Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра инженерных проблем экологии

Методические указания по выполнению расчетно-графического задания по предмету «Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования, часть 1»

Новосибирск 2016

Содержание методических указаний:

1. Общая тематика
2. Варианты заданий
3. Структура работы
4. Требования к оформлению работы
5. Литература
6. Образец титульного листа

1. Общая тематика

Расчетно-графическое задание посвящено расчету реакторов с неподвижным слоем катализатора, таких, как адиабатический реактор и реактор трубчатого типа.

Адиабатический реактор представляет собой металлический цилиндр, в нижней части которого находится решетка, на которую насыпается катализатор в виде различного типа гранул: таблеток, шариков, зёрен неправильной формы и т. д. Газовую реакционную смесь можно направлять в аппарат как сверху вниз, так и снизу вверх. Стенки цилиндра теплоизолированы.

В связи с отсутствием устройств для съема тепла в адиабатических реакторах осуществляются процессы с небольшими тепловыделениями и низкой чувствительностью к изменению температуры, а также процессы с небольшими степенями превращения. При невысоких линейных скоростях газового потока и, соответственно, невысокой мощности такой реактор имеет небольшую высоту, что обеспечивает малые загрузки катализатора, низкое гидравлическое сопротивление слоя катализатора и уменьшает энергетические расходы по подаче газа в систему.

Эта конструкция используется в настоящее время, в основном, при создании экологически чистых технологий для каталитической очистки выходных газов от окислов азота и серы, сероводорода, органических веществ и т. д., а также при разработке малотоннажных процессов. Дешевизна изготовления таких аппаратов обусловлена простотой конструкции.

В трубчатом реакторе отвод тепла осуществляется путем теплообмена реагирующей смеси с теплоносителем через стенку реактора. Катализатор загружается в трубки небольшого диаметра (2–8 см), в межтрубном пространстве циркулирует теплоноситель – водяной пар под давлением или расплав солей. Сложность конструкции повышает стоимость таких аппаратов. Однако большим преимуществом трубчатых реакторов являются хорошие условия отвода тепла от катализатора, так как отношение

поверхности теплоотдачи к объёму катализатора значительно выше по сравнению с многослойными аппаратами.

Несмотря на сложность конструкции, трубчатые аппараты эффективно используются для реализации ряда среднеэкзотермических процессов, например, процессов каталитического селективного окисления углеводородов. Количество трубок в одном аппарате достигает 10–20 тыс. штук, при этом общая загрузка катализатора не превышает 30–40 $м^3$.

2. Варианты заданий

Задание 1.

Расчет процесса окисления метанола в формальдегид в адиабатическом реакторе.

Использовать пакет Реактор

$CH_3OH+0.5O_2 \rightarrow CH_2O+H_2O$

Исходные данные:

Длина слоя катализатора	{0.2, 0.4, 0.6, 0.8} м		
Диаметр аппарата	2.53 м	Порозность слоя	0.4
Давление	1 атм	Весовой расход газ. смеси	{1.5,4.5} кг/с
Температура на входе в реактор	230°C	Температура холодильника	280°C
Рабочая температура (Тр)	300°C	Диаметр зерна катализатора	1мм
Активность катализатора	1		

Концентрации веществ (мольные доли в исходной смеси):

CH3OH - {3.5, 4.5, 5.5, 8.0, 10.}$\cdot 10^{-2}$; CH2O - 0.0; H2O - $1\cdot 10^{-2}$; O2 - $1\cdot 10^{-1}$; N2 - 0.855.

Задаие 2.

Расчет процесса окисления метанола в формальдегид в трубчатом реакторе.

Использовать пакет Реактор

Исходные данные:

Длина слоя катализатора	0.6 м		
Диаметр аппарата	(задавать рассчитанный диаметр одной трубки, м)		
Порозность слоя	0.4		
Давление	1 атм		
Весовой расход газовой смеси	(на одну трубку, кг/с)		
Температура на входе в реактор	230°C	Рабочая температура (Тр)	300°C
Температура холодильника	280°C	Диаметр зерна катализатора	1 мм

Концентрации веществ (мольные доли) в исходной смеси:

CH3OH - {3.5, 5.5, 7, 10, 12}$\cdot 10^{-2}$; CH2O - 0.0; H2O - $1\cdot 10^{-2}$; O2 - $1\cdot 10^{-1}$.

3. Структура работы

Задание 1.

1. Определить степень превращения метанола на выходе из реактора и максимальную температуру в реакторе при заданных параметрах процесса.

2. Определить, как влияет на показатели процесса:

- увеличение расхода,
- увеличение длины слоя (L),
- увеличение входной концентрации метанола (CH3OH).

3. Найти режимы, при которых степень превращения по метанолу не меньше 90%, а максимальная температура не превышает 430°C.

4. Нарисовать профили по длине адиабатического реактора температуры и степени превращения метанола при двух заданных расходах газовой смеси для варианта расчета: концентрация метанола в исходной смеси - $4.5 \cdot 10^{-2}$, длина слоя катализатора – 0.2 м.

Задание 2.

1. Рассчитать характеристики процесса окисления метанола в трубчатом реакторе (1000 трубок). Расчет производится для одной трубки. Диаметр одной трубки определяется из условия, что площадь сечения всех трубок равна площади сечения адиабатического реактора (из задачи 1). Скорость подачи газовой смеси на 1 трубку определяется из общего расхода (на все трубки), равного расходу из задачи 1.

2. Определить степень превращения метанола на выходе из реактора и максимальную температуру в реакторе при заданных параметрах процесса.

3. Определить, как влияет на показатели процесса (степень превращения на выходе из реактора, максимальная температура) и на коэффициенты тепло- массопереноса:

- увеличение расхода,
- увеличение входной концентрации метанола (CH3OH).

4. Найти режимы, при которых степень превращения по метанолу не меньше 90%, а максимальная температура не превышает 430°C.

5. Нарисовать при двух заданных расходах газовой смеси для концентрации метанола 0.1:

- профили по длине трубчатого реактора температуры и степени превращения метанола
- профили температуры по радиусу трубки в зоне максимальных температур и профили степени превращения на выходе из трубки.

4. Требования к оформлению работы

1. Привести условие задачи
2. Результаты исследования влияния параметров на основные показатели процесса привести в виде таблиц.
3. Получить зависимости влияния параметров.
4. Объяснить полученные зависимости. Указать причины такого влияния параметров.
5. Выделить в таблицах подходящие режимы цветом.
6. Привести профили по длине температуры и степени превращения для заданных параметров.

5. Литература

1. Верниковская Н.В., Малоземов Ю.В., Покровская С.А. “Каталитические процессы в реакторах с неподвижным слоем”, Учебное пособие, НГУ, Новосибирск, 2008.

6. Образец титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине «**Компьютерные технологии в области техносферной безопасности, экологии и природопользования, часть 1**»

для студентов 1-го курса магистратуры направления 280700 Техносферная безопасность

Тема: «_____».

Вариант №____

Выполнил:

студент ФЛА группы_____

_____
ф.и.о.

_____
подпись

«___»_____201_ г.

Проверил:

проф. _____ П.П. Петров
подпись

«____, _____»
балл зачтено/незачтено

«___»_____201_ г.

Новосибирск

201_