

Ликумович А.Г., Ахмедьянова Р.А., Котельников Г.Р.

ТЕХНОЛОГИЯ МОНОМЕРОВ

ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ
ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ



Издательство
ПРОФЕССИЯ

А. Г. Ликумович,
Р. А. Ахмедьянова,
Г. Р. Котельников

**ТЕХНОЛОГИЯ МОНОМЕРОВ
для синтетических каучуков
общего назначения**

Учебное пособие

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРОФЕССИЯ

Санкт-Петербург
2016

ЦЕНТР
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
ПРОФЕССИЯ

УДК [6.661.71+665.65](075.8)
ББК 35.721

Рецензенты: профессор Ярославского государственного технического университета, д-р хим. наук, проф. Г. Н. Кошель, профессор Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева, д-р хим. наук, проф. В. Н. Салунов

Ли55 Лиакумович А. Г. Технология мономеров для синтетических каучуков общего назначения: учебное пособие / А. Г. Лиакумович, Р. А. Ахмедьянова, Г. Р. Котельников. – СПб. : ЦОП «Профессия», 2016. – 224 с.: ил.

ISBN 978-5-91884-078-8

Дано описание технологий производства важнейших мономеров для полимеров, главным образом для синтетических каучуков общего назначения.

Пособие состоит из введения и восьми глав. Первая глава посвящена сырьевой базе промышленности синтетических каучуков, в остальных семи главах рассматриваются химические основы и технологии производства конкретных мономеров.

Предназначено для бакалавров и магистров по направлению подготовки «18.03.01 Химическая технология» по программам подготовки: «Химическая технология синтетического каучука», «Химия и технология мономеров», «Газохимические технологии производства сырья для полимеров», «Экономические аспекты химической технологии», «Современные технологии полимерной промышленности» и «Проектирование технологии синтетического каучука».

Представляет интерес для специалистов, работающих в области основного органического синтеза, газонефтехимии и промышленности синтетических каучуков.

ББК 35.721
УДК [6.661.71+665.65](075.8)

*Издание подготовлено на кафедре Технологии синтетического каучука
ФГБОУ ВПО Казанского национального исследовательского
технологического университета.*

*Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена
в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав*

ISBN 978-5-91884-078-8

© А. Г. Лиакумович, Р. А. Ахмедьянова,
Г. Р. Котельников, 2016
© ЦОП «Профессия», 2016
© Оформление: ЦОП «Профессия», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	8
ВВЕДЕНИЕ. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК	10
ГЛАВА 1. СЫРЬЕВАЯ БАЗА ПРОМЫШЛЕННОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ.....	15
1.1. Углеводороды, выделяемые при добыче и первичной переработке нефти и газа.....	15
1.1.1. Природный газ	15
1.1.2. Жидкие и газообразные углеводороды газоконденсацион- ных месторождений	16
1.1.3. Попутные газы и газы стабилизации нефти.....	16
1.1.4. Нефть	20
1.2. Углеводороды, получаемые при каталитических процессах переработки нефти.....	22
1.2.1. Каталитический крекинг	22
1.2.2. Гидрокрекинг	25
1.3. Фракционирование широкой фракции стабилизации нефти и газовых конденсатов.....	27
1.4. Современные технологии <i>GTL</i>	28
1.5. Пиролиз углеводородов.....	34
1.5.1. Физико-химические основы пиролиза	39
1.5.2. Технологические основы пиролиза	41
1.5.3. Утилизация тепла в закалочной-испарительных аппаратах	44
1.5.4. Совершенствование процесса пиролиза	50
1.5.5. Комплексная переработка фракций углеводородов C_4 пиролиза.....	57

1.5.6. Переработка фракции углеводородов C_4 каталитического крекинга.....	60
1.5.7. Комплексная переработка фракций углеводородов C_5 пиролиза и каталитического крекинга.....	61
1.5.8. Жидкие продукты пиролиза и их переработка.....	62
1.5.9. Примеси в сырье пиролиза и их влияние на процесс.....	65
Контрольные вопросы.....	67
ГЛАВА 2. ПРОПИЛЕН	69
2.1. Производство пропилена	69
2.2. Производство пропилена дегидрированием пропана	71
2.2.1. Процесс ОАО НИИ «Ярсинтез»	72
2.2.2. Процесс « <i>Qatofin</i> ».....	73
2.2.3. Процесс « <i>STAR</i> »	74
2.2.4. Процесс « <i>Oleflex</i> »	75
Контрольные вопросы.....	78
ГЛАВА 3. БУТАДИЕН	79
3.1. Исторический очерк промышленного производства бутадиена-1,3 в СССР и России.....	79
3.2. Методы производства бутадиена-1,3	83
3.2.1. Производство бутадиена-1,3 двухстадийным дегидрированием <i>n</i> -бутана.....	83
3.2.1.1. Дегидрирование <i>n</i> -бутана в <i>n</i> -бутены	84
3.2.1.2. Дегидрирование <i>n</i> -бутенов в бутадиен-1,3	87
3.2.2. Одностадийное дегидрирование <i>n</i> -бутана в бутадиен-1,3 по методу Гудри.....	90
3.2.3. Производство бутадиена-1,3 окислительным дегидрированием <i>n</i> -бутенов.....	93
3.2.3.1. Окислительное дегидрирование бутенов по методу фирмы <i>Phillips Petroleum</i>	95
3.2.3.2. Окислительное дегидрирование <i>n</i> -бутенов (« <i>Oxo-D</i> ») по методу фирмы <i>Petro-Tex Chemical</i>	96
3.2.3.3. Окислительное дегидрирование по методу НИИМСК	97

3.2.4. Выделение бутадиена-1,3 из C_4 -фракции пиролиза	99
3.2.4.1. Выделение бутадиена-1,3 из фракций углеводородов C_4 водным раствором аммиачного комплекса ацетата одновалентной меди.....	100
3.2.4.2. Процессы выделения бутадиена-1,3 комплексами одновалентной меди в апротонных растворителях.....	103
3.2.4.3. Технология разделения хемозэкстрактивной ректификацией и хемозэкстракцией.....	104
3.2.4.4. Разделение углеводородных смесей методом экстрактивной ректификации.....	105
3.3. Современное состояние производства бутадиена-1,3 в России.....	110
Контрольные вопросы.....	111

ГЛАВА 4. ИЗОБУТИЛЕН

112

4.1. Производство <i>изобутилена</i> дегидрированием <i>изобутана</i>	113
4.2. Выделение <i>изобутилена</i> из фракций углеводородов C_4	114
4.2.1. Выделение <i>изобутилена</i> с использованием серной кислоты	115
4.2.2. Выделение <i>изобутилена</i> из фракции углеводородов C_4 на ионообменных катализаторах через триметилкарбинол.....	116
4.2.3. Выделение <i>изобутилена</i> взаимодействием со спиртами	119
4.3. Скелетная изомеризация <i>n</i> -бутиленов	123
4.4. Получение <i>изобутилена</i> окислением <i>изобутана</i>	125
4.5. Использование <i>изобутилена</i> для получения алкил- <i>трет</i> -алкиловых эфиров – антидетонационных присадок к автомобильным бензинам.....	126
Контрольные вопросы.....	132

ГЛАВА 5. ИЗОПРЕН.....

134

5.1. Получения <i>изопрена</i> дегидрированием <i>изопентана</i> и <i>изоамиленов</i>	134
5.2. Синтез <i>изопрена</i> из <i>изобутилена</i> и формальдегида.....	138
5.2.1. Двухстадийный синтез <i>изопрена</i> из <i>изобутилена</i> и формальдегида через 4,4-диметилдиоксан-1,3.....	138

5.2.2. Получение изопрена из <i>изобутилена</i> и формальдегида через 3-метилбутандиол-1,3.....	144
5.2.3. Получение изопрена <i>изобутенолизом</i> 4,4-диметилдиоксана-1,3 ...	146
5.2.4. Зарубежные технологии синтеза изопрена через 4,4-диметилдиоксан-1,3.....	146
5.2.5. «Одностадийный» синтез изопрена.....	147
5.3. Одностадийный синтез изопрена из 1,3-диоксолана и триметилкарбинола.....	150
5.4. Одностадийный синтез изопрена из 1,3,5-триоксана и триметилкарбинола.....	151
5.5. Синтез изопрена из <i>изопентана</i> методом окисления	152
Контрольные вопросы.....	154
ГЛАВА 6. СТИРОЛ.....	156
6.1. Синтез этил(изопропил)бензола	157
6.1.1. Катализаторы процесса алкилирования	158
6.1.2. Получение этил(изопропил)бензола на комплексах хлорида алюминия.....	162
6.1.3. Технологическая схема производства этил(изопропил)бензола алкилированием бензола газообразным олефином в присутствии хлористого алюминия.....	164
6.1.4. Получение этилбензола на цеолитном катализаторе	167
6.2. Производство стирола.....	168
6.2.1. Получение стирола дегидрированием этилбензола.....	168
6.2.2. Показатели процесса.....	170
6.2.3. Выделение стирола.....	176
6.2.4. Окислительное дегидрирование этилбензола.....	180
6.3. Совместное производство стирола и оксида пропилена на основе жидкофазного окисления этилбензола.....	183
6.3.1. Получение гидропероксида этилбензола	184
6.3.2. Получение оксида пропилена и метилфенилкарбинола	186
6.3.3. Получение стирола дегидратацией метилфенилкарбинола на гетерогенных катализаторах (газофазный процесс).....	191

6.3.4. Получение стирола дегидратацией метилфенилкарбинола на гомогенном катализаторе (жидкофазный процесс).....	193
6.3.5. Совместное получение фенола, ацетона и оксида пропилена.....	197
Контрольные вопросы.....	197
ГЛАВА 7. ХЛОРОПРЕН	200
7.1. Получение хлоропрена из ацетилен.....	200
7.1.1. Получение ацетилен и хлористого водорода – сырья для синтеза хлоропрена.....	201
7.1.2. Синтез винилацетилена	202
7.1.3. Синтез хлоропрена	203
7.2. Получение хлоропрена из бутадиена-1,3	206
Контрольные вопросы.....	209
ГЛАВА 8. АКРИЛОНИТРИЛ.....	210
8.1. Способы производства акрилонитрила.....	210
Контрольные вопросы.....	214
Список рекомендуемой литературы.....	215
Сведения об авторах	216