

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.02 Реагентные методы очистки воды в ЦБП

Учебный план: ФГОС3++b180301.19-1_21-14.plx

Кафедра: **11** Общей и неорганической химии

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая и биотехнология переработки растительного сырья
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоём- кость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------|
| | Лекции | Лаб. занятия | | | | | |
| 5 | УП | 17 | 34 | 56,75 | 0,25 | 3 | Зачет |
| | РПД | 17 | 34 | 56,75 | 0,25 | 3 | |
| Итого | УП | 17 | 34 | 56,75 | 0,25 | 3 | |
| | РПД | 17 | 34 | 56,75 | 0,25 | 3 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент
старший преподаватель

Фёдорова О.В.

Смит Р.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Луканина Т.Л.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смирнова Е.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области системных знаний о свойствах природной и производственной воды, методах ее контроля и реагентной подготовки для проведения химических процессов по технологическому регламенту, обеспечивающему высокое качество продукции и эффективность технологических процессов в ЦБП.

1.2 Задачи дисциплины:

- Обучить студентов основам знаний о химии воды, о характере примесей природных и сточных вод в зависимости от различных факторов;
- Раскрыть принципы обоснованного подхода к выбору способа обработки воды для получения продукта необходимого качества;
- Рассмотреть теоретические основы реагентных методов удаления примесей;
- Показать основные принципы контроля качества воды.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Коллоидная химия

Физическая химия

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Математика

Органическая химия

Общая и неорганическая химия

Экология

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|--|
| ПК-2: Способен контролировать обеспечение конкретного производства сырьем, химикатами, вспомогательными материалами |
| Знать: основные принципы организации водоочистных мероприятий на предприятиях ЦБП |
| Уметь: грамотно проанализировать степень загрязнения и очистки воды, используемой при производстве волокнистых полуфабрикатов |
| Владеть: экспериментальными методами оценки качества реагентной очистки воды |

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | СР (часы) | Инновац. формы занятий | Форма текущего контроля |
|--|---------------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Лаб. (часы) | | | |
| Раздел 1. Классификация показателей качества и методов очистки воды | 5 | | | | | О |
| Тема 1. Предмет дисциплины «Реагентные методы очистки воды в ЦБП». Назначение воды в целлюлозно-бумажном производстве. | | 0,25 | | 2 | ИЛ | |
| Тема 2. Классификация природных вод. Природный и промышленно-бытовой круговороты воды. Виды примесей воды. | | 0,5 | | 2 | ИЛ | |
| Тема 3. Показатели качества воды и методы их определения. Основные нормативы содержания загрязняющих веществ, образующихся в технологических процессах ЦБП | | 1 | | 3 | ИЛ | |
| Тема 4. Классификация методов очистки и последовательность их применения в зависимости от происхождения (природная, сточная) воды | | 1 | | 4 | ИЛ | |
| Тема 5. Техника безопасности в химической лаборатории. Лабораторная работа № 1. Методы и приемы работы в химической лаборатории | | | 4 | 1 | ГД | |
| Раздел 2. Реагентная обработка воды. Предочистка | | | | | | |
| Тема 6. Реагентные методы очистки воды. Сущность методов осаждения. Виды и назначение. | 0,75 | | 5 | ИЛ | | |

| | | | | | | |
|--|--|-----|---|---|----|--|
| <p>Тема 7. Способы интенсификации реагентной очистки: избыток реагентов, нагрев. Процессы, сопутствующие термообработке воды при реагентной очистке - смещение углекислотного равновесия, снижение карбонатной жёсткости. Лабораторная работа № 2. Определение различных видов жесткости и термическое умягчение воды</p> | | 1 | 4 | 5 | ИЛ | |
| <p>Тема 8. Реагентные методы умягчения: известкование, известково-содовый, натронно-содовый, фосфатный Лабораторная работа № 3. Определение дозы реагентов и проведение известково-содового умягчения воды</p> | | 1 | 6 | 4 | ИЛ | |
| <p>Тема 9. Обескремнивание воды. Назначение и способы удаления соединений кремния. Формы нахождения кремния в воде. Лабораторная работа № 4. Определение кремнесодержания, расчёт дозы каустического магнезита и магнезиальное обескремнивание воды</p> | | 1,5 | 4 | 2 | ИЛ | |
| <p>Тема 10. Физико-химические основы коагуляции. Коллоидное состояние вещества. Свойства коллоидных систем. Строение коллоидной частицы. Причины устойчивости и условия разрушения коллоидных систем. Коагулянты, используемые в производстве. Эксплуатация осветительных фильтров. Оптимальные условия проведения процесса коагуляции. Технология коагуляции солями алюминия. Корректирующие добавки кислоты и щелочи. Применение полиэлектролитов. Лабораторная работа № 5. Обесцвечивание воды методом коагуляции. Выбор оптимальных доз реагентов.</p> | | 2 | 6 | 6 | ИЛ | |

| | | | | | | |
|---|--|---|---|---|----|-----|
| <p>Тема 11. Удаление грубодисперсных примесей (осадков) из воды: процеживание и фильтрование. Решётки, песколовки, отстойники. Задачи фильтрования воды. Фильтрование пленочное и адгезионное. Основы теории работы фильтрующего слоя. Факторы, влияющие на процесс фильтрования: высота слоя, размер зерен, характер нагрузки, скорость, природа примесей и др. Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним. Конструкция песчано-гравийных фильтров и фильтров намывного типа.</p> | | 1 | | 4 | ИЛ | |
| <p>Тема 12. Утилизация осадков очистных сооружений. Состав осадков и их виды. Направления использования осадков стоков.</p> | | 1 | | 4 | ИЛ | |
| <p>Тема 13. Обезжелезивание воды. Соединения железа в воде. Способы очистки воды от железа: реагентные, каталитическое окисление, сорбционные методы Лабораторная работа № 6. Определение содержания ионов железа в воде и сорбционное обезжелезивание воды</p> | | 1 | 4 | 4 | ИЛ | |
| <p>Раздел 3. Доочистка воды после реагентной обработки</p> | | | | | | |
| <p>Тема 14. Ионный обмен (ИО) в технологии доочистки воды. Понятие о катионитах и анионитах, принцип метода ионирования. Закономерности ИО: эквивалентность, обратимость, селективность. Технологические показатели ионитов. Виды обменной емкости. Факторы, влияющие на величину обменной ёмкости. Характеристика выходной кривой поглощения примесей воды ионитом.</p> | | 1 | | 3 | ИЛ | О,Л |
| <p>Тема 15. Na-катионирование. Реакции, протекающие при Na-катионировании воды и регенерации Na-катионита. Влияние на эффект умягчения воды качества исходной воды и режима регенерации. Лабораторная работа № 7. Определение динамической обменной емкости ионита и умягчение воды</p> | | 1 | 6 | 4 | ИЛ | |

| | | | | | |
|--|-------|----|-------|----|--|
| Тема 16. Область применения Н-катионирования. Реакции, протекающие при Н-катионировании воды и при регенерации Н-катионита. Определение ДОЕ ионита при обмене трёх видов ионитов. Характеристика выходной кривой. Классификация ионообменных фильтров. Схемы ионообменной обработки воды. Умягчение воды. Параллельное, последовательное и совместное Н-Na- катионирование. Химическое обессоливание воды. Схема глубокого обессоливания и обескремнивания воды с двумя ступенями ОН-анионирования. Качество воды после каждой стадии обработки. Область применения. | 1 | | 2 | ИЛ | |
| Тема 17. Мембранные методы очистки. Назначение, виды и сущность метода. Конструкция фильтрующего элемента. Обратный осмос | 2 | | 1,75 | ИЛ | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 17 | 34 | 56,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | 0,25 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | 51,25 | | 56,75 | | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|---|---|
| ПК-2 | Формулирует основные принципы организации водопотребления на предприятиях ЦБП Ориентируется в типовых методах контроля качества исходной и подготовленной воды Подбирает методики проведения и метрологической оценки результатов химического анализа | 1. Вопросы для устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания |

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|------------------|--|---|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| Зачтено | Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных методов водоподготовки, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; может обоснованно подобрать схему процесса водоподготовки и анализа контроля качества воды; выполнил и оформил все лабораторные работы | Правильно подобрал алгоритм решения предлагаемой в билете задачи, провел все необходимые вычислительные действия, корректно интерпретировал результаты. |
| Не зачтено | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные принципы | Не смог корректно решить предложенную в билете задачу, не может воспользоваться предложенными формулами, не в состоянии |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>организации водопотребления на химическом предприятии; плохо ориентируется в основных понятиях, определениях и методах контроля качества воды; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.</p> | <p>устранить помарки даже под руководством преподавателя</p> |
|--|---|--|

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|-----------|--|
| Семестр 5 | |
| 1 | Классификация природных и сточных вод |
| 2 | Показатели качества воды: технологические, физические, химические, санитарно-бактериологические. Способы их определения, размерности |
| 3 | Особенности органических примесей природных вод |
| 4 | Классификация примесей природных вод по фазово-дисперсной характеристике, по химическому составу |
| 5 | Методы удаления примесей из воды (общие принципы) |
| 6 | Задачи химических методов обработки воды в ЦБП |
| 7 | Влияние примесей природной воды на процесс накипеобразования и на качество производимых волокнистых полуфабрикатов |
| 8 | Углекислотное равновесие |
| 9 | Влияние примесей природной воды на процесс коррозии оборудования, методы борьбы |
| 10 | Методы снижения агрессивности воды и жесткости термическим методом |
| 11 | Реагентные методы очистки воды. Сущность методов осаждения. |
| 12 | Виды и назначение реагентной очистки, способы её интенсификации. |
| 13 | Реагентные методы умягчения: известкование, известково-содовый, натронно-содовый, фосфатный. |
| 14 | Определение дозы химикатов при реагентной очистке |
| 15 | Формы нахождения кремния в воде. Обескремнивание воды. Назначение и способы удаления соединений кремния. |
| 16 | Механизм обесцвечивания воды. Условия разрушения коллоидных систем – коагуляция. Особенности коллоидного состояния вещества. Строение коллоидной частицы |
| 17 | Условия проведения практической коагуляции. Коагулянты, используемые в водоподготовке. Применение флокулянтов для интенсификации коагуляции |
| 18 | Совмещение процессов коагуляции, известкования и магнезиального обескремнивания. Контактная коагуляция, особенности. Принцип работы осветлителя |
| 19 | Утилизация осадков очистных сооружений. Состав осадков и их виды. Направления использования осадков стоков. |
| 20 | Удаление грубодисперсных примесей из воды: процеживание (сита, решётки). Песколовки. |
| 21 | Отстаивание воды. Сущность и назначение. Типы отстойников. |
| 22 | Удаление грубодисперсных примесей из воды: фильтрование. Задачи фильтрования воды. Фильтрование пленочное и адгезионное. |
| 23 | Основы теории работы фильтрующего слоя. Факторы, влияющие на процесс фильтрования: высота слоя, размер зерен, характер нагрузки, скорость, природа примесей и др. |
| 24 | Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним. Конструкция песчано-гравийных фильтров и фильтров намывного типа. |
| 25 | Обезжелезивание воды. Соединения железа в воде. Способы очистки воды от железа: реагентные, каталитическое окисление, сорбционные методы |
| 26 | Ионный обмен (ИО) в технологии доочистки реагентно обработанной воды. Понятие о катионитах и анионитах. Принципы метода ионирования. |
| 27 | Закономерности ИО: эквивалентность, обратимость, селективность. |
| 28 | Обмен ионов в статических и динамических условиях. Технологические показатели ионитов. Виды обменной емкости. Факторы, влияющие на величину обменной ёмкости. Характеристика выходной кривой поглощения примесей воды ионитом. |
| 29 | Na-катионирование. Реакции, протекающие при Na-катионировании воды и регенерации Na-катионита. Влияние на эффект умягчения воды качества исходной воды и режима регенерации. |
| 30 | Область применения H-катионирования. Реакции, протекающие при H-катионировании воды и при регенерации H-катионита. |

| | |
|----|--|
| 31 | Определение ДОЕ ионита при обмене трёх видов ионитов. Характеристика выходной кривой. |
| 32 | Умягчение воды. Параллельное, последовательное и совместное H-Na- катионирование. |
| 33 | Химическое обессоливание воды. Схема глубокого обессоливания и обескремнивания воды с двумя ступенями ОН-анионирования. Качество воды после каждой стадии обработки. Область применения. |
| 34 | Ультрафильтрация и нанофильтрация. Назначение и особенности метода, аппаратное оформление |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определите общую (Що) и гидратную (Щфф) щёлочность, а также содержание CO_3^{2-} , OH^- , HCO_3^- (ммоль/дм³), если известно, что на титрование пробы объёмом 20 см³ с индикатором метилоранж было израсходовано 1,19 см³ соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм³.

2. Определите содержание CO_3^{2-} , OH^- , HCO_3^- (ммоль/дм³), а также объём раствора соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/дм³ необходимый для определения общей (V0) и гидратной (Vфф) щёлочности, если известно, что в пробе воды объёмом 20 см³ величина общей и гидратной щёлочности составляет 6,22 и 2,70 ммоль/дм³ соответственно.

3. Рассчитайте общее солесодержание (Ссол, мг/кг), содержание хлорид ионов (СCl, мг/кг), жесткость общую (Ж0), кальциевую (ЖCa) и магниевую (ЖMg) (ммоль/дм³), если известно, что в 1 дм³ анализируемой воде содержится 117 мг NaCl, 5,6 мг CaCl₂, 24,8 мг MgSO₄.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|--|--|---|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Первов, А. Г., Андрианов, А. П., Спицов, Д. В., Горбунова, Т. П. | Водоснабжение. Технология очистки природных вод | Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ | 2014 | http://www.iprbookshop.ru/30340.html |
| Чиж, В. А., Карницкий, Н. Б., Криксина, Е. Н., Нерезько, А. В. | Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС | Минск: Вышэйшая школа | 2012 | http://www.iprbookshop.ru/20204.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| Чиркова, Е. И. | Системы водоснабжения и водоотведения | Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ | 2018 | http://www.iprbookshop.ru/86433.html |
| А.А. Комиссаренков [и др.] | Основы водоподготовки в целлюлозно-бумажной промышленности и теплоэнергетике [Текст] : учебно-методическое пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП | 2012 | http://nizrp.narod.ru/vodopodgot.htm |

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|---|
| Виноградова Н. В. | Водозаборные сооружения из поверхностных источников | Иваново: Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ | 2004 | http://www.iprbookshop.ru/17726.html |
| Локшина, О. Л. | Водоснабжение и водоотведение | Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ | 2008 | http://www.iprbookshop.ru/21569.html |
| Староверов, С. В., Киреев, В. М. | Водоснабжение промышленных предприятий | Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ | 2012 | http://www.iprbookshop.ru/28341.html |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
 Электронно-библиотечная система "Айбукс" [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|--|
| Б-306 | Вытяжные шкафы, весы аналитические, комплект посуды для количественного анализа и водоподготовки, вакуумный сушильный шкаф, электрические плитки, спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, концентратомер КН-1, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3» |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |