

**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
«Расчёт и проектирование систем защиты окружающей среды»**

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
«Расчёт и проектирование систем защиты окружающей среды»**

для обучающихся по направлению подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»
профиль «Инженерная защита окружающей среды»
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 504.06(076)
М54

Составители:

Ганнова Юлия Николаевна – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»;
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 «Расчёт и проектирование систем защиты окружающей среды»** : для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиль «Инженерная защита окружающей среды» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. прикладной экологии и охраны окружающей среды ; сост.: Ю. Н. Ганнова, С. В. Горбатко. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

В методических рекомендациях приведены объяснения по организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Расчёт и проектирование систем защиты окружающей среды», 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 504.06(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 практических занятий.....	9
5. Курсовой проект.....	9
6. Формы контроля освоения дисциплины.....	10
7. Перечень тем для самостоятельного изучения.....	10
Перечень рекомендованной литературы.....	13

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 вопросы изучения основных типовых процессов химической технологии, изучение принципов работы аппаратов и их конструктивные особенности, изучение методов расчета процессов и аппаратов для осуществления производственного цикла.

Целью дисциплины является получение знаний, которые должны быть синтетически использованы при разработке наиболее эффективных с технико-экономической точки зрения процессов производства в любых отраслях химической технологии.

В результате освоения дисциплины студент должен знать основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчет.

Уметь определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса в соответствии с каталогами на оборудование и справочной литературой. Уметь применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической технологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: Теоретические основы защиты окружающей среды, Технология основных производств, Технология очистки от аэрозолей.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по дисциплине «Расчет и проектирование систем защиты окружающей среды», изучении последующих дисциплин «Системы защиты биосферы. Технология очистки газовых выбросов», «Системы защиты биосферы. Технологии и устройства для переработки твёрдых отходов», прохождении учебной и производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3. ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение. Основы гидравлики

Содержание темы 1:

Предмет и задачи курса. Классификация процессов. Использование основных физических законов: материальный баланс, энергетический баланс, условия равновесия, скорость та кинетика процессов.

Основные физические свойства жидкости: плотность, удельный объем, вязкость (динамическая, кинематическая). Гидростатическое давление. Уравнение Бернулли.

Литература к теме 1: [1-4]

Тема 2. Перемещение жидкости по трубопроводам

Содержание темы 2:

Расчет потери давления в трубопроводах. Местные сопротивления. Расчет диаметра трубопроводов. Расчет и подбор насосов для перекачивания жидкости.

Литература к теме 2: [1-4]

Тема 3. Разделение жидких неоднородных систем.

Содержание темы 3:

Понятие неоднородных систем, их классификация зависимо от физического состояния фаз. Отстаивание: типы отстойников, расчет отстойников. Фильтрация: общие сведения, классификация фильтров, расчет фильтров. Разделение в поле отцентрованных сил: классификация центрифуг.

Литература к теме 3: [1-4]

Тема 4. Очистка газов.

Содержание темы 4:

Классификация аппаратов для очистки газов. Степень очистки. Сравнение и выбор газоочистного оборудования. Расчет и выбор пылеосадительных камер и циклона.

Литература к теме 4: [1-4]

Тема 5. Массообменные процессы. Абсорбция. Адсорбция

Содержание темы 5:

Общие понятия о массообменных процессах. Виды процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Закон Дальтона. Закон Рауля. Равновесие при массопередаче. Коэффициент распределения. Линия равновесия. Направление процесса. Материальный баланс массообменных процессов. Рабочая линия процесса. Основное уравнение массопередачи. Движущая сила массообменных процессов. Число единиц переноса. Модифицированные уравнения массопередачи. Высота единиц переноса.

Скорость процесса массопередачи. Молекулярная диффузия (I закон Фика). Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии. Дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде. Механизм процесса массопереноса. Уравнение массоотдачи. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи. Подобие процессов переноса массы. Критерии подобия. Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Закон Генри. Материальный баланс процесса. Связь удельного расхода абсорбента с размерами аппарата. Тепловой баланс и температура абсорбента. Десорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. Поверхностные и пленочные абсорберы. Насадочные абсорберы. Режимы работы. Требования, предъявляемые к насадкам. Барботажные абсорберы. Гидродинамические режимы работы. Типы тарелок. Принципы расчета насадочных и тарельчатых абсорберов.

Равновесие при адсорбции. Промышленные адсорбенты. Материальный баланс процесса адсорбции. Кинетика процесса адсорбции. Принципиальные схемы адсорбции. Устройство адсорбционных аппаратов. Ионный обмен.

Литература к теме 5: [1-4]

Тема 6. Теплообменные процессы

Содержание темы 6:

Способы переноса тепла. Основное уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация. Конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре. Методика теплового расчета теплообменных аппаратов. Движущая сила тепловых процессов (средний температурный напор). Уравнение теплового баланса теплообменника. Определение поверхности теплообменника. Теплопроводность. Температурное поле и температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок. Тепловое излучение. Законы Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Лучистый теплообмен. Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена Фурье – Кирхгофа. Критерии теплового подобия. Теплообмен при постоянных температурах теплоносителей. Коэффициент теплопередачи. Опытные данные по конвективному теплообмену. Теплоотдача при вынужденном и свободном движении жидкостей и газов внутри и снаружи труб. Теплоотдача при конденсации и кипении жидкостей.

Литература к теме 6: [1-4]

Тема 7. Выпаривание. Кристаллизация.

Содержание темы 7:

Определение. Условия непрерывности процесса выпаривания. Методы отвода пара. Материальный баланс выпарного аппарата. Тепловой баланс выпарного аппарата.

Способы образования перенасыщенных растворов. Материальный баланс. Тепловой баланс. Устройство кристаллизаторов.

Литература к теме 7: [1-4]

Тема 8. Сушка

Содержание темы 8:

Общие сведения. Основные способы сушки. Свойства влажного газа (воздуха). I-x диаграмма влажного воздуха. Материальный баланс сушки. Тепловой баланс.

Литература к теме 8: [1-4]

4. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Тема занятия
1	Введение. Основы гидравлики Расчет насосов. Методика определения концентрации пыли в технологических газах.
2	Перемещение жидкости по трубопроводам
3	Разделение жидких неоднородных систем: отстаивание, центрифугирование, фильтрация.
4	Очистка газов. Расчет пылеосадительных камер. Расчет циклонов.
5	Массообменные процессы. Абсорбция. Адсорбция Материальный расчет абсорбера. Конструктивный расчет абсорбера.
6	Теплообменные процессы. Расчет теплообменников.
7	Выпаривание. Кристаллизация. Расчет однокорпусной выпарной установки.
8	Сушка. Расчет барабанной сушилки.

5. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тематика курсового проекта связана с самостоятельным выполнением расчетной работы по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях, практических и лабораторных занятиях и изучаются студентом самостоятельно.

Объем учебной нагрузки при выполнении курсового проекта –36 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по курсовому проекту – 25-35 страниц формата А4 (210×297 мм).

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. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

1. Основы гидравлики.
2. Использование основных физических законов: материальный баланс, энергетический баланс, условия равновесия, скорость та кинетика процессов.
3. Основные физические свойства жидкости: плотность, удельный объем, вязкость (динамическая, кинематическая).
4. Гидростатическое давление.
5. Уравнение Бернулли.
6. Перемещение жидкости по трубопроводам
7. Расчет потери давления в трубопроводах.
8. Местные сопротивления.
9. Расчет диаметра трубопроводов.
10. Расчет и подбор насосов для перекачивания жидкости.
11. Разделение жидких неоднородных систем.
12. Понятие неоднородных систем, их классификация зависимо от физического состояния фаз.
13. Отстаивание: типы отстойников, расчет отстойников.
14. Фильтрация: общие сведения, классификация фильтров, расчет фильтров.
15. Разделение в поле отцентрованных сил: классификация центрифуг.
16. Очистка газов.
17. Классификация аппаратов для очистки газов.
18. Степень очистки.
19. Сравнение и выбор газоочистного оборудования.
20. Расчет и выбор пылесадительных камер и циклона.
21. Массообменные процессы.
22. Абсорбция.
23. Адсорбция
24. Виды процессов массопередачи.

25. Способы выражения состава фаз.
26. Закон Дальтона.
27. Закон Рауля.
28. Равновесие при массопередаче.
29. Коэффициент распределения.
30. Линия равновесия.
31. Направление процесса.
32. Материальный баланс массообменных процессов.
33. Рабочая линия процесса.
34. Основное уравнение массопередачи.
35. Движущая сила массообменных процессов.
36. Число единиц переноса.
37. Модифицированные уравнения массопередачи.
38. Высота единиц переноса.
39. Скорость процесса массопередачи.
40. Молекулярная диффузия (I закон Фика).
41. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии.
42. Дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде.
43. Механизм процесса массопереноса.
44. Уравнение массоотдачи.
45. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи.
46. Подобие процессов переноса массы.
47. Критерии подобия.
48. Абсорбция Равновесие при абсорбции.
49. Закон Генри.
50. Материальный баланс процесса.
51. Связь удельного расхода абсорбента с размерами аппарата.
52. Тепловой баланс и температура абсорбента.
53. Десорбция.
54. Устройство абсорбционных аппаратов.
55. Поверхностные и пленочные абсорберы.
56. Насадочные абсорберы.
57. Режимы работы.
58. Требования, предъявляемые к насадкам.
59. Барботажные абсорберы.
60. Гидродинамические режимы работы.
61. Типы тарелок.
62. Принципы расчета насадочных и тарельчатых абсорберов.
63. Равновесие при адсорбции.
64. Промышленные адсорбенты.
65. Материальный баланс процесса адсорбции.
66. Кинетика процесса адсорбции.
67. Принципиальные схемы адсорбции.
68. Устройство адсорбционных аппаратов. Ионный обмен.

69. Теплообменные процессы
70. Способы переноса тепла.
71. Основное уравнение теплопередачи.
72. Теплообменные аппараты. Классификация.
73. Конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
74. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре
75. Методика теплового расчета теплообменных аппаратов
76. Движущая сила тепловых процессов (средний температурный напор).
77. Уравнение теплового баланса теплообменника.
78. Определение поверхности теплообменника.
79. Теплопроводность.
80. Температурное поле и температурный градиент.
81. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
82. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок.
83. Тепловое излучение.
84. Законы Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.
85. Лучистый теплообмен.
86. Конвективный теплообмен Уравнение Ньютона.
87. Коэффициент теплоотдачи.
88. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена Фурье – Кирхгофа.
89. Критерии теплового подобия.
90. Теплообмен при постоянных температурах теплоносителей.
91. Коэффициент теплопередачи.
92. Опытные данные по конвективному теплообмену.
93. Теплоотдача при вынужденном и свободном движении жидкостей и газов внутри и снаружи труб.
94. Теплоотдача при конденсации и кипении жидкостей.
95. Выпаривание. Кристаллизация.
96. Условия непрерывности процесса выпаривания.
97. Методы отвода пара.
98. Материальный баланс выпарного аппарата.
99. Тепловой баланс выпарного аппарата.
100. Способы образования перенасыщенных растворов.
101. Материальный баланс. Тепловой баланс.
102. Устройство кристаллизаторов.
103. Основные способы сушки.
104. Свойства влажного газа (воздуха).
105. I-x диаграмма влажного воздуха. Материальный баланс сушки. Тепловой баланс.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 544 с. — ISBN 078-5-93808-349-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97815.htm>

2. Смаль, Д. В. Процессы и аппараты химической технологии. Часть 1 : учебное пособие / Д. В. Смаль, А. В. Черкасов, Ю. Н. Осипов. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 77 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80521.html>

3. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) : практикум. Учебное пособие / А. Н. Остриков, А. А. Смирных, И. Н. Болгова [и др.]. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. — 232 с. — ISBN 978-5-00032-325-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76435.html>

4. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 860 с. — ISBN 978-5-7882-2154-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75637.html>

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по организации самостоятельной работы по дисциплине
«Расчёт и проектирование систем защиты окружающей среды»

Составители:

Ганнова Юлия Николаевна – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»;
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».