

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
ЛИТЕРАТУРА К ВВЕДЕНИЮ	7
ГЛАВА 1. Размышления о нефтехимии	9
ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 1	30
ГЛАВА 2. Водород, аммиак, метанол, синтетические углеводороды, сера	32
2.1. Продукты химической переработки природного газа	32
2.2. Производство водорода, аммиака, метанола и синтетических углеводородов	34
2.3. Производство серы из природного газа и нефти	37
2.3.1. Производство серы из природного газа	39
2.3.2. Производство серы из нефти и нефтяных фракций	41
2.4. Технологии производства водорода из природного газа	44
2.5. Технологии производства аммиака из природного газа	54
2.6. Технологии производства метанола из природного газа	63
2.7. Объемы химической переработки нефти и природного газа	70
ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 2	74
ГЛАВА 3. Этилен	82
3.1. Производство этилена пиролизом углеводородов	82
3.1.1. Виды промышленных технологий производства этилена	92
3.1.2. Химия и механизм процесса пиролиза углеводородного сырья	103
3.2. Технология производства этилена компании СВ&I Lummus	105
3.2.1. Технологическая схема процесса пиролиза углеводородного сырья по технологии компании Lummus Technology	106
3.2.2. Экономика производства этилена пиролизом углеводородного сырья по технологии компании Lummus Technology	121
3.3. Технология производства этилена компании Technip Stone & Webster Technology	123

3.3.1. Технологическая схема процесса пиролиза углеводородного сырья по технологии компании Technip Stone & Webster Technology	125
3.3.2. Экономика производства этилена пиролизом углеводородного сырья по технологии компании Technip Stone & Webster Technology	140
3.4. Технология производства этилена компании Kellogg Brown & Root LLC	145
3.4.1. Технологическая схема процесса пиролиза углеводородного сырья по технологии SCORE компании Kellogg Brown & Root LLC	148
3.4.2. Экономика производства этилена пиролизом углеводородного сырья по технологии SCORE компании Kellogg Brown & Root LLC	155
3.5. Технология производства этилена компании Linde AG	157
3.5.1. Технологическая схема процесса пиролиза углеводородного сырья по технологии РугоCrack компании Linde AG	158
3.5.2. Экономика производства этилена пиролизом углеводородного сырья по технологии РугоCrack компании Linde AG	176
ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 3	177

ГЛАВА 4. Пропилен

4.1. Производство пропилена	183
4.2. Технологии производства пропилена процессами каталитического крекинга	188
4.2.1. Технология каталитического крекинга высокой жесткости	190
4.2.2. Технология каталитического получения олефинов компании KBR	193
4.2.3. Технология глубокого каталитического крекинга	200
4.2.4. Технология PetroFCC компании UOP	206
4.2.5. Технология Indmax FCC компании Lummus Technology	211
4.3. Технологии производства пропилена дегидрированием пропана	215
4.3.1. Технология MTP компании Lurgi AG	215
4.3.2. Технология MTO компаний UOP/Hydro	222
4.3.3. Технология Oleflex компании UOP LLC, A Honeywell Co.	231
4.3.4. Технология CATOFIN PDH компании CB&I Lummus	237
4.3.5. Технология STAR компании Uhde GmbH	243
4.3.6. Технология FBD	249
4.4. Технологии производства пропилена метатезисом олефинов	251
4.4.1. Технология OCT компании CB&I	251
4.4.2. Технология Meta-4 компании Axens	257
ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 4	257

ГЛАВА 5. Полиэтилен

5.1. Производство полиэтилена	268
5.1.1. Виды полиэтилена	268
5.1.2. Молекулярная масса полимеров	272
5.2. Полиэтилен низкой плотности	273
5.2.1. Стадии радикальной полимеризации этилена	273
5.2.2. Инициаторы радикальной полимеризации этилена	275
5.2.3. Скорость и эффективность инициирования радикальной полимеризации этилена	278
5.2.4. Кинетика радикальной полимеризации этилена	280
5.2.5. Регуляторы радикальной полимеризации этилена	282
5.2.6. Молекулярно-массовое распределение полиэтилена, полученного радикальной полимеризацией этилена	283
5.3. Мировой рынок и области использования ПЭНП/LDPE	287
5.3.1. Производство и потребление ПЭНП/LDPE	287
5.3.2. Капитальные затраты строительства производства ПЭНП/LDPE	293
5.3.3. Мировые цены на ПЭНП/LDPE	294

5.4. Технология производства ПЭНП/LDPE компании LyondellBasell	295
5.4.1. Технологическая схема процесса Lupotech компании LyondellBasell.....	295
5.4.2. Марки ПЭНП/LDPE процесса Lupotech компании LyondellBasell	301
5.4.3. Экономика производства ПЭНП/LDPE по технологии Lupotech компании LyondellBasell	303
5.5. Технология производства ПЭНП/LDPE компании ExxonMobil	304
5.5.1. Технология производства ПЭНП/LDPE компании ExxonMobil в трубчатом реакторе.....	304
5.5.2. Экономика производства ПЭНП/LDPE компания Exxon Mobil в трубчатом реакторе.....	309
5.5.3. Технология производства ПЭНП/LDPE компании ExxonMobil в автоклаве	310
5.6. Технология производства ПЭВП/HDPE, ЛПЭНП/LLDPE компании LyondellBasell	312
5.6.1. Каталитические системы Циглера – Натта для полимеризации этилена.....	312
5.6.2. Механизм полимеризации этилена на каталитической системе Циглера – Натта	313
5.6.3. Хромовые катализаторы производства полиэтилена.....	319
5.6.4. Характеристики сырья для производства полиэтилена	320
5.6.5. Технология Spherilene производства ПЭВП/HDPE, ЛПЭНП/LLDPE компании LyondellBasell	325
5.6.6. Виды и марки полиэтилена процесса Spherilene компании LyondellBasell ...	334
5.6.7. Экономика производства полиэтилена по технологии Spherilene компании LyondellBasell	337
5.7. Технология производства би- и полимодального ПЭВП/HDPE компании LyondellBasell	338
5.7.1. Технологическая схема и катализаторы процесса Hostalen ACP компании LyondellBasell	338
5.7.2. Виды и марки полиэтилена процесса Hostalen компании LyondellBasell	344
5.7.3. Экономика производства полиэтилена по технологии Hostalen компании LyondellBasell	348
5.8. Технология производства линейного полиэтилена компании Chevron Phillips	348
5.9. Технология производства полиэтилена компании Univation Technologies	352
5.9.1. Технологическая схема газофазного процесса UNIPOL PE компании Univation Technologies	353
5.9.2. Механизм полимеризации этилена на хромсодержащих катализаторах	357
5.9.3. Виды и марки полиэтилена процесса UNIPOL PE компании Univation Technologies	363
5.9.4. Экономика производства полиэтилена по технологии UNIPOL PE компании Univation Technologies	363
5.10. Технологии производства полиэтилена компании INEOS	363
5.10.1. Технологическая схема и катализаторы суспензионного процесса Innovene S компании INEOS.....	366
5.10.2. Виды и марки полиэтилена процесса Innovene S компании INEOS	371
5.10.3. Экономика производства полиэтилена по технологии Innovene S компании INEOS.....	371
5.10.4. Технологическая схема и катализаторы газофазного процесса Innovene G компании INEOS.....	371
5.10.5. Виды и марки полиэтилена процесса Innovene G компании INEOS.....	371
5.10.6. Экономика производства полиэтилена по технологии Innovene G компании INEOS	371
5.11. Технологии производства полиэтилена компаний Borealis A/S, NOVA Chemicals Co. и Mitsui Chemicals, Inc.	38
ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 5	38

ГЛАВА 6. Полипропилен	389
6.1. Производство полипропилена	389
6.1.1. Виды полипропилена.....	391
6.1.2. Механизм полимеризации пропилена на каталитической системе Циглера – Натта.....	395
6.1.3. Сырье для производства полипропилена.....	398
6.1.4. Мировой рынок и области использования полипропилена.....	402
6.2. Технологии производства полипропилена компании LyondellBasell	407
6.2.1. Катализаторы производства полипропилена по технологии Spheripol компании LyondellBasell.....	408
6.2.2. Технологическая схема процесса Spheripol компании LyondellBasell.....	411
6.2.3. Виды и марки полипропилена процессов Spheripol и Spherizone компании LyondellBasell.....	415
6.2.4. Экономика производства полипропилена по технологии Spheripol компании LyondellBasell.....	419
6.2.5. Технологическая схема процесса Spherizone компании LyondellBasell.....	420
6.3. Технологии производства полипропилена компании Dow Chemical Co.	427
6.3.1. Катализаторы производства полипропилена по технологии UNIPOL PP компании Dow Chemical Co.	427
6.3.2. Технологическая схема газофазного процесса UNIPOL PP компании Dow Chemical Co.	430
6.3.3. Виды и марки полипропилена процесса UNIPOL PP компании Dow Chemical Co.	436
6.3.4. Экономика производства полипропилена по технологии UNIPOL PP компании Dow Chemical Co.	439
6.4. Технология производства полипропилена компании INEOS	440
6.4.1. Технологическая схема газофазного процесса Innovene PP компании INEOS.....	440
6.4.2. Виды и марки полипропилена процесса Innovene PP компании INEOS.....	447
6.4.3. Экономика производства полипропилена по технологии Innovene PP компании INEOS.....	450
6.5. Технология производства полипропилена компании CB&I	450
6.5.1. Технологическая схема газофазного процесса Novolen компании CB&I.....	451
6.5.2. Виды и марки полипропилена процесса Novolen компании CB&I.....	458
6.5.3. Экономика производства полипропилена по технологии Novolen компании CB&I.....	461
6.6. Технология производства полипропилена компании Borealis A/S	462
6.6.1. Технологическая схема процесса Borstar PP компании Borealis A/S.....	462
6.6.2. Виды и марки полипропилена процесса Borstar PP компании Borealis A/S.....	466
6.6.3. Экономика производства полипропилена по технологии Borstar PP компании Borealis A/S.....	468
6.7. Технологии производства полипропилена компаний Japan Polypropylene Corp., ExxonMobil Chemicals и Mitsui Chemicals Inc.	470
ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 6.....	472

ГЛАВА 7. Ароматические углеводороды..... 478

7.1. Производство ароматических углеводородов	478
7.2. Технология экстракции ароматических углеводородов компании GTC Technology LLC	485
7.2.1. Технологическая схема процесса экстрактивной дистилляции GT-BTX компании GTC Technology LLC.....	486
7.3. Технология экстракции ароматических углеводородов компаний UOP LLC, Axens, Uhde GmbH, Lurgi GmbH и China Petrochemical Technology Co., Ltd.	492
7.4. Технология гидродеалкилирования алкилароматических углеводородов до бензола	501

7.4.1. Технологическая схема процесса Pyrotol компании CB&I	502
7.4.2. Технологические схемы процессов гидродеалкилирования алкилароматических углеводородов компаний Axens и UOP LLC	506
7.5. Технология диспропорционирования толуола	509
7.5.1. Технологическая схема процесса RxMax компании ExxonMobil Chemical ...	510
7.5.2. Технологии диспропорционирования толуола компаний GTC Technology и UOP LLC	513
7.6. Технология изомеризации ксилолов и деалкилирования этилбензола	513
7.6.1. Технологическая схема процесса ХуМах компании ExxonMobil	513
7.6.2. Технологии изомеризации ксилолов, этилбензола и деалкилирования этилбензола компаний UOP LLC, A Honeywell Co. и GTC Technology	519
7.7. Технология диспропорционирования и трансалкилирования толуола	519
7.7.1. Технологическая схема процесса Tatoray компании UOP LLC	522
7.7.2. Технология АТА компаний SK/KBR Technologies	526
7.7.3. Технологии GT-TransAlk GTC Technology	527
7.8. Технологии производства параксилола	528
7.8.1. Технологическая схема процесса Parex компании UOP LLC	531
7.8.2. Экономика производства параксилола по технологии Parex UOP LLC	536
7.8.3. Технология CrystPX компаний GTC Technology Inc. и LyondellBasell	538
7.9. Комплекс производства ароматических углеводородов	540
7.9.1. Комплекс производства ароматических углеводородов компании UOP LLC, A Honeywell Co.	541
7.9.2. Комплексы производства ароматических углеводородов компаний GTC Technology и Axens	546
ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 7	548

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Оценка лицензионных нефтехимических технологий	556
Литература к приложению 1	569
Приложение 2. Расходные соотношения сырье/продукт нефтехимических производств	569
Литература к приложению 2	574

ГЛОССАРИЙ