

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Минцаев Магомед Шавалович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.11.2023 04:53:30  
Уникальный программный ключ:  
236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

имени академика М.Д. Миллионщикова



« 02 » 09 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Оборудование высокотемпературных производств»**

**Направление подготовки**

18.03.01 Химическая технология

**Направленность (профиль)**

«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных  
материалов»

**Квалификация**

Бакалавр

Год начала подготовки: 2021

**Грозный 2021**

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Основной целью образования по дисциплине «Оборудование высокотемпературных производств» является формирование профессиональных знаний, под которыми понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений.

**Основными обобщенными задачами дисциплины (компетенциями) являются:**

- **приобретение** понимания проблем, связанных с конструкциями аппаратов для осуществления высокотемпературных производств, проходящих в них тепловых, теплофизических и химико-технологических процессов.

- **овладение** теорией и практическими расчетами по технологии и тепловой работе высокотемпературных процессов, учитывающих требования минимизации затрат сырья и топлива, а также антропогенного воздействия на окружающую среду.

- **формирование:**

- профессиональных знаний техники и технологии различных высокотемпературных аппаратов, обеспечивающих решение поставленных технологических задач;

2. Место дисциплины «Оборудование высокотемпературных производств» в структуре ОП ВО по направлению подготовки 18.03.1 «Химическая технология» относится к профессиональному циклу образовательной программы.

Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины естественного и образовательного циклов, а знания, умения и навыки, полученные при её изучении, будут использованы в процессе освоения специальных дисциплин при курсовом и дипломном проектировании и в практической деятельности.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>Общепрофессиональные</b>		
Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и	<b>ОПК-1.1</b> Осуществляет полный контроль технологического процесса с учетом всех нормативов.  <b>ОПК-1.2</b> Участвует в подборе оборудования под определенный	<b>Знать:</b> - основные закономерности процессов переработки нефти и газа, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию.  <b>Уметь:</b>

технологическую оснастку (ОПК-3)	технологический процесс.	<p>- принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии и применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>- навыками расчёта и проектирования оборудования различного технологического назначения и средствами подготовки конструкторско-технологической документации.</p>
----------------------------------	--------------------------	--

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач. ед.		Семестры	
	ОФО	ОЗФО	8	9
			ОФО	ОЗФО
<b>Контактная работа (всего)</b>	32/0,8	34/0,9		
В том числе:				
Лекции	16/0,4	17/0,5	16	17
Практические занятия	16/0,4	17/0,5	16	17
Семинары				
Лабораторные работы				
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>76/2,1</b>	<b>74/2,1</b>	<b>76</b>	<b>74</b>
В том числе:				
Курсовая работа (проект)				
Расчетно-графические работы				
ИТР				
Рефераты				
Доклады				
Презентации				
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к лабораторным работам				
Подготовка к практическим занятиям	50/1,4	50/0,4	50	70
Подготовка к зачету	26/0,7	24/0,7	26	21
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет
<b>Вид отчетности</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

**5.Содержание дисциплины**  
**5.1. Содержание разделов дисциплины**

**Таблица 3**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Назначение высокотемпературных производств. Основная аппаратура. Методы оценки их тепловой работы, производительности и оптимальных конструктивных размеров
2	Сушильные аппараты	Назначение - удаление влаги из минерального сырья перед транспортировкой и подачей в аппарат печной обработки для обжига или плавления. Конструкции и оборудование сушилок распылительных, барабанных, кипящего слоя, ленточных и др. Аппаратурное оформление подачи материала на сушку и отвод его после сушки. Теплоизоляция.
3	Вращающиеся печи для получения анодной массы	Назначение анодной массы -производство анодов для труднотермических, сталеплавильных и др. электропечей и электролизеров (алюминия, магния и др.).
4	Установки для полукоксования бурых углей	Конструкции.Взрывобезопасность. Подготовка шихты. Печи для полукоксования в зависимости от крупности и состава угля.
5	Коксовые печи и батареи	Конструкции камер коксования, печей и коксовых батарей. Основное технологическое оборудование. Огнеупоры. Горелки для сжигания топлива в вертикальных каналах. Аппаратурные варианты тушения кокса. Теплотехнические расчеты.
6	Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки	Типы конструкций по назначению. Особенности эксплуатации. Теплотехнические расчеты.
7	Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции	Конструкции. Основное технологическое оборудование. Герметизация. Производство товарной продукции.

8	Оборудования для получения силикатных и огнеупорных материалов	Оборудование для получения стекла, керамических материалов, огнеупоров, теплоизоляционных материалов. Конструктивные и теплотехнические расчеты
---	--	--

## 5.2. Раздел дисциплин и виды занятий

Таблица 4

№ пп.	Раздел дисциплины	Лекции, час.	ПЗ час.	Всего часов
1	Введение	2	2	4
2	Сушильные аппараты..	2	2	4
3	Вращающиеся печи для получения анодной массы	2	2	4
4	Установки для полукоксования бурых углей	2	2	4
5	Коксовые печи и батареи	2	2	4
6	Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки	2	2	4
7	Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции	2	2	4
8	Оборудования для получения силикатных и огнеупорных материалов	2	2	4

## 5.2 . Лекционные занятия

Таблица 5

Раздел	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Назначение высокотемпературных производств. Основная аппаратура. Методы оценки их тепловой работы, производительности и оптимальных конструктивных размеров
2	Сушильные аппараты..	Назначение - удаление влаги из минерального сырья перед транспортировкой и подачей в аппарат печной обработки для обжига или плавления. Конструкции и оборудование сушилок распылительных, барабанных, кипящего слоя, ленточных и др. Аппаратурное оформление подачи материала на сушку и отвод его после сушки. Теплоизоляция.

3	Вращающиеся печи для получения анодной массы	Назначение анодной массы -производство анодов для труднотермических, сталеплавильных и др. электропечей и электролизеров (алюминия, магния и др.).
4	Установки для полукоксования бурых углей	Конструкции. Взрывобезопасность. Подготовка шихты. Печи для полукоксования в зависимости от крупности и состава угля.
5	Коксовые печи и батареи	Конструкции камер коксования, печей и коксовых батарей. Основное технологическое оборудование. Огнеупоры. Горелки для сжигания топлива в вертикальных каналах. Аппаратурные варианты тушения кокса. Теплотехнические расчеты.
6	Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки	Типы конструкций по назначению. Особенности эксплуатации. Теплотехнические расчеты.
7	Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции	Конструкции. Основное технологическое оборудование. Герметизация. Производство товарной продукции.
8	Оборудования для получения силикатных и огнеупорных материалов	Оборудование для получения стекла, керамических материалов, огнеупоров, теплоизоляционных материалов. Конструктивные и теплотехнические расчеты

### 5.3. Практические занятия

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Анализ и сопоставление конструкций и технико-экономических показателей промышленных сушильных аппаратов
2	Сушильные аппараты..	Расчет барабанной сушилки
3	Вращающиеся печи для получения анодной массы	Расчет вращающейся печи для получения анодной массы
4	Установки для полукоксования бурых углей	Расчет коксовой батареи
5	Коксовые печи и батареи	Изучение опыта работы высокотемпературной аппаратуры нефтеперерабатывающих заводов
6	Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки	Изучение опыта работы прокалочных печей электродного производства

7	Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции	Отечественный и зарубежный опыт по оборудованию производства стекла, силикатных материалов для химической промышленности
8	Оборудования для получения силикатных и огнеупорных материалов	Отечественный и зарубежный опыт по оборудованию производства огнеупоров для химической промышленности

## 6 Вопросы для самостоятельного изучения

Таблица 7

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	
1	Подбор оптимальных конструктивных размеров высокотемпературного оборудования	4
2	Особенности конструкции распылительных сушилок	6
3	Теплоизоляция высокотемпературного оборудования	6
4	Герметизация прокалочных печей	6
5	Конструкции печей для получения углеграфитовой продукции	6
6	Особенности конструкции электропечей и электролизеров	6
7	Взрывобезопасность печей для полукоксования	8
8	. Аппаратурные варианты тушения кокса	4
9	Горелки для сжигания топлива	4
10	Особенности эксплуатации высокотемпературной аппаратуры.	8
11	Герметизация основного технологического оборудования.	8

12	Аппараты для получения стекла, керамических материалов	10
	Всего	76

## 7. Примерная тематика курсовых работ – не предусмотрены.

### 7.1. Образец текущего контроля

*Охлаждение до температур ниже температуры окружающей среды.*

*Умеренное охлаждение (до  $\approx -100^\circ\text{C}$ ).*

*Парокомпрессионные холодильные машины.*

Хладагент (аммиак, углекислота и др.) сжимается (рис. 1) в компрессоре (1–2,  $S = \text{const}$ ), перегретый пар хладагента охлаждается до состояния насыщения в конденсаторе (2–3,  $P = \text{const}$ ), конденсируется в нем (3–4,  $T = \text{const}$ ), полученный конденсат хладагента переохлаждается от  $T$  до  $T_{\text{п}}$  в конденсаторе (4–5).

Из конденсатора (теплообменника) выводится тепловой поток  $Q_{\text{к}}$ . Далее хладагент дросселируется (5–6,  $i = \text{const}$ ) и выводится в испаритель (теплообменник), где испаряется за счет подвода теплового потока  $Q_{\text{н}}$ , отбираемого у охлаждаемого материала (6–1,  $T_0 = \text{const}$ ). Процесс охлаждения материала происходит в испарителе.

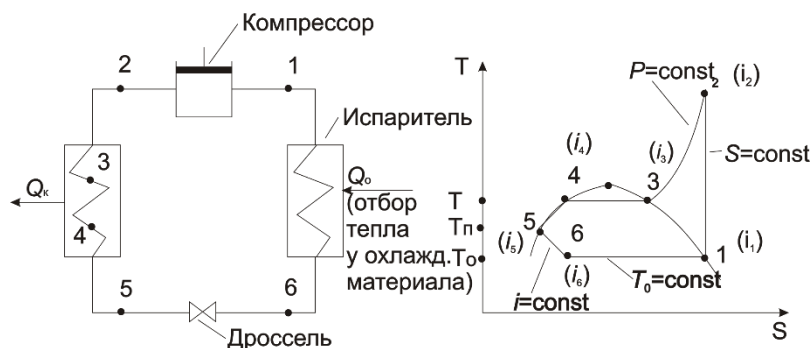


Рис. 1.

Принципиальная схема работы парокомпрессионной машины



Дано: Для парокомпрессионной холодильной установки с сухим ходом компрессора (хладагент - аммиак) требуемая холодопроизводительность  $Q_o = 104750$  кДж/ч. Температура испарения хладагента  $T_o = -20$  °С, температура конденсации  $T = 20$  °С, температура переохлаждения конденсата хладагента  $T_{II} = 15$  °С.

Определить теоретически необходимую мощность компрессора, удельную холодопроизводительность, расход циркулирующего хладагента (аммиака), расход отбираемого в конденсаторе тепла и холодильный коэффициент установки.

Решение:

1. Строят цикл в  $T-S$  диаграмме для аммиака. В каждой точке диаграммы (1, 2, 3, 4, 5, 6) определяют энтальпию:

$$i_1 = 1668 \text{ кДж/кг}, i_2 = 1848 \text{ кДж/кг}, i_3 = 1710 \text{ кДж/кг}, i_4 = 515 \text{ кДж/кг}, \\ i_5 = i_6 = 490 \text{ кДж/кг}.$$

2. Удельная холодопроизводительность  $q_o$  (холодопроизводительность 1 кг аммиака)

$$q_o = i_1 - i_6 = 1668 - 490 = 1178 \text{ кДж/кг}.$$

3. Расход циркулирующего в установке аммиака

$$G_{\text{амм}} = Q_o / q_o = \frac{104750}{1178} = 88,9 \text{ кг/ч}.$$

4. Расход отбираемого в конденсаторе тепла

$$Q_k = G_{\text{амм}} (i_2 - i_5) = 88,9(1848 - 490) = 120726 \text{ кДж/ч}.$$

5. Холодильный коэффициент установки

$$\varepsilon = \frac{i_1 - i_6}{i_2 - i_1} = \frac{1668 - 490}{1848 - 1668} = 6,5.$$

6. Теоретически необходимая мощность аммиачного компрессора

$$N_T = \frac{G_{\text{амм}} (i_2 - i_1)}{3600} = \frac{88,9(1848 - 1668)}{3600} = 4,45 \text{ кВт}.$$

## 7.2. Вопросы на зачет

1. Назначение высокотемпературных производств.
2. Основная аппаратура высокотемпературных производств.
3. Методы оценки их тепловой работы, производительности.

4. Расчет оптимальных конструктивных размеров
5. Сушильные аппараты. Назначение.
6. Удаление влаги из минерального сырья перед транспортировкой.
7. Удаление влаги перед подачей в аппарат печной обработки для обжига.
8. Удаление влаги перед подачей в аппарат печной обработки для плавления.
9. Конструкции и оборудование сушилок распылительных, барабанных, кипящего слоя, ленточных и др.
10. Аппаратурное оформление подачи материала на сушку и отвод его после сушки.
11. Теплоизоляция оборудования сушилок.
12. Вращающиеся печи для получения анодной массы
13. Назначение анодной массы - производство анодов для труднотермических электропечей.
14. Анодная масса для производства анодов талеплавильных электропечей
16. Назначение анодной массы - производство анодов для электропечей и электролизеров (алюминия, магния и др.).
17. Установки для полукоксования бурых углей
18. Конструкции печей для полукоксования в зависимости от крупности и состава угля
19. Взрывобезопасность печей для полукоксования.
20. Оборудование для подготовка шихты
21. Коксовые печи и батареи
22. Конструкции камер коксования, печей и коксовых батарей.
23. Основное технологическое оборудование коксовых печей.
24. Классы огнеупоров..
25. Горелки для сжигания топлива в вертикальных каналах.
26. Аппаратурные варианты тушения кокса.
27. Теплотехнические расчеты оборудования.
28. Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки
29. Типы конструкций по назначению высокотемпературной аппаратуры.
30. Особенности эксплуатации. Теплотехнические расчеты аппаратуры.
31. Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции
32. Конструкции прокалочных печей.
33. Основное технологическое оборудование прокалочных печей.
34. Герметизация прокалочных печей.
35. Производство товарной углеграфитовой продукции.
36. Оборудование для получения силикатных и огнеупорных материалов
37. Оборудование для получения стекла, керамических материалов,.
38. Оборудование для получения теплоизоляционных материалов.
39. Конструктивные и теплотехнические особенности .

Образец ФОС

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**им. акад. М.Д. Миллионщикова**

Дисциплина: «Оборудование нефтепереработки»

**Билет № 1**

---

---

1. Взрывобезопасность печей для полукоксования.
2. Конструктивные и теплотехнические особенности .

Преподаватель / \_\_\_\_\_ /

Зав. кафедрой / \_\_\_\_\_ /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**7.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.**

**Таблица 7**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
<b><i>ОПК-3: способность разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку</i></b>					
<b>Знать:</b> основные закономерности процессов переработки нефти и газа, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	теоретический вопрос; практическое задание.
<b>Уметь:</b> принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии и применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>Владеть:</b> навыками расчёта и проектирования оборудования различного технологического назначения и средствами подготовки конструкторско-технологической	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со

специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- для **слабовидящих**: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху**:

- для **глухих и слабослышащих**: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для **слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата**:

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### а) основная литература

- 1 *Юсфин Ю.С.* Общая металлургия : М., Металлургия, 2007, 650 с.
2. *Иванова Г.Н., Кузнецов Н.Д.* и др. Теплотехнические измерения и приборы. Учебник для ВУЗов: Издательский дом МЭИ, М., 2008, 448 с.
3. *Бананов П.Г.* Процессы переработки нефти: М., 2000 г .
4. *Макаров Г.Н.* и др. Химическая технология твердых горючих ископаемых: М., Химия, 1986 г.
5. *Мастрюков Б.С.* Теплофизика металлургических процессов. М.: МИСИС, 1996, 268с.
6. *Набойченко С.С.* и др. Процессы и аппараты цветной металлургии: Изд. УГТУ, Екатеринбург, 1997, 655 с.
7. *Романков П.Г.* (Под ред.) Процессы и аппараты химической промышленности: Л., Химия ЛО, 1989, 560 с.
8. *Кривандин В.А., Марков Б.Л.* Металлургические печи: М., Металлургия, 1977, 464с.

### б) дополнительная

9. *Глинников М.А.* Тепловая работа сталеплавильных ванн // М., Металлургия, 1970, 407с.
10. *Вегман Е.Ф.* Окискование руд и концентратов: М., Металлургия, 1976, 224 с.
11. *Юсфин Ю.С. Базилевич Т.В.* Обжиг железорудных окатышей: М., Металлургия, 1973, 272 с.
12. *Ходоров Е.И., Шморгуненко Н.С.* Техника спекания шихт глиноземной промышленности: М., Металлургия, 1978, 320 с.
13. *Блинов О.М., Глебов Ю.Д., Прибытков И.А.* Основы металлургической теплотехники: М., Металлургия, 1973, 280 с.
14. *В.А.Кривандин, А.Арутюнов, В.С.Мастрюков* и др. Металлургическая теплотехника, т.1.: М., Металлургия, 1986. 423 с.
15. *Ефимов В.А.* Разливка и кристаллизация слитка: Металлургия, 1976, 552 с.

### в) программное обеспечение

Электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных вузовской рабочей программой, находящейся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе.

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы, законодательно-правовая электронно-поисковая база по безопасности жизнедеятельности

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Использование материалов и приборов лаборатории кафедры Печных процессов и переработки энергоносителей. Использование студентами для самостоятельной работы разработанных кафедрой учебников и учебных пособий.

Для реализации лабораторного практикума по дисциплине кафедра располагает лабораторией, располагающей приборами:

1. Модель вращающейся печи с необходимыми приборами
2. Печные установки с приборами для контроля температуры и изучения кинетики сушки и прокали, спекания, плавления и затвердевания (кристаллизации) расплава а при охлаждении.
3. Комплект термостойких и температуростойких тиглей и микроскопов для изучения кинетики и результатов взаимодействия оксидов исходных шихт в процессе их печной обработки (прокали, спекание, плавление).



**Составитель:**

доцент кафедры «ТМО»

/Исраилова З.С. /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав.кафедрой «ТМО»

/Эльмурзаев А.А./

Зав. выпускающей каф. «ХТНГ»

/ Махмудова Л.Ш./

Директор ДУМР

/Магомаева М.А./

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Первый проректор**

**И.Г. Гайрабеков**

\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**«Оборудование высокотемпературных производств»**

**Направление подготовки**

**18.04.01 «Химическая технология органических веществ»**

**Квалификация**

**бакалавр**

**Год начала подготовки: 2021**

**Грозный 2021**

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Основной целью образования по дисциплине «Оборудование высокотемпературных производств» является формирование профессиональных знаний, под которыми понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений.

**Основными обобщенными задачами дисциплины (компетенциями) являются:**

- **приобретение** понимания проблем, связанных с конструкциями аппаратов для осуществления высокотемпературных производств, проходящих в них тепловых, теплофизических и химико-технологических процессов.

- **овладение** теорией и практическими расчетами по технологии и тепловой работе высокотемпературных процессов, учитывающих требования минимизации затрат сырья и топлива, а также антропогенного воздействия на окружающую среду.

- **формирование:**

- профессиональных знаний техники и технологии различных высокотемпературных аппаратов, обеспечивающих решение поставленных технологических задач;

2. Место дисциплины «Оборудование высокотемпературных производств» в структуре ОП ВО по направлению подготовки **18.03.1 «Химическая технология»** относится к профессиональному циклу образовательной программы.

Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины естественного и образовательного циклов, а знания, умения и навыки, полученные при её изучении, будут использованы в процессе освоения специальных дисциплин при курсовом и дипломном проектировании и в практической деятельности.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>Общепрофессиональные</b>		
Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры	<b>ОПК-1.1</b> Осуществляет полный контроль технологического процесса с учетом всех нормативов.  <b>ОПК-1.2</b> Участвует в подборе	<b>Знать:</b> - основные закономерности процессов переработки нефти и газа, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию.

технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку (ОПК-3)	оборудования под определенный технологический процесс.	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии и применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчёта и проектирования оборудования различного технологического назначения и средствами подготовки конструкторско-технологической документации.</li> </ul>
---	--	---

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач. ед.		Семестры		
	ОФО	ОЗФО	8	9	
			ОФО	ОЗФО	
<b>Контактная работа (всего)</b>	72/2	27/0,75			
В том числе:					
Лекции	24/0,7	9/0,3	24	9	
Практические занятия	24/0,7	9/0,3	24	9	
Семинары					
Лабораторные работы	24/0,7	9/0,3	24	9	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>108/3</b>	<b>153/4,3</b>	<b>108</b>	<b>153</b>	
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы					
ИТР					
Рефераты					
Доклады					
Презентации					
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам	35/0,9	50/1,4	35	50	
Подготовка к практическим занятиям	35/0,9	50/1,4	35	50	
Подготовка к зачету	38/1,1	53/1,5	38	53	
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет	
<b>Вид отчетности</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>180</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

**5.Содержание дисциплины**  
**5.1. Содержание разделов дисциплины**

**Таблица 3**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Назначение высокотемпературных производств. Основная аппаратура. Методы оценки их тепловой работы, производительности и оптимальных конструктивных размеров
2	Сушильные аппараты	Назначение - удаление влаги из минерального сырья перед транспортировкой и подачей в аппарат печной обработки для обжига или плавления. Конструкции и оборудование сушилок распылительных, барабанных, кипящего слоя, ленточных и др. Аппаратурное оформление подачи материала на сушку и отвод его после сушки. Теплоизоляция.
3	Вращающиеся печи для получения анодной массы	Назначение анодной массы -производство анодов для труднотермических, сталеплавильных и др. электропечей и электролизеров (алюминия, магния и др.).
4	Установки для полукоксования бурых углей	Конструкции. Взрывобезопасность. Подготовка шихты. Печи для полукоксования в зависимости от крупности и состава угля.
5	Коксовые печи и батареи	Конструкции камер коксования, печей и коксовых батарей. Основное технологическое оборудование. Огнеупоры. Горелки для сжигания топлива в вертикальных каналах. Аппаратурные варианты тушения кокса. Теплотехнические расчеты.
6	Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки	Типы конструкций по назначению. Особенности эксплуатации. Теплотехнические расчеты.
7	Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции	Конструкции. Основное технологическое оборудование. Герметизация. Производство товарной продукции.

8	Оборудования для получения силикатных и огнеупорных материалов	Оборудование для получения стекла, керамических материалов, огнеупоров, теплоизоляционных материалов. Конструктивные и теплотехнические расчеты
---	--	--

## 5.2. Раздел дисциплин и виды занятий

Таблица 4

№ пп.	Раздел дисциплины	Лекции, час.	ПЗ час.	Всего часов
1	Введение	2	2	4
2	Сушильные аппараты..	2	2	4
3	Вращающиеся печи для получения анодной массы	2	2	4
4	Установки для полукоксования бурых углей	2	2	4
5	Коксовые печи и батареи	2	2	4
6	Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки	2	2	4
7	Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции	2	2	4
8	Оборудования для получения силикатных и огнеупорных материалов	2	2	4

## 5.2 . Лекционные занятия

Таблица 5

Раздел	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Назначение высокотемпературных производств. Основная аппаратура. Методы оценки их тепловой работы, производительности и оптимальных конструктивных размеров
2	Сушильные аппараты..	Назначение - удаление влаги из минерального сырья перед транспортировкой и подачей в аппарат печной обработки для обжига или плавления. Конструкции и оборудование сушилок распылительных, барабанных, кипящего слоя, ленточных и др. Аппаратурное оформление подачи материала на сушку и отвод его после сушки. Теплоизоляция.

3	Вращающиеся печи для получения анодной массы	Назначение анодной массы -производство анодов для труднотермических, сталеплавильных и др. электропечей и электролизеров (алюминия, магния и др.).
4	Установки для полукоксования бурых углей	Конструкции. Взрывобезопасность. Подготовка шихты. Печи для полукоксования в зависимости от крупности и состава угля.
5	Коксовые печи и батареи	Конструкции камер коксования, печей и коксовых батарей. Основное технологическое оборудование. Огнеупоры. Горелки для сжигания топлива в вертикальных каналах. Аппаратурные варианты тушения кокса. Теплотехнические расчеты.
6	Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки	Типы конструкций по назначению. Особенности эксплуатации. Теплотехнические расчеты.
7	Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции	Конструкции. Основное технологическое оборудование. Герметизация. Производство товарной продукции.
8	Оборудования для получения силикатных и огнеупорных материалов	Оборудование для получения стекла, керамических материалов, огнеупоров, теплоизоляционных материалов. Конструктивные и теплотехнические расчеты

### 5.3. Практические занятия

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Анализ и сопоставление конструкций и технико-экономических показателей промышленных сушильных аппаратов
2	Сушильные аппараты..	Расчет барабанной сушилки
3	Вращающиеся печи для получения анодной массы	Расчет вращающейся печи для получения анодной массы
4	Установки для полукоксования бурых углей	Расчет коксовой батареи
5	Коксовые печи и батареи	Изучение опыта работы высокотемпературной аппаратуры нефтеперерабатывающих заводов
6	Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки	Изучение опыта работы прокалочных печей электродного производства

7	Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции	Отечественный и зарубежный опыт по оборудованию производства стекла, силикатных материалов для химической промышленности
8	Оборудования для получения силикатных и огнеупорных материалов	Отечественный и зарубежный опыт по оборудованию производства огнеупоров для химической промышленности

## 6 Вопросы для самостоятельного изучения

Таблица 7

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	
1	Подбор оптимальных конструктивных размеров высокотемпературного оборудования	4
2	Особенности конструкции распылительных сушилок	6
3	Теплоизоляция высокотемпературного оборудования	6
4	Герметизация прокалочных печей	6
5	Конструкции печей для получения углеграфитовой продукции	6
6	Особенности конструкции электропечей и электролизеров	6
7	Взрывобезопасность печей для полукоксования	8
8	. Аппаратурные варианты тушения кокса	4
9	Горелки для сжигания топлива	4
10	Особенности эксплуатации высокотемпературной аппаратуры.	8
11	Герметизация основного технологического оборудования.	8



12	Аппараты для получения стекла, керамических материалов	10
	Всего	76

## 7. Примерная тематика курсовых работ – не предусмотрены.

### 7.1. Образец текущего контроля

*Охлаждение до температур ниже температуры окружающей среды.*

*Умеренное охлаждение (до  $\approx -100^\circ\text{C}$ ).*

*Парокомпрессионные холодильные машины.*

Хладагент (аммиак, углекислота и др.) сжимается (рис. 1) в компрессоре (1–2,  $S = \text{const}$ ), перегретый пар хладагента охлаждается до состояния насыщения в конденсаторе (2–3,  $P = \text{const}$ ), конденсируется в нем (3–4,  $T = \text{const}$ ), полученный конденсат хладагента переохлаждается от  $T$  до  $T_{\text{п}}$  в конденсаторе (4–5).

Из конденсатора (теплообменника) выводится тепловой поток  $Q_{\text{к}}$ . Далее хладагент дросселируется (5–6,  $i = \text{const}$ ) и выводится в испаритель (теплообменник), где испаряется за счет подвода теплового потока  $Q_{\text{н}}$ , отбираемого у охлаждаемого материала (6–1,  $T_0 = \text{const}$ ). Процесс охлаждения материала происходит в испарителе.

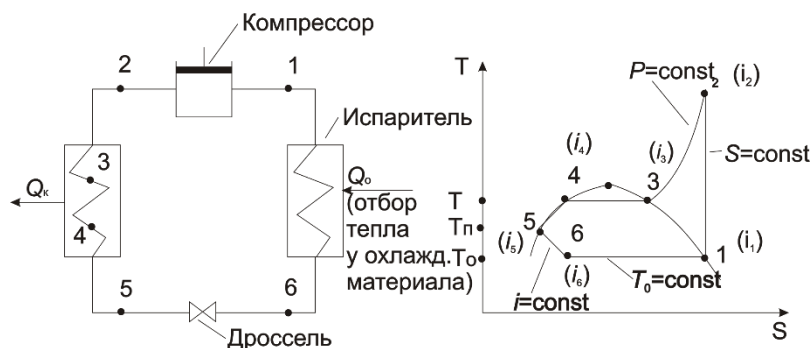


Рис. 1.

Принципиальная схема работы парокомпрессионной машины

Дано: Для парокомпрессионной холодильной установки с сухим ходом компрессора (хладагент - аммиак) требуемая холодопроизводительность  $Q_o = 104750$  кДж/ч. Температура испарения хладагента  $T_o = -20$  °С, температура конденсации  $T = 20$  °С, температура переохлаждения конденсата хладагента  $T_{II} = 15$  °С.

Определить теоретически необходимую мощность компрессора, удельную холодопроизводительность, расход циркулирующего хладагента (аммиака), расход отбираемого в конденсаторе тепла и холодильный коэффициент установки.

Решение:

7. Строят цикл в  $T-S$  диаграмме для аммиака. В каждой точке диаграммы (1, 2, 3, 4, 5, 6) определяют энтальпию:

$$i_1 = 1668 \text{ кДж/кг}, i_2 = 1848 \text{ кДж/кг}, i_3 = 1710 \text{ кДж/кг}, i_4 = 515 \text{ кДж/кг}, \\ i_5 = i_6 = 490 \text{ кДж/кг}.$$

8. Удельная холодопроизводительность  $q_o$  (холодопроизводительность 1 кг аммиака)

$$q_o = i_1 - i_6 = 1668 - 490 = 1178 \text{ кДж/кг}.$$

9. Расход циркулирующего в установке аммиака

$$G_{\text{амм}} = Q_o / q_o = \frac{104750}{1178} = 88,9 \text{ кг/ч}.$$

10. Расход отбираемого в конденсаторе тепла

$$Q_k = G_{\text{амм}} (i_2 - i_5) = 88,9(1848 - 490) = 120726 \text{ кДж/ч}.$$

11. Холодильный коэффициент установки

$$\varepsilon = \frac{i_1 - i_6}{i_2 - i_1} = \frac{1668 - 490}{1848 - 1668} = 6,5.$$

12. Теоретически необходимая мощность аммиачного компрессора

$$N_T = \frac{G_{\text{амм}} (i_2 - i_1)}{3600} = \frac{88,9(1848 - 1668)}{3600} = 4,45 \text{ кВт}.$$

## 7.2. Вопросы на зачет

1. Назначение высокотемпературных производств.
2. Основная аппаратура высокотемпературных производств.
3. Методы оценки их тепловой работы, производительности.

4. Расчет оптимальных конструктивных размеров
5. Сушильные аппараты. Назначение.
6. Удаление влаги из минерального сырья перед транспортировкой.
7. Удаление влаги перед подачей в аппарат печной обработки для обжига.
8. Удаление влаги перед подачей в аппарат печной обработки для плавления.
9. Конструкции и оборудование сушилок распылительных, барабанных, кипящего слоя, ленточных и др.
10. Аппаратурное оформление подачи материала на сушку и отвод его после сушки.
11. Теплоизоляция оборудования сушилок.
12. Вращающиеся печи для получения анодной массы
13. Назначение анодной массы -производство анодов для труднотермических электропечей.
14. Анодная масса для производства анодов талеплавильных электропечей
16. Назначение анодной массы -производство анодов для лектропечей и электролизеров (алюминия, магния и др.).
17. Установки для полукоксования бурых углей
18. Конструкции печей для полукоксования в зависимости от крупности и состава угля
19. Взрывобезопасность печей для полукоксования.
20. Оборудование для подготовка шихты
21. Коксовые печи и батареи
22. Конструкции камер коксования, печей и коксовых батарей.
23. Основное технологическое оборудование коксовых печей.
24. Классы Огнеупоров..
25. Горелки для сжигания топлива в вертикальных каналах.
26. Аппаратурные варианты тушения кокса.
27. Теплотехнические расчеты оборудования.
28. Высокотемпературная аппаратура нефтепереработки
29. Типы конструкций по назначению высокотемпературной аппаратуры.
30. Особенности эксплуатации. Теплотехнические расчеты аппаратуры.
31. Прокалочные печи для получения углеграфитовой продукции
32. Конструкции прокалочных печей.
33. Основное технологическое оборудование прокалочных печей.
34. Герметизация прокалочных печей.
35. Производство товарной углеграфитовой продукции.
36. Оборудование для получения силикатных и огнеупорных материалов
37. Оборудование для получения стекла, керамических материалов,.
38. Оборудование для получения теплоизоляционных материалов.
39. Конструктивные и теплотехнические особенности .

Образец ФОС

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**им. акад. М.Д. Миллионщикова**

Дисциплина: «Оборудование нефтепереработки»

**Билет № 1**

---

---

3. Взрывобезопасность печей для полукоксования.
4. Конструктивные и теплотехнические особенности .

Преподаватель / \_\_\_\_\_ /

Зав. кафедрой / \_\_\_\_\_ /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**7.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.**

**Таблица 7**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
<b><i>ОПК-3: способность разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку</i></b>					
<b>Знать:</b> основные закономерности процессов переработки нефти и газа, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	теоретический вопрос; практическое задание.
<b>Уметь:</b> принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии и применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>Владеть:</b> навыками расчёта и проектирования оборудования различного технологического назначения и средствами подготовки конструкторско-технологической	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

5) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со

специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- для **слабовидящих**: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

6) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху**:

- для **глухих и слабослышащих**: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для **слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

7) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

8) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата**:

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### а) основная литература

1. *Юсфин Ю.С.* Общая металлургия : М., Металлургия, 2007, 650 с.
2. *Иванова Г.Н., Кузнецов Н.Д.* и др. Теплотехнические измерения и приборы. Учебник для ВУЗов: Издательский дом МЭИ, М., 2008, 448 с.
3. *Бананов П.Г.* Процессы переработки нефти: М., 2000 г .
4. *Макаров Г.Н.* и др. Химическая технология твердых горючих ископаемых: М., Химия, 1986 г.
5. *Мастрюков Б.С.* Теплофизика металлургических процессов. М.: МИСИС, 1996, 268с.
6. *Набойченко С.С.* и др. Процессы и аппараты цветной металлургии: Изд. УГТУ, Екатеринбург, 1997, 655 с.
7. *Романков П.Г.* (Под ред.) Процессы и аппараты химической промышленности: Л., Химия ЛО, 1989, 560 с.
8. *Кривандин В.А., Марков Б.Л.* Металлургические печи: М., Металлургия, 1977, 464с.

### дополнительная

9. *Глинников М.А.* Тепловая работа сталеплавильных ванн // М., Металлургия, 1970, 407с.
10. *Вегман Е.Ф.* Окускование руд и концентратов: М., Металлургия, 1976, 224 с.
11. *Юсфин Ю.С. Базилевич Т.В.* Обжиг железорудных окатышей: М., Металлургия, 1973, 272 с.
12. *Ходоров Е.И., Шморгуненко Н.С.* Техника спекания шихт глиноземной промышленности: М., Металлургия, 1978, 320 с.
13. *Блинов О.М., Глебов Ю.Д., Прибытков И.А.* Основы металлургической теплотехники: М., Металлургия, 1973, 280 с.
14. *В.А.Кривандин, А.Арутюнов, В.С.Мастрюков* и др. Металлургическая теплотехника, т.1.: М., Металлургия, 1986. 423 с.
15. *Ефимов В.А.* Разливка и кристаллизация слитка: Металлургия, 1976, 552 с.

### в) программное обеспечение

Электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных



вузовской рабочей программой, находящейся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе.

**г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы, законодательно-правовая электронно-поисковая база по безопасности жизнедеятельности

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Использование материалов и приборов лаборатории кафедры Печных процессов и переработки энергоносителей. Использование студентами для самостоятельной работы разработанных кафедрой учебников и учебных пособий.

Для реализации лабораторного практикума по дисциплине кафедра располагает лабораторией, располагающей приборами:

4. Модель вращающейся печи с необходимыми приборами
5. Печные установки с приборами для контроля температуры и изучения кинетики сушки и прокали, спекания, плавления и затвердевания (кристаллизации) расплава а при охлаждении.
6. Комплект термостойких и температуростойких тиглей и микроскопов для изучения кинетики и результатов взаимодействия оксидов исходных шихт в процессе их печной обработки (прокали, спекание, плавление).

Составитель:  
Доцент кафедры «ТМО»  /З.С.Исраилова/

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ТМО»  /Эльмурзаев А.А./

Зав. выпускающей каф. «ХТНГ»  /Махмудова Л.Ш./

Директор ДУМР  /Магомаева М.А./