

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

Институт архитектуры, строительства и энергетики
Кафедра химических технологий

Пикалов Евгений Сергеевич

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Методические рекомендации по выполнению курсовых проектов
по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии
и защиты окружающей среды» для студентов ВлГУ,
обучающихся по направлению 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии нефтехимии и биотехнологии

Владимир – 2015 г.

Данные методические указания включают рекомендации по выполнению и защите курсовых проектов по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии и защиты окружающей среды» для студентов направления 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии и защиты окружающей среды».

Рассмотрены и одобрены на
заседании УМК направления
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Протокол №9 от 01.04.2015 г.
Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ

Цель и задачи выполнения курсового проекта

Курсовой проект является большой самостоятельной инженерной работой студента, выполняемой под руководством одного из преподавателей кафедры, а его выполнение и защита - обязательным условием промежуточной аттестации по дисциплине. Основной целью курсового проекта является расширение, закрепление и углубленное изучение одной из основных областей знаний, изучаемых в теоретическом курсе дисциплины, а также приобретение навыков решения инженерных задач. Выполнение данного курсового проекта позволяет студенту приобрести навыки и умения, необходимые для выполнения курсовых проектов профессиональной направленности и проектной части выпускной квалификационной работы.

Задачами, которые студент решает при выполнении курсового проекта являются:

- получение навыков работы с научной и справочной литературой, нормативной документацией (ГОСТы, ОСТы, ЕСКД и ЕСТД);
- приобретение практических навыков оформления технической документации, в том числе развитие навыков исполнения технологических чертежей и спецификаций к ним;
- приобретение практических навыков написания обзоров по заданной тематике;
- приобретение практических навыков составления и разработки технологических схем химико-технологических процессов;
- приобретение практических навыков технологических расчетов по определению основных параметров процессов, характеристик и параметров работы оборудования;
- приобретение практических навыков обоснованного выбора типа и марки основного и вспомогательного технологического оборудования для проведения конкретного процесса в заданных условиях.

Порядок выполнения курсового проекта

Выполнение курсового проекта предполагает успешное завершение четырех этапов в установленные сроки:

- выполнение теоретической (обзорной) части проекта;
- выполнение расчетной части проекта в соответствии с исходными данными;
- выполнение графической части проекта;
- защита курсового проекта перед комиссией.

Предполагается, что студент завершит все этапы в течении семестра, во время которого изучается данная дисциплина. Выполнение курсового проекта начинается с выдачи задания и распределения студентов по руководителям.

Темы и задания на курсовое проектирование выдаются студентам по усмотрению ведущего преподавателя на первом лекционном или первом лабораторном занятии. При этом учитываются индивидуальные интересы и предпочтения студентов. Одновременно происходит распределение студентов по руководителям. Руководителем курсового проекта может быть преподаватель, ведущий данную дисциплину, или другой преподаватель кафедры, назначенный в соответствии с распределением учебной нагрузки по кафедре. Тематика, по которой руководитель будет вести проекты, также выбирается исходя из его научных и практических интересов.

В течении нескольких дней после выдачи задания студентам необходимо встретится со своими руководителями, согласовать с ними график консультаций и получить первые рекомендации и задания по выполнению курсового проекта. Рекомендуется, чтобы студент консультировался у своего руководителя не реже одного раза в неделю. На консультациях руководитель проверяет правильность исполнения курсового проекта студентов, в случае обнаружения ошибок указывает на них студенту, дает рекомендации по исправлению замечаний и дальнейшему выполнению.

Непосредственное выполнение курсового проекта начинается с подготовки теоретической части, которая включает в себя общее представление о рассматриваемом в проекте процессе или группе процессов, подтверждение его эффективности и актуальности для поставленной задачи (например, абсорбция для очистки газовых выбросов). Затем студент составляет и разрабатывает принципиальную технологическую схему для проведения заданного в проекте процесса. По результатам он составляет описание схемы, которое и должно быть приведено в теоретической части проекта.

После этого студент приступает к выполнению расчетной части проекта. Часть исходных данных он берет из задания на курсовое проектирование, а часть выбирает сам, основываясь на рекомендациях литературных источников и собственных представлениях. Любые самостоятельно выбранные величины должны быть им обоснованы и подтверждены последующими расчетами. Кроме того, по мере выполнения проекта студент проводит выбор некоторых величин, например, скорости потоков, давления в аппарате, размеров аппарата. Этот выбор также должен быть обоснован и подтвержден расчетами. Расчетная часть выполняется студентом по методикам, изложенным в рекомендуемых литературных источниках и по рекомендациям руководителя проекта.

После этого студент оформляет пояснительную записку в соответствии с предъявляемыми требованиями и нормативными документами, в том числе принятыми в университете и на кафедре.

Затем студент приступает к выполнению графической части проекта по результатам разработки технологической схемы и расчета основного и вспомогательного оборудования. Рекомендуется начать выполнение графической части с принципиальной технологической схемы, которая должна соответствовать представленному в теоретической части описанию. После этого студент выполняет чертеж общего вида основного оборудования в соответствии с результатами выполнения расчетной части проекта. К обоим чертежам должны быть выполнены спецификации. Чертежи и спецификации также должны соответствовать предъявляемым требованиям и нормативным документам, в том числе принятым в университете и на кафедре. В случае необходимости (для наглядности или дополнительных пояснений) студент может дополнить графическую часть проекта другими чертежами или плакатами.

После того как студент выполнил и оформил пояснительную записку в соответствии с требованиями он подписывает их. Своей подписью он подтверждает, что является автором проекта и несет ответственность за его исполнение. Затем студент должен получить подписи своего руководителя, подтверждающие его согласие с правильностью выполнения и оформления. Студент и руководитель подписывают титульный лист, пояснительную записку, спецификации и чертежи.

С подписанным курсовым проектом студент обращается к ведущему преподавателю и ему назначается дата защиты курсового проекта. Защита курсового проекта проходит перед комиссией, состав которой утверждается на кафедре. Как правило в комиссию входят ведущий преподаватель и руководители проектов. Защита включает в себя доклад студента по чертежам, которые он вывешивает перед комиссией, и ответы студента на вопросы членов комиссии. После защиты комиссия в отсутствие студента совещается и выставляет ему оценку, исходя из критериев оценивания и мнения большинства членов комиссии. Решение комиссии подтверждается протоколом защиты курсового проекта, подписанного всеми членами комиссии.

Выполнение всех этапов оценивается при проведении рейтинг-контроля, этапы рекомендуется проводить в соответствии со следующим регламентом:

Регламент выполнения курсового проекта

Виды работ	Продолжительность
Выполнение теоретической части	1 – 2 недели
Выполнение расчетной части	5 – 6 недель
Оформление расчетной части	до 1 недели
Выполнение графической части	2 – 3 недели
Проверка готового курсового проекта	до 1 недели

Виды работ	Продолжительность
Защита курсового проекта	до 1 недели
Итого	11 – 14 недель

Темы курсовых проектов

Расчёт насадочного абсорбера

Исходные данные для расчёта:

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Абсорбируемый компонент (абсорбтив)	аммиак	хлористый водород	аммиак	хлористый водород	аммиак
Количество газовой смеси, поступающей в установку V, м ³ /с	5	8	6	12	12
Начальная концентрация абсорбтива в газовой смеси у _н , %	6	8	4	6	8
Начальная концентрация абсорбтива в абсорбенте х _н , %	0	0,22	0,18	0,14	0,2
Степень извлечения ε	0,95	0,92	0,89	0,91	0,94
Степень насыщения η	0,75	0,74	0,76	0,84	0,82
Температура абсорбции t _а , °С	25	31	37	29	34
Давление абсорбции P _а , кПа	141,5	162,5	128,9	144,6	150,3
Примечание: для всех вариантов очищаемый газ – воздух, абсорбент – вода					

В курсовом проекте должны быть разработаны следующие вопросы:

- Материальный баланс процесса;
- Определение скорости газа и диаметра абсорбера;
- Определение средней движущей силы процесса;
- Определение коэффициента массопередачи;
- Определение высоты абсорбера;
- Определение гидравлического сопротивления абсорбера;
- Расчёт и выбор вспомогательного оборудования: насос для подачи абсорбента; газодувка (турбокомпрессор) для подачи газовой смеси.

Необходимо вычертить:

- Технологическая схема абсорбционной установки;
- Общий вид абсорбционной колонны (сборочный чертеж).

Расчёт адсорбционной установки

Исходные данные для расчёта:

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Количество газовой смеси, поступающей в установку V , $\text{м}^3/\text{с}$	6	9	11	7	12
Адсорбируемый компонент (адсорбтив)	аммиак	сероводород	диоксид углерода	пары метилового спирта	пары этилового спирта
Температура газовой смеси $t_{\text{см}}$, $^{\circ}\text{C}$	20	24	18	22	16
Начальная концентрация адсорбтива в газовой фазе $C_{\text{н}}$, $\cdot 10^{-3}$ $\text{кг}/\text{м}^3$	1,5	2,0	1,8	1,2	2,4
Проскоковая концентрация адсорбтива $C_{\text{п}}$, % от $C_{\text{н}}$	5	8	4	10	6
Эквивалентный диаметр гранул адсорбента, мм	1,6	2,0	1,8	2,2	1,4

В курсовом проекте должны быть разработаны следующие вопросы:

- Изотерма адсорбции;
- Диаметр и высота адсорбера;
- Коэффициент массопередачи процесса адсорбции;
- Продолжительность адсорбции. Выходная кривая. Профиль концентрации в слое адсорбента;
- Материальный баланс адсорбции
- Вспомогательные стадии цикла
- Расчёт и выбор вспомогательного оборудования: воздухоудувка, циклон, фильтр

Необходимо вычертить:

- Технологическая схема адсорбционной установки;
- Общий вид адсорбционной колонны (сборочный чертеж).

Расчёт барабанного вакуум-фильтра

Исходные данные для расчёта:

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Производительность фильтра по осадку $G_{ос}$, кг/с	2,6	3,0	2,4	2,8	2,5
Влажность осадка w , масс. %	40	45	35	50	47
Содержание твердой фазы в суспензии x , масс. %	20	18	25	22	30
Перепад давления при фильтровании и промывке ΔP , кПа	75	80	78	82	86
Удельное сопротивление осадка r , $\cdot 10^{-3}$ Па·с/м ²	4	5	6	7	8
Сопротивление фильтрующей перегородки R_p , $\cdot 10^6$ Па·с/м	1	0,9	0,8	1,1	1,2
Динамический коэффициент вязкости фильтрата μ_f , $\cdot 10^{-3}$ Па·с	0,9	0,95	0,88	0,96	0,99
Плотность твердой фазы ρ_t , кг/м ³	2500	2650	2800	2350	2900
Плотность жидкой фазы ρ_f , кг/м ³	1000	990	970	1100	940
Температура промывной жидкости (воды) $t_{пр}$, °С	20	18	19	22	25
Удельный расход промывной жидкости m , кг/кг осадка	3,6	3,8	3,4	4,0	4,2
Угол зоны фильтрования φ_f , °	135	120	115	145	125
Частота вращения барабана n , об/мин	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4

В курсовом проекте должны быть разработаны следующие вопросы:

- Материальный баланс процесса фильтрования;
- Выбор толщины слоя осадка;
- Энергетический расчёт;
- Расчёт и выбор вспомогательного оборудования: насос, ресивер, ловушка

Необходимо вычертить:

1. Технологическая схема фильтровальной установки;
2. Общий вид барабанного вакуум-фильтра (сборочный чертеж).

Основные требования к написанию курсового проекта

По результатам выполнения курсового проекта и в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД, а также нормативных документов университета и кафедры, оформляется пояснительная записка общим объемом 30 – 50 стр. и выполняются чертежи на листах формата А1. На чертежах должны быть представлены принципиальная технологическая схема установки и общий вид проектируемого аппарата (сборочный чертеж или чертеж общего вида).

Обязательным элементом курсового проекта является лист задания, выдаваемый студенту вместе с темой и подписанный ведущим преподавателем. Лист задания подшивается после титульного листа и перед содержанием.

Бланки титульного листа и листа с заданием представлены в приложениях к данным методическим рекомендациям.

Критерии оценки курсового проекта

Курсовой проект оценивается каждым членом комиссии в отдельности по представленным ниже показателям. После этого определяется среднее арифметическое значение оценок членов комиссии и складывается с рейтинг-контролем выполнения курсового проекта. По итоговому количеству баллов студенту выставляется оценка в соответствии со шкалой оценивания.

Критерии оценки качества оформления пояснительной записки и чертежей

Оценка	Критерий оценивания
5	Оформление пояснительной записки и чертежей полностью соответствует предъявляемым требованиям; отсутствуют грамматические, технические и арифметические ошибки; материал изложен подробно, последовательно, логично и обоснованно; графический материал (чертежи и иллюстрации) наглядный и понятный.
4	Оформление пояснительной записки и чертежей полностью соответствует предъявляемым требованиям; могут быть незначительные грамматические, технические и/или арифметические ошибки; материал изложен последовательно, логично и обоснованно; графический материал (чертежи и иллюстрации) наглядный и понятный.
3	Оформление пояснительной записки и чертежей незначительно отличается от предъявляемых требований; есть незначительные грамматические, технические и/или арифметические ошибки; материал изложен

Оценка	Критерий оценивания
	последовательно и логично; графический материал (чертежи и иллюстрации) наглядный, но его исполнение не надлежащего качества.
1 - 2	Могут быть серьезные замечания по оформлению пояснительной записки и чертежей; могут быть серьезные и есть незначительные грамматические, технические и/или арифметические ошибки; материал может быть изложен не последовательно и без пояснений; графический материал (чертежи и иллюстрации) выполнен грубо и его восприятие затруднено.

Критерии оценки качества доклада

Оценка	Критерий оценивания
10	Доклад информативный, логичный и последовательный; при докладе студент активно пользуется чертежами; при изложении материала не было допущено стилистических, логических и технологических ошибок.
7 - 9	Доклад в меру информативный, логичный и последовательный; при докладе студент пользуется чертежами; при изложении материала не было допущено технологических, но могут быть стилистические и логические ошибки.
4 - 6	Доклад недостаточно информативный, логичный и последовательный; при докладе студент почти не пользуется чертежами; при изложении материала допущены незначительные технологические ошибки, могут быть стилистические и логические ошибки.
1 - 2	Доклад мало информативный, не логичный и не последовательный; при докладе студент может не пользоваться чертежами; при изложении может допускать серьезные стилистические, логические и технологические ошибки

Критерии оценки качества ответов на вопросы комиссии

Оценка	Критерий оценивания
16 - 20	Ответы на вопросы полные, обоснованные и правильные; ответы могут сопровождаться примерами и связываются с результатами курсового

	проекта; когда это необходимо студент пользуется графическим материалом; легко находит ответы на вопросы реконструктивного характера и отлично ориентируется в вопросах по тематике.
10 - 15	Ответы на вопросы достаточно полные, но при ответах на некоторые могут быть допущены незначительные ошибки; когда это необходимо студент пользуется графическим материалом; достаточно легко находит ответы и ориентируется в вопросах по тематике.
6 - 9	Ответы на вопросы не полные и с незначительными ошибками; не пользуется графическим материалом при ответах; с трудом находит ответы и плохо ориентируется в вопросах темы.
1 - 5	Большинство ответов не полные с серьезными ошибками; не пользуется графическим материалом при ответах; находит ответы не на все вопросы и не ориентируется в вопросах темы

Шкала оценивания

Оценка в баллах	Оценка за выполнение курсового проекта
91 - 100	«Отлично»
74 - 90	«Хорошо»
61 - 73	«Удовлетворительно»
менее 60	«Неудовлетворительно»

Список литературы

а) основная литература:

1. 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>);
2. Сайритдинов С.Ш. Основы гидравлики: учебник для вузов - М.: Издательство АСВ, 2014. - 386 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300263.html>);
3. Кудинов А.А. Тепломассообмен: учебное пособие – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 375 с. (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=463148>);
4. 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>);

5. 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);

б) дополнительная литература:

1. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Массообменные процессы химической технологии: Учеб. пособие. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2011. - 440 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081949.html>);

2. Аракелян С.М. Методы вычислительной гидродинамики в расчетах движения жидкости в системах со сложной топологией: Учеб. пособие – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 99 с (наличие в библиотеке ВлГУ и доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4549/1/01506.pdf>);

3. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы): учеб. пособие - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 362 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=429200>);

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

5. Самарин О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем: Справоч. пособие. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. - 112 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html>).

Приложение А

высшего профессионального образования
**"Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых"**
(ВлГУ)

Кафедра химических технологий

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии
и защиты окружающей среды»

студента *Фамилия Имя Отчество* (в родительном падеже)

Тема проекта (полностью и в соответствии с заданием)

Руководитель проекта,

ученая степень, ученое звание, должность

И.О. Фамилия

Студент гр.

И.О. Фамилия

Владимир, 20__

Приложение Б

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых»**

Кафедра "Химические технологии"

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект

по дисциплине _____ "Процессы и аппараты химической технологии
_____ и защиты окружающей среды"

студенту _____ группы _____

Тема проекта _____

Исходные данные:

- 1.
- 2.
- ...

Примечание: незаданные параметры выбрать самостоятельно.

Обязательные для разработки вопросы:

1. описание технологической схемы установки;
- 2.
- ...

Список обязательных чертежей:

1. технологическая схема (формат А1);
2. Общий вид (формат А1).

Срок сдачи законченного проекта "___" _____ 20__ г.

Ведущий преподаватель: _____ уч. степень, уч. звание, должность, Ф.И.О.