

УДК 658.516:661.7(076)
ББК 65.9-80я 7

Авторы: М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова, А. А. Фирсин

Катализ в органической технологии : учебное пособие / М. В. Журавлева [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2016. – 160 с.

ISBN 978-5-7882-1983-7

Рассмотрены классификация, теоретические основы каталитических процессов органической технологии. Обсуждены технико-технологические аспекты выбора, производства и эксплуатации катализаторов процессов органического и нефтехимического синтеза. Представлен обзор современных промышленных катализаторов процессов нефтепереработки, органического и нефтехимического синтеза, обозначены актуальные направления развития производства катализаторов. Предложены контрольные вопросы для проверки усвоения материала.

Предназначено для самостоятельной работы бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Химическая технология».

Подготовлено на кафедре «Технология основного органического и нефтехимического синтеза».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: ст. науч. сотр. ХГН ИОФХ КНЦ РАН,
д-р. хим. наук *В. Ф. Николаев*
советник ген. директора ОАО «КазхимНИИ»
канд. техн. наук *Л. З. Рязанова*

ISBN 978-5-7882-1983-7 © Журавлева М. В., Климентова Г. Ю.,
Зиннурова О. В., Фирсин А. А., 2016
© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
Введение	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАТАЛИЗА ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	4
1.1 Классификация каталитических процессов катализаторов	6
1.1.1. Классификация каталитических процессов	6
1.1.2. Классификация катализаторов	9
1.1.3. Вопросы для самоконтроля	13
1.2. Гомогенные каталитические процессы	13
1.2.1. Катализ кислотами и основаниями	14
1.2.2. Электрофильный и нуклеофильный катализ	17
1.2.3. Металлокомплексный гомогенный катализ	24
1.2.4. Вопросы для самоконтроля	41
1.3. Гетерогенные каталитические процессы	41
1.3.1. Особенности катализа твердыми веществами	43
1.3.2. Теории гетерогенного катализа	43
1.3.3. Элементы диффузионной кинетики гетерогенного ката- лиза	45
1.3.4. Вопросы для самоконтроля	52
1.4. Ферментативный катализ	52
1.4.1. Особенности ферментов	53
1.4.2. Структура ферментов	55
1.4.3. Классификация ферментов	55
1.4.4. Пространственный фактор каталитической активности ферментов	60
1.4.5. Иммобилизация ферментов	62
1.4.6. Вопросы для самоконтроля	63
2. ИНЖЕНЕРНЫЕ ОСНОВЫ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	63
2.1. Факторы, влияющие на технологическое оформление ка- талитических процессов	63
2.2. Типы контактных аппаратов	67

2.3.	Специфические особенности ведения и аппаратурного оформления гетерогенно-каталитических жидкофазных процессов	73
2.4.	Периоды работы катализаторов в промышленных реакторах	73
2.5.	Вопросы для самоконтроля	74
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА КАТАЛИЗАТОРОВ		74
3.1.	Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленных реакторах	74
3.2.	Состав промышленных контактных масс	79
3.3.	Пористая структура контактных масс	81
3.4.	Способы производства контактных масс	84
3.4.1.	Основные этапы производства контактных масс	84
3.4.2.	Основные процессы в производстве катализаторов	85
3.5.	Осажденные контактные массы	88
3.5.1.	Производство алюмосиликатных катализаторов	90
3.6.	Катализаторы на носителях	93
3.6.1.	Методы пропитки	95
3.6.2.	Характеристика и способы производства важнейших носителей	96
3.6.3.	Производство серебряного катализатора окисления метанола в формальдегид	98
3.7.	Контактные массы, получаемые механическим смешением компонентов	99
3.7.1.	Производство никель-вольфрамового катализатора гидрирования ароматических углеводородов	101
3.8.	Плавленные и скелетные контактные массы	102
3.8.1.	Плавленные катализаторы	102
3.8.2.	Скелетные катализаторы	104
3.9.	Катализаторы на основе природных глин, цеолитов, ионообменных смол	105
3.9.1.	Катализаторы на основе природных глин	105
3.9.2.	Цеолитные катализаторы (молекулярные сита)	106

3.9.3. Катализаторы на основе ионообменных смол (ионитов)	109
3.10. Вопросы для самоконтроля	113
4. КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ РЯДА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	113
4.1. Производство этилацетата	113
4.2. Производство уксусной кислоты	117
4.3. Производство бутадиена	120
4.4. Производство метиламинов	122
4.5. Производство этилбензола (изопропилбензола)	124
4.6. Производство винилацетата из ацетилена	127
4.7. Производство оксида этилена	128
5. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ, ОРГАНИЧЕСКОГО И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА. АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАТАЛИЗАТОРОВ	131
5.1. Современные катализаторы процессов нефтепереработки	131
5.2. Современные катализаторы процессов нефтехимии	138
5.3. Основные отечественные предприятия-производители и зарубежные компании-поставщики катализаторов	144
6. Лабораторный практикум	145
<i>Лабораторная работа №1: Синтез бутилового эфира уксусной кислоты в присутствии в качестве катализатора катионита КУ-2</i>	145
<i>Лабораторная работа № 2: Сравнительный эксперимент по изучению каталитического и некаталитического процессов</i>	147
7. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	152
7.1. Темы рефератов для контроля самостоятельной работы по теме «Современные промышленные катализаторы процессов органической технологии»	152
7.2. Структура реферата	153
Литература	155