

*Приложение 2.24.1 к ОПОП-П по специальности 22.02.08
Металлургическое производство (по видам производства)
(Направленность Обработка металлов давлением)*

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

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.03 ТЕПЛОТЕХНИКА
для обучающихся специальности
специальности 22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
Лабораторные занятия	4
Лабораторное занятие №1	4
Лабораторное занятие №2.....	4
Лабораторное занятие №3.....	5
Лабораторное занятие №4.....	6
Лабораторное занятие №5.....	7
Лабораторное занятие №6.....	7
Практические занятия.....	8
Практическое занятие №1	8
Практическое занятие №2.....	10
Практическое занятие №3	12
Практическое занятие №4.....	13
Практическое занятие №5.....	14

1 ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Теплотехника» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

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

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

ПК 2.5 Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

А также формированию общих компетенций:

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

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

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Теплотехника» направлено на:

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

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

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Лабораторные занятия

Тема 1.1 Характеристика топлива

Лабораторное занятие №1

Устройство пульта управления печи с шагающими балками (ПШБ)

Цель: изучить устройство пульта управления печи с шагающими балками

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: Тренажерный комплекс с реальными пультами управления «Печь с шагающими балками».

Задание:

1. Изучите пульт управления ПШБ.
2. Пройдите тестирование.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите устройство пульта управления ПШБ с помощью тренажера.
2. Ознакомьтесь с типовым алгоритмом управления тепловым режимом печи.
3. Представьте выполненную работу в виде ответов на вопросы теста.

Форма представления результата: тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 1.2 Топливосжигающие устройства

Лабораторное занятие №2 Изучение конструкции ПШБ

Цель: изучить конструкцию печи с шагающими балками

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: Тренажерный комплекс с реальными пультами управления «Печь с шагающими балками».

Задание:

1. Изучите конструкцию ПШБ.
2. Пройдите тестирование.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите конструкцию ПШБ с помощью тренажера.
2. Ознакомьтесь с типовым алгоритмом управления печи.
3. Представьте выполненную работу в виде ответов на вопросы теста.

Форма представления результата: тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 2.1 Статика и механика газов

Лабораторное занятие №3 Температурные режимы ПШБ

Цель: изучить температурные режимы печи с шагающими балками.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: Тренажерный комплекс с реальными пультами управления «Печь с шагающими балками».

Задание:

1. Изучите температурные режимы ПШБ.
2. Пройдите тестирование.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите температурные режимы ПШБ с помощью тренажера.
2. Ознакомьтесь с типовым алгоритмом управления тепловым режимом печи.
3. Представьте выполненную работу в виде ответов на вопросы теста.

Форма представления результата: тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 3.1 Теплопроводность и теплообмен

**Лабораторное занятие №4
Разогрев печи (режим обучения)**

Цель: изучить основные технологические операции для разогрева печи с шагающими балками в режиме обучения.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: Тренажерный комплекс с реальными пультами управления «Печь с шагающими балками».

Задание:

1. Изучите основные технологические операции для разогрева печи с шагающими балками в режиме обучения.

2. Пройдите тестирование (в режиме контроль).

Порядок выполнения работы:

1. Изучите основные технологические операции для разогрева печи с шагающими балками с помощью тренажера.

2. Ознакомьтесь с типовым алгоритмом управления разогрева ПШБ.

3. Представьте выполненную работу в виде ответов на вопросы теста.

Форма представления результата: тестирование

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо

70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 3.1 Теплопроводность и теплообмен

Лабораторное занятие №5 Изменение температурных режимов ПШБ

Цель: изучить изменение температурных режимов печи с шагающими балками в режиме обучения.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: Тренажерный комплекс с реальными пультами управления «Печь с шагающими балками».

Задание:

1. Изучите, как изменяются температурные режимы печи с шагающими балками в зависимости от вида нагреваемого тела.

2. Пройдите тестирование (в режиме контроль).

Порядок выполнения работы:

1. Изучите изменение температурных режимов печи с шагающими балками с помощью тренажера.

2. Представьте выполненную работу в виде ответов на вопросы теста.

Форма представления результата: тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Тема 3.1 Теплопроводность и теплообмен

Лабораторное занятие №6 Эксплуатация ПШБ в режиме «малый газ»

Цель: изучить технологическую операцию «малый газ» печи с шагающими балками в режиме обучения.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: Тренажерный комплекс с реальными пультами управления «Печь с шагающими балками».

Задание:

1. Изучите технологическую операцию «малый газ» печи с шагающими балками.
2. Пройдите тестирование (в режиме контроль).

Порядок выполнения работы:

1. Изучите технологическую операцию «малый газ» печи с шагающими балками с помощью тренажера.

2. Представьте выполненную работу в виде ответов на вопросы теста.

Форма представления результата: тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Практические занятия

Тема 1.1 Характеристика топлива

Практическое занятие №1

Расчет горения топлива в металлургических печах

Цель: с помощью теоретических расчетов по формулам определить необходимое количество воздуха для горения, количество продуктов сгорания и калориметрическую температуру.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

По индивидуальным данным выполните расчет

№ варианта	СН ₄ , %	С ₂ Н ₆ , %	С ₃ Н ₈ , %	С ₄ Н ₁₀ , %	СО ₂ , %	W, г/м ³	n
1	91	1,2	2,0	1,0	0,8	14,5	1,2
2	94	2,5	1,8	0,7	0,4	15	1,1
3	97	1,1	0,9	0,6	0,2	13	1,05
4	94,4	1,4	1,4	-	-	12	1,05
5	87,7	1,4	2,2	1,5	1,3	16	1,05
6	91,8	2,2	0,4	0,6	-	12	1,1
7	83,4	2,5	0,8	1,5	1,8	10	1,15
8	79,9	1,5	1,7	2,1	2,9	14	1,1
9	94,1	1,5	-	3,0	-	10	1,15
10	80	2,1	3,0	4,0	5,0	20	1,05
11	91,1	1,0	1,0	1,0	1,0	18	1,2
12	93,6	2,6	-	-	2,3	16	1,1
13	85,5	4,2	3,7	2,8	2,0	14	1,05
14	91,6	1,6	2,0	1,6	0,6	12	1,15
15	80	2,5	3,5	4,5	5,5	14	1,05
16	91,2	0,8	0,9	1,6	2,4	16	1,1
17	93	1,1	2,1	3,1	-	18	1,05
18	85,5	4,5	2,5	1,5	3,0	20	1,1
19	82,7	-	5,0	3,0	4,0	10	1,15
20	90	2,2	3,3	1,6	-	12	1,15
21	97	0,5	0,5	0,3	0,5	14	1,1
22	87,8	1,7	1,8	2,9	4,1	16	1,05
23	74,8	4,5	3,3	-	3,2	18	1,15
24	77,6	2,4	4,4	1,1	1,1	20	1,1
25	83,3	-	3,9	3,2	-	10	1,2
26	89,7	4,5	-	2,2	2,2	12	1,15
27	92,2	0,9	0,7	1,1	0,8	14	1,2
28	93,3	1,4	-	-	1,4	16	1,15
29	88,8	3,1	1,1	1,1	1,1	18	1,05
30	95,5	-	1,5	1,5	-	20	1,1
31	92,2	2,2	-	1,2	1,2	10	1,2
32	95,7	2,1	1,03	0,47	0,2	15,55	1,1
33	96	2	1,0	0,3	0,3	16	1,15
34	93,2	0,7	0,6	0,6	1,9	15,3	1,05
35	92	0,9	1,0	1,1	0,3	15,5	1,05

Порядок выполнения работы:

1. Пересчитать сухой газ на влажный
2. Определить расход кислорода на горение
3. Определить расход воздуха, необходимого для горения
4. Определить состав продуктов сгорания
5. Рассчитать количество продуктов сгорания по методике, приведенной в разработке.
6. Определить процентный состав продуктов сгорания.
7. Определить плотность продуктов сгорания
8. Рассчитать колориметрическую и действительную температуру

Расчеты выполнить по методике, приведенной в разработке.

Форма представления результата: расчет в рабочей тетради.

Критерии оценки:

Оценка «5» выставляется обучающемуся, если работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «4» выставляется обучающемуся, если в оформлении работы имеются незначительные неточности, не влияющие на итоговый результат исследования; в работе задания имеются не более двух незначительных ошибок; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «3» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с нарушениями требований; в заданиях имеются не более 5 ошибок; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «2» выставляется обучающемуся, если работа оформлена не в соответствии с требованиями; задания выполнены не в полном объеме; в заданиях имеются более 5 ошибок.

Тема 2.1 Статика и механика газов

Практическое занятие №2 Расчет высоты дымовой трубы

Цель: научиться применять закон Бернулли при расчетах истечения газа через отверстия и насадки; определять сопротивление дымового тракта; определять разрежение у основания дымовой трубы и высоту дымовой трубы.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Рассчитайте сопротивление дымового тракта у основания дымовой трубы.

Порядок выполнения работы:

Расчет высоты и выходного диаметра трубы

Диаметры выходных отверстий и высоту дымовых труб следует определять на основании аэродинамических, теплотехнических и санитарно-гигиенических расчетов.

Диаметры надлежит принимать по следующему унифицированному ряду: 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4; 2,7; 3,0; 3,3; 3,6 м и далее через 0,6 м.

Минимальные диаметры труб следует назначать с учетом оборудования, применяемого при возведении труб, но не менее 1,2 м - для кирпичных труб (в свету по футеровке) и 3,6 м - для монолитных железобетонных. Диаметры труб стальных и из конструкционных пластмасс допускается уменьшать до 0,4 м при их высоте до 45 м.

Высоту дымовых труб следует назначать по следующему унифицированному ряду: 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 м и далее через 30 м и принимать для кирпичных и армокирпичных труб не более 120 м, это же ограничение касается и большинства стальных свободно стоящих (бескаркасных) труб.

Минимальная высота дымовой трубы определяется из двух условий: обеспечения рассеивания вредных веществ, а для труб только с естественной тягой – и из условия ее

обеспечения. Выполнение этих условий связано еще и с выходным диаметром дымового канала (устье трубы), так как он определяет скорость дымовых газов на выходе из трубы. Эта скорость влияет в первом случае на высоту подъема факела и, следовательно, на рассеивание вредных веществ и самоокутывание оголовка, во втором случае влияет на тягу через сопротивление трению и сопротивление с выходной скоростью, которые возрастают с квадратом скорости.

Необходимо подчеркнуть, что высота дымовой трубы по методике расчета рассеивания вредных примесей должна выбираться после того, как будут определены и учтены все возможности по уменьшению количества выбросов вредных веществ в атмосферу.

Расчет выходного диаметра и высоты трубы для обеспечения естественной тяги

Естественная тяга обуславливается разностью плотности воздуха и продуктов сгорания (дымовых газов) в трубе. Плотность воздуха зависит от его температуры и влажности, поэтому летом тяга дымовой трубы снижается, а зимой возрастает.

При больших диаметрах трубы может наблюдаться обратный поток атмосферного воздуха, так называемое задувание в трубу. Чтобы свести к минимуму негативные последствия этого явления, скорость дымовых газов на выходе из трубы стараются принимать не ниже 5...8 м/с.

Требуемая площадь выходного отверстия трубы при естественной тяге определяют как отношение выходящего объема газов к его скорости, откуда его диаметр

$$d_0 = 1,13\sqrt{V_1/W_0},$$

где V_1 – объем дымовых газов, м³/с; W_0 – скорость дымовых газов, м/с.

Необходимую высоту дымовой трубы определяют по формуле

$$H = \frac{1,2\Delta h_{\text{п}} + (1,1h_{\text{до}} + \Delta h_{\text{тр}}) \frac{\rho_0}{12,93} \frac{760}{h_{\text{бар}}}}{(\rho_{\text{в}} - \rho_0) \frac{273}{273 + t_2} \frac{h_{\text{бар}}}{760}}$$

где $\Delta h_{\text{п}}$ — перепад полных давлений газового тракта, не включающих в себя при естественной тяге самотягу трубы и ее сопротивление, Па; 1,2 — коэффициент запаса по тяге; $h_{\text{до}}$ — динамическое давление на выходе из дымовой трубы (потери давления с выходом), Па; $\Delta h_{\text{тр}}$ — потери давления на сопротивление трения в трубе, Па; $\rho_{\text{в}}$ — плотность наружного воздуха, кг/м³; ρ_0 — приведенная плотность дымовых газов при нормальных условиях, кг/м³; 273 — термодинамическая температура, °С; 1,1 — коэффициент местного $\Delta h_{\text{тр}}$ сопротивления выхода; 1,293 — плотность сухого воздуха при нормальных условиях, кг/м³; $h_{\text{бар}}$ — среднее барометрическое давление, мм рт. ст.; t_2 — средняя температура дымовых газов в трубе, °С.

Динамическое давление $p = 0,5\rho W^2$, а плотность наружного воздуха

$$\rho_{\text{в}} = 352/(273 + t_{\text{в}}),$$

где $t_{\text{в}}$ — средняя температура наружного воздуха в самых жаркий летний месяц, °С.

$\Delta h_{\text{тр}}$ — потери давления на сопротивление трения в трубе

Расчет высоты трубы при принудительной тяге

При искусственной (принудительной) тяге высоту дымовой трубы определяют исходя из условий обеспечения допустимых концентраций вредных веществ в атмосфере.

Скорость дымовых газов в трубах с принудительной тягой обычно высока - до 30...40 м/с. В этих условиях столб дымовых газов поднимается зачастую значительно выше самой трубы. Следовательно, на высоту выбрасываемого столба газов существенное влияние начинает оказывать общее состояние атмосферы.

Важнейшим фактором, определяющим рассеивание в атмосфере дымовых газов, содержащих вредные примеси, является атмосферная турбулентность. Эта характеристика атмосферы — результат двух процессов: нагревания атмосферы и поверхности земли, в связи с чем образуются естественные конвективные потоки, и механической турбулентности вследствие взаимодействия ветрового потока с подстилающей поверхностью.

Нагревающийся у поверхности земли воздух в результате уменьшения плотности поднимается вверх, а более холодный и плотный воздух опускается к поверхности земли. Но бывают случаи, когда температура воздуха с высотой возрастает (инверсия температуры), и вертикально поднимающийся столб дымовых газов на определенной высоте оказывается холоднее окружающих масс и его движение затухает.

Если условия инверсии дополняются малыми скоростями ветра, то приземные концентрации вредных веществ увеличиваются как за счет ограничения их активного перемешивания по вертикали, так и за счет уменьшения в этих условиях эффективной высоты подъема факела.

Таким образом, можно считать, что для дымовой трубы большой высоты наиболее неблагоприятно сочетание приподнятой мощной инверсии, начинающейся на высоте выброса, и малой скорости ветра в приземном слое атмосферы, а для невысокой трубы — сочетание приземной инверсии и приземного штиля.

Концентрации вредных примесей определяют, решая уравнение турбулентной диффузии применительно к тому или иному состоянию атмосферы.

Однако в реальной атмосфере характер изменения турбулентной диффузии и скорости ветра значительно сложнее, поэтому для практических расчетов рассеивания в атмосфере вредных примесей, содержащихся в выбросах предприятий, используют методику, основанную на неблагоприятных метеорологических условиях, когда скорость ветра достигает опасного значения и имеет место интенсивный вертикальный турбулентный обмен в атмосфере.

Опасная скорость ветра — это такая скорость, при которой для заданного состояния атмосферы концентрация вредных примесей на уровне дыхания людей достигает максимальной величины.

Форма представления результата: решенная задача.

Критерии оценки:

Оценка «5» выставляется обучающемуся, если работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «4» выставляется обучающемуся, если в оформлении работы имеются незначительные неточности, не влияющие на итоговый результат исследования; в работе задания имеются не более двух незначительных ошибок; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «3» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с нарушениями требований; в заданиях имеются не более 5 ошибок; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «2» выставляется обучающемуся, если работа оформлена не в соответствии с требованиями; задания выполнены не в полном объеме; в заданиях имеются более 5 ошибок.

Тема 3.1 Теплопроводность и теплообмен

Практическое занятие №3

Расчет статей теплового баланса печи

Цель: изучить методику определения теплового баланса металлургической печи.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Рассчитать приходную часть баланса камерной печи.

Порядок выполнения работы:

1. Определить тепло, получаемое при сжигании топлива.
2. Определить полезное тепло, расходуемое на нагрев металла.
3. Определить тепло, теряемое уходящими продуктами сгорания.
4. Определить потери тепла от химической неполноты сгорания топлива.
5. Определить потери тепла от механической неполноты сгорания топлива.

Форма представления результата: решенные задачи.

Критерии оценки:

Оценка «5» выставляется обучающемуся, если работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «4» выставляется обучающемуся, если в оформлении работы имеются незначительные неточности, не влияющие на итоговый результат исследования; в работе задания имеются не более двух незначительных ошибок; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «3» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с нарушениями требований; в заданиях имеются не более 5 ошибок; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «2» выставляется обучающемуся, если работа оформлена не в соответствии с требованиями; задания выполнены не в полном объеме; в заданиях имеются более 5 ошибок.

Тема 4.1 Основы рациональной технологии нагрева металла. Дефекты нагрева металла

Практическое занятие №4

Определение приведенного коэффициента излучения в системе «газ - кладка - металл»

Цель: с помощью теоретических расчетов по формулам определить коэффициент излучения в системе «газ-кладка-металл»

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: не требуется.

Задание:

Вычислите коэффициент излучения по данным в таблице.

Таблица 1 - Значения в зависимости от температуры газа

900	0,20	3,33
-----	------	------

1000	0,18	3,21
1100	0,16	3,07
1200	0,15	2,99
1300	0,14	2,90

Порядок выполнения работы:

1. Определить геометрические параметры излучения.
2. Определить поверхность кладки.
3. Определить степень черноты газа.
4. Определить объем рабочего пространства печи.
5. Определить приведенный коэффициент излучения «газ-кладка-металл».

Форма представления результата: решенные задачи.

Критерии оценки:

Оценка «5» выставляется обучающемуся, если работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «4» выставляется обучающемуся, если в оформлении работы имеются незначительные неточности, не влияющие на итоговый результат исследования; в работе задания имеются не более двух незначительных ошибок; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «3» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с нарушениями требований; в заданиях имеются не более 5 ошибок; задания выполнены в полном объеме.

Оценка «2» выставляется обучающемуся, если работа оформлена не в соответствии с требованиями; задания выполнены не в полном объеме; в заданиях имеются более 5 ошибок.

Тема 5.1 Устройства для утилизации тепла в печах. Способы очистки газов

Практическое занятие №5

Печь с шагающими балками (отказ системы подачи воды)

Цель: с помощью тренажерного комплекса изучить порядок действий при возникновении внештатной ситуации.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 производить расчеты процессов горения и теплообмена в металлургических печах, (нагревательных и плавильных).

Выполнение практической работы способствует формированию:

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

ПК 2.5. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного технологического оборудования процессов обработки металлов давлением.

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

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

Материальное обеспечение: Тренажерный комплекс с реальными пультами управления «Печь с шагающими балками».

Задание:

Изучите порядок действий нагревательной печи при возникновении внештатной ситуации.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить алгоритм действий нагревательного элемента печей при возникновении такой ситуации как отказ подачи воды.

2. Пройти тестирование (в режиме контроль).

Форма представления результата: тестирование.

Критерии оценки:

Процент положительных оценок	Оценка	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 - 100	5	отлично
80 - 89	4	хорошо
70 - 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно