

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры  
«Санитарно-технические системы»  
«20» января 2023 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ Р.А. Ковалев

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Химия воды и процессы водоподготовки»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**08.03.01 – "Строительство"**

с профилем  
**"Теплогазоснабжение и вентиляция"**

Форма(ы) обучения: очная, очно-заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-06-23

Тула 2023

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик(и):**

Сальников Б.Ф., доцент, к.т.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



---

(подпись)

## **1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## **2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.1)**

1. Классификация методов умягчения воды
2. Термический метод умягчения воды
3. Известкование воды. Декарбонизация
4. Известково-содовый метод умягчения воды.
5. Едко-натровый метод умягчения воды
6. Содово-натриевый метод умягчения воды
7. Бариевый метод умягчения воды
8. Оксалатный метод умягчения воды
9. Схема напорной водоумягчительной установки
10. Вихревой реактор
11. Схема реагентного умягчения воды с осветлителем
12. Осветлитель для умягчения воды конструкции проф. Е.Ф.Кургаева
13. Термо-химический метод умягчения воды
14. Магнитная обработка воды для предупреждения накипеобразования
15. Умягчение воды катионированием. Сущность метода
16. Полная и рабочая обменная емкость катионита. Длительность межрегенерационного периода
17. Катиониты и их свойства
18. Умягчение воды натрий-катионированием
19. Принцип работы натрий-катионитового фильтра с противоточной регенерацией
20. Двухступенчатое натрий-катионирование
21. Водород-натрий-катионитовое умягчение воды. Химизм метода
22. Параллельное водород-натрий катионирование
23. Последовательное водород-натрий катионирование
24. Совместное водород-натрий катионирование
25. Водород-натрий катионирование с голодной регенерацией водород-катионитовых фильтров

26. Расчет фильтров при водород-натрий катионировании
27. Умягчение воды натрий-хлор-ионированием
28. Известково-катионитовый метод умягчения воды
29. Вспомогательные устройства катионитовых установок. Схема солевого хозяйства
30. Вспомогательные устройства катионитовых установок. Схема кислотного хозяйства
31. Методы опреснения и обессоливания воды. Их классификация
32. Дистилляция воды
33. Кристаллизационный метод опреснения воды
34. Метод гелиоопреснения воды
35. Ионообменный метод опреснения и обессоливания воды
36. Фильтры смешанного действия (ФСД)
37. Фильтры ФСД с выносной регенерацией
38. Схема реагентного хозяйства NaOH
39. Опреснение воды электродиализом
40. Схемы работы электродиализных установок: прямоточная, циркуляционно-порционная, циркуляционная
41. Газогидратное опреснение воды
42. Теоретические основы обратного осмоса
43. Схема обратно-осмотической установки
44. Виды и причины зарастания труб и оборудования
45. Стабильность воды. Показатели стабильности
46. Стабилизационная обработка воды при отрицательном индексе насыщения
47. Стабилизационная обработка воды при положительном индексе насыщения
48. Применение гексаметафосфата натрия и триполифосфата натрия для стабилизационной обработки воды
49. Магнитная обработка воды с целью стабилизации
50. Ультразвуковая стабилизационная обработка воды
51. Обработка охлаждающей воды от биологических обрастаний
52. Использование гипохлорита натрия для обработки охлаждающей воды

### **3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.1)**

##### **1**

#### **Чем обуславливается временная жесткость природной воды**

1. гидрокарбонатами и карбонатами натрия и калия
2. сульфатами и хлоридами
3. суммой катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$
4. гидрокарбонатами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$

##### **2**

#### **Общая жесткость воды обуславливается**

1. суммой катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$
2. суммой катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Na}^{2+}$
3.  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$
4.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$

##### **3**

**Сущность реагентного метода умягчения заключается**

1. в удалении катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на катионовых фильтрах
2. в удалении катионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{H}^+$  на катионовых фильтрах
3. в удалении катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  при помощи реагентов, переводящих их в нерастворимое соединение
4. в удалении катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  при помощи солей  $\text{Na}^+$  или сильных кислот

## 4

**Какой из методов не относится к методам реагентного умягчения**

1. известковый, известково-содовый
2. едконатровый, известковый
3. фосфатный, бариевый
4. сульфатный, хлоридный

## 5

**Известковый метод применяется**

1. для устранения из воды карбонатной жесткости
2. для полного устранения жесткости воды
3. для устранения некарбонатной жесткости
4. для перевода кальциевой некарбонатной жесткости в натриевую некарбонатную

## 6

**Количество умягчаемой воды в % при работе станции на хозяйственно-питьевой водопровод определяется зависимостью,** где  $J_{\text{исх}}$  – жесткость исходной воды;  $J_{\text{ос}}$  – жесткость воды, поступающей в сеть;  $J_{\text{оу}}$  – жесткость умягченной воды

1.  $Q_y = \frac{J_{\text{исх}} - J_{\text{ос}}}{J_{\text{исх}} + J_{\text{оу}}} \cdot 100\%$
2.  $Q_y = \frac{J_{\text{исх}} + J_{\text{ос}}}{J_{\text{исх}} + J_{\text{оу}}} \cdot 100\%$
3.  $Q_y = \frac{J_{\text{исх}} - J_{\text{ос}}}{J_{\text{исх}} - J_{\text{оу}}} \cdot 100\%$
4.  $Q_y = \frac{J_{\text{исх}} - J_{\text{оу}}}{J_{\text{исх}} - J_{\text{ос}}} \cdot 100\%$

## 7

**Чему равна общая жесткость воды  $J_0$**  при следующих данных  $\text{Ca}^{2+} = 140.3$  мг/л и  $\text{Mg}^{2+} = 60.8$  мг/л (атомная масса  $\text{Ca} = 40.8$ ,  $\text{Mg} = 24.3$ )

1.  $J_0 = 6.3$  мг·экв/л
2.  $J_0 = 9.0$  мг·экв/л
3.  $J_0 = 12.0$  мг·экв/л
4.  $J_0 = 15.2$  мг·экв/л

## 8

**Чему равна временная жесткость воды** при следующих данных:  $\text{Ca}^{2+} = 70.1$  мг/л и  $\text{Mg}^{2+} = 60.8$  мг/л,  $\text{HCO}_3^- = 183$  мг/л,  $\text{Cl}^- = 70.9$  мг/л, атомные массы:  $\text{Ca} = 40.8$ ,  $\text{Mg} = 24.3$ ,  $\text{H} = 1$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{Cl} = 35.45$

1.  $J_k = 2$  мг·экв/л
2.  $J_k = 3$  мг·экв/л
3.  $J_k = 8.5$  мг·экв/л
4.  $J_k = 5.5$  мг·экв/л

## 9

**Чему равна постоянная жесткость воды** при следующих данных  $\text{Ca}^{2+} = 70.1$  мг/л и  $\text{Mg}^{2+} = 48.6$  мг/л,  $\text{HCO}_3^- = 244$  мг/л, атомные массы:  $\text{Ca} = 40.8$ ,  $\text{Mg} = 24.3$ ,  $\text{H} = 1$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$

1.  $J_{\text{нк}} = 4 \text{ мг}\cdot\text{экв/л}$
2.  $J_{\text{нк}} = 3.5 \text{ мг}\cdot\text{экв/л}$
3.  $J_{\text{нк}} = 7.5 \text{ мг}\cdot\text{экв/л}$
4.  $J_{\text{нк}} = 11 \text{ мг}\cdot\text{экв/л}$

## 10

**Для чего вводится в воду сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при известково-содовом умягчении воды**

1. для устранения кальциевой некарбонатной жесткости
2. для устранения кальциевой и магниевой карбонатной жесткости
3. для устранения магниевой некарбонатной жесткости
4. для устранения магниевой карбонатной жесткости

## 11

**Величина остаточной жесткости при известково-содовом умягчении**

1.  $J_0 = 0.1-0.01 \text{ мг}\cdot\text{экв/л}$
2.  $J_0 = 0.1-0.5 \text{ мг}\cdot\text{экв/л}$
3.  $J_0 = 0.8-1.0 \text{ мг}\cdot\text{экв/л}$
4.  $J_0 = 2.0-5.0 \text{ мг}\cdot\text{экв/л}$

## 12

**Величина остаточной жесткости будет минимальной при известковом умягчении**

1. при небольшой жесткости исходной воды
2. при значительной карбонатной жесткости исходной воды
3. при двойном избытке реагентов, вводимых в воду
4. при небольшом недостатке реагентов, вводимых в воду

## 13

**Для чего вводится коагулянт при известково-содовом умягчении воды**

1. для сокращения доз реагентов
2. для устранения тормозящего действия органики
3. для уменьшения солесодержания воды
4. для снижения количества хлоридов

## 14

**Для укрупнения кристаллов  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  при известково-содовом умягчении в воду вводят**

1.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
2.  $\text{NaOH}$
3.  $\text{FeSO}_4$
4.  $\text{NaCl}$

## 15

**Рациональная область применения едконатрового метода умягчения.**

1. когда образовавшейся соды при распаде гидрокарбонатов и  $\text{CO}_2$  хватает для устранения кальциевой некарбонатной жесткости
2. когда образовавшейся соды при распаде гидрокарбонатов хватает для устранения магниевой некарбонатной жесткости
3. когда количество гидрокарбонатов намного меньше, чем сульфатов и хлоридов
4. когда в воде отсутствует свободная углекислота

## 16

**Можно ли применять бариевый метод для умягчения хоз-питьевой воды**

1. можно
2. нельзя
3. можно, если требуется и дополнительное обессоливание воды
4. можно, но дорого

Когда применяют спиракторы (камеры реакции) в схеме ореагентного умягчения воды

1. когда высокое содержание взвеси в исходной воде
2. когда содержание Са больше карбонатной жесткости, а содержание Mg не более 15 мг/л
3. когда кальциевая жесткость невелика, а содержание кальция в воде не более 80 мг/л
4. только для умягчения поверхностных вод

## 18

**Какое отличие скорых фильтров в схемах умягчения от схем осветления воды**

1. дренажная система малого сопротивления
2. дренажная система из пористого полимербетона
3. дополнительная поверхностная проливка фильтра
4. подача исходной воды снизу вверх

## 19

**На чем основан катионитовый способ умягчения воды**

1. на переводе ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в практически нерастворимые соединения
2. на обмене  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на активные группы ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ) катионовых материалов
3. на обмене  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на группы ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) катионовых материалов
4. на сорбции ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на сорбционных фильтрах

## 20

**При Na-катионовом умягчении воды**

1. жесткость устраняется, а щелочность остается эквивалентной карбонатной жесткости
2. жесткость и щелочность устраняются
3. устраняется только карбонатная жесткость, а щелочность становится равной карбонатной жесткости
4. устраняется только карбонатная жесткость и щелочность воды

## 21

**При H-катионитовом умягчении воды**

1. получается кислый фильтрат за счет получения минеральных кислот в количестве эквивалентном содержанию сульфатов и хлоридов
2. получается щелочной фильтрат за счет распада гидрокарбонатов и удаления свободной углекислоты
3. получается кислый фильтрат за счет распада гидрокарбонатов и получения свободной  $\text{CO}_2$
4. получается щелочной фильтрат, т.к. щелочность остается эквивалентной карбонатной жесткости

## 22

**Что такое полная обменная способность катионита**

1. количество мг ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , которое может задержать 1 м<sup>3</sup> катионита
2. количество мг ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , которое может задержать 1 м<sup>3</sup> катионита до проскока в фильтрат некоторой жесткости
3. количество г-эquiv  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , которое может задержать 1 м<sup>3</sup> катионита до момента, когда жесткость фильтрата сравняется с жесткостью исходной воды

## 23

**Что называется емкостью поглощения катионита**

1. рабочая обменная способность
2. полная обменная способность

3. сумма рабочей и полной обменных способностей
4. обменная способность, отнесенная ко всему объему катионита в фильтре

24

**Какие вещества удаляются при регенерации Na-катионитового фильтра**

1.  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$
2.  $\text{NaSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
3.  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$
4.  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$

25

**Может ли проводиться регенерация H-катионитового фильтра раствором кислоты снизу вверх**

1. не может
2. может, только при регенерации соляной кислотой
3. может, только в противоточных фильтрах
4. может, если только отмывка фильтра производится снизу вверх

26

**Какие катиониты способны к обмену катионов в кислой, нейтральной и щелочной средах**

1. органические кислоты
2. минеральные катиониты
3. сильнокислотные катиониты
4. слабокислотные катиониты

27

**При каких условиях нельзя применять одноступенчатое Na-катионирование**

1. когда предельно допустимая щелочность больше величины карбонатной жесткости исходной воды
2. при величине  $J_0 < 10$  мг·эquiv/л
3. при условной жесткости фильтрата не менее 0.3 мг·эquiv/л
4. при условной жесткости фильтрата не менее 0.1 мг·эquiv/л

28

**Недостатки двухступенчатого Na-катионирования:**

1. высокий удельный расход соли на регенерацию
2. неполное использование емкости поглощения
3. невозможность гибкого умягчения воды
4. невозможность применения, когда  $J_k$  исходной воды больше допустимой щелочности умягченной воды

29

**Недостатки совместного H-Na- катионирования**

1. отсутствие кислых стоков
2. отсутствие щелочных стоков
3. скорость регенерации
4. простота эксплуатации

30

**Достоинства схемы последовательного H-Na- катионирования с полезной регенерацией H-катионитового фильтра**

1. отсутствуют кислые стоки
2. режим экономии соли
3. минимальная щелочность умягченной воды  $Щ \leq 0.1$  мг·эquiv/л
4. отсутствие режима взрыхления H-катионитового фильтра при регенерации

## 31

**Для чего применяется Н-Na- катионитовый метод умягчения воды**

1. только для удаления из воды катионов жесткости
2. для удаления из воды катионов жесткости и ионов натрия
3. для удаления из воды катионов жесткости и одновременного снижения щелочности воды
4. для удаления из воды катионов жесткости и взвешенных веществ

## 32

**Когда применяется параллельное Н-Na- катионирование**

1. для получения воды с жесткостью  $J \geq 0.1$  мг·эquiv/л и минимальной щелочностью воды
2. для получения воды с минимальной жесткостью  $J \leq 0.01-0.02$  мг·эquiv/л и щелочностью фильтрата 0.7-1.5 мг·эquiv/л
3. для получения воды с минимальной жесткостью  $J \leq 0.01-0.02$  мг·эquiv/л и минимальной щелочностью  $Щ = 0.2-0.3$  мг·эquiv/л
4. для получения воды с минимальной жесткостью и отдувкой свободной углекислоты

## 33

**Когда применяется последовательное Н-Na- катионирование**

1. для получения фильтрата с жесткостью  $> 0.1$  мг·эquiv/л
2. для получения фильтрата с жесткостью  $> 0.1$  мг·эquiv/л и щелочностью 0.7 мг·эquiv/л
3. для получения фильтрата с жесткостью 0.01-0.02 мг·эquiv/л и щелочностью 0.7 мг·эquiv/л
4. при низкой жесткости исходной воды

## 34

**Чему равна рабочая обменная емкость катионита  $E_{раб}^{Na}$  при Na- катионировании с отмывкой катионита умягченной водой**

1.  $E_{раб}^{Na} = \alpha_{Na} \cdot \beta_{Na} \cdot E_{полн} - 0.5q_{уд} \cdot J_{исх}$
2.  $E_{раб}^{Na} = E_{полн} - 0.5q_{уд} \cdot J_{исх}$
3.  $E_{раб}^{Na} = \alpha_{Na} \cdot \beta_{Na} \cdot E_{полн} - 0.5q_{уд}$
4.  $E_{раб}^{Na} = \alpha_{Na} \cdot \beta_{Na} \cdot E_{полн}$

где  $\alpha_{Na}$  – коэффициент эффективности регенерации

$\beta_{Na}$  – коэффициент снижения объемной емкости катионита в следствии задержания катионов  $Na^+$

$E_{полн}$  – полная обменная емкость катионита, г·эquiv/л

$q_{уд}$  – удельный расход воды на отмывку, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

$J_0$  – общая жесткость исходной воды

## 35

**Недостатки метода Na-Cl-катионитового умягчения воды**

1. высокая остаточная жесткость и щелочность фильтрата
2. необходимость в кислотном и солевом хозяйстве
3. возрастание хлоридов в фильтрате
4. необходимость отмывки катионита умягченной водой

## 36

**Для чего применяется известкование в известково-катионитовом методе умягчения**

1. для повышения рН воды
2. для нейтрализации кислотности воды
3. для устранения щелочности воды
4. для устранения общей жесткости воды

## 37

**Когда допускается хранить поваренную соль для регенерации Na-катионитовых фильтров в сухом виде**

1. при отрицательных температурах в вспомогательных помещениях
2. при ее суточном расходе до 2500 кг/сут

3. при ее суточном расходе до 1000 кг/сут
4. при ее суточном расходе до 500 кг/сут

38

**Куда направляются кислые стоки после регенерации Н-катионитовых фильтров в цикле умягчения воды**

1. в бытовую канализацию
2. в усреднители и бытовую канализацию
3. для нейтрализации фильтрата Na-катионитовых фильтров
4. на нейтрализацию известковым молоком или доломитовой крошкой

39

**Можно ли применять катионитовый метод для умягчения речной воды**

1. нет, ввиду низкого солесодержания
2. можно при мутности не более 15 мг/л
3. можно при мутности менее 8 мг/л и цветности менее 30 градусов
4. нет, в виду ее бактериальной загрязненности

40

**Опреснение воды является методом**

1. полного обессоливания воды
2. частичного обессоливания воды
3. удаление из воды солей NaCl и MgCl
4. удаление из воды солей жесткости

41

**Полное обессоливание может быть достигнуто**

1. ионным обменом
2. замораживанием
3. Н-катионированием
4. Известково-бариевым методом

42

**Обессоливание воды ионным обменом рекомендуется производить**

1. при высоком общем солесодержании  $P > 3-5$  г/л
2. при высокой перманганатной окисляемости воды  $Q_2 > 10$  мг/л
3. при общем солесодержании воды до 2 г/л
4. при низких температурах исходной воды

43

**Можно ли получить на дистилляционных установках полное обессоливание воды**

1. можно
2. нельзя
3. можно, только при условии предварительной обработки реагентным методом
4. можно, только при условии предварительного нагрева воды в котлах высокого давления

44

**Можно ли на одноступенчатой испарительной установке получить вторичный пар**

1. нет, только первичный
2. можно, при испарении охлажденной воды в конденсаторе
3. можно
4. нельзя, т.к. одноступенчатый испаритель не разделяется по высоте на водяной и паровой объемы

45

**Для чего применяются одноступенчатые испарительные установки**

1. для процесса получения умягченной обессоленной воды
2. для создания искусственной циркуляции испаряемой воды
3. для увеличения эксплуатационных расходов
4. для получения большого количества обессоленной воды на единицу первичного пара

46

**Каким образом можно увеличить количество обессоленной воды на единицу греющего пара**

1. применение вакуумных термокомпрессоров
2. увеличение температуры греющего пара
3. применением термокомпрессора
4. прекращением сброса продувочной воды

47

**Каким образом обеспечивается в дистилляционных установках безнакипный режим**

1. снижением температуры первичного пара в котле при повышенном давлении
2. создание искусственной циркуляции воды в дистилляционной установке
3. увеличением продувного расхода воды в паровом котле до 50% от исходной
4. созданием глубокого вакуума в испарителе со снижением температуры испаряемой воды до 50°C

48

**Для чего в дистилляционных установках применяется вакуумный термокомпрессор**

1. для создания вакуума в предыдущей ступени испарителя и компрессирования пара и подачи в последующий испаритель
2. для повышения давления и температуры в предыдущей ступени испарителя и создания вакуума в конденсаторе
3. для использования тепла конденсата и продувочной воды
4. для повышения КПД нагревательного котла

49

**Из каких групп состоит ионитовая обессоливающая установка**

1. На-катионитового фильтра, Н-катионитового фильтра и дегазатора
2. Н-катионитового фильтра - Ам-фильтра
3. Н-катионитового фильтра, дегазатора и Ам-фильтра
4. На-катионитового фильтра, дегазатора и Ам-фильтра

**Каким реагентом не регенерируют анионитовые фильтры**

1. NaOH
2. NaHCO<sub>3</sub>
3. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
4. NaCl

**Где выше рабочая обменная способность  $E^{\text{н}}_{\text{раб}}$  Н-катионитовых фильтров в схеме умягчения или в схеме обессоливания воды**

1. в схеме обессоливания воды
2. одинакова
3. в схеме умягчения воды
4. в схеме обессоливания воды при условии снижения содержания SiO<sub>2</sub><sup>-3</sup>

**Какое солесодержание достигается в двухступенчатой схеме обессоливания воды**

1. до 20 мг/л
2. до 5-8 мг/л
3. менее 0.5 мг/л
4. менее 0.1 мг/л

**Если наряду со снижением солесодержания необходимо удалить из фильтрата силикаты, какая должна быть схема ионообменной установки**

1. Н-катионитовый фильтр, Ан-фильтр, сильноосновной, Na-катионитовый фильтр сильнокислотный
2. Н-катионитовый фильтр слабоосновной, Н-катионитовый фильтр сильноосновной, Ан-фильтр сильнокислотный
3. Н-катионитовый фильтр сильноосновной, Ан-фильтр сильнокислотный, дегазатор
4. Н-катионитовый фильтр сильноосновной, Ан-фильтр слабокислотный, Ан-фильтр сильнокислотный

**Для чего в фильтрах ФСД в цикле обессоливания предусматривается подача сжатого воздуха**

1. для повышения давления в фильтре
2. для отмывки катионита
3. для отмывки катионита и анионита
4. для перемешивания анионита и катионита после регенерации

**В чем смысл применения фильтров ФСД в цикле обессоливания воды**

1. фильтр работает как буферный фильтр с задержанием катионов Na
2. снижение числа фильтров в установке за счет большей скорости фильтрования и работы ФСД в цикле катионирования и анионирования
3. фильтр работает как буферный фильтр в цикле анионирования с задержанием продуктов регенерации
4. простота регенерации фильтров ФСД

**Можно ли получить методом электродиализа глубоко обессоленную воду**

1. можно, до  $P \leq 20$  мг/л
2. можно, до  $P \leq 58$  мг/л

3. нельзя т.к.  $P \geq 500$  мг/л
4. можно до 0.1-0.5 мг/л

57

**Какие методы защиты сильноосновных анионитов от органики не применяют в практике обессоливания воды**

1. коагуляция  $Al_2(SO_4)_3$  с отстаиванием и фильтрованием
2. дегазация воды сульфатом натрия с отстаиванием и фильтрованием
3. применение мелкопористых и изопористых ионитов
4. комплексное окисление и сорбция на активированных углях

58

**Сущность электрохимического обессоливания воды электродиализом**

1. направление движение катионов жесткости в магнитном поле
2. перенос атомов сильных кислот в катодное пространство
3. перенос ионов, растворенных в воде солей в энергетическом поле
4. перенос катионов, растворенных в воде солей в анодное пространство дислизатора

59

**Чем характеризуется степень совершенства электродиализатора**

1. величиной активности мембран
2. величиной выхода по току
3. величиной силы тока
4. величиной количества солей в опресненной воде

60

**Что такое однонаправленный электродиализ**

1. катионы и анионы движутся в одном направлении
2. обессоливаемая вода движется в мембранах быстрее только в одном направлении
3. полярность электрического поля в электродиализаторе не меняется
4. обессоливание воды может проходить в разных направлениях, т.к. мембраны являются симметричными

61

**Для чего в однонаправленном электродиализаторе добавляют кислоту при обессоливании воды**

1. для регенерации электроактивных мембран
2. для повышения электропроводности воды
3. для повышения силы тока
4. для предотвращения оледенения на поверхности мембран осадков

62

**Какой процесс очистки называют обратным осмосом**

1. процесс разделения истинных растворов через полупроницаемые мембраны
2. процесс разделения гетерогенной (двухфазной) жидкости с различной степенью дисперсности
3. процесс разделения гомогенных растворов через электроактивные мембраны в электрическом поле
4. процесс направленного движения катионов жесткости в магнитном поле

**Что является движущей силой осмотического переноса воды через полупроницаемую мембрану**

1. давление, создаваемое насосом по одну сторону мембраны
2. разность концентраций воды в сосудах по обе стороны мембраны
3. разность концентраций взвешенных веществ в исходной воде и фильтрате
4. повышенное давление, создаваемое высокой концентрацией солей по одну сторону мембраны

**Концентрационная поляризация в аппаратах для гиперfiltrации это**

1. возникновение градиента концентраций растворенных веществ перпендикулярно поверхности мембран
2. увеличение концентрации растворенных веществ в фильтрате
3. снижение концентрации растворенных веществ в фильтрате
4. возникновение градиента концентраций растворенных веществ, направленных вдоль поверхности мембран

**Концентрационная поляризация является положительным явлением в практике очистки воды гиперfiltrацией за счет**

1. повышения содержания солей в фильтрате
2. образования осадков трудно растворимых веществ и возникновения экранического действия осадка
3. повышения осмотического давления в аппарате
4. возможности утилизации ценных веществ при фильтровании

**Селективность осмотических мембран  $R$  определяется следующей формулой, где  $C_M$  – концентрация солей в фильтрате,  $C_\Phi$  – концентрация солей у мембраны**

$$1. R = \frac{C_M}{C_\Phi} - 1$$

$$2. R = \frac{C_\Phi}{C_M} - 1$$

$$3. R = 1 - \frac{C_\Phi}{C_M}$$

$$4. R = 1 + \frac{C_\Phi}{C_M}$$

**Какие мембраны не применяются в практике водоподготовки**

1. с эластичной структурой
2. сильфонные мембраны
3. составные мембраны
4. стеклянные и стальные микропористые мембраны

**Какие полупроницаемые мембраны нашли наибольшее распространение в практике водоподготовки**

1. полиуретановые
2. полиамидные
3. поликарбонатные
4. ацетилцеллюлозные

69

**Недостатки жесткоструктурных мембран для подготовки воды гиперfiltrацией**

1. невозможность работы под большим давлением
2. низкая селективность
3. низкая термическая и химическая стойкость
4. низкая бактериальная стойкость, механическая прочность

70

**Какие гиперfiltrационные аппараты применяют в практике обессоливания воды**

1. с плоскокамерными элементами и рулонного типа
2. с полыми и плотными волокнами
3. с фильтрпрессовыми элементами и полыми волокнами
4. с фильтрпрессовыми элементами и рулонного типа

71

**Применение осветлителей со взвешенным осадком при реагентном умягчении воды целесообразно при количестве образующегося осадка в мг/л**

1. <800
2. <1500
3. <1800
4. <300

72

**Фильтры в схеме реагентного умягчения воды применяется для**

1. осветления воды и снижения жесткости
2. осветления воды
3. стабилизации воды
4. осветления и стабилизации воды

73

**Отличие фильтров в цикле реагентного умягчения воды от обычных осветлительных фильтров**

1. двухслойная загрузка
2. устройство верхней промывки
3. водовоздушная промывка
4. применение молотого известняка в качестве фильтрующей загрузки

74

**Вихревые реакторы применяются только**

1. при декарбонизации воды
2. при известковом и известково-содовом умягчении воды
3. при едконатровом умягчении воды
4. при известково-содовом и едконатровом умягчении воды

75

**При умягчении воды с применением вихревых реакторов в воду можно вводить**

1. Известь и хлорное железо
2. известь и соду
3. только соду
4. известь и железные коагулянты

## 76

**Когда можно применять вихревые реакторы в схеме реагентного умягчения, где  $J_{Ca}$  - кальциевая жесткость,  $O$  - перманганатная окисляемость в мг/л,  $Mg^{2+}$  - содержание магния в воде мг/л.**

1.  $J_{Ca} < J_{K}$ ,  $O < 10$  мг/л
2.  $J_{Ca} < J_{K}$ ,  $Mg^{2+} < 20$  мг/л
3.  $J_{Ca} > J_{K}$ ,  $Mg^{2+} < 15$  мг/л
4.  $J_{Ca} > J_{K}$ ,  $O < 15$  мг/л

## 77

**Как можно добиться сокращения времени формирования твердой фазы  $CaCO_3$  и  $Mg(OH)_2$  из коллоидной при реагентном умягчении воды**

1. увеличением дозы реагентов
2. применением перегородчатых или дырчатых смесителей
3. рециркуляцией шлама
4. применением полочных отстойников

## 78

**Известь применяют в виде раствора в цикле реагентного умягчения воды при ее расходах т/сут**

1.  $< 0,5$
2.  $< 3$
3.  $< 1$
4.  $< 0,25$

## 79

**В схемах реагентного умягчения воды для выделения взвеси применяются в основном**

1. контактные осветлители
2. контактные префильтры
3. осветлители со взвешенным осадком
4. горизонтальные отстойники

## 80

**В качестве коагулянтов при известково-содовом умягчении применяют**

1.  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $KAl(SO_4)_2$
2.  $FeSO_4$ ,  $FeCl_3$
3.  $KOH$ ,  $NaOH$
4.  $Na_2SiO_3$

## 81

**При известково-содовом умягчении остаточная жесткость в мг-экв/л находится в пределах**

1. 0,1 - 0,2
2. 0,3 - 0,4
3. 0,5 - 1,0
4. 1,5 - 2,0

## 82

**При декарбонизации воды известью эффект умягчения будет**

1. увеличиваться при избытке извести более 15 мг/л
2. уменьшаться при избытке извести более 15 мг/л
3. будет максимальным при значительном содержании катионов магния и избытке извести более 1 мг-экв/л
4. уменьшается при нагревании воды свыше  $100^{\circ}C$

**83**

**Можно ли при известково-содовом методе достигнуть пределы умягчения менее 0,1 -0,2 мг-экв/л**

1. можно
2. можно только при значительном избытке реагентов
3. нельзя
4. можно при нагреве воды до 80 °С

**84**

**При декарбонизации воды известью щелочность умягченной воды будет**

1.  $\text{Щу} > \text{Жк.у}$
2.  $\text{Щу} < \text{Жк.у}$
3.  $\text{Жк} = \text{Щу}$
4.  $\text{Щу} < \text{Жо.у}$ ,

где  $\text{Щу}$  - щелочность умягченной воды,

$\text{Жк.у}$  - карбонатная жесткость умягченной воды

$\text{Жо.у}$  - общая жесткость умягченной воды

**85**

**При декарбонизации  $\text{Жо}$  умягченной воды на 0,4 -0,8 мг-экв/л больше некарбонатной жесткости. Когда могут быть получены нижние пределы умягчения**

1. при значительном избытке извести
2. при введении в воду совместно с известью катионных флокулянтов
3. при подогреве воды  $> 35$  °С
4. при незначительной кальциевой жесткости исходной воды

**86**

**Нужна ли стабилизационная обработка воды при умягчении воды известью для хозяйственного водоснабжения**

1. необходима в любом случае
2. необходима при положительном индексе насыщения или  $\text{pH} > 8,5$  умягченной воды
3. не требуется
4. не требуется, если в исходной воде  $\text{Жк} > \text{Жн.к}$

**87**

**Фосфатный метод умягчения применяется**

1. как самостоятельный метод умягчения исходной воды
2. только для доумягчения воды при  $t > 105-150$  °С
3. при необходимости реагентного обессоливания воды
4. только для подготовки питьевой воды

**88**

**Достоинства бариевого метода умягчения**

1. не требует применения других реагентов кроме бариевых
2. бариевые реагенты совершенно нетоксичны
3. низкая стоимость реагентов
4. дополнительное частичное обессоливание воды

**89**

**В чем смысл содорегенеративного метода умягчения воды**

1. удаление из воды солей некарбонатной жесткости
2. нейтрализация избытка  $\text{CO}_2$  содой
3. возобновление соды в процессе умягчения воды для питания паровых котлов
4. понижение сухого остатка в котловой воде

**90**

**Целесообразность применения едконатрового метода умягчения воды**

1. когда требуется высокая степень снижения жесткости воды до 0,1 мг-экв/л

2. когда стоимость едкого натрия меньше стоимости извести и соды
3. когда соды, образовавшейся при реакции умягчения, достаточно для устранения кальцевой некарбонатной жесткости.
4. когда в воде превалирует некарбонатная жесткость воды

## 91

**В чем сущность содово-натрового метода умягчения воды**

1. в воду вводят соду и затем пропускают через Na-катионитовый фильтр
2. в воду вводят соду и хлористый натрий
3. в воду вводят гидроксид натрия и соду
4. в воду вводят соду, которая возобновляется при нагреве

## 92

**Какие факторы способствуют увеличению скорости водоумягчения, определяемой фазой укрупнения коллоидных частиц.**

1. величиной и видом жесткости исходной воды
2. величиной общего сухого остатка
3. величиной растворенного сухого остатка
4. наличие повышенного содержания органических примесей в природной воде

## 93

**Из за каких факторов осуществляется термическое умягчение воды**

1. из за уменьшения растворимости карбоната кальция при повышении температуры
2. из за уменьшения растворимости сульфата кальция при повышении температуры воды
3. из за смещения углекислотного равновесия, вызывающего понижение растворимости  $\text{CO}_2$  при повышении температуры и давления
4. из за распада сульфатов и хлоридов кальция и магния

## 94

**Когда целесообразно применять термический метод умягчения воды**

1. при использовании сильноминерализованных природных вод последующим их подогревом
2. при использовании карбонатных вод, идущих на питание котлов низкого давления
3. при использовании сульфатных вод, идущих на питание котлов среднего и низкого давления
4. при использовании хлоридных вод, идущих на питание котлов низкого давления

## 95

**Какие осветлители со взвешенным осадком рекомендуются при реагентном умягчении воды**

1. Коридорного типа ВОДГЕО
2. ВНИИГС-2 и контактные осветлители
3. напорный осветлитель с выносным осадкоуплотнителем
4. ЦНИИ МПС и ВТИ

## 96

**Какие значения рН воды необходимы для проведения процесса декарбонизации воды**

1. 12,4 - 12,8
2. 12,0 - 12,3
3. 10,3 - 10,5
4. <9,5 - 9,8

## 97

**Контроль процесса умягчения воды наиболее эффективно осуществлять**

1. по значению некарбонатной жесткости умягченной воды
2. по значению гидратной щелочности или рН воды
3. по значению перманганатной окисляемости исходной воды
4. по значению гидратной щелочности и рН исходной воды

## 98

**Почему не рекомендуется при известково-содовом методе применять большой избыток реагентов**

1. повышение стоимости очистки и щелочности воды
2. повышение остаточной жесткости воды за счет не прореагировавшей соды
3. повышение остаточной жесткости воды за счет перехода некарбонатной магниевой жесткости в кальциевую жесткость
4. увеличение объема шлама, выпадающего в осадок

## 99

**При известково-содовом методе наблюдается возрастание остаточной жесткости (ОЖ) при вводе избытка извести в воду**

1. ОЖ возрастает за счет не прореагировавшей извести
2. ОЖ возрастает за счет перехода магниевой некарбонатной жесткости в кальциевую
3. ОЖ возрастает за счет увеличения гидратной щелочности
4. ОЖ не возрастает, т.к. избыток извести снимается содой

## 100

**Почему не рекомендуется большой избыток реагента-осадителя при декарбонизации воды**

1. из за повышения рН воды
2. увеличение мутности воды
3. повышение окисляемости воды
4. возрастание остаточной жесткости

## 101

**Почему при декарбонизации возрастает остаточная жесткость воды при вводе большого избытка реагента-осадителя**

1. за счет не прореагировавшей извести
2. за счет пересыщения раствора коллоидным шламом
3. за счет образования грудодисперсного шлама
4. за счет не прореагировавшей соды

## 102

**Как изменяется соленосодержание воды при известково-содовом умягчении**

1. увеличивается на величины вводимых извести и соды
2. увеличивается на величину вводимой соды
3. остается неизменной, т.к. в осадок выпадает эквивалентное количество вещества
4. уменьшается

## 103

**В чем причина ухудшения эффективности реагентного умягчения поверхностных вод**

1. увеличения жесткости исходной воды
2. изменения рН воды
3. повышения мутности исходной воды
4. наличие органических примесей в исходной воде

## 104

**Какие применяются коагулянты для удаления магниевой жесткости**

1. соли железа
2. соли алюминия
3. аммонийные соединения
4. соли марганца

## 105

**Чему равна карбонатная жесткость исходной воды (Жк), если в природной воде соотношение между щелочностью Щ<sub>ив</sub> и общей жесткостью (Жо) исходной воды будет Щ<sub>ив</sub> > Жо**

1.  $Жк = Щ_{ив}$

2.  $J_k > J_{\text{щив}}$
3.  $J_k = J_o$
4.  $J_k = 0$

## 106

**Изменяется ли щелочность воды при Na-катионировании**

1. уменьшается на величину карбонатной жесткости
2. увеличивается на величину карбонатной жесткости
3. увеличивается на величину некарбонатной жесткости
4. не изменяется

## 107

**Недостатки термохимического метода умягчения, которые затрудняют его широкое применение**

1. низкий эффект умягчения
2. высокая остаточная карбонатная жесткость воды
3. быстрое образование накипи на поверхности теплообмена
4. высокий расход стабилизирующих реагентов

## 108

**При термохимическом методе умягчения необходимую дозу извести принимают**

1. для реакции с гидрокарбонатами и солями магния без избытка
2. для реакции с гидрокарбонатами, нейтрализации  $\text{CO}_2$  и кислотности коагулянта без избытка
3. Для реакции с гидрокарбонатами, удаления магниевой жесткости, нейтрализации  $\text{CO}_2$  и кислотности коагулянта с избытком 0,3 мг-экв/л
4. для реакции с гидрокарбонатами, нейтрализации  $\text{CO}_2$  с избытком 0,5 мг-экв/л

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.2)**

## №1

Структура молекул воды  
Известково-содовый метод умягчения

## №2

Изотопный состав воды.  
Методы реагентного умягчения воды

## №3

Водородные связи молекул воды  
Декарбонизация воды

## №4

Аномалии воды  
Технологические схемы реагентного умягчения воды

## №5

Физические свойства воды  
Контактная коагуляция

## №6

Химические свойства воды.  
Основные факторы, влияющие на процесс коагуляции

## №7

Дисперсные системы  
Реагенты, применяемые при водоподготовке

№8

Растворимость газов в жидкости

Катионитовое умягчение воды.

№9

Уравнение Клайперона-Клазиуса.

Регенерация катионитовых фильтров.

№10

Уравнение Сеченова.

Катионитовые материалы и их свойства.

№11

Растворимость твердых веществ в жидкости

Схема Na-катионитового умягчения воды

№12

Взаимная растворимость жидкостей

Схема параллельного H-Na-катионирования для умягчения воды.

№13

Свойства растворов. Закон Рауля.

Схема последовательного H-Na-катионирования для умягчения воды.

№14

Свойства растворов. Закон Рауля.

Схемы солевого хозяйства..

№15

Свойства растворов. Закон Вант-Гоффа.

Кислотное хозяйство для установок катионитового умягчения воды..

№16

Ионная сила раствора.

Методы опреснения и обессоливания воды

№17

Активность растворов сильных электролитов.

Схемы установок ионитового обессоливания воды

№18

Константа диссоциации.

Ионитовое обессоливание воды

№19

Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

Регенерация ионитовых установок. Вспомогательные устройства ионитового обессоливания воды

№20

Коэффициент активности в концентрированных растворах

Технологические процессы и сооружения для осветления воды.

№21

Произведение растворимости.

Технологические схемы осветления воды.

№22

Оценка качества природных вод.

Обменная адсорбция катионов при коагуляции воды.

№23

Ионный состав природных вод.

Коагуляция разнородных частиц. Теория Дерягина.

№24

Аномалии воды и их значение для жизни на земле

Классификация технологических схем осветления и обесцвечивания воды.

№22

Ионное произведение воды.

Известковый метод умягчения воды.

№23

Водородный показатель рН.

Принципы получения мягкой воды с минимальной щелочностью.

№24

Соединения угольной кислоты.

Физико-химические основы коагуляции примесей воды

№25

Соединения железа, марганца.

Коагуляция частиц взвеси добавлением коагулянта

№26

Растворенные газы в природной воде.

Устройства для растворения коагулянтов.

№27

Жесткость и щелочность природной воды.

Методы снижения  $\zeta$ -потенциала коллоидных частиц.

№28

Санитарно-бактериологические показатели качества воды.

Причины устойчивости примесей воды. Двойной электрический слой.

№29

Соединения кремнекислоты.

Флокулянты, применяемые в водоподготовке.

№30

Фтор, йод в природной воде.

Методы обработки природных вод.

### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.3)**

1. Качественный анализ минеральных примесей воды.
2. Органолептические свойства воды.
3. Определение общей и свободной щелочности воды.
4. Потенциометрическое определение рН различных проб воды.
5. Определение жесткости образцов воды.
6. Определение перманганатной окисляемости образцов вод.
7. Определение содержания в воде растворенного кислорода.
8. Определения содержания в воде остаточного хлора.
9. Фотоэлектроколориметрическое определение содержания в воде ионов железа.
10. Фотоэлектроколориметрическое определение содержания в воде различных форм азота.
11. Кондуктометрическое определение степени минерализации воды.
12. Определение содержания сульфатов в воде.
13. Определение содержания сульфидов в воде.
14. Способы выражения содержания растворенного вещества в растворе.
15. Общий контроль анализа воды по эквивалентному содержанию ионов.
16. Общий контроль анализа воды по сухому (плотному) остатку.