

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов

Составитель  
В. В. Ченская

# **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**Методические указания к выполнению курсовой работы  
для студентов всех форм обучения**

Рекомендованы учебно-методической комиссией направления  
18.03.01 «Химическая технология» в качестве электронного  
издания для самостоятельной работы

Кемерово 2017

Рецензенты:

Тихомирова Анастасия Владимировна – доцент кафедры химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов

**Ченская Валентина Васильевна**

Теоретические основы химической технологии: методические указания к выполнению курсовой работы [Электронный ресурс]: для бакалавров направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология неорганических веществ», всех форм обучения / сост.: В. В. Ченская; КузГТУ. – Кемерово, 2017.

Методические указания включают общие рекомендации по выполнению курсовой работы по дисциплине «Теоретические основы химической технологии», целью которых является систематизация, закрепление, углубление и обобщение теоретических и практических знаний по изучаемому курсу и применению этих знаний к комплексному решению конкретной задачи.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель курсовой работы состоит в систематизации, закреплении, расширении и обобщении теоретических и практических знаний по выполнению химико-технологических расчётов и применении этих знаний к решению конкретной инженерной задачи.

Курсовая работа направлена на развитие навыков самостоятельной и творческой работы студентов. Студент должен показать умение пользоваться научно-технической, нормативной, справочной литературой, типовыми проектами, таблицами, номограммами и т. д.

Темы работ для студентов очной и заочной форм обучения разрабатывает руководитель курсовых работ и утверждает заведующий кафедрой. Основные исходные данные для выполнения курсовой работы выдаёт ведущий преподаватель, читающий курс «Теоретические основы химической технологии». В исходные данные включают название темы, производительность, степень превращения, состав смеси и т. д.

Руководитель оказывает студенту помощь в выборе методики расчёта и оформления курсовой работы, рекомендует справочные материалы, учебную и методическую литературу, контролирует работу студента и оценивает выполненную работу после защиты её студентом. Основная литература по расчёту представлена в списке рекомендуемой литературы (раздел 5).

Курсовую работу очной формы обучения выполняют в 6 семестре (на 3 курсе обучения), студенты заочной формы обучения – в 7 семестре (на 4 курсе обучения).

## 2. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В курсовой работе приводятся физико-химические основы, исходные данные для расчёта, вспомогательные материалы (таблицы физико-химических характеристик веществ), основные уравнения химических процессов, методы и результаты расчёта материального и теплового балансов, константы равновесия и равновесного состава.

Объём пояснительной записки работы определяется суммарным объёмом материала и может содержать 20–25 страниц рукописного или машинописного текста.

В текстовой части курсовой работы даются подробно теоретические основы процесса, в полном объёме приводятся пояснения к расчётам. Курсовая работа состоит из следующих разделов.

### ***Введение***

Приводятся свойства выпускаемого продукта и его значение для экономики страны, масштабы выпуска, возможные направления использования, а также перспективы развития рассматриваемого производства. Объём этого раздела составляет 1–2 страницы.

### ***Раздел 1. Физико-химические основы процесса***

В этом разделе подробно описывается теоретическое обоснование выбора конкретного технологического режима данной стадии процесса. Здесь приводятся химические уравнения, формулы для расчёта кинетических параметров (констант равновесия, скорости процесса и т. д.). Описываются оптимальные режимы и механизмы данного процесса, приводятся таблицы, диаграммы, схемы, иллюстрирующие влияние тех или иных факторов (температуры, давления, концентрации, катализатора) на определённые характеристики.

### ***Раздел 2. Материальный баланс***

В основе решения задач проектирования и эксплуатации химических производств лежит расчёт материальных и тепловых балансов химико-технологических систем (ХТС). Под материальным балансом ХТС понимают теоретический (фиктивный) материальный баланс, рассчитанный с учетом стехиометрического уравнения процесса, степени превращения и избирательности.

В этот раздел включаются два подраздела:

#### ***2.1. Теоретическое обоснование выбора метода расчёта***

#### ***2.2. Материальный баланс физико-химической системы***

В подразделе **2.1** приводятся характеристики основных понятий и формулы для их расчёта (количество вещества, мольный поток, объёмная скорость, коэффициент изменения объёма, степень превращения, селективность, выход продукта и др.).

В подразделе **2.2** приводятся:

- 1) исходные данные, в которых указывается производительность, объём газовой смеси, объёмная скорость, степень превращения, потери, состав смеси;
- 2) результаты расчёта в полном объёме с соответствующими пояснениями;
- 3) таблица материального баланса физико-химической системы.

Теоретические положения и примеры расчёта приведены в рекомендуемой литературе.

### ***Раздел 3. Тепловой баланс***

ХТС связаны с затратой различных видов энергии – тепловой, механической и т. д. Поскольку тепловая энергия имеет наибольшее значение для этих систем – составляют тепловой баланс.

Тепловой (энергетический) баланс отражает закон сохранения энергии, согласно которому в замкнутой системе сумма всех видов энергии постоянна. Тепловой баланс ХТС составляют по данным материального баланса на единицу производимого продукта с учётом тепловых эффектов химических реакций и физических превращений, происходящих в аппарате, а также с учётом подвода тепла извне и отвода его с продуктами реакции, а также через стенки аппарата.

В этот раздел, аналогично материальному балансу, включаются два подраздела:

#### ***3.1. Теоретическое обоснование выбора метода расчёта***

#### ***3.2. Тепловой баланс физико-химической системы***

В подразделе **3.1** приводятся характеристики основных понятий и формулы для их расчёта (теплоёмкость для органических и неорганических веществ, тепловой эффект реакции, уравнение Кирхгофа, количество теплоты и т. п.).

В подразделе **3.2** приводятся:

- 1) исходные данные, в которых указывается температура на входе в аппарат и на выходе из него;
- 2) необходимые для расчёта данные из справочника (тепловой эффект, коэффициенты уравнения Кирхгофа);
- 3) результаты расчёта в полном объёме с соответствующими пояснениями;
- 4) таблица теплового баланса физико-химической системы.

Примеры расчёта и теоретические положения приведены в рекомендуемой литературе.

### ***Раздел 4. Расчёт констант равновесия***

Константа равновесия может быть рассчитана (без экспериментального изучения химического равновесия) по термодинамическим данным. Константу равновесия, кроме того, можно рассчитать, используя табличные данные приведённых функций энергий Гиббса некоторых веществ в состоянии идеального газа, а также таблицы логарифмов констант равновесия реакций образования некоторых веществ. Примеры расчёта приводятся в указанной литературе.

В раздел включаются четыре подраздела:

#### ***4.1. Расчёт константы равновесия идеальных газовых систем***

#### ***4.2. Расчёт константы равновесия в системе реальных газов***

### ***4.3. Расчёт константы равновесия по приведённым функциям энергии Гиббса***

### ***4.4. Расчёт константы равновесия по логарифмам констант равновесия реакции***

В подразделе **4.1** приводятся:

- 1) теоретические основы приближённого и точного методов расчёта константы равновесия идеальных газовых систем;
- 2) исходные данные – температура в аппарате, тепловой эффект при 298 К, алгебраические суммы коэффициентов температурного ряда теплоёмкостей;
- 3) из справочника – стандартные изменения энтропии при 298 К, интегралы Тёмкина–Шварцмана;
- 4) результаты расчёта конкретной физико-химической системы с пояснениями.

В подразделе **4.2** рассматриваются:

- 1) теоретические основы расчёта константы равновесия в системе реальных газов;
- 2) исходные данные – общее давление в аппарате;
- 3) из справочника – критические параметры;
- 4) результаты расчёта.

В подразделе **4.3** описываются:

- 1) теоретические основы расчёта константы равновесия по приведённым функциям энергии Гиббса;
- 2) данные из справочника – приведённые энергии Гиббса и стандартные энтальпии образования при 0 К;
- 3) результаты вычислений для химического обратимого процесса.

В подразделе **4.4** (приводится не во всех вариантах задания) указываются:

- 1) теоретические основы вычисления константы равновесия по логарифмам констант равновесия реакций образования веществ в зависимости от температуры;
- 2) данные из справочника;
- 3) результаты расчёта по приближённому и уточнённым методам.

### ***Выводы***

Дают краткое изложение основных результатов выполнения курсовой работы.

### **Список использованной литературы**

Приводят литературные источники, на которые даны ссылки в пояснительной записке. Источники располагают в порядке появления ссылок в пояснительной записке. Порядковый номер по списку использованного источника указывают в квадратных скобках.

Правила составления библиографического описания:

[https://library.kuzstu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=177](https://library.kuzstu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=177).

## **3. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Расчётно-пояснительную записку оформляют рукописным или печатным способами в соответствии с требованиями ЕСКД с использованием ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106-96 и ГОСТ 7.32-2001 СИБИД.

На одной стороне белой бумаги стандартного размера (297×210 мм) с рамкой размером 280×180 мм и основной надписью по ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. текстовые документы, спецификации. Правила выполнения текстовых документов с применением печатающих и графических устройств вывода с персонального компьютера приведены в ГОСТ 2.004–88. Рекомендуется использовать шрифты Times New Roman, Arial, GOST type B, размер шрифта 14, полуторный межстрочный интервал, выравнивание основного текста по ширине.

*Пояснительную записку комплектуют в такой последовательности:*

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- физико-химические основы процесса;
- материальный баланс;
- тепловой баланс;
- расчёт констант равновесия;
- выводы;
- список использованной литературы.

**Титульный лист, содержание, введение, выводы, список литературы и приложение оформляют на листах с рамкой без основной надписи. Листы НЕ нумеруют, но их количество учитывают. Проставлять нумерацию страниц начинают с первого листа первого раздела.**

Первые листы разделов снабжают рамкой и основной надписью по форме 1, остальные – по форме 1а (прил. 2). В основной надписи проставляют шифр, в котором:

– первые буквы – начальные буквы названия производства или установки;

- следующие три цифры и буква – мощность производства в тысячах (Т), сотнях (С) или тоннах;
- следующие две цифры – номера разделов записки (01–05);
- последние две буквы – начальные буквы названия документа (ПЗ – пояснительная записка).

Рисунки (схемы) в тексте записки обозначают словом «Рис.» и нумеруют арабскими цифрами последовательно в пределах данного раздела. Номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделённых точкой. Например, «Рис. 1.2. Пределы взрываемости аммиачно-воздушной смеси». Слово «Таблица» в заголовке таблицы пишут без сокращения, в тексте записки сокращают – «табл.».

Уравнения и формулы следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено на следующую после знаков арифметических операторов (=, +, – и т. п.). Формулы помещаются после первого упоминания в тексте. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в данной главе, разделённых точкой. Номер формулы указывается с правой стороны на уровне формулы в круглых скобках. Например, (1.2) – вторая формула первого раздела. Пояснения значений символов следует проводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле.

Содержание включает все разделы, начиная с введения и заканчивая приложением, в нём указываются страницы начала разделов и подразделов. Пункты и подпункты в содержание не включают.

#### **4. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

К защите допускаются студенты с законченной курсовой работой. Результаты защиты оцениваются руководителем работы дифференцированно по пятибалльной системе. Защищенные курсовые работы студенты сдают руководителю.

#### **5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

##### **Основная литература**

1. Общая химическая технология: в 2 ч. [Текст] Ч. 1. Теоретические основы химической технологии: учебник для студентов химико-механических специальностей высших учебных заведений / под ред. И. П. Мухленова. – Москва: Альянс, 2016. – 256 с.

2. Ченская, В. В. Теоретические основы технологии неорганических веществ [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. В. Ченская, Т. Г. Черка-

сова, Е. В. Цалко; КузГТУ. – Кемерово, 2016. – 203 с. – Доступна электронная версия:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91379&type=utchposob:common>

### **Дополнительная литература**

1. Шевченко Т. М. Химическая технология неорганических веществ: Подготовка сырья [Текст]: курс лекций [для студентов специальности 240301 «Химическая технология неорганических веществ»] / Т. М. Шевченко; КузГТУ. – Кемерово, 2010. – 136 с. – Доступна электронная версия: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90455&type=utchposob:common>

2. Позин М. Е. Физико-химические основы химической технологии / М. Е. Позин, Р. Ю. Зинюк. – Л.: Химия, 1985. – 384 с.

3. Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономарёвой. – СПб.: Иван Фёдоров, 2002. – 240 с.

**Приложение 1****Образец титульного листа пояснительной записки**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЁВА»

Кафедра химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине

«Теоретические основы химической технологии»

Тема «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ ДО ОКСИДА СЕРЫ (IV).  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПО СЕРЕ 60 Т/СУТ.»

Выполнила:  
студентка группы ХНБ-151  
Иванова И. И.

Проверила:  
доцент кафедры ХТНВиН  
Ченская В. В.

Кемерово 2017

**Приложение 2****Образец заполнения основной надписи**

Форма 2 – основная надпись на первых листах разделов  
пояснительной записки

					<i>ПСК 060 02.00. ПЗ</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>	<i>Иванова И.И.</i>				<i>Производство серной кислоты. Окисление серы</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Руковод.</i>	<i>Ченская В.В.</i>					<i>К</i>	<i>Р</i>	<i>8</i>	<i>25</i>
<i>Консульт.</i>						<i>КузГТУ кафедра ХТНВ и Н гр. ХНб-151</i>			
<i>Зав. каф.</i>									

Форма 2а – основная надпись на последующих листах разделов  
пояснительной записки

					<i>ПСК 060 02.00. ПЗ</i>		<i>Лист</i>
							<i>9</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			

**СОДЕРЖАНИЕ**

стр.

Введение

1. Физико-химические основы процесса окисления серы
2. Материальный баланс
  - 2.1. Теоретическое обоснование выбора метода расчёта
  - 2.2. Материальный баланс окисления серы до оксида серы (IV)
3. Тепловой баланс
  - 3.1. Теоретическое обоснование выбора метода расчёта
  - 3.2. Тепловой баланс окисления серы до оксида серы (IV)
4. Расчёт констант равновесия
  - 4.1. Расчёт константы равновесия идеальных газовых систем
  - 4.2. Расчёт константы равновесия в системе реальных газов
  - 4.3. Расчёт константы равновесия по приведённым функциям энергии Гиббса
  - 4.4. Расчёт константы равновесия по логарифмам констант равновесия реакции

Выводы

Список использованной литературы