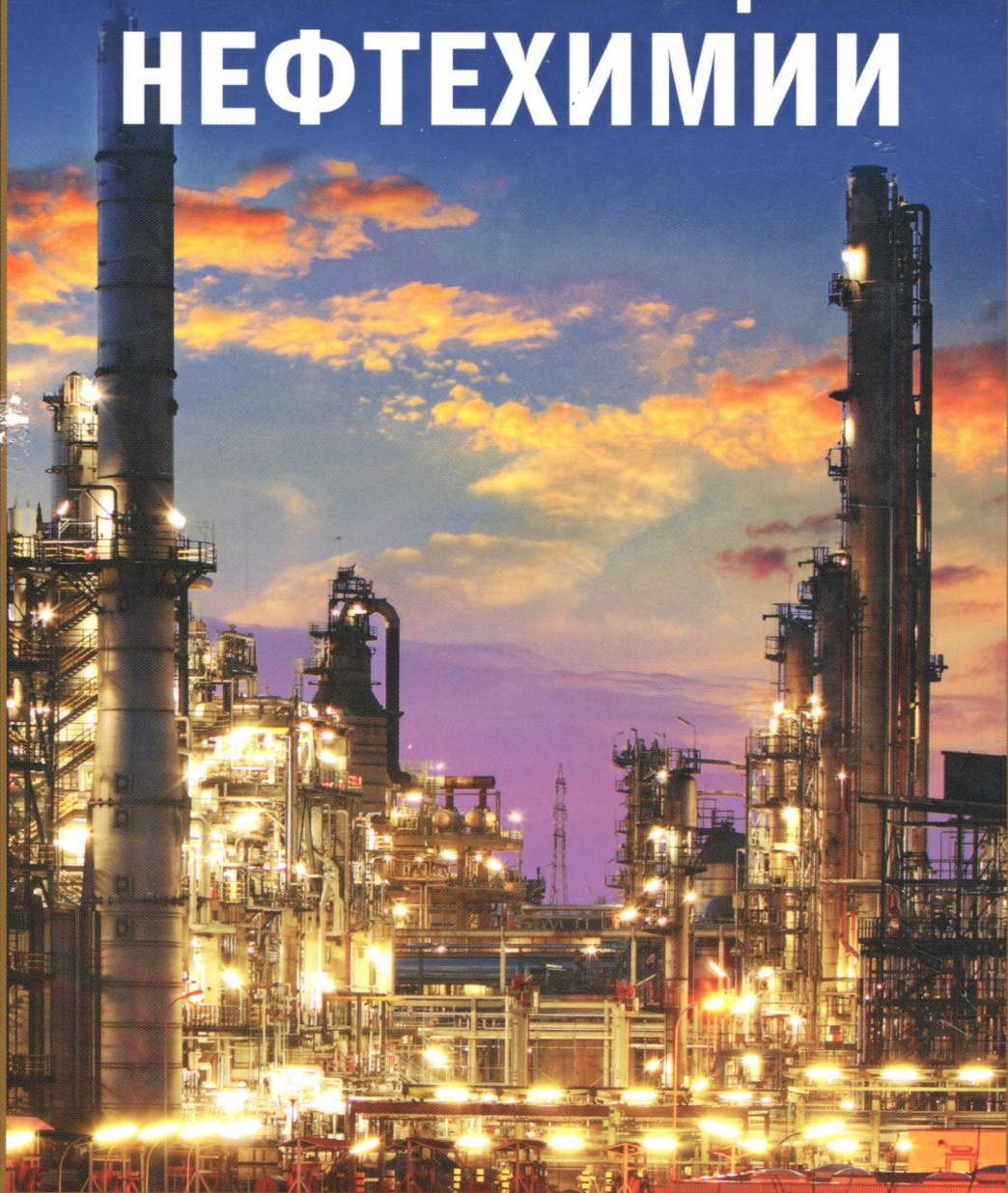


справочник

Р. Мейерс

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ НЕФТЕХИМИИ



издательство
ПРОФЕССИЯ

Роберт А. Мейерс (ред.)

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ НЕФТЕХИМИИ

Справочник

Перевод с английского языка
под редакцией И. А. Голубевой

издательство
ПРОФЕССИЯ

Санкт-Петербург
2015

 ЦЕНТР
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
ПРОФЕССИЯ

УДК 665.63

ББК 35.514

072

Р. А. Мейерс (ред.).

072 Основные процессы нефтехимии. Справочник : пер. с англ. яз. / [Р. А. Мейерс и др.] ; под ред. И. А. Голубевой. — СПб. : ЦОП «Профессия», 2015. — 752 с., ил.

ISBN 978-5-91884-070-2

ISBN 0-07-141042-7 (англ.)

Подробно рассмотрены более 50 лицензионных технологий производства важнейших нефтехимических продуктов от крупнейших нефтехимических концернов и ведущих научных центров нефтехимической отрасли. Каждая технология реализована на практике и включает подробное описание процесса: технологическую схему, сведения об уникальных или ключевых элементах оборудования, химию и конструкцию установок, используемые катализаторы, свойства основных и побочных продуктов, безопасность процесса и его экономические показатели. Отдельные разделы книги посвящены мерам по улучшению экологических показателей работы технологических установок, снижению выбросов и отходов.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников предприятий нефтепереработки и нефтехимии, проектировщиков, научных сотрудников, преподавателей и студентов профильных специальностей.

УДК 665.63

ББК 35.514

Copyright © 2005 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

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

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 0-07-141042-7 (англ.)

ISBN 978-5-91884-070-2

© The McGraw-Hill Companies, Inc., 2005

© ЦОП «Профессия», 2015

© Перевод, оформление: ЦОП «Профессия», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к русскому изданию	25
Предисловие	26
Соавторы	28
Благодарности	30
Часть I. УКСУСНАЯ КИСЛОТА	31
Глава 1.1. Процесс ACETICA® компании Chiyoda	33
Введение.....	33
Химия процесса	34
Основные реакции.....	34
Приготовление катализатора	35
Образование побочных продуктов.....	36
Регенерация иодида.....	37
Особенности	37
Описание.....	38
Секция реактора	38
Секция дистилляции	40
Секция извлечения иодидов	41
Характеристики продукта	41
Выход продукта и отходы	42
Экономические характеристики технологии ACETICA.....	42
Комплекс услуг, оказываемых компанией Chiyoda.....	43
Опыт промышленной эксплуатации	43
Литература	44
Часть II. АНИЛИН	45
Глава 2.1. Анилиновый процесс DuPont/KBR.....	47
Введение.....	47
Обзор анилинового рынка	48
Химия процесса	49
Описание.....	49
Получение мононитробензола.....	49
Получение анилина	50
Особенности технологии.....	50
Расход сырья и энергоносителей	51
Качество продукта	51
Отходы и выбросы	52
Литература	52

Часть III. 1,3-БУТАДИЕН.....	53
Глава 3.1. Технология экстракции бутадиена компании BASF	55
Введение.....	55
Перспективы процесса.....	55
Описание.....	56
Экономические показатели	59
Сырье	59
Качество и выход продукта	59
Расход энергоносителей.....	59
Расход химреагентов.....	60
Экология.....	60
Особенности	61
Глава 3.2. Процесс KLP компании UOP для гидрирования ацетиленов до 1,3-бутадиена	62
Введение.....	62
Бутадиен.....	62
Процесс KLP.....	63
Химия процесса.....	64
Опыт промышленного применения	65
Экономические показатели	65
Часть IV. КУМОЛ	67
Глава 4.1. Технология производства кумола CDCumene® компании CDTECH	69
Введение.....	69
Перспективы процесса.....	70
Химия процесса.....	70
Описание.....	71
Алкилирование	71
Переалкилирование.....	73
Перегонка	73
Экономические показатели	74
Расход сырья и энергоносителей	75
Катализаторы.....	75
Отходы процесса.....	76
Краткий перечень особенностей	76
Глава 4.2. Процесс Q-Max™ компании UOP.....	77
Введение.....	77
Химия процесса	78
Переалкилирование ДИПБ.....	79
Побочные реакции	79
Описание.....	80
Влияние примесей в сырье.....	82
Влияние примесей в сырье на чистоту кумола.....	82
Влияние каталитических ядов	83
Показатели.....	84
Капитальные и эксплуатационные затраты	85
Опыт промышленной эксплуатации	85
Литература	86

Часть V. ЭТИЛБЕНЗОЛ.....	87
Глава 5.1. Жидкофазный процесс <i>EBOne (Lummus/UOP)</i> и процесс <i>CDTECH EB® (Lummus/CR&L)</i>.....	89
Введение.....	89
Перспективы процессов.....	90
Химия.....	92
Описание.....	92
Процесс <i>EBOne</i>	92
Процесс <i>CDTECH EB</i>	95
Экономические показатели.....	96
Капитальные затраты.....	96
Сырье.....	96
Выход продукта и его качество.....	97
Катализаторы.....	98
Отходы процессов.....	99
Расход сырья и энергоносителей.....	99
Краткий перечень особенностей процессов.....	99
Технология <i>EBOne</i>	99
Технология <i>CDTECH EB</i>	100
Глава 5.2. Этилбензольный процесс компании <i>Polimeri Europa</i>.....	101
Введение.....	101
Химия процесса.....	102
Катализатор.....	103
Потеря активности катализаторов.....	103
Описание процесса.....	104
Преимущества процесса и катализатора.....	106
Технология процесса.....	106
Семейство катализаторов <i>PBE</i>	108
Показатели процесса.....	108
Опыт промышленной эксплуатации.....	108
Глава 5.3. Технология <i>EBMaxSM</i> компаний <i>ExxonMobil</i> и <i>Badger</i>.....	109
Введение.....	109
Производство этилбензола.....	109
Свойства этилбензола.....	112
Катализаторы процесса <i>EBMax</i>	112
Химия процесса и характеристики катализатора <i>EBMax</i>	114
Описание процесса.....	117
Адаптация и оптимизация.....	120
Варианты процесса для переработки разбавленного этилена.....	121
Перевод установок на технологию <i>EBMax</i> и увеличение их производительности.....	122
Качество этилбензола.....	123
Расход сырья и энергоносителей.....	124
Потребность в катализаторах.....	125
Конструкция установки <i>EBMax</i>	125
Литература.....	126
Часть VI. ЭТИЛЕН.....	127
Глава 6.1. Получение этилена по технологии <i>SRT®</i> компании <i>ABB Lummus Global</i>.....	129
Введение.....	129
История разработки и промышленного применения.....	129

Химия процесса	131
Образование и отложение кокса	134
Печи пиролиза	136
Технологическая схема этиленового процесса	138
Описание процесса	138
Интеграция этиленового завода с НПЗ	142
Последние достижения в области технологии	142
Реакции метатезиса олефинов	143
Технология каталитического дистилляционного гидрирования <i>CDHydro</i> [®]	143
Интеграция газовых турбин с печами пиролиза	144
Технология охлаждения двух- и трехкомпонентными хладагентами	145
Высокопроизводительные печи пиролиза	145
Проектирование печей и горелок с низким уровнем выброса NO _x с применением вычислительной механики сплошных сред	145
Промышленное применение технологии	146
Экономические аспекты производства этилена	147
Глава 6.2. Этиленовая технология компании <i>Stone & Webster</i>	148
Введение	148
Экономические факторы	148
История разработки: система пиролиза	151
История разработки: система разделения продуктов	155
Описание процесса	158
Пиролиз газообразного сырья	158
Пиролиз жидкого сырья	166
Вопросы проектирования крупных заводов	175
Реализация проектов	178
Литература	181
Глава 6.3. Этиленовая технология <i>SCORE</i>[™] компании <i>KBR</i>	182
История разработки и применения	182
Технология высокоселективного пиролиза	183
Влияние времени контакта на выход этилена	183
Экономические показатели пиролиза с малым временем контакта	185
Особенности печей <i>SC-1</i>	186
Оптимальная схема разделения продуктов	189
Особенности схемы с деэтаннизацией на входе системы разделения	189
Особенности схемы с депропаннизацией на входе системы разделения	191
Перспективы развития технологии	194
Часть VII. МЕТАНОЛ	195
Глава 7.1. Технология <i>MegaMethanol</i>[®] компании <i>Lurgi</i>	197
История развития технологии	197
Технология <i>MegaMethanol</i>	198
Описание процесса	199
Обессеривание	199
Сатурация	199
Предварительная конверсия	201
Автотермическая конверсия	201
Комбинированная конверсия	203
Утилизация отходящего тепла	205
Синтез метанола	206
Секция синтеза метанола	207

Ректификация метанола.....	211
Последние метанольные проекты <i>Lurgi</i>	211
Часть VIII. ПОЛУЧЕНИЕ СПИРТОВ МЕТОДОМ ОКСОСИНТЕЗА.....	213
Глава 8.1. Производство спиртов по технологии компании <i>Johnson Matthey</i>	215
Введение.....	215
Описание процесса.....	216
Гидроформилирование	216
Извлечение родия.....	217
Гидрирование	218
Ректификация и гидроочистка	218
Однократное и двукратное гидроформилирование	219
Технологическая схема процесса	219
Достоинства технологии компании <i>Johnson Matthey</i>	219
Эффективность использования сырья	219
Гибкость процесса.....	221
Оперативное переключение на другой продукт	221
Безопасность для окружающей среды	221
Требования к сырью	222
Общие требования.....	222
Диены и пероксиды	222
Сера	222
Хлор.....	223
Экономические показатели процесса.....	224
Капитальные затраты	225
Опыт промышленного применения	225
Литература	226
Часть IX. ФЕНОЛ И АЦЕТОН	227
Глава 9.1. Производство фенола из кумола по технологии компании <i>Polimeri Europa</i>	229
Введение.....	229
Технология производства кумола.....	229
Химия процесса	230
Особенности процесса	231
Описание процесса.....	232
Выход продукта и баланс материалов	233
Экономические показатели процесса.....	233
Отходы и выбросы	234
Технология производства фенола	234
Химия процесса	234
Особенности процесса	235
Описание процесса.....	235
Выход продукта и баланс материалов	237
Экономические показатели процесса.....	238
Отходы и выбросы	238
Глава 9.2. Фенольный процесс компаний <i>Sinoco</i> и <i>UOP</i>.....	239
Введение.....	239
Получение кумола	239
Получение фенола	241
Способ получения фенола окислением кумола	241

Общее описание и химия процесса	241
Технологическая схема и внесенные улучшения	242
Секция окисления	242
Усовершенствования в секции окисления	244
Секция концентрирования	245
Усовершенствования в секции концентрирования	245
Секция разложения	246
Усовершенствования в секции разложения	247
Секция нейтрализации и внесенные в нее усовершенствования	247
Секция очистки ацетона и внесенные в нее усовершенствования	248
Секция фракционирования и очистки фенола	250
Усовершенствования в секции фракционирования и очистки фенола	251
Секция гидрирования α -метилстирола	254
Крекинг смолы	255
Безопасность процесса	255
Вывод	256
Литература	257
Глава 9.3. Фенольный процесс компании KBR.....	258
Введение.....	258
История развития технологии	259
Структура производства и потребления фенола	259
Объемы производства по регионам мира	259
Структура целевого потребления фенола	259
Химия процесса	261
Описание процесса.....	262
Окисление.....	263
Концентрирование кумола	265
Реакция разложения.....	265
Нейтрализация	266
Отделение ацетона.....	266
Отделение фенола и удаление тяжелых компонентов	268
Извлечение, гидрирование и очистка α -метилстирола	269
Дефеноляция сточных вод	269
Газоотводная система и аварийный скруббер	269
Характеристики сырья и продуктов.....	269
Кумол	269
Фенол	270
Ацетон	270
α -Метилстирол	271
Выход продуктов.....	271
Расход энергоносителей	271
Хранение и отгрузка продуктов	272
Экологические аспекты.....	272
Газообразные выбросы	272
Жидкие органические отходы.....	273
Сточные воды	273
Вопросы безопасности	273
Секция окисления	273
Секция концентрирования	274
Секция разложения	274
Экономические показатели	274
Капитальные затраты и влияние масштабов производства	276
Убыточность производства ацетона.....	276

Достоинства технологии <i>KBR</i>	277
Литература	278
Глава 9.4. Производство высокочистого бисфенола А по технологии <i>QBIS</i>[™]	279
Общие сведения	279
Высокая избирательность к бисфенолу А	279
Низкие капитальные затраты	279
Высокое качество продукта	279
Форма выпуска продукта	280
Низкий расход энергии	280
Низкие затраты на обслуживание	280
Низкий уровень выбросов в окружающую среду	280
Высокий уровень технологической поддержки	280
Малая потребность в персонале	280
Масштабность производства	280
Описание процесса	282
Реакция получения бисфенола	282
Реакция перегруппировки	282
Кристаллизация аддукта	282
Извлечение ацетона и отделение воды	282
Отделение фенола	283
Кристаллизация продукта	283
Сушка продукта	283
Гранулирование	283
Извлечение бисфенола	283
Извлечение фенола из сточных вод (дефеноляция)	284
Отделение фенольной смолы	284
Опыт промышленного применения	285
Отходы и выбросы	286
Газообразные выбросы	286
Сточные воды	286
Отходы органических жидкостей	287
Твердые отходы	287
Экономические показатели	287
Часть X. ПРОПИЛЕН И ЛЕГКИЕ ОЛЕФИНЫ	289
Глава 10.1. Технология <i>MTP</i>[®] компании <i>Lurgi</i>	291
Введение	291
Общие сведения о процессе	291
Подробное описание процесса	292
Реактор диметилового эфира	292
Реактор <i>MTP</i>	295
Закалка продукта и отделение метанола от воды	296
Компримирование	297
Разделение	297
Продукты, отходы и выбросы	298
Продукт	298
Попутные и побочные продукты	298
Отходы	298
Выбросы	298
Состояние технологии	299
Экономические показатели процесса	300
Литература	302

Глава 10.2. Технология МТО компаний UOP и Norsk Hydro	303
Введение.....	303
Технология МТО	306
Экономические показатели	309
Капитальные затраты	310
Сравнение экономических показателей.....	312
Чувствительность экономических показателей к ценам на нефть.....	315
Выводы.....	316
Литература	317
Глава 10.3. Процесс Oleflex™ компании UOP.....	318
Введение.....	318
Описание процесса.....	318
Реакторная секция.....	318
Секция разделения продуктов	319
Секция регенерации катализатора.....	319
Установки дегидрирования	320
Пропиленовая установка.....	320
Этерификационный комплекс.....	321
Экономические показатели производства пропилена.....	322
Материальный баланс	322
Расход энергоносителей.....	323
Себестоимость производства пропилена.....	323
Капитальные затраты	324
Общие экономические показатели.....	324
Глава 10.4. Получение пропилена реакцией метатезиса олефинов по технологии OCT компании ABB Lummus Global.....	325
Введение.....	325
История разработки и промышленного применения.....	326
Химия процесса	326
Описание.....	327
Подготовка сырья	328
Проведение реакций и регенерация катализатора.....	328
Секция разделения продуктов	328
Экономические показатели	329
Краткий перечень особенностей процесса.....	331
Вывод	331
Глава 10.5. Производство пропилена дегидрированием пропана по технологии SATOFIN®.....	332
Введение.....	332
Химия процесса	333
Описание.....	333
Реакционная секция.....	333
Секция компримирования.....	335
Секция разделения	336
Секция очистки продукта	336
Экономические показатели процесса.....	336
Расход сырья и энергоносителей	336
Качество пропилена и побочные продукты	338
Расход катализаторов и химреагентов	338

Выбросы в окружающую среду	339
Краткий перечень особенностей процесса.....	339
Часть XI. СТИРОЛ.....	341
Глава 11.1. Стирольные процессы компаний <i>Lumtus</i> и <i>UOP</i>.....	343
Введение.....	343
Общие сведения.....	343
Химия процессов.....	346
Описание процессов.....	347
Классический стирольный процесс.....	347
Стирольный процесс <i>SMART</i>	349
Экономические показатели	350
Капитальные затраты	350
Сырье	350
Качество и выход продукта	351
Расход сырья и энергоносителей	351
Краткий перечень особенностей процессов	351
Глава 11.2. Стирольный процесс компании <i>Stone & Webster (Badger)</i>	353
Введение.....	353
Обзор отрасли	353
Применение стирола в качестве мономера	354
Свойства.....	355
Получение стирола	355
Химия процесса.....	356
Описание процесса.....	359
Характеристики продукта	364
Расход сырья и энергоносителей	365
Глава 11.3. Производство стирола по технологии компании <i>Polimeri Europa</i>	367
Введение.....	367
Химия процесса	367
Описание.....	369
Реакционная секция.....	369
Ректификационная секция	371
Особенности технологического и механического проектирования.....	374
Опыт исследований и эксплуатации	374
Аспекты технологического проектирования.....	374
Аспекты механического проектирования.....	375
Показатели процесса.....	375
Опыт промышленной эксплуатации	376
Часть XII. ТЕРЕФТАЛЕВАЯ КИСЛОТА.....	377
Глава 12.1. Производство терефталевой кислоты по технологии <i>Lurgi</i>, <i>Eastman</i> и <i>SK</i>.....	379
Введение.....	379
Химия процесса и свойства продукта	380
Описание процесса.....	381
Технологические емкости	381
Окисление <i>n</i> -ксилола и осушка	381
Обработка отходящего газа	383

Отделение кислоты-сырца	383
Доокисление и кристаллизация	384
Отделение и осушка продукта	384
Обработка фильтрата и извлечение катализатора	385
Особенности и достоинства технологии <i>EPTA</i>	385
Мягкие условия окисления	385
Реакторы окисления	385
Система извлечения катализатора	385
Энергетическая интеграция	386
Система обработки отходящего газа	386
Очистка продукта	386
Минимальное воздействие на окружающую среду	386
Высокая надежность	386
Дополнительные выгоды	386
Экономические показатели процесса <i>EPTA</i>	387
Удельный расход сырья, катализатора и химреагентов	387
Себестоимость производства <i>EPTA</i>	388
Опыт промышленного применения	388
Часть XIII. КСИЛОЛЫ	391
Глава 13.1. Производство <i>n</i>-ксилола из толуола по технологии <i>PxMaxSM</i>	
компании <i>ExxonMobil</i>	393
Введение	393
Химия процесса	394
Описание процесса	395
Эксплуатационные характеристики	397
Модернизация и расширение производства внедрением технологии <i>PxMax</i>	398
Ароматический комплекс и установка <i>PxMax</i>	398
Вариант I: новая установка <i>PxMax</i>	398
Вариант II: модернизация установки <i>STDTP</i> до <i>PxMax</i>	401
Вариант III: модернизация установки <i>TDP</i> до <i>PxMax</i>	403
Заключение	404
Глава 13.2. Технология изомеризации ксилолов <i>XuMaxSM</i> компании	
<i>ExxonMobil</i>	406
Введение	406
Химия процесса	407
Описание процесса	408
Эксплуатационные показатели	409
Длительность срока службы катализаторов <i>XuMax</i>	411
Опыт промышленного применения	412
Глава 13.3. Производство <i>n</i>-ксилола по технологии <i>ParexTM</i>	
компании <i>UOP</i>	413
Введение	413
Сравнение процесса <i>Parex</i> и кристаллизационного извлечения	414
Показатели процесса	416
Сырье	416
Описание процесса	417
Оборудование	418
Пример типичной установки	419
Опыт промышленного применения	420
Литература	420

Часть XIV. ПОЛИЭТИЛЕН.....421**Глава 14.1. Производство ЛПЭНП и ПЭВП по технологии *Spherilene***

компания <i>Basell</i>	423
Общее описание процесса.....	423
Химия и термодинамика процесса	423
Линейный полиэтилен	423
Обзор процесса <i>Spherilene</i>	427
Разработка процесса.....	427
Важнейшие особенности процесса.....	428
Описание процесса.....	428
Продукты и их применение.....	430
Линейный полиэтилен низкой плотности	430
Переход с ПЭНП на ЛПЭНП	431
Полиэтилен высокой плотности.....	431
Высокосортные полимерные продукты	432
Эксплуатационные и экономические показатели	433
Надежность процесса	433
Расход материалов и энергоносителей	433

Глава 14.2. Производство ЛПЭНП и ПЭВП по технологии *Borstar*

компания <i>Borealis</i>	434
Описание процесса.....	434
Общие сведения.....	434
Секция синтеза	434
Секция сухой переработки.....	439
Автоматизированная система управления	440
Введение.....	440
Особенности <i>BorAPC</i>	441
Автоматизированное управление процессом	441
Базовые технологические расчеты.....	442
Заводы по производству полиэтиленов <i>Borstar</i>	442
Полиэтиленовые продукты <i>Borstar</i>	442
Пленочный полиэтилен	444
Полиэтилен для выдувного формования	445
Литьевой полиэтилен	446
Трубный полиэтилен	447
Полиэтилен для кабельно-проводной продукции	449
Полиэтилен для экструзионных покрытий	449
Экономические показатели процесса.....	450
Отходы и выбросы	450

Глава 14.3. Производство линейного полиэтилена в суспензионном петлевом реакторе

по технологии компании <i>Chevron Phillips</i>.....	451
История разработки	451
Описание процесса.....	452
Общие сведения.....	452
Катализаторы, применяемые в суспензионно-петлевом процессе <i>CPChem</i>	453
Хромосиликатные катализаторы	454
Титано-магниевого катализаторы	455
Металлоорганические катализаторы	455
Суспензионный петлевой реактор.....	455
Подготовка сырья.....	455

Реакционная секция	456
Извлечение полимера	456
Регенерация разбавителя	457
Система управления	457
Модификация полимера, его гранулирование и упаковка	457
Энергоносители	457
Технологические преимущества процесса в суспензионном петлевом реакторе	458
Эффективное расходование мономеров	458
Эффективный тепловод	458
Однородность содержимого реактора	459
Безотказность	459
Быстрый переход на производство продукта другой марки	459
Отсутствие ограничений на молекулярную массу и плотность полимера	460
Отсутствие нежелательных побочных продуктов	461
Возможность работы на высокоактивных катализаторах	461
Меньшие затраты на оборудование	462
Легко наращиваемая производительность	462
Высокая прибыльность	464
Вывод	464
Глава 14.4. Получение ПЭНП по технологии высокого давления <i>ExxonMobil</i>	465
Введение	465
Механизм реакций	466
Описание процесса	468
Процесс в трубчатом реакторе	469
Процесс в автоклавном реакторе	471
Влияние параметров процесса на свойства полимера	471
Безопасность процесса	473
Сравнение процессов высокого и низкого давления	474
Ассортимент продуктов	475
Целевые рынки полиэтилена низкой плотности	476
Достоинства технологии <i>ExxonMobil</i>	477
Вывод	479
Литература	479
Глава 14.5. Технологии полиэтилена высокого давления <i>Polimeri Europa</i>	480
Введение	480
Торговые марки полиэтилена <i>Polimeri Europa</i>	481
<i>Riblene</i> [®]	481
<i>GREENFLEX</i> [®]	482
<i>FLEXIRENE</i> [®]	482
<i>CLEARFLEX</i> [®]	482
Химия и термодинамика	482
Реакторы высокого давления	484
Описание процесса	486
Система аварийной разгрузки реактора	488
Экономические показатели процесса	490
Воздействие на окружающую среду	490
Глава 14.6. Производство бимодального ПЭВП по технологии <i>Hostalen</i> компании <i>Basell</i>	492
Общее описание процесса	492
Химия процесса	492
Механизм реакций	492

Общие сведения.....	494
Предыстория.....	495
Важнейшие особенности процесса.....	495
Описание.....	496
Приготовление катализатора.....	496
Полимеризация.....	496
Сушка полимерного порошка и отделение разбавителя.....	498
Экструдирование и гранулирование.....	498
Блок извлечения гексана.....	499
Блок извлечения бутена.....	499
Резервуарный блок.....	499
Вопросы безопасности и охраны окружающей среды.....	499
Возможности процесса.....	500
Ассортимент и назначение продуктов.....	502
Общие сведения.....	502
Зависимость свойств ПЭВП от структуры.....	503
Области применения продуктов процесса <i>Hostalen</i>	503
Экономические показатели процесса.....	506
Низкая стоимость катализатора.....	506
Сырье.....	506
Расход сырья и энергоносителей.....	506
Глава 14.7. Производство ПЭВП и ПЭСП по технологии <i>Lupotech G</i> компании <i>Basell</i>.....	508
Общие сведения.....	508
Химия и термодинамика процесса.....	508
Перспективы процесса.....	511
Описание.....	511
Подготовка сырья.....	511
Полимеризация и обработка полимерного порошка.....	512
Компримирование циркулирующего газа и отделение углеводородов.....	512
Контроль содержания азота в системе циркулирующего газа.....	512
Дезодорирование полимерного порошка.....	513
Характеристики продукта.....	513
Экономические показатели процесса.....	514
Глава 14.8. Получение ПЭНП и сополимеров ЭВА по технологии <i>Lupotech T</i> компании <i>Basell</i>.....	515
Общие сведения.....	515
Химия и термодинамика процесса.....	515
Механизм реакций.....	515
Сополимеризация.....	518
Контроль температуры.....	518
Контроль свойств продукта.....	519
Обзор.....	522
История разработки процесса.....	522
Важнейшие особенности процесса.....	523
Описание.....	524
Этапы процесса.....	524
Безопасность процесса.....	528
Продукты.....	529
Общая характеристика продуктов.....	529
Применения ПЭВП.....	531
Экономические показатели.....	531

Глава 14.9. Газофазный процесс UNIPOL™	533
Введение.....	533
Предыстория.....	534
Опыт <i>Univation</i> в газофазной полимеризации этилена	534
Общее описание процесса.....	536
Подготовка сырья	536
Катализатор	537
Полимеризация	537
Обработка, усреднение, хранение, упаковка и отгрузка.....	539
Управление.....	539
Программное обеспечение системы управления	539
Перспективы.....	540
Характеристики продуктов	541
Продукты <i>UNIPOL</i>	541
Отходы.....	543
Система выгрузки продукта	543
Дегазация полимера и извлечение углеводородов	544
Экономика	544
Капитальные затраты на процесс	544
Составляющие себестоимости	544
Катализаторы <i>Univation</i>	545
Эволюция катализаторов	545
Рыночные цели <i>UNIPOL PE</i>	546
Катализаторы.....	546
Арсенал катализаторов <i>Univation</i>	549
Краткая характеристика полиэтиленового процесса <i>UNIPOL</i>	549
 Глава 14.10. Производство ЛПЭНП и ПЭВП по технологии SCLAIRTECH™ компании Nova Chemicals.....	 552
Введение.....	552
Химия и катализ	553
Общее описание процесса.....	556
Секция полимеризации.....	556
Секция дистилляции	557
Секция обработки продукта.....	557
Достоинства технологии <i>SCLAIRTECH</i>	559
Преимущества двухреакторной схемы	559
Минимальное время перехода на другую марку	559
Показатели безопасности мирового уровня.....	560
Низкие затраты на сырье.....	560
Возможности расширения мощности	560
Экономические показатели	561
Ассортимент продукции.....	561
Промышленные установки	562
Выводы.....	566
 Часть XV. ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ	 569
 Глава 15.1. Получение полиэтилентерефталата полимеризацией в твердой фазе по технологии UOP Sinco	 571
Введение.....	571
Полимеризация в фазе расплава.....	573
Химия процесса твердофазной полимеризации	575

Побочные реакции	576
Кристаллизация полиэтилентерефталата.....	577
Склонность полиэтилентерефталата к слипанию.....	578
Описание процесса.....	579
Предварительная кристаллизация.....	579
Кристаллизация.....	580
Поликонденсация в твердой фазе.....	580
Охлаждение продукта.....	581
Очистка азота.....	581
Реакции в системе каталитической очистки азота.....	581
Блок окисления.....	581
Установка обезвоживания.....	582
Окисление полиэтилентерефталата.....	582
Параметры процесса.....	582
Свойства сырья.....	583
Свойства продукта.....	584
Выход продукта.....	584
Отходы.....	585
Энергоносители.....	585
Оборудование.....	585
Опыт промышленного применения.....	585
Литература.....	586
Часть XVI. ПОЛИПРОПИЛЕН.....	587
Глава 16.1. Производство полипропилена по технологии <i>Spheripol</i>	589
компании <i>Basell</i>	589
Общая информация.....	589
Химия и термодинамика процесса.....	589
Гомополимеры.....	589
Статистические сополимеры.....	595
Гетерофазные сополимеры.....	596
Предыстория процесса <i>Spheripol</i>	597
Описание процесса.....	599
Ключевые особенности процесса <i>Spheripol</i>	601
Безопасность процесса.....	601
Возможности процесса.....	602
Экономические показатели.....	602
Надежность и операбельность.....	602
Расход сырья и энергоносителей.....	603
Продукты и их применение.....	603
Гомополимеры.....	605
Статистические сополимеры и терполимеры.....	606
Гетерофазные сополимеры.....	606
Глава 16.2. Производство полипропилена по технологии <i>Spherizone</i>	607
компании <i>Basell</i>	607
Общая информация.....	607
Химия и термодинамика процесса.....	607
Гомополимеры.....	607
Статистические сополимеры.....	613
Гетерофазные сополимеры.....	614
Перспективы.....	615
Описание.....	615

Экологические факторы.....	621
Модульная концепция	621
Универсальность.....	621
Экономические показатели	622
Надежность процесса	622
Расход сырья и энергоносителей	622
Продукты и их применение.....	623
Глава 16.3. Полипропиленовая технология компании <i>Borstar</i>	625
Введение.....	625
Технологические особенности процесса <i>Borstar</i>	627
Модульность	627
Выгоды комбинирования петлевого и газофазного реакторов	627
Описание процесса.....	628
Секция полимеризации.....	628
Секция сухой переработки.....	630
Циклы производства и переключение между марками	631
Автоматизированная система управления	632
Введение.....	632
Автоматизированное управление процессом	633
Катализатор	633
Выбросы и отходы	633
Выбросы в атмосферу.....	633
Выбросы летучих углеводородных соединений	633
Жидкие отходы	634
Твердые отходы.....	634
Расход сырья и энергоносителей	634
Продукты	634
Гетерофазные сополимеры.....	637
Гомополимеры	639
Статистические сополимеры	639
Выводы.....	641
Глава 16.4. Полипропиленовый процесс <i>UNIPOL</i>[™]	642
Общая информация и краткое описание процесса.....	642
Общие сведения.....	642
Описание процесса.....	643
Выход продукта.....	645
Химия процесса	645
История разработки и химия процесса	645
Продуктивность и избирательность каталитической системы.....	646
Перспективы.....	646
Развитие технологии	646
Действующие заводы <i>UNIPOL</i>	647
Передача технологии.....	649
Программа поддержки подрядчиков	649
Продукты	649
Гомополимеры	650
Статистические сополимеры	650
Блочные сополимеры	650
Регулирование реологических свойств.....	650
Особенности продуктов <i>UNIPOL</i>	650
Пленочные марки.....	650
Текстильные марки.....	651

Марки для формования и экструзии	652
Отходы.....	653
Экономические показатели	653
Капитальные затраты	653
Затраты на сырье и энергоносители	654
Численность персонала.....	655
Глава 16.5. Газофазный полипропиленовый процесс <i>Chisso</i>	656
История разработки	656
Механизм полимеризации и тип полимера.....	656
Гомополимеры	657
Статистические сополимеры	657
Блочные сополимеры	658
Особенности процесса	658
Уникальная конструкция реактора.....	659
Минимальный объем некондиционной переходной продукции.....	659
Энергоэффективность.....	659
Катализатор	659
Безопасность и экологичность.....	660
Универсальность продукции.....	660
Конкурентоспособные капитальные и производственные затраты.....	661
Описание процесса.....	661
Очистка мономера.....	661
Приготовление и подача катализатора	661
Полимеризация	661
Нейтрализация и отделение полимерного зерна	663
Гранулирование	663
Безопасность и экологичность.....	663
Продукты	664
Свойства продуктов лицензионных марок.....	664
Области применения продуктов	664
Широкие возможности регулирования свойств продуктов	664
Экономические показатели	665
Действующие и сооружаемые установки.....	665
Часть XVII. ПОЛИСТИРОЛ.....	667
Глава 17.1. Производство пенополистирола по технологии <i>BP/Lummus</i>	669
Введение.....	669
Действующие заводы.....	669
Химия процесса	670
Описание процесса.....	670
Требования к сырью и свойства продукта	671
Сырье	671
Свойства продукта и его применение.....	671
Отходы.....	671
Экономические показатели	672
Краткая характеристика особенностей процесса.....	673
Литература	673
Глава 17.2. Производство полистирола общего назначения и ударопрочного полистирола по технологии <i>BP/Lummus</i>.....	674
Введение.....	674
Действующие заводы.....	674

Химия процесса	675
Описание процесса.....	676
Переход на другую марку продукта.....	677
Требования к сырью и свойства продукта	677
Сырье	677
Свойства и применения продукта.....	678
Отходы.....	678
Экономические показатели	678
Краткая характеристика процесса	681
Литература	682
Глава 17.3. Получение полистирола общего назначения по технологии <i>Polimeri Europa</i>	683
Введение.....	683
Химия процесса.....	684
Термическое разложение инициатора	684
Инициирование цепи	684
Рост цепи.....	684
Обрыв цепи	685
Побочные реакции образования олигомеров.....	686
Описание процесса.....	686
Особенности процесса	687
Технологические показатели процесса.....	688
Производительность завода	688
Опыт промышленной эксплуатации	689
Линейка полистиролов общего назначения <i>Edistir</i>	689
Глава 17.4. Получение пенополистирола по технологии компании <i>Polimeri Europa</i>	690
Введение.....	690
Химия процесса.....	691
Термическое разложение инициатора	691
Инициирование цепи.....	691
Рост цепи.....	691
Обрыв цепи	692
Остаточное содержание летучих соединений	693
Покрытие зерен	693
Описание.....	693
Особенности	694
Технологические показатели.....	695
Производительность завода	695
Опыт промышленной эксплуатации	695
Линейка пенополистиролов <i>Extir</i>	695
Глава 17.5. Получение ударопрочного полистирола по технологии компании <i>Polimeri Europa</i>	697
Введение.....	697
Химия процесса.....	697
Обращение фаз	698
Реакция прививки	698
Механизм сшивания.....	699
Описание.....	699
Особенности	700
Технологические показатели.....	701
Производительность завода	702

Опыт промышленной эксплуатации	702
Линейка ударопрочных марок полистирола <i>Edistir</i>	702
Часть XVIII. ВИНИЛХЛОРИД И ПОЛИВИНИЛХЛОРИД	703
Глава 18.1. Производство винилхлорида и поливинилхлорида по технологиям компании <i>Vinnolit</i>.....	705
О компании.....	705
Перспективы.....	705
Производство винилхлорид-мономера	706
Общее описание	706
Требования к продукту	708
Отходы	708
Экономические показатели	709
Опыт промышленного применения	710
Прямое хлорирование	711
Описание.....	711
Химия и рабочие параметры	712
Процесс в реакторе с термосифонной циркуляцией	713
Важные особенности процесса	714
Требования к сырью	714
Отходы	714
Оксихлорирование	715
Общие сведения о процессе	715
Химия и рабочие параметры	716
Описание процесса.....	717
Важные особенности процесса	719
Требования к сырью и продукту.....	720
Отходы	721
Пиролиз 1,2-дихлорэтана до винилхлорида.....	721
Общие сведения о процессе	721
Химия и рабочие параметры	722
Описание процесса.....	722
Важные особенности процесса.....	724
Получение суспензионного поливинилхлорида по технологии <i>Vinnolit</i>	724
Общие сведения о процессе	724
Химия и рабочие параметры	725
Описание процесса.....	725
Важные особенности процесса	733
Требования к сырью и продуктам	734
Отходы и выбросы	735
Экономические показатели	736
Опыт промышленного применения	736
Литература	737
Глава 18.2. Получение поливинилхлорида суспензионным методом и отделение винилхлорид-мономера по технологиям компании <i>Chisso</i>	738
Технология получения поливинилхлорида	738
Введение.....	738
Описание процесса.....	738
Расход сырья и энергоносителей и марки продукта	739
Производственные потребности.....	742
Заводы ПВХ, работающие по лицензии <i>Chisso</i>	743

Технология отделения винилхлорид-мономера	744
Введение.....	744
Метод отделения винилхлорид-мономера	744
Особенности процесса	745
Потребность в капиталовложениях	745
Патенты и лицензии.....	746
Установки, действующие по технологии <i>Chisso</i>	746