

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт прикладной математики, информатики, био- и нанотехнологий

Кафедра химических технологий

Пикалов Евгений Сергеевич

ВОДА И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине « Вода и очистка сточных вод » для студентов ВлГУ,
обучающихся по направлению 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии нефтехимии и биотехнологии

Владимир – 2015 г.

Данные методические указания включают рекомендации по проведению практических занятий и варианты заданий, выполняемых на практических занятиях по дисциплине «Вода и очистка сточных вод», для студентов направления 18.04.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.04.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», рабочей программы дисциплины «Вода и очистка сточных вод».

Рассмотрены и одобрены на
заседании УМК направления
18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Протокол №7 от 05.02.2015 г.
Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическое занятие 1. Определение класса опасности сточных вод расчетным методами.....	4
Практическое занятие 2. Расчет песколовков и отстойников.....	5
Практическое занятие 3. Расчет гидроциклонов и осадительных центрифуг.....	11
Практическое занятие 4. Расчет зернистых фильтров и распылительных экстракторов.....	15
Практическое занятие 5. Расчет флотаторов и электрокоагуляторов.....	19
Практическое занятие 6. Расчет аппаратов для механического обезвреживания осадков.....	23
Практическое занятие 7. Расчет адсорберов и ионообменных колонн.....	27
Практическое занятие 8. Расчет аэротенков и метантенков.....	31

Практическое занятие 1. Определение класса опасности сточных вод расчетным методами

Цель практического занятия: изучение методик определения класса опасности сточных вод; приобретение практических навыков расчета класса опасности отходов.

План проведения занятия

Практическое занятие проводится в несколько этапов. В начале занятия проводится беседа со студентами для оценки общего уровня знаний студентов по тематике занятия и выявления вопросов, которые большинству или всем неизвестны.

Затем преподаватель консультирует студентов по вопросам, которые вызвали у них трудности и по возможности сам приводит или просит привести студентов практические примеры для лучшего усвоения тематических основ.

После проведения консультации преподаватель дает студентам возможность задать ему возникшие у них вопросы по тематике занятия. При ответах желательно также приводить примеры и по возможности давать ответить другим студентам, знающим ответ для создания активного диалога с ними.

По завершению беседы, на которую в общей сложности отводится 20 – 25 минут, преподаватель объясняет студентам расчетную методику определения класса опасности сточных вод по сумме показателей опасности составных веществ. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы.

Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по определению класса опасности сточных вод по сумме показателей опасности составных веществ. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой.

На объяснение методики расчета класса опасности сточных вод по сумме показателей опасности составных веществ и решение задач по ней отводится примерно 25 – 30 минут.

После этого преподаватель объясняет студентам расчетную методику определения класса опасности сточных вод на основе индекса опасности. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы.

Затем преподаватель вновь вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по определению класса опасности сточных вод на основе индекса опасности. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой.

На объяснение методики расчета класса опасности сточных вод на основе индекса опасности и решение задач по ней отводится примерно 25 – 30 минут.

Используемые технологии преподавания

При проведении данного практического занятия используются следующие технологии образования:

1. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии реализуются за счет того, что задачи связаны с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на практическом занятии, и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

3. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий и проверке решения задач.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятия.

Примерные варианты заданий

1. Сточные воды химического производства содержат одно из органических веществ: хлороформ; четыреххлористый углерод; бензол; перхлорэтилен или толуол. Сточные воды подвергли обезвреживанию, при этом содержание органического загрязняющего вещества снизилось от $C_{\text{нач}}$ до $C_{\text{кон}}$. Рассчитать класс опасности сточных вод до и после обезвреживания.

Исходные данные:

Вариант	Органический загрязнитель	С, %		Вариант	Органический загрязнитель	С, %	
		нач	кон			нач	кон
1	CHCl_3	35	0,10	6	CHCl_3	20	0,20
2	CCl_4	25	0,15	7	CCl_4	15	0,25
3	C_6H_6	20	0,20	8	C_6H_6	10	0,30
4	C_2Cl_4	15	0,25	9	C_2Cl_4	35	0,10
5	C_7H_8	10	0,30	10	C_7H_8	25	0,15

2. Шлам от мойки машин и механизмов может содержать низкокипящие нефтепродукты (1) и промышленные масла (2) в концентрации С. Класс опасности в воздухе рабочей зоны по нефти равен N; ЛД50 (летальная доза по промышленным маслам) равна 12000 мг/кг. Определить класс опасности шлама, загрязненного нефтепродуктами или промышленными маслами.

Вариант	Вещество	С, %	N	Вариант	Вещество	С, %	N
1	1	50	3	6	1	29	4
2	2	48	2	7	2	50	3
3	1	46	3	8	1	48	2
4	2	44	2	9	2	46	3
5	1	42	3	10	1	44	2

3. Определить класс опасности сточных вод производства фторсоединений, если в их состав входят сера, натрия сульфат и натрия фторид. Значение ПДК в почве для серы 160 мг/кг, для сульфат-иона - ПДК в почве серной кислоты 160 мг/кг, для фторида натрия - ПДК в почве для растворимой формы фтора 10 мг/кг. Растворимость в воде сульфата натрия в пересчете на сульфат-ион - 35,8 г в 100 г воды, фторида натрия в пересчете на фторид-ион - 1,95 г в 100 г воды, сера в воде практически не растворима.

Вари- ант	Содержание, %			Вари- ант	Содержание, %		
	сера	сульфат- ион	Фторид- ион		сера	сульфат- ион	Фторид- ион
1	34	4,7	10,0	6	34	9,4	9,4
2	30	6,8	9,4	7	30	16,9	10,0
3	25	3,4	8,3	8	25	13,5	7,2
4	30	7,4	7,2	9	30	10,1	8,3
5	25	13,5	6,1	10	25	10,1	4,5

Вопросы для обсуждения

1. Сточные воды и источники их образования;
2. Классификация сточных вод и их осадков по различным принципам;
3. Критерии классов опасности сточных вод для окружающей среды;
4. Нормирование уровня загрязнений окружающей среды примесями сточных вод;
5. Методы расчета класса опасности сточных вод;
6. Экспериментальное определение класса опасности сточных вод.

Список литературы

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>) – стр. 5-22;
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной воды: практическое руководство 2-е изд. (эл.) - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 681 с (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326532.html>) – стр. 6-34;
3. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 237 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484753>) – стр. 12-18;
4. Таранцева К.Р., Таранцев К.В. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды: учеб. пособие - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 412 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=429195>) – стр. 8-14.

Практическое занятие 2. Расчет песколовок и отстойников

Цель практического занятия: изучение конструкции песколовок и отстойников, методики их выбора и расчета; приобретение практических навыков выбора и расчета песколовок и отстойников.

План проведения занятия

Практическое занятие проводится в несколько этапов. В начале занятия проводится беседа со студентами для оценки общего уровня знаний студентов по тематике занятия и выявления вопросов, которые большинству или всем неизвестны.

Затем преподаватель консультирует студентов по вопросам, которые вызвали у них трудности и по возможности сам приводит или просит привести студентов практические примеры для лучшего усвоения тематических основ.

После проведения консультации преподаватель дает студентам возможность задать ему возникшие у них вопросы по тематике занятия. При ответах желательно также приводить примеры и по возможности давать ответить другим студентам, знающим ответ для создания активного диалога с ними.

По завершении беседы, на которую в общей сложности отводится 20 – 25 минут, преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора песколовок. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору песколовки. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившейся песколовки с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора песколовки и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

По завершении преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора отстойника. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает

у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору отстойника. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося отстойника с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора центрифуги и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

Используемые технологии преподавания

При проведении данного практического занятия используются следующие технологии образования:

1. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии реализуются за счет того, что задачи связаны с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на практическом занятии, и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

3. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий и проверке решения задач.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятия.

Примерные варианты заданий

1. Рассчитать и выбрать песколовку для извлечения твердых частиц при расходе сточной воды Q , диаметре частиц $d_{\text{ч}}$ и гидравлической крупности частиц u_0 . Глубина проточной части песколовки составляет h_1 , а количество отделений n . Начертить эскиз выбранной песколовки с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Q , м ³ /ч	n	h_1 , м	$d_{\text{ч}}$, мкм	u_0 , мм/с
1	500	1	0,7	0,25	24,2
2	400	1	0,5	0,30	29,7
3	300	1	0,6	0,35	35,1
4	100	1	0,7	0,40	40,7
5	70	2	0,8	0,50	51,6
6	50	2	0,4	0,25	24,2
7	1000	2	1,0	0,30	29,7
8	700	2	0,9	0,35	35,1
9	500	1	0,8	0,40	40,7
10	400	1	0,5	0,25	24,2

2. Рассчитать и выбрать отстойник для извлечения твердых частиц при расходе сточной воды Q , диаметре частиц $d_{\text{ч}}$ и плотности частиц $\rho_{\text{ч}}$. Содержание частиц в сточной воде составляет c_0 . Начертить эскиз выбранного отстойника с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Q , м ³ /ч	c_0 , мг/л	$d_{\text{ч}}$, мкм	$\rho_{\text{ч}}$, кг/м ³	тип
1	500	1000	50	1500	горизонтальный
2	400	975	45	1550	вертикальный
3	300	950	40	1600	горизонтальный
4	100	925	35	1650	вертикальный
5	70	900	30	1700	радиальный
6	50	875	50	1750	горизонтальный
7	1000	850	45	1800	вертикальный
8	700	825	40	1850	горизонтальный
9	500	800	35	1900	вертикальный
10	400	775	30	1950	радиальный

Вопросы для обсуждения

1. Области применения гравитационного и инерционного осаждения;
2. Закономерности гравитационного и инерционного осаждения;
3. Классификация отстойников;
4. Конструкция и принцип действия песколовков и отстойников;
5. Методика расчета и выбора песколовков;
6. Методика расчета и выбора отстойников.

Список литературы

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>) – стр. 66-70;
2. Фирсова Л. Ю. Системы защиты среды обитания. Схемы, сооружения и аппараты для очистки газовых выбросов и сточных вод: учебное пособие - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 80 с (доступ по интернет-ссылке: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367411>) – стр. 15 - 26;
3. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 237 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484753>) – стр. 22-39.

Практическое занятие 3. Расчет гидроциклонов и осадительных центрифуг

Цель практического занятия: изучение конструкции гидроциклонов и осадительных центрифуг, методики их выбора и расчета; приобретение практические навыки выбора и расчета гидроциклонов и осадительных центрифуг.

План проведения занятия

Практическое занятие проводится в несколько этапов. В начале занятия проводится беседа со студентами для оценки общего уровня знаний студентов по тематике занятия и выявления вопросов, которые большинству или всем неизвестны.

Затем преподаватель консультирует студентов по вопросам, которые вызвали у них трудности и по возможности сам приводит или просит привести студентов практические примеры для лучшего усвоения тематических основ.

После проведения консультации преподаватель дает студентам возможность задать ему возникшие у них вопросы по тематике занятия. При ответах желательно также приводить примеры и по возможности давать ответить другим студентам, знающим ответ для создания активного диалога с ними.

По завершению беседы, на которую в общей сложности отводится 20 – 25 минут, преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора гидроциклонов. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору гидроциклона. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося гидроциклона с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора гидроциклона и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

По завершении преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора осадительной центрифуги. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору осадительной центрифуги. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившейся центрифуги с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора осадительной центрифуги и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

Используемые технологии преподавания

При проведении данного практического занятия используются следующие технологии образования:

1. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии реализуются за счет того, что задачи связаны с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на практическом занятии, и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

3. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий и проверке решения задач.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятия.

Примерные варианты заданий

1. Рассчитать и выбрать гидроциклон для осаждения взвешенных частиц с входной концентрацией $c_{вх}$ при расходе сточной воды Q . Плотность твердых частиц $\rho_{ч}$, плотность и вязкость сточной воды - $\rho_{в}$ и μ . Требуемая степень извлечения η . Начертить эскиз выбранного гидроциклона с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Тип	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$c_{вх}, \text{ г}/\text{м}^3$	$\rho_{в}, \text{ кг}/\text{м}^3$	$\rho_{ч}, \text{ кг}/\text{м}^3$	$\mu \cdot 10^6, \text{ Па} \cdot \text{с}$	η
1	ЦН-11	10	40	963	1930	1546	0,95
2	ЦН-15	11	120	1005	2230	1292	0,65

Вариант	Тип	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$c_{\text{вх}}, \text{ г}/\text{м}^3$	$\rho_{\text{в}}, \text{ кг}/\text{м}^3$	$\rho_{\text{ч}}, \text{ кг}/\text{м}^3$	$\mu \cdot 10^6, \text{ Па} \cdot \text{с}$	η
3	ЦН-24	12	80	997	1650	1458	0,75
4	СДК-ЦН-33	13	10	980	1700	1320	0,95
5	СК-ЦН-34	14	20	1004	1750	845	0,90
6	СК-ЦН-34м	15	40	976	1900	705	0,85
7	ЦН-11	8	150	968	2130	1404	0,65
8	ЦН-15	5	80	1015	2050	550	0,75
9	ЦН-24	1	40	992	2100	1322	0,75
10	СДК-ЦН-33	6	60	964	1650	815	0,90

2. Рассчитать и выбрать центрифугу для извлечения твердых частиц при расходе сточной воды Q с концентрацией c_0 . Плотность частиц составляет $\rho_{\text{ч}}$, а диаметр равен $d_{\text{ч}}$. Начертить эскиз выбранной центрифуги с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	$c_0, \text{ мг}/\text{л}$	$d_{\text{ч}}, \text{ мкм}$	$\rho_{\text{ч}}, \text{ кг}/\text{м}^3$
1	90	1000	9	2000
2	80	975	9	1950
3	70	950	8	1900
4	60	925	8	1850
5	50	900	7	1800
6	40	875	7	1750
7	30	850	6	1700
8	20	825	6	1650
9	10	800	5	1600
10	100	775	5	1550

Вопросы для обсуждения

1. Области применения центробежного осаждения;
2. Закономерности центробежного осаждения;
3. Конструкция и принцип действия гидроциклонов. Отличие циклонов от гидроциклонов;
4. Конструкция и принцип действия осадительных центрифуг;
5. Методика расчета и выбора гидроциклонов;

6. Методика расчета и выбора центрифуг.

Список литературы

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>) – стр. 62-73;
2. Фирсова Л. Ю. Системы защиты среды обитания. Схемы, сооружения и аппараты для очистки газовых выбросов и сточных вод: учебное пособие - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 80 с (доступ по интернет-ссылке: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367411>) – стр. 28 - 34;
3. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 237 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484753>) – стр. 46-59.

Практическое занятие 4. Расчет зернистых фильтров и распылительных экстракторов

Цель практического занятия: изучение конструкции зернистых фильтров и распылительных экстракторов, методики их выбора и расчета; приобретение практических навыков выбора и расчета зернистых фильтров и распылительных экстракторов.

План проведения занятия

Практическое занятие проводится в несколько этапов. В начале занятия проводится беседа со студентами для оценки общего уровня знаний студентов по тематике занятия и выявления вопросов, которые большинству или всем неизвестны.

Затем преподаватель консультирует студентов по вопросам, которые вызвали у них трудности и по возможности сам приводит или просит привести студентов практические примеры для лучшего усвоения тематических основ.

После проведения консультации преподаватель дает студентам возможность задать ему возникшие у них вопросы по тематике занятия. При ответах желательно также приводить примеры и по возможности давать ответить другим студентам, знающим ответ для создания активного диалога с ними.

По завершению беседы, на которую в общей сложности отводится 20 – 25 минут, преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора зернистого фильтра для очистки

сточных вод. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору зернистого фильтра для очистки сточных вод. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося зернистого фильтра с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора зернистого фильтра для очистки сточных вод и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

По завершении преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора вертикального распылительного экстрактора. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору вертикального распылительного экстрактора. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося экстрактора с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора вертикального распылительного экстрактора и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

Используемые технологии преподавания

При проведении данного практического занятия используются следующие технологии образования:

1. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также

эти технологии реализуются за счет того, что задачи связаны с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на практическом занятии, и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

3. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий и проверке решения задач.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятия.

Примерные варианты заданий

1. Рассчитать и выбрать зернистый фильтр с восходящим потоком для извлечения твердых частиц при расходе сточной воды Q_p с концентрацией c . Засыпка фильтрующего материала состоит из двух слоев: гравия с размером частиц d_1 и высотой слоя h_1 ; песка с размером частиц d_2 и высотой слоя h_2 . Начертить эскиз выбранного фильтра с соблюдением размерных пропорций.

Вариант	Q_p , м ³ /сут	c , мг/л	Размер зерен, мм		Высота слоя, мм	
			d_1	d_2	h_1	h_2
1	10000	10	20-40	2-5	0,2-0,25	0,5-0,7
2	14000	12	10-20	1-2	0,2-0,3	1,3-1,5
3	18000	15	5-10	1-2	0,3-0,4	1,3-1,5
4	22000	18	20-40	2-5	0,2-0,25	0,5-0,7
5	26000	22	10-20	1-2	0,2-0,3	1,3-1,5
6	30000	26	5-10	1-2	0,3-0,4	1,3-1,5
7	34000	30	20-40	2-5	0,2-0,25	0,5-0,7
8	38000	35	10-20	1-2	0,2-0,3	1,3-1,5
9	42000	40	5-10	1-2	0,3-0,4	1,3-1,5

Вариант	$Q_p, \text{ м}^3/\text{сут}$	$c, \text{ мг/л}$	Размер зерен, мм		Высота слоя, мм	
			d_1	d_2	h_1	h_2
10	12000	14	20-40	2-5	0,2-0,25	0,5-0,7

2. Рассчитать и выбрать вертикальный распылительный экстрактор для извлечения компонента при расходе сточной воды $Q_{\text{св}}$, если его концентрация на входе $c_{\text{вх}}$, а на выходе (ПДК) $c_{\text{вых}}$. Коэффициент распределения составляет m , а плотность легкой фазы равна $\rho_{\text{л}}$. Начертить эскиз выбранного экстрактора с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Компонент	Экстрагент	$\rho_{\text{л}}, \text{ кг/м}^3$	m	$Q_{\text{св}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$c_{\text{вх}}, \text{ мг/м}^3$	$c_{\text{вых}}, \text{ мг/м}^3$
1	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	C_7H_8	867	19	70	2,2	0,1
2	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	C_7H_8	867	12	60	12,0	0,5
3	CH_2O	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	814	3	50	15,0	0,6
4	$\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7$	C_6H_6	879	5	90	13,0	0,5
5	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	C_7H_8	867	9	100	5,5	0,2
6	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	790	126	110	10,0	0,4
7	$\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$	C_6H_6	879	60	80	14,0	0,5
8	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	C_7H_8	867	9	130	2,0	0,1
9	CH_2ClCOOH	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	814	3,6	120	9,0	0,3
10	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	C_7H_8	867	19	60	10,0	0,1

Вопросы для обсуждения

1. Области применения фильтрования;
2. Области применения и закономерности экстракции;
3. Конструкция и принцип действия зернистых фильтров;
4. Конструкция и принцип действия вертикального полого экстрактора;
5. Методика расчета и выбора зернистых фильтров;
6. Методика расчета и выбора вертикального распылительного экстрактора.

Список литературы

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие

– Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>) – стр. 36-44, 74;

2. Фирсова Л. Ю. Системы защиты среды обитания. Схемы, сооружения и аппараты для очистки газовых выбросов и сточных вод: учебное пособие - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 80 с (доступ по интернет-ссылке: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367411>) – стр. 38 - 42; 62-68;

3. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 237 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484753>) – стр. 66-76; 88-94.

Практическое занятие 5. Расчет флотаторов и электрокоагуляторов

Цель практического занятия: изучение конструкции флотаторов-отстойников и электрокоагуляторов, методики их выбора и расчета; приобретение практических навыков выбора и расчета флотаторов-отстойников и электрокоагуляторов.

План проведения занятия

Практическое занятие проводится в несколько этапов. В начале занятия проводится беседа со студентами для оценки общего уровня знаний студентов по тематике занятия и выявления вопросов, которые большинству или всем неизвестны.

Затем преподаватель консультирует студентов по вопросам, которые вызвали у них трудности и по возможности сам приводит или просит привести студентов практические примеры для лучшего усвоения тематических основ.

После проведения консультации преподаватель дает студентам возможность задать ему возникшие у них вопросы по тематике занятия. При ответах желательно также приводить примеры и по возможности давать ответить другим студентам, знающим ответ для создания активного диалога с ними.

По завершению беседы, на которую в общей сложности отводится 20 – 25 минут, преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора флотатора-отстойника для извлечения твердых частиц из сточных вод. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору флотатора-отстойника. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося флотатора-отстойника с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора флотатора-отстойника и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

По завершении преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора электрокоагулятора. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору электрокоагулятора. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося электрокоагулятора с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора электрокоагулятора и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

Используемые технологии преподавания

При проведении данного практического занятия используются следующие технологии образования:

1. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии реализуются за счет того, что задачи связаны с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на практическом занятии, и предполагает проведение открытых

индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

3. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий и проверке решения задач.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятия.

Примерные варианты заданий

1. Рассчитать и выбрать флотатор-отстойник для извлечения твердых частиц при расходе сточной воды Q . Общее время пребывания воды во флотаторе-отстойнике составляет $\tau_{\text{общ}}$, во флотационной камере $\tau_{\text{к}}$. Общая высота флотатор-отстойника равна $H_{\text{общ}}$, а флотационной камеры $H_{\text{к}}$. Начертить эскиз выбранного флотатора-отстойника с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Q , м ³ /ч	$\tau_{\text{общ}}$, мин	$\tau_{\text{к}}$, мин	H , м	$H_{\text{к}}$, м
1	100	20	5,0	3,0	1,5
2	150	15	5,5	3,5	1,5
3	200	25	6,0	4,0	2,0
4	250	22	6,5	3,0	1,5
5	300	18	7,0	3,5	1,5
6	350	20	6,5	4,0	2,0
7	400	15	6,0	3,0	1,5
8	450	25	5,5	3,5	1,5
9	500	22	5,0	4,0	2,0
10	550	18	5,5	3,0	1,5

2. Рассчитать и выбрать электрокоагулятор для извлечения компонентов при расходе сточной воды Q . Число электрокоагуляторов n ; рабочая высота слоя жидкости h ; высота слоя

пены h_1 ; высота бортов над уровнем пены h_2 ; толщина электрода b ; расстояние между электродами c ; продолжительность работы аппарата в сутки $\tau_{\text{общ}}$. Начертить эскиз выбранного электрокоагулятора с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Q, м ³ /ч	материал электродов	n, шт	h_1 , м	h_2 ,	b , м	c , м	$\tau_{\text{общ}}$, ч
1	10	сталь	2	0,05	0,20	0,005	0,010	8
2	12	алюминий	4	0,05	0,25	0,006	0,015	16
3	14	сталь	2	0,10	0,30	0,007	0,020	24
4	16	алюминий	4	0,10	0,25	0,008	0,015	8
5	18	сталь	2	0,05	0,20	0,005	0,010	16
6	20	алюминий	4	0,05	0,25	0,006	0,015	24
7	22	сталь	2	0,10	0,30	0,007	0,020	8
8	24	алюминий	4	0,10	0,25	0,008	0,015	16
9	26	сталь	2	0,05	0,20	0,005	0,010	24
10	28	алюминий	4	0,05	0,25	0,006	0,015	8

Вопросы для обсуждения

1. Области применения и закономерности флотации;
2. Области применения и закономерности коагуляции, особенности электрокоагуляции;
3. Конструкция и принцип действия флотатора-отстойника;
4. Конструкция и принцип действия электрокоагулятора;
5. Методика расчета и выбора вертикального распылительного экстрактора;
6. Методика расчета и выбора флотатора-отстойника.

Список литературы

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Физико-химические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2016. – 87 с. (наличие в библиотеке ВлГУ) – стр. 36-44; 48-51;
2. Фирсова Л. Ю. Системы защиты среды обитания. Схемы, сооружения и аппараты для очистки газовых выбросов и сточных вод: учебное пособие - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 80 с (доступ по интернет-ссылке: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367411>) – стр. 43 - 49; 69-72;

3. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 237 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484753>) – стр. 102-109; 126-132.

Практическое занятие 6. Расчет аппаратов для механического обезвоживания осадков

Цель практического занятия: изучение конструкции вакуум-фильтров и фильтр-прессов, методики их выбора и расчета; приобретение практических навыков выбора и расчета вакуум-фильтров и фильтр-прессов.

План проведения занятия

Практическое занятие проводится в несколько этапов. В начале занятия проводится беседа со студентами для оценки общего уровня знаний студентов по тематике занятия и выявления вопросов, которые большинству или всем неизвестны.

Затем преподаватель консультирует студентов по вопросам, которые вызвали у них трудности и по возможности сам приводит или просит привести студентов практические примеры для лучшего усвоения тематических основ.

После проведения консультации преподаватель дает студентам возможность задать ему возникшие у них вопросы по тематике занятия. При ответах желательно также приводить примеры и по возможности давать ответить другим студентам, знающим ответ для создания активного диалога с ними.

По завершению беседы, на которую в общей сложности отводится 20 – 25 минут, преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора барабанного вакуум-фильтра. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору барабанного вакуум-фильтра. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося барабанного вакуум-фильтра с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора барабанного вакуум-фильтра и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

По завершении преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора фильтр-пресса ФПАКМ. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он решает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору фильтр-пресса ФПАКМ. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося фильтр-пресса ФПАКМ с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора фильтр-пресса ФПАКМ и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

Используемые технологии преподавания

При проведении данного практического занятия используются следующие технологии образования:

1. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии реализуются за счет того, что задачи связаны с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на практическом занятии, и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

3. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий и проверке решения задач.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятия.

Примерные варианты заданий

1. Рассчитать и выбрать барабанный вакуум-фильтр производительностью Q по сухому осадку гидрата закиси никеля, заданной толщине слоя 5 мм и времени просушки осадка на фильтре 1,5 мин. Давление вакуума составит $P_{\text{вак}}$; масса твердого вещества, остающегося на фильтре c ; объем влажного осадка, получаемого при прохождении 1 м³ суспензии $V_{\text{ос}}$; плотность и влажность осадка $\rho_{\text{ос}}$ и $\varphi_{\text{ос}}$; плотность и вязкость фильтрата $\rho_{\text{ф}}$ и $\mu_{\text{ф}}$ при температуре фильтрования 50 °С; концентрация исходной суспензии $c_{\text{вх}}$. Число секций фильтра равно 24, удельное сопротивление ткани $11,43 \cdot 10^{10}$ м/м², среднее удельное сопротивление осадка $43,21 \cdot 10^{10}$ м/кг сухого осадка, а время просушки осадка составляет 1,5 мин. Начертить эскиз выбранного вакуум-фильтра с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Q , т/сут	$P_{\text{вак}}$, кПа	c , кг/м ³	$V_{\text{ос}}$, м ³ /м ³	$\rho_{\text{ос}}$, кг/м ³	$\varphi_{\text{ос}}$, %	$\rho_{\text{ф}}$, кг/м ³	$\mu_{\text{ф}} \cdot 10^{-3}$, Па·с	$c_{\text{вх}}$, %
1	2,8	53,3	207,5	0,686	1220	75,2	1110	1,51	10,67
2	2,5	50,0	200,0	0,672	1146	74,4	1019	1,49	9,74
3	3,2	55,5	205,8	0,668	1225	76,6	1146	1,59	10,70
4	2,7	47,6	209,6	0,664	1270	73,5	1146	1,65	11,28
5	3,4	58,4	201,4	0,660	1272	77,7	1118	1,41	10,75
6	3,6	54,0	210,5	0,668	1139	72,2	1098	1,63	9,44
7	2,6	60,2	203,8	0,672	1136	78,4	1167	1,43	9,32
8	3,8	57,7	212,6	0,686	1288	71,6	1148	1,52	9,54
9	3,9	54,2	204,7	0,692	1125	79,5	1073	1,63	10,06
10	4,0	51,8	214,6	0,682	1281	70,2	1103	1,48	10,52

2. Рассчитать и выбрать параметры работы фильтр-пресса и их количество для обработки количества Q водной суспензии, если давление p , удельное сопротивление осадка $r_{\text{ос}}$, плотность фильтруемой водной суспензии $\rho_{\text{ф}}$, плотность сухого осадка $\rho_{\text{ос}}$, концентрация су-

хого вещества в водной суспензии c_1 и в осадке c_2 , начальная концентрация растворимого вещества в промывной жидкости β_n и конечная β_k , константа промывки $k_{пр} = 3$, сопротивление фильтрующей перегородки $R=1,065 \cdot 10^{10} \text{ м}^{-1}$, площадь поверхности фильтрования $F_{\phi} = 50 \text{ м}^2$, число одновременно промываемых слоев осадка $n_c = 2$, вспомогательное время $\tau_{всп} = 0,5 \text{ ч}$, а динамический коэффициент вязкости фильтруемой воды $\mu = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$. Начертить эскиз выбранного фильтр-пресса с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	$p, \text{ кПа}$	$\rho_{ос} \cdot 10^{12}, \text{ м/кг}$	$\rho_{\phi}, \text{ кг/м}^3$	$\rho_{ос}, \text{ кг/м}^3$	$c_1, \text{ кг/кг}$	$c_2, \text{ кг/кг}$	$\beta_n, \%$	$\beta_k, \%$
1	4,0	35	0,9	1050	2500	0,22	0,878	5	0,1
2	4,4	39	1,1	972	2104	0,15	0,864	5	0,2
3	4,8	38	1,2	1067	2268	0,22	0,888	9	0,4
4	5,5	26	1,4	931	2272	0,29	0,892	7	0,4
5	8,0	25	0,9	1063	2498	0,18	0,864	9	0,2
6	8,0	31	1,0	1003	2340	0,30	0,872	7	0,3
7	7,8	34	1,0	923	2278	0,28	0,887	7	0,2
8	5,9	31	1,3	1047	2192	0,20	0,853	8	0,2
9	6,6	42	1,0	945	2237	0,25	0,874	9	0,3
10	5,9	34	0,8	1074	2402	0,16	0,860	6	0,2

Вопросы для обсуждения

1. Технология обработки осадков сточных вод;
2. Основные закономерности механического обезвоживания осадков;
3. Конструкция и принцип действия барабанного вакуум-фильтра;
4. Конструкция и принцип действия фильтр-пресса ФПАКМ;
5. Методика расчета и выбора барабанного вакуум-фильтра;
6. Методика расчета и выбора фильтр-пресса ФПАКМ;

Список литературы

1. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод: монография. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 208 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937923.html>) – стр. 144-156;
2. Фирсова Л. Ю. Системы защиты среды обитания. Схемы, сооружения и аппараты для очистки газовых выбросов и сточных вод: учебное пособие - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013.

- 80 с (доступ по интернет-ссылке: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367411>) – стр. 50-61;

3. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 237 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484753>) – стр. 148-152.

Практическое занятие 7. Расчет адсорберов и ионообменных колонн

Цель практического занятия: изучение конструкции адсорберов с неподвижным слоем адсорбента и катионообменных колонн, методики их выбора и расчета; приобретение практических навыков выбора и расчета адсорберов с неподвижным слоем адсорбента и катионообменных колонн.

План проведения занятия

Практическое занятие проводится в несколько этапов. В начале занятия проводится беседа со студентами для оценки общего уровня знаний студентов по тематике занятия и выявления вопросов, которые большинству или всем неизвестны.

Затем преподаватель консультирует студентов по вопросам, которые вызвали у них трудности и по возможности сам приводит или просит привести студентов практические примеры для лучшего усвоения тематических основ.

После проведения консультации преподаватель дает студентам возможность задать ему возникшие у них вопросы по тематике занятия. При ответах желательно также приводить примеры и по возможности давать ответить другим студентам, знающим ответ для создания активного диалога с ними.

По завершению беседы, на которую в общей сложности отводится 20 – 25 минут, преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора адсорбера с неподвижным слоем адсорбента для очистки сточных вод. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору адсорбера с неподвижным слоем адсорбента для очистки сточных вод. В случае возникнове-

ния у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося адсорбера с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора адсорбера с неподвижным слоем адсорбента для очистки сточных вод и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

По завершении преподаватель объясняет студентам методику расчета размеров односекционной катионообменной колонны. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету размеров односекционной катионообменной колонны. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой.

На объяснение методики расчета размеров односекционной катионообменной колонны и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

Используемые технологии преподавания

При проведении данного практического занятия используются следующие технологии образования:

1. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии реализуются за счет того, что задачи связаны с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на практическом занятии, и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

3. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины.

Закljučаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий и проверке решения задач.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятия.

Примерные варианты заданий

1. Рассчитать параметры адсорбера с неподвижным слоем адсорбента для извлечения цианидов при расходе сточной воды Q и концентрации цианидов c_{CN} . Давление в адсорбере P_a ; допустимый расход воздуха через аэрируемый элемент $Q_э$; число адсорберов n ; время цикла извлечения τ (заполнения; извлечения, истечения); коэффициент запаса k . Начертить эскиз выбранного адсорбера с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Q , м ³ /ч	c_{CN} , кг/м ³	k	τ , ч	n	P_a , МПа	$Q_э$, м ³ /с
1	6	0,02	1,15	0,60	1	0,15	0,0020
2	8	0,03	1,16	0,65	1	0,16	0,0025
3	10	0,04	1,17	0,70	2	0,17	0,0030
4	12	0,05	1,18	0,75	2	0,18	0,0035
5	14	0,06	1,19	0,80	2	0,19	0,0040
6	16	0,07	1,20	0,85	2	0,20	0,0045
7	18	0,08	1,15	0,90	1	0,15	0,0050
8	20	0,09	1,16	0,95	1	0,16	0,0055
9	22	0,01	1,17	1,00	2	0,17	0,0020
10	24	0,011	1,18	1,05	2	0,18	0,0025

2. Рассчитать диаметр катионообменной колонны для удаления ионов натрия из раствора хлорида калия заданным ионитом, если производительность по исходному раствору V , исходная концентрация раствора c_n , концентрация очищенного раствора c_k , константа равновесия в системе катионит – раствор K_p , температура в аппарате t , порозность неподвижного слоя ϵ_n . Регенерация ионита проводится 1 н раствором HCl.

Исходные данные:

Вариант	Марка ионита	$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$C_H, \text{ моль-экв/м}^3$	$C_K, \text{ моль-экв/м}^3$	K_p	$t, ^\circ\text{C}$	ε_H
1	КУ-2	14,3	5,2	0,26	1,5	24	0,34
2	КУ-1	10,4	4,3	0,22	1,2	19	0,48
3	АВ-17-8	8,6	4,7	0,24	1,4	28	0,37
4	ЭДЭ-10П	11,2	3,6	0,18	1,5	26	0,43
5	АН-1	8,4	5,7	0,29	0,9	28	0,41
6	КУ-2	12,0	3,8	0,19	1,5	27	0,40
7	КУ-1	11,6	5,8	0,29	1,3	21	0,44
8	АВ-17-8	9,7	4,2	0,21	0,9	20	0,39
9	ЭДЭ-10П	7,9	5,0	0,25	1,2	25	0,33
10	АН-1	12,8	5,5	0,28	1,0	23	0,38

Вопросы для обсуждения

1. Области применения сорбционных процессов;
2. Особенности и закономерности адсорбции и ионного обмена;
3. Конструкция и принцип действия адсорберов с неподвижным слоем адсорбента;
4. Конструкция и принцип действия односекционных ионообменных колонн;
5. Методика расчета и выбора адсорберов с неподвижным слоем адсорбента для очистки сточных вод;
6. Методика расчета и выбора односекционной ионообменной колонны;

Список литературы

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Физико-химические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2016. – 87 с. (наличие в библиотеке ВлГУ) – стр. 5-24; 30-35;
2. Таранцева К.Р., Таранцев К.В. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды: учеб. пособие - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 412 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=429195>) – стр. 212-246;
3. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 237 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484753>) – стр. 160-182.

Практическое занятие 8. Расчет аэротенков и метантенков

Цель практического занятия: изучение конструкции аэротенков и метантенков, методики их выбора и расчета; приобретение практических навыков выбора и расчета аэротенков и метантенков.

План проведения занятия

Практическое занятие проводится в несколько этапов. В начале занятия проводится беседа со студентами для оценки общего уровня знаний студентов по тематике занятия и выявления вопросов, которые большинству или всем неизвестны.

Затем преподаватель консультирует студентов по вопросам, которые вызвали у них трудности и по возможности сам приводит или просит привести студентов практические примеры для лучшего усвоения тематических основ.

После проведения консультации преподаватель дает студентам возможность задать ему возникшие у них вопросы по тематике занятия. При ответах желательно также приводить примеры и по возможности давать ответить другим студентам, знающим ответ для создания активного диалога с ними.

По завершению беседы, на которую в общей сложности отводится 20 – 25 минут, преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора аэротенка. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору аэротенка. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося аэротенка с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора аэротенка и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

По завершении преподаватель объясняет студентам методику расчета и выбора метантенка. Во время объяснения и по его завершении студенты могут задавать преподавателю вопросы. Затем преподаватель вызывает к доске одного из студентов по его желанию или по своему выбору. Этому студенту выдается задача в качестве примера, которую он прорешивает

у доски с участием остальной группы и преподавателя. При этом студенты получают начальный навык расчета по этой методике и в форме общегруппового диалога с преподавателем решают возникающие трудности.

После этого каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету и выбору метантенка. В случае возникновения у одного или нескольких студентов трудностей, они решаются совместно с преподавателем и остальной группой. При этом каждый студент должен изобразить схему получившегося метантенка с соблюдением пропорциональности размеров.

На объяснение методики расчета и выбора метантенка и решение задач отводится примерно 25 – 30 минут.

Используемые технологии преподавания

При проведении данного практического занятия используются следующие технологии образования:

1. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии реализуются за счет того, что задачи связаны с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на практическом занятии, и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

3. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий и проверке решения задач.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятия.

Примерные варианты заданий

1. Рассчитать и выбрать трехкоридорный аэротенк для переработки органических примесей в активный ил при расходе сточных вод Q . БПК_{полн} поступающей сточной и очищенной воды равны L_0 и L_1 . Скорость окисления примесей на 1 г сухой биомассы равна ρ ; коэффициент качества воды составляет n_2 ; коэффициент, учитывающий площадь, занятую аэраторами по отношению к площади зеркала воды в аэротенке k_1 ; концентрация ила в аэротенке a . Начертить эскиз выбранного аэротенка с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	Сточные воды производства	Q , м ³ /ч	L_0 , мг/л	L_1 , мг/л	ρ , мг/(г·ч)	n_2	k_1	a , г/л
1	химфармацевтика	650	150	3	10	0,25	0,25	2
2	нефтепереработка	900	1000	5	15	0,30	0,50	6
3	переработка твердых топлив	800	900	5	13	0,35	0,50	6
4	производство каучука	700	800	5	14	0,40	0,45	5
5	синтез поливинилацетата	500	700	5	16	0,30	0,40	5
6	синтез СЖК	400	600	4	12	0,35	0,35	5
7	синтез спиртов	450	500	4	11	0,35	0,30	4
8	синтез фенола	550	450	3	14	0,25	0,30	8
9	синтез анилина	600	400	3	9	0,20	0,30	3
10	химфармацевтика	850	350	4	10	0,30	0,25	2

2. Рассчитать и выбрать метантенк для станции аэрации, обслуживающей город с населением N . Норма водоотведения q на одного человека. В городе имеется промышленное предприятие, спускающее сточные воды в городскую канализацию. Количество производственных сточных вод Q_w при содержании в них взвешенных веществ $C_{пр}$. Начертить эскиз выбранного метантенка с соблюдением размерных пропорций.

Исходные данные:

Вариант	$N \cdot 10^3$, чел	q , л/сут	Q_w , м ³ /сут	$C_{пр}$, мг/л	Вариант	$N \cdot 10^3$, чел	q , л/сут	Q_w , м ³ /сут	$C_{пр}$, мг/л
1	200	200	5000	400	6	350	200	6000	400
2	300	150	4500	450	7	450	150	7000	500
3	400	180	5500	400	8	550	180	7500	600
4	500	220	4000	500	9	650	220	5500	450
5	600	160	6000	400	10	750	160	5000	550

Вопросы для обсуждения

1. Общие принципы аэробной и анаэробной переработки;
2. Классификация сооружений и оборудования биохимической обработки;
3. Конструкция и принцип действия аэротенка;
4. Конструкция и принцип действия метантенка;
5. Методика расчета и выбора аэротенка;
6. Методика расчета и выбора метантенка.

Список литературы

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Физико-химические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2016. – 87 с. (наличие в библиотеке ВлГУ) – стр. 57-66;
2. Луканин А.В. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод: учебное пособие - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 244 с (доступ по интернет-ссылке: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=519990>) – стр. 32-66; 92-124;
3. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод: монография. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 208 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937923.html>) – стр. 120-136.