

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
по организации самостоятельной работы по дисциплине  
«Тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких  
неметаллических и силикатных материалов»**

Донецк  
2021

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
по организации самостоятельной работы по дисциплине  
«Тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких  
неметаллических и силикатных материалов»**

для обучающихся по направлению подготовки  
18.03.01 «Химическая технология»  
профиль «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных  
материалов»  
всех форм обучения

**РАССМОТРЕНО**  
на заседании кафедры  
прикладной экологии и охраны  
окружающей среды  
Протокол № 6 от 21.01.2021 г.

**УТВЕРЖДЕНО**  
на заседании учебно-издательского  
совета ДОННТУ  
Протокол № 3 от 10.03.2021 г.

Донецк  
2021

УДК 54.01+541.7(076)

М54

**Составитель:**

Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ».

М54      **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»** : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. прикладной экологии и охраны окружающей среды; сост.: С.В. Горбатко. — Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Методические рекомендации разработаны с целью оказания помощи обучающимся по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», которые содержат способы организации самостоятельной работы студентов, позволяющие более эффективно работать с учебной и научной литературой, критически осмысливать прочитанный и изученный материал по курсу.

УДК 54.01+541.7(076)

## Содержание

Введение.....	5
1. Объект, цель и задачи освоения дисциплины.....	6
2. Место дисциплины в основной образовательной программе.....	6
3. Тематика и содержание дисциплины.....	7
4. Темы лабораторных работ.....	9
5. Курсовая работа.....	9
6. Формы контроля освоения дисциплины.....	9
7. Вопросы к самостоятельному изучению.....	9
Перечень рекомендованной литературы.....	12

## ВВЕДЕНИЕ

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо изменить свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

Целью данных методических рекомендаций является организация, управление и обеспечение эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения.

## **1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина рассматривает во взаимосвязи комплекс теплотехнологических процессов, протекающих в тепловых установках и в подвергаемых тепловой обработке материалах и изделиях производства силикатных материалов, включающий процессы сжигания топлива, теплообмена, движения продуктов горения, утилизации теплоты. Рассматриваются основы расчетов тепловых процессов. Приведятся основные понятия энерготехнологии силикатных материалов и эксергетического метода анализа энерготехнологических систем.

Целью дисциплины является: формирование у обучающихся системы знаний о физико-химических тепловых процессах, протекающих при нагревании и охлаждении силикатных и тугоплавких неорганических материалах. В процессе изучения дисциплины студенты должны освоить основные виды тепловой обработки и методические подходы к расчету теплообмена, определению расхода и экономии топлива при тепловой обработке материалов.

В результате освоения дисциплины студент должен знать теоретические основы физико-химических процессов при сушке, обжиге, тепловлажностной обработке тугоплавких неметаллических и силикатных материалов; конструктивные схемы и принцип действия основных тепловых агрегатов и их узлов, основы теплотехнических расчетов; уметь выбирать нужный способ и режим проведения тепловых процессов в технологии производства керамических материалов и изделий; подобрать и обосновать выбор оптимального варианта использования тепловых агрегатов для конкретного технологического процесса; оценить экономичность теплового агрегата.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к циклу профессиональной подготовки вариативной части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

Физика;

Энерготехнология химико-технологических процессов;

Процессы и аппараты химических производств;

Общая химическая технология.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: Химическая технология огнеупоров, Химическая технология стекла и ситаллов.

### **3. ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Тема 1. Источники и процессы получения теплоты. Виды и характеристика топлива.**

Содержание темы 1: Виды и характеристика топлива. Органическое топливо и его состав. Основные технические характеристики топлива. Виды топлива, их классификация и свойства. Выбор топлива для тепловой обработки.

Литература к теме 1: [1, 2, 3].

#### **Тема 2. Физико-химические основы горения топлива.**

Содержание темы 2: Скорость процесса горения. Горение газообразного топлива. Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива.

Литература к теме 2: [1 – 4].

#### **Тема 3. Основы расчета процесса горения.**

Содержание темы 3: Расход воздуха на полное горение топлива. Расчет объема продуктов горения и их состава. Материальный баланс процесса горения. Температуры горения топлива. Расчет продуктов горения и температуры при неполном горении топлива. Определение минимальной температуры подогрева воздуха. Особенности расчета процесса полного горения бинарных топлив.

Литература к теме 3: [1 – 4].

#### **Тема 4. Сжигание топлива в технологии силикатных материалов.**

Содержание темы 4: Способы сжигания топлива и топочные устройства. Сжигание твердого топлива в слоевых топках. Сжигание газообразного топлива и газогорелочные устройства. Сжигание жидкого топлива и мазутосжигающие устройства. Сжигание пылевидного топлива. Системы подачи топлива к топливосжигающим устройствам. Техника безопасности. Показатели работы топок, печей, горелок, форсунок. Основы расчета топок, горелок, форсунок.

Литература к теме 4: [2, 3].

#### **Тема 5. Способы электронагрева и их применение.**

Содержание темы 5: Получение теплоты за счет электрического тока. Нагревательные элементы, электроды. Конструктивные особенности нагревательных устройств. Основы расчета нагревательных элементов косвенного нагрева. Основы электротехнических расчетов при осуществлении прямого нагрева.

Литература к теме 5: [1, 4].

#### **Тема 6. Процессы теплообмена и аэродинамика газовых потоков в тепловых установках. Режимы теплообмена.**

Содержание темы 6: Режимы теплообмена. Виды теплообмена и теплоносители в тепловых установках. Режимы внутреннего теплообмена. Режимы внешнего теплообмена.

Литература к теме 6: [1, 5].

#### **Тема 7. Теплообмен в пламенном пространстве печей.**

Содержание темы 7: Механизм теплообмена. Основы расчета теплообмена в пламенном пространстве печей. Факторы, влияющие на теплообмен в печи.

Литература к теме 7: [1, 4].

#### **Тема 8. Закономерности и особенности движения газовых потоков в тепловых установках технологии силикатных материалов.**

Содержание темы 8: Роль движения газовых потоков в процессах теплообмена. Виды напоров газов. Моделирование движения газов. Сопrotивления движению газов. Аэродинамика газового потока в тепловых установках при взаимодействии с кусковым материалом, изделиями. Аэродинамика газового потока при взаимодействии с тонкодисперсным материалом. Истечение газов через отверстия, насадки, сопла. Виды движения, циркуляция газов в тепловых установках. Оборудование для перемещения газов и основы его расчета.

Литература к теме 8: [1, 2].

#### **Тема 9. Теплообмен при движении газов в тепловых установках технологии силикатных материалов.**

Содержание темы 9: Основы моделирования и оптимизация процесса теплообмена. Теплообмен в тепловых установках с гравитационным слоем материала. Теплообмен в тепловых установках с пересыпающимся слоем материала. Теплообмен в тепловых установках с псевдооживленным и фонтанирующим слоем материала. Теплообмен в тепловых установках с материалом, находящимся во взвешенном состоянии и при его пневмотранспортировании. Теплообмен в тепловых установках с рабочим пространством, заполненным изделиями. Теплообмен в полупрозрачной среде. Теплообмен в установках для тепловлажностной обработки изделий.

Литература к теме 9: [1, 2].

#### **Тема 10. Тепловые процессы в материалах и изделиях, подвергаемых тепловой обработке.**

Содержание темы 10: Виды тепловой обработки. Общая характеристика процессов в силикатных материалах и изделиях. Сушка в технологии силикатных материалов. Периоды процесса сушки. Режим сушки, усадка, усадочные напряжения. Основы расчета оптимального режима сушки.

Литература к теме 10: [1, 3].



#### 4. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	Тема работы
1	Определение параметров, характеризующих состояние влажного воздуха
2	Изучение распределение температуры по толщине нагреваемой огнеупорной футеровки
3	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции
4	Определение теплофизических характеристик твердого тела методом мгновенного источника тепла
5	Изучение кинетики процесса сушки керамических масс
6	Анализ состава дымовых газов газоанализатором ОРСа

#### 5. КУРСОВАЯ РАБОТА

Тематика курсового проекта (работы) связана с расчетом одного видов тепловых агрегатов используемых в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

Объем учебной нагрузки при выполнении курсового проекта – 36 часов.

#### 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Текущий контроль** знаний студентов производится во время контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачёта в соответствии с «Положением об организации и проведении семестрового контроля знаний студентов в Донецком национальном техническом университете», в текущей редакции.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

#### 7. ВОПРОСЫ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ

1. Виды и характеристика топлива.
2. Органическое топливо.
3. Основные технические характеристики топлива.
4. Виды топлива, их классификация и свойства.
5. Физико-химические основы горения топлива.
6. Скорость процесса горения.
7. Горение газообразного топлива.
8. Горение твердого топлива.

9. Горение жидкого топлива.
10. Расход воздуха на полное горение топлива.
11. Расчет объема продуктов горения и их состава.
12. Материальный баланс процесса горения.
13. Температуры горения топлива.
14. Расчет продуктов горения и температуры при неполном горении топлива.
15. Определение минимальной температуры подогрева воздуха.
16. Особенности расчета процесса полного горения бинарных топлив.
17. Способы сжигания топлива и топочные устройства в технологии силикатных материалов.
18. Сжигание твердого топлива в слоевых топках.
19. Сжигание газообразного топлива и газогорелочные устройства.
20. Сжигание жидкого топлива и мазутосжигающие устройства.
21. Сжигание пылевидного топлива.
22. Системы подачи топлива к топливосжигающим устройствам.
23. Показатели работы топок, печей, горелок, форсунок.
24. Основы расчета топок, горелок, форсунок.
25. Получение теплоты за счет электрического тока.
26. Конструктивные особенности нагревательных устройств.
27. Виды теплообмена и теплоносители в тепловых установках.
28. Режимы внутреннего теплообмена.
29. Режимы внешнего теплообмена.
30. Теплообмен в пламенном пространстве печей.
31. Факторы, влияющие на теплообмен в печи.
32. Закономерности и особенности движения газовых потоков в тепловых установках технологии силикатных материалов.
33. Роль движения газовых потоков в процессах теплообмена.
34. Аэродинамика газового потока в тепловых установках при взаимодействии с кусковым материалом, изделиями.
35. Аэродинамика газового потока при взаимодействии с тонкодисперсным материалом.
36. Виды движения, циркуляция газов в тепловых установках
37. Оборудование для перемещения газов.
38. Теплообмен при движении газов в тепловых установках технологии силикатных материалов.
39. Теплообмен в тепловых установках с гравитационным слоем материала.
40. Теплообмен в тепловых установках с пересыпающимся слоем материала.
41. Теплообмен в тепловых установках с псевдооживленным и фонтанирующим слоем материала.
42. Теплообмен в тепловых установках с материалом, находящимся во взвешенном состоянии и при его пневмотранспортировании.

43. Теплообмен в тепловых установках с рабочим пространством, заполненным изделиями.
44. Теплообмен в полупрозрачной среде.
45. Теплообмен в установках для тепловлажностной обработки изделий.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тепловые агрегаты и установки : учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / О.Ю. Баженова [и др.].. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2020. — 96 с. — ISBN 978-5-7264-2178-0. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101839.html>

2. Расчеты в технологии керамики, стекла и вяжущих материалов : учебное пособие / С.И. Нифталиев [и др.].. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 52 с. — ISBN 978-5-00032-426-4. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95376.html>

3. Тепловой и аэродинамический расчеты котельных установок : учебное пособие / С.Н. Смородин [и др.].. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. — 200 с. — ISBN 978-5-91646-150-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102479.html>

4. Тепловые установки и основы теплотехники : лабораторный практикум / Н.П. Кудеярова [и др.].. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 95 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80525.html>

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**по организации самостоятельной работы по дисциплине**  
**«Тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких**  
**неметаллических и силикатных материалов»**

**Составитель:**

Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ».

**Ответственный за выпуск:**

Шаповалов Валерий Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная экология и охрана окружающей среды» ГОУВПО «ДОННТУ».