

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 15.06.2026 10:51:37
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заплярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Газоочистка и пылеулавливание»

Факультет: ГТФ

Направление подготовки: 22.03.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): «Прогрессивные методы получения цветных металлов»

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра «Металлургии, машин и оборудования»
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

Доцент

(должность, степень, ученое звание)

**Кармановская
Н.В.**

(подпись)

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры ММиО, протокол № 11 от 10.06.2026

И.о. заведующего кафедрой к.т.н., доцент Е.В. Лаговская

Фонд оценочных средств по дисциплине Газоочистка и пылеулавливание разработан для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия на основе Рабочей программы дисциплины Газоочистка и пылеулавливание, Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции: ПК-1 **Содержание:** Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии. **Индикатор достижения:** ПК-1.2. Использует основные принципы разработки технических решений и технологий в области металлургии, включая системы экологической безопасности.

Код компетенции: ПК-3 **Содержание:** Использует физико-химическую сущность процессов при производстве цветных металлов. **Индикатор достижения:** ПК-3.2. Способен анализировать изменения показателей процесса производства, включая параметры газовых выбросов и эффективность работы газоочистного оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: классификацию промышленных пылей и аэрозолей; принципы действия и конструктивные особенности аппаратов сухой и мокрой очистки газов (циклоны, электрофильтры, скрубберы, рукавные фильтры); методы абсорбционной и адсорбционной очистки от токсичных газов.

Уметь: рассчитывать эффективность пылеулавливания; выбирать оптимальную схему газоочистки для конкретных металлургических агрегатов (печи обжига, плавильные печи, электролизные цеха); оценивать экономическую целесообразность утилизации уловленной пыли.

Владеть: методами аэродинамических расчетов систем аспирации; навыками эксплуатации и обслуживания газоочистного оборудования; приемами минимизации выбросов в соответствии с требованиями НДТ (наилучших доступных технологий).

2. Паспорт фонда оценочных средств

Раздел 1. Введение. Классификация промышленных пылей и аэрозолей.

- Формируемая компетенция: ПК-1, ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 2. Аппараты сухой очистки газов (циклоны, камеры, инерционные пылеуловители).

- Формируемая компетенция: ПК-1, ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 3. Аппараты мокрой очистки газов (скрубберы Вентури, полые скрубберы, барботажные аппараты).

- Формируемая компетенция: ПК-1, ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 4. Фильтрация газов (тканевые, волокнистые и зернистые фильтры).

- Формируемая компетенция: ПК-1, ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 5. Электрическая очистка газов (электрофильтры).

- Формируемая компетенция: ПК-1, ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 6. Очистка газов от токсичных компонентов (абсорбция, адсорбция, хемосорбция).

- Формируемая компетенция: ПК-1, ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания, ситуационные кейсы.

Промежуточная аттестация (Зачет).

- Оценочные средства: Решение всех тестовых заданий по темам.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания (Технологическая карта)

Форма промежуточной аттестации: Зачет. **Сроки выполнения:** В течение обучения по дисциплине.

Шкала оценивания и критерии:

- Тестовые задания оцениваются по системе «Зачет/Незачет».
- Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов.
- Зачет выставляется при сдаче студентом всех тестовых заданий.

Критерии оценки результатов обучения (процент от максимальной суммы баллов):

- **0 – 64 %** – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень).
- **65 – 74 %** – «удовлетворительно» (пороговый минимальный уровень).
- **75 – 84 %** – «хорошо» (средний уровень).
- **85 – 100 %** – «отлично» (высокий максимальный уровень).

4. Типовые контрольные задания (Тестовые задания)

Внимание: Ниже приведен полностью переработанный Вариант 1 (25 вопросов) по теме «Газоочистка и пылеулавливание». Полный банк заданий (Варианты 2-5) хранится на кафедре.

Вариант 1

1. Что такое дисперсность пыли? А) Химический состав пылевых частиц; Б) Степень измельченности твердого вещества, характеризуемая размерами частиц; В) Плотность пылевого облака; Г) Цвет и запах аэрозоля.
2. Какой аппарат используется для первичной (грубой) очистки газов от крупных частиц пыли перед более тонкой очисткой? А) Электрофильтр; Б) Рукавный фильтр; В) Циклон; Г) Скруббер Вентури.
3. Какой физический принцип лежит в основе работы циклона? А) Инерция и центробежная сила; Б) Электрическое поле; В) Диффузия частиц; Г) Химическое поглощение.
4. Для улавливания каких фракций пыли циклоны наиболее эффективны? А) Мельче 1 мкм; Б) От 1 до 5 мкм; В) Крупнее 10-20 мкм; Г) Циклоны одинаково эффективны для всех фракций.
5. В чем заключается принцип работы электрофильтра? А) Газ проходит через слой ткани; Б) Частицы пыли ионизируются в электрическом поле и осаждаются на электродах; В) Газ промывается водой; Г) Газ охлаждается ниже точки росы.
6. Какое основное преимущество электрофильтров перед другими аппаратами? А) Низкая металлоемкость; Б) Высокая эффективность улавливания мелкой пыли (до 99%) при малом гидравлическом сопротивлении; В) Возможность улавливания газообразных примесей; Г) Компактность.
7. Для чего в металлургии чаще всего применяются скрубберы Вентури? А) Для сушки газов; Б) Для тонкой очистки газов от мелкодисперсной пыли и одновременного охлаждения; В) Для улавливания паров ртути; Г) Для сжигания горючих газов.
8. Какой процесс лежит в основе абсорбционной очистки газов? А) Поглощение газообразных примесей твердым пористым материалом; Б) Поглощение газообразных примесей жидким поглотителем (абсорбентом); В) Сжигание примесей в факеле; Г) Конденсация примесей при охлаждении.
9. Что такое адсорбция? А) Поглощение вещества объемом жидкости; Б) Избирательное поглощение примесей из газа поверхностью твердого пористого тела (адсорбента); В) Химическое взаимодействие газа с жидкостью; Г) Осаждение пыли под действием силы тяжести.
10. Какой материал чаще всего используется в качестве адсорбента для улавливания паров органических растворителей и сероорганических соединений? А) Кварцевый песок; Б) Активированный уголь; В) Металлическая сетка; Г) Вода.
11. Какое основное ограничение при использовании тканевых (рукавных) фильтров? А) Они не могут улавливать крупную пыль; Б) Их нельзя применять для очистки высокотемпературных (выше 250-300 °С) и липких газов; В) Они имеют очень высокое гидравлическое сопротивление; Г) Они требуют постоянного смачивания водой.

12. Что такое «скорость витания» частицы пыли? А) Скорость, с которой частица падает в неподвижном газе; Б) Скорость восходящего потока газа, при которой частица находится во взвешенном состоянии; В) Скорость движения газа в трубе; Г) Скорость вращения ротора циклона.
13. Какой аппарат относится к мокрым пылеуловителям? А) Циклон; Б) Электрофильтр; В) Пенный скруббер; Г) Рукавный фильтр.
14. Каков основной недостаток мокрых методов очистки газов? А) Низкая эффективность; Б) Образование загрязненных сточных вод, требующих очистки, и коррозия оборудования; В) Высокая температура газов на выходе; Г) Невозможность улавливания взрывоопасной пыли.
15. Для чего применяются зернистые фильтры (например, с керамической засыпкой)? А) Для очистки газов от SO₂; Б) Для высокотемпературной очистки газов от твердых частиц; В) Для конденсации паров воды; Г) Для ионизации газа.
16. Как влияет увеличение скорости газа в циклоне на эффективность пылеулавливания? А) Эффективность всегда снижается; Б) Эффективность растет (до определенного предела) за счет увеличения центробежной силы; В) Не влияет; Г) Эффективность падает из-за вторичного уноса пыли.
17. Что такое «коронный разряд» в электрофильтре? А) Искровой пробой между электродами; Б) Тлеющий разряд, вызывающий ионизацию газа вблизи коронирующего электрода; В) Нагрев осадительных электродов; Г) Вращение газового потока.
18. Какое вещество используется в качестве абсорбента для улавливания диоксида серы (SO₂) из печных газов с целью получения серной кислоты? А) Вода; Б) Раствор аммиака или известковое молоко; В) Серная кислота; Г) Расплав меди.
19. Какой параметр является основным при расчете площади фильтрации рукавного фильтра? А) Объем бункера для пыли; Б) Объемный расход очищаемого газа и допустимая скорость фильтрования; В) Температура газа; Г) Химический состав пыли.
20. Что такое ПДК (предельно допустимая концентрация) пыли в воздухе рабочей зоны? А) Концентрация, при которой пыль взрывается; Б) Максимальная концентрация, которая не вызывает при ежедневной работе заболеваний; В) Концентрация, при которой видимость падает ниже 10 метров; Г) Концентрация, при которой срабатывает сигнализация.
21. Какой метод очистки газов от токсичных компонентов основан на их химическом взаимодействии с реагентом с образованием нелетучих соединений? А) Физическая адсорбция; Б) Хемосорбция; В) Конденсация; Г) Центробежная сепарация.
22. Почему пыль цветной металлургии (содержащая Cu, Ni, Co, Pb) часто рассматривается не как отход, а как вторичное сырье? А) Она легко растворяется в воде; Б) Она содержит высокие концентрации цветных и драгоценных металлов, пригодные для возврата в передел; В) Она используется как удобрение; Г) Она применяется в строительстве.
23. Какой аппарат обеспечивает самую высокую степень очистки газа от субмикронной пыли (менее 1 мкм)? А) Циклон; Б) Пылеосадительная камера; В) Электрофильтр или высокоэффективный рукавный фильтр (НЕРА); Г) Инерционный пылеуловитель.
24. Что такое «аэродинамическое сопротивление» аппарата газоочистки? А) Потери давления газа при прохождении через аппарат; Б) Вес самого аппарата; В) Прочность корпуса; Г) Количество уловленной пыли.
25. Какое требование является обязательным при выборе материала для рукавов тканевых фильтров при очистке агрессивных газов? А) Высокая теплопроводность; Б) Химическая стойкость к кислотам, щелочам и окислителям; В) Электропроводность; Г) Магнитные свойства.

5. Задания повышенного уровня сложности (Аналитический и эвристический уровень)

Данные задания предназначены для оценки сформированности компетенций ПК-1 и ПК-3 на высшем уровне, с учетом реальной практики газоочистки на металлургических предприятиях.

Блок А. Задания на установление соответствия

Задание 1. Установите соответствие между типом загрязнителя в металлургических газах и оптимальным методом/аппаратом для его улавливания:

1. Крупная абразивная пыль (более 50 мкм) из бункеров дробления.

2. Мелкодисперсная пыль (1-10 мкм) с высокой температурой из печей обжига.
3. Диоксид серы (SO₂) в хвостовых газах сернокислотного производства.
4. Пары органических растворителей и сероуглерода.

А) Адсорбция на активированном угле. Б) Инерционная очистка (циклон) с последующей утилизацией или возвратом в процесс. В) Абсорбция водным раствором аммиака или известняка. Г) Тонкая очистка в электрофильтрах или высокотемпературных керамических фильтрах.

Блок Б. Ситуационные задачи (Кейсы для металлургов)

Кейс 1. Выбор схемы газоочистки для пирометаллургического передела На медеплавильном заводе реконструируют отражательную плавку. Газы, уходящие из печи, имеют температуру 350 °С, содержат большое количество мелкодисперсной пыли (состоящей из оксидов меди, цинка и свинца), а также диоксид серы (SO₂). Главный инженер предлагает направить газы сразу на рукавные фильтры, а затем в атмосферу. *Вопросы:*

1. Почему предложение главного инженера технологически неверно и опасно с точки зрения экологии? (Учтите температуру газов, наличие SO₂ и ценность пыли).
2. Предложите правильную двухступенчатую схему очистки и утилизации таких газов.
3. Какую экономическую выгоду даст предприятию внедрение правильной схемы газоочистки?

Кейс 2. Проблема вторичного уноса в циклонах На обогатительной фабрике в сушильном отделении установлены циклоны для улавливания концентрата. Операторы заметили, что при увеличении производительности сушилки (и, соответственно, расхода газа) эффективность улавливания резко упала, а из выхлопной трубы пошел видимый шлейф пыли. *Вопросы:*

1. С каким физическим явлением в циклоне связан этот эффект (вторичный унос)?
2. Какие конструктивные или режимные меры можно предпринять для решения проблемы без замены самих циклонов?
3. Какой аппарат целесообразно установить на выходе из циклона в качестве «страховочной» ступени для тонкой доочистки?

6. Ключи и критерии оценивания

Ответы к тестовым заданиям (Вариант 1, 1-25): 1-Б; 2-В; 3-А; 4-В; 5-Б; 6-Б; 7-Б; 8-Б; 9-Б; 10-Б; 11-Б; 12-Б; 13-В; 14-Б; 15-Б; 16-Б; 17-Б; 18-Б; 19-Б; 20-Б; 21-Б; 22-Б; 23-В; 24-А; 25-Б. (*Оценивание: 1 балл за каждый верный ответ. Максимум 25 баллов*).

Ответы к заданию на соответствие:

- **Задание 1:** 1-Б, 2-Г, 3-В, 4-А. (*Оценивание: 2 балла за полностью верное соответствие, 1 балл за одну ошибку*).

Критерии оценивания Ситуационных задач (Кейсов): Максимум — 15 баллов за каждый кейс.

- **12-15 баллов (Отлично):** Студент демонстрирует глубокое понимание металлургических процессов. В Кейсе 1 верно указывает, что рукавные фильтры сгорят или разрушатся от 350 °С и агрессивного SO₂, а выброс ценной пыли в атмосферу — это прямые убытки. Предлагает схему: Охлаждение (котел-утилизатор) -> Электрофильтр (улавливание ценной пыли и возврат в плавку) -> Абсорбционная башня (улавливание SO₂ для получения кислоты). В Кейсе 2 верно называет эффект вторичного завихрения и уноса, предлагает снизить нагрузку или установить батарею циклонов (мультициклон), а на доочистку — скруббер Вентури или электрофильтр.
- **8-11 баллов (Хорошо):** Студент понимает суть проблемы, предлагает верные пути решения, но допускает неточности в названиях аппаратов или не учитывает экономический фактор (ценность уловленной пыли).
- **5-7 баллов (Удовлетворительно):** Понимание проблемы поверхностное. Решения носят общий характер («нужно поставить хороший фильтр», «нужно почистить газ») без инженерного и физико-химического обоснования.
- **0-4 баллов (Неудовлетворительно):** Неверное понимание сути кейса, предложение решений, которые приведут к аварии оборудования или грубому нарушению экологических нормативов.