

21-3760

НА ДЛМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

М.Г. Кузнецов, Н.З. Дубкова

РЕАКТОРЫ В
АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Монография

Казань 2021

21-03760

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
Казанский государственный аграрный университет**

М.Г. Кузнецов, Н.З. Дубкова

РЕАКТОРЫ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Монография

Казань 2021

УДК 66; 664; 637
ББК 36.81
К 89

Печатается по решению Ученого Совета
Казанского государственного аграрного университета
№ 2 от 11 марта 2021 г.

Рецензенты:

д.т.н. профессор каф. ТОТ КГЭУ Дмитриев А.В.
Доктор технических наук, профессор, профессор РАН Зиганшин Б.Г.

Кузнецов М.Г., Дубкова Н.З.

Реакторы в агропромышленном комплексе: монография. – Казань:
Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – 172 с.

ISBN 978-5-6044926-2-8

В монографии изложены основы технологического расчета и некоторые вопросы оптимизации процессов в реакторах, предложено обобщение исследований в области реакторов, математическое описание химических процессов в реакторах, разработка универсальных методов расчета и проектирования реакторов, используемых в АПК.

Монография предназначена для специалистов, занимающихся исследованием и моделированием технологических процессов, разработкой и проектированием оборудования, а также может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам технических вузов.

Илл. 69, табл. 10, библиограф. 64 наим.

УДК 66; 664; 637
ББК 36.81

ISBN 978-5-6044926-2-8

©Кузнецов М.Г., Дубкова Н.З., 2021
©Казанский государственный
аграрный университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1. РЕАКТОРЫ.....	9
1.1. Агрегатное состояние и физические свойства.....	9
1.2. Требуемая интенсивность перемешивания.....	12
1.3. Температура и давление.....	12
1.4. Химические свойства реагентов.....	13
Глава 2. СТЕХИОМЕТРИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.....	14
2.1. Составление стехиометрических уравнений.....	14
2.2. Изменение количества вещества в ходе реакции.....	19
2.3. Меры концентрации.....	20
2.4. Изменение концентрации в ходе химического процесса.....	23
Глава 3. ТЕРМОДИНАМИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	28
3.1. Теплота химических реакций.....	28
3.2. Химическое равновесие.....	31
Глава 4. КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.....	35
4.1. Кинетика простых реакций.....	35
4.2. Кинетические модели гомогенных сложных реакций.....	43
4.3. Кинетика сложных реакций.....	45
4.4. Экспериментальное определение уравнений скорости.....	47
4.4.1. Интегральный метод анализа экспериментальных данных.....	47
4.4.2. Дифференциальный метод анализа экспериментальных данных.....	53
4.4.3. Частные методы анализа кинетического уравнения.....	55

4.4. Зависимость скорости реакции от температуры.....	59
Глава 5. РАСЧЕТ РЕАКТОРОВ	62
5.1. Классификация химических реакторов	62
5.2. Техника расчета реакторов	65
5.3. Расчет изотермического реактора идеального смешения.....	66
5.4. Оптимальный график периодического процесса.....	71
5.5. Экономическая эффективность периодического процесса	74
5.6. Расчет реактора идеального вытеснения	75
5.7. Проточный реактор идеального смешения	79
5.8. Расчет каскада проточных реакторов идеального смешения.....	85
5.9. Методы расчета каскада кубовых реакторов	88
5.10. Кубовый реактор полунепрерывного действия	90
5.11. Проектирование реакторов для сложных реакций	94
Глава 6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ... 104	
6.1. Влияние температуры и давления на протекание процессов в реакторах.....	104
6.2. Определение оптимального температурного режима.....	108
6.3. Теплообмен в реакторах.....	118
6.4. Расчет теплообмена в реакторах	120
6.5. Температурная оптимизация сложных реакций	128
Глава 7. НЕИДЕАЛЬНЫЙ ПОТОК.....	130
7.1. Распределение времени пребывания и перемешивание в реакторах с непрерывным потоком.....	130
7.2. Распределение времени пребывания в кубовом реакторе непрерывного действия	133

7.3. Экспериментальное определение функции распределения времени пребывания	135
7.4. Применение функции распределения времени пребывания для расчета реальных реакторов	137
7.5. Расчет реального реактора вытеснения	140
Глава 8. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ	144
8.1. Кинетические уравнения для систем газ (жидкость) – твердое тело	144
8.2. Переход от кинетических уравнений к расчету реакторов	151
8.3. Гетерогенные реакции в системе газ-жидкость	154
8.4. Материальный баланс для систем газ-жидкость	157
8.5. Расчет реального реактора для систем газ-жидкость	164
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	166