансовых соотношений, рассчитать, наряду с удельными расходами извести и кислородного дутья и удельными выходами шлака и газа, удельную потребность в электроэнергии. Необходимыми значениями составов исходных материалов, температурами всех основных фаз и технологическими параметрами шлака задаться.

Состав полупродукта на выпуске из печи: [C] = 0,06%; [Mn] = 0,06%; [Si] = 0,01%; [Cr] = 0,09%; [P] = 0,007%; [S] = 0,05%. Окисленность металла - 900 ppm. Температура металла - 1650 оС. Марка стали к получению - 40X. Оценить потребность в материалах для раскисления, науглероживания и легирования (с учетом угара), которые необходимо ввести в ковш. Оценить суммарный температурный эффект ввода материалов.

Состав полупродукта на выпуске из печи: [C] = 0,05%; [Mn] = 0,06%; [Si] = 0,01%; [Cr] = 0,08%; [P] = 0,007%; [S] = 0,05%. Окисленность металла - 1000 ppm. Температура металла - 1650 оС. Марка стали к получению - 09Г2С. Оценить потребность в материалах для раскисления, науглероживания и легирования (с учетом угара), которые необходимо ввести в ковш при использовании силикомарганца.

Предложить зависимость удельного расхода алюминия для раскисления от окисленности полупродукта и требуемой остаточной концентрации алюминия в металле.

Для реализованного с использованием системы балансовых соотношений расчета материального баланса определить состав шлака. Определить равновесное значение содержания в металле марганца и фосфора с использованием одной из теорий строения шлака. При необходимости откорректировать состав металла после продувки, приведя в равновесие составы металла и шлака. Построить зависимость содержания фосфора в полупродукте от расхода извести для различных концентраций фосфора в чугуне, а также зависимость коэффициента распределения фосфора от основности шлака.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.4. Домашняя работа № 2**

Примерный перечень тем

1. Расчетно-аналитический прогноз технологических параметров выпечки стали.

Примерные задания

Построить зависимость конечного содержания серы в металле от количества шлака при обработке стали "40" на установке "ковш-печь". Начальное содержание серы 0,035%. Состав шлака: СаО - 59%; SiO<sub>2</sub> - 12%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 20%; MgO - 8%; MnO - 0,5%; FeO - 0,5%.

Температура - 1600 оС. Остаточное содержание алюминия в стали - 0,035%. Расход инертного газа - 600 л/мин. Масса металла - 100 т. Время обработки - 30 минут.

Построить зависимость конечного содержания серы в металле от остаточного содержания алюминия в металле при обработке стали "20" на установке "ковш-печь" . Начальное содержание серы 0,045%. Состав шлака: CaO - 57%; SiO<sub>2</sub> - 12%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 22%; MgO - 8%; MnO - 0,5%; FeO - 0,5%. Кратность шлака - 0,015. Температура - 1600 оС. Расход инертного газа - 500 л/мин. Масса металла - 100 т. Время обработки - 30 минут.

Построить зависимость конечного содержания серы в металле от основности шлака при обработке стали "09Г2С" на установке "ковш-печь" . Начальное содержание серы 0,040%. Содержание в шлаке: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 20%; MgO - 8%; MnO - 0,5%; FeO - 0,5%. Кратность шлака - 0,01. Остаточная концентрация алюминия в стали - 0,03%. Температура - 1600 оС. Расход инертного газа - 600 л/мин. Масса металла - 100 т. Время обработки - 30 минут.

Построить зависимость конечного содержания серы в металле от содержания MgO в шлаке при обработке стали "35" на установке "ковш-печь" . Начальное содержание серы 0,045%. Отношение CaO/SiO<sub>2</sub> - 5. Содержание в шлаке: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 20%; MnO - 0,5%; FeO - 0,5%. Кратность шлака - 0,015. Остаточная концентрация алюминия в стали - 0,03%. Температура - 1600 оС. Расход инертного газа - 600 л/мин. Масса металла - 100 т. Время обработки - 30 минут.

Построить зависимость конечного содержания серы в металле от интенсивности продувки инертным газом при обработке стали "13ХФА" на установке "ковш-печь" . Начальное содержание серы 0,035%. Состав шлака: CaO - 56%; SiO<sub>2</sub> - 12%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 23%; MgO - 8%; MnO - 0,5%; FeO - 0,5%. Температура - 1600 оС. Остаточное содержание алюминия в стали - 0,035%. Масса металла - 100 т. Время обработки - 25 минут.

Построить зависимость необходимого времени обработки стали "20" на установке "ковш-печь" от требуемого конечного содержания серы в металле. Начальное содержание серы 0,035%. Состав шлака: CaO - 58%; SiO<sub>2</sub> - 12%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 21%; MgO - 8%; MnO - 0,5%; FeO - 0,5%. Температура - 1600 оС. Остаточное содержание алюминия в стали - 0,045%. Масса металла - 100 т. Расход инертного газа - 600 л/мин.

Построить зависимость необходимого времени ковшевого вакуумирования стали "20" для снижения содержания водорода ниже порога водородного охрупчивания от расхода инертного газа. Начальное содержание водорода - 10 ppm. Масса металла - 100 т. Температура - 1600 оС. Остаточное давление в вакуумной камере - 0,001 атм.

Построить зависимость содержания азота в стали "40" после ковшевого вакуумирования от расхода инертного газа. Начальное содержание азота - 100 ppm. Температура - 1600 оС. Время под глубоким вакуумом - 20 минут. Масса металла - 100 т. Содержание серы в стали - 0,003%. Остаточное давление в вакуумной камере - 0,001 атм.

Построить зависимость степени деазотации стали "10" при ковшевом вакуумировании от содержания серы в металле. Начальное содержание азота - 100 ppm. Температура - 1600 оС. Время под глубоким вакуумом - 20 минут. Расход инертного газа - 300 л/мин. Остаточное давление в вакуумной камере - 0,001 атм. Масса металла - 100 т.

Построить зависимость содержания водорода в стали "30" после ковшевого вакуумирования от остаточного давления в вакуумной камере. Начальное содержание водорода - 10 ppm. Температура - 1600 оС. Интенсивность продувки инертным газом - 300 л/мин. Время под глубоким вакуумом - 20 минут. Масса металла - 100 т.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Проверка гипотезы о нормальности закона распределения случайной величины.
2. Использование аппарата статистических гипотез для отсева грубых погрешностей.
3. Точечная и интервальная оценка дисперсии и математического ожидания.
4. Использование аппарата статистических гипотез для сравнения дисперсий и математических ожиданий двух рядов наблюдений.
5. Анализ результатов пассивного эксперимента. Корреляционный анализ.
6. Анализ результатов пассивного эксперимента. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели.
7. Анализ результатов пассивного эксперимента. Однофакторный дисперсионный анализ.
8. Однофакторный дисперсионный анализ. Понятие линейных контрастов. Оценка значимости различия между средними значениями с использованием линейных контрастов.
9. Двухфакторный дисперсионный анализ.
10. Непараметрические методы статистики. Одновыборочная задача о сдвиге и критерий знаков.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.3.2. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Получить расчетным путем температурную зависимость вблизи 1600 оС для константы равновесия заданной реакции.
2. Используя систему балансовых соотношений, рассчитать величину удельных теплотер в конвертере при известных расходах и составах чугуна и лома.
3. Для трех шлакообразующих материалов, используемых при выпечной обработке: извести, магнезиального флюса и высокоглиноземистого флюса, - предложить систему балансовых соотношений для расчета их количества. Рассчитать их удельный расход при кратности шлака 2%.
4. Предложить систему балансовых соотношений для расчета основных удельных компонентов шихты и продуктов кислородно-конвертерной плавки при использовании в качестве охладителя агломерата. Рассчитать материальный баланс.
5. При использовании в качестве охладителей лома и железорудных материалов, приняв определенный расход лома и используя систему балансовых соотношений, рассчитать основные статьи материального баланса кислородно-конвертерной плавки.
6. Приняв определенный расход чугуна и используя систему балансовых соотношений, рассчитать выход жидкой стали при кислородно-конвертерной плавке.
7. Оценить изменение температуры стали в ковше при одновременном раскислении алюминием из расчета 1 кг/т стали (остаточная концентрация алюминия 0,03%) и легирования марганцем из расчета 1% от массы металла (без учета теплотер и угара марганца).

8. При окисленности металла 0,05% и целевой остаточной концентрации алюминия 0,04% определить потребность в алюминии на выпуске металла из печи (содержание алюминия в раскисляющей добавке 97%). Оценить изменение температуры металла в ковше (начальная температура металла 1650 оС; теплотери не учитывать).

9. Сравнить изменение температуры металла в ковше при вводе из расчета 1% от массы металла высокоуглеродистого феррофрома (64% Cr, 5% C), высокоуглеродистого ферромарганца (78% Mn, 7% C), 75% ферросилиция (начальная температура металла 1650 оС).

10. Сравнить изменение температуры металла в ковше при вводе из расчета 1% от массы металла 75% ферросилиция в случае отсутствия угара и при угаре 30%.

11. Содержание кремния в металле на выпуске из печи 0,01%. Определить удельный расход ферросилиция (75% Si) для целевого получения в металле 0,17-0,37% кремния (угар кремния принять 30%). Оценить изменение температуры металла при вводе ферросилиция (начальная температура металла 1650 оС, теплотериями пренебречь).

12. Содержание марганца в металле на выпуске из печи 0,1%. Определить удельный расход высокоуглеродистого ферромарганца (78% Mn, 7% C) для целевого получения в металле 0,5-0,8% марганца (угар марганца принять 15%). Оценить изменение температуры металла при вводе ферромарганца (начальная температура металла 1650 оС, теплотериями пренебречь).

13. Содержание хрома в металле на выпуске из печи 0,1%. Определить удельный расход высокоуглеродистого феррофрома (64% Cr, 5% C) для целевого получения в металле 1% хрома (угар хрома принять 7%). Оценить изменение температуры металла при вводе феррохрома (начальная температура металла 1650 оС, теплотериями пренебречь).

14. Используя систему балансовых соотношений, рассчитать температуру металла в конвертере в конце продувки при использовании в качестве металлошихты только чугуна. Оценить перегрев над температурой ликвидус в конце продувки.

15. Используя систему балансовых соотношений, оценить возможности по увеличению доли лома в составе металлошихты кислородно-конвертерной плавки при нагреве лома до 200 и 400 оС.

16. Используя систему балансовых соотношений, оценить возможности по увеличению доли лома в составе металлошихты кислородно-конвертерной плавки за счет дожигания CO до CO<sub>2</sub> и вдувания дополнительного углерода в количестве 1кг/т чугуна.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.