

# СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1. ХИМИЯ НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	5
1.1. Происхождение нефти.....	5
1.2. Физико-химические свойства нефти.....	6
1.3. Фракционный состав нефтей .....	19
1.4. Элементный состав нефти.....	25
1.5. Групповой состав нефти .....	26
1.6. Гетероатомные соединения нефти .....	32
1.7. Надмолекулярная структура нефти.....	37
1.8. Классификация нефтей .....	38
1.9. Природные углеводородные газы .....	42
2. МЕХАНИЗМЫ РЕАКЦИЙ ОСНОВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА .....	45
2.1. Термические процессы .....	45
2.1.1. Термодинамика процессов термической деструкции .....	45
2.1.2. Энергии разрыва связей в органическом веществе .....	47
2.2. Каталитические и некаталитические процессы нефте- и газопереработки.....	48
2.2.1. Некаталитические процессы.....	49

2.2.2. Цепные инициированные процессы .....	53
2.2.3. Каталитические процессы.....	58
3. ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА.....	88
3.1. Стехиометрия и материальный баланс в химических реакциях.....	90
3.2. Кинетическое моделирование гомогенных процессов.....	97
3.3. Кинетическое моделирование гетерогенных процессов .....	133
3.4. Математическое моделирование процессов гетерогенного катализа.....	142
3.5. Некаталитические гетерогенные процессы в системе «газ—твердое тело» .....	154
3.6. Процессы, протекающие в газожидкостных системах.....	166
4. НЕФТЯНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ .....	174
4.1. Общая характеристика дисперсных систем.....	174
4.1.1. Дисперсность и удельная поверхность дисперсных систем .....	174
4.1.2. Классификации дисперсных систем .....	175
4.1.3. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем .....	178
4.1.4. Особенности коллоидного состояния .....	181
4.1.5. Устойчивость коллоидных систем .....	182
4.1.6. Микрогетерогенные дисперсные системы.....	187
4.1.7. Полуколлоиды .....	188
4.1.8. Растворы высокомолекулярных соединений .....	189
4.2. Современные представления о строении нефтей и нефтепродуктов .....	194

4.2.1. Нефть и нефтяные фракции как дисперсные системы .....	195
4.2.2. Структурная организация нефтяных систем .....	198
4.2.3. Процессы сольватации в нефтяных системах .....	201
4.2.4. Поверхностные явления в нефтяных дисперсных системах.....	203
4.3. Особенности коллоидно-химического строения нефтей и нефтепродуктов .....	207
4.3.1. Основные понятия и определения.....	207
4.3.2. Сложная структурная единица .....	211
4.3.3. Ассоциативные и агрегативные комбинации .....	215
4.3.4. Этапы формирования фазы в нефтяных системах .....	220
4.3.5. Классификация нефтяных дисперсных систем .....	225
4.3.6. Устойчивость нефтяных дисперсных систем .....	229
5. РАСЧЕТ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ.....	231
5.1. Материальный баланс реакторов .....	231
5.2. Тепловой баланс химического реактора .....	235
5.3. Определение основных размеров реакторов .....	241
5.4. Расчет реакторов с использованием математических моделей .....	246
5.5. Реактор периодического действия .....	254
5.6. Реактор идеального смешения .....	261
5.7. Реактор идеального вытеснения .....	267
5.8. Функция распределения времен пребывания .....	287

5.9. Диффузионная и ячеечная модели реактора вытеснения с перемешиванием .....	291
5.10. Реакторы для гетерогенных систем .....	301
5.11. Реакторы для гетерофазных систем .....	310
<b>6. РАСЧЕТ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В СМЕСЯХ УГЛЕВОДОРОДОВ.....</b>	<b>316</b>
6.1. Основные понятия и определения .....	316
6.2. Физико-химические основы процессов разделения паровых и жидких смесей .....	319
6.2.1. Правило фаз и равновесие в системах пар — жидкость .....	319
6.2.2. Законы идеальных газов.....	320
6.3. Равновесие в бинарной системе .....	324
6.4. Равновесие для реальных бинарных смесей .....	327
6.5. Псевдоприведенные свойства газовых смесей .....	330
6.6. Фугитивность .....	331
6.7. Расчет парожидкостного равновесия неидеальных растворов.....	337
6.8. Энтальпийная (тепловая) диаграмма.....	345
6.9. Примеры расчета равновесий .....	349
6.10. Массообменные процессы .....	355
6.10.1. Перегонка .....	355
6.10.2. Перегонка в присутствии водяного пара.....	367
6.10.3. Ректификация многокомпонентных смесей.....	380
<b>7. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....</b>	<b>402</b>
7.1. Понятие о системе автоматизированного проектирования (САПР) .....	402

7.2. Расчет ректификации нефтяных смесей на ЭВМ .....	405
7.2.1. Дифференциальные и интегральные способы представления фракционного состава нефтяных смесей .....	408
7.2.2. Температурный режим колонны .....	409
7.2.3. Определение числа теоретических тарелок.....	410
7.2.4. Составление теплового баланса .....	412
7.2.5. Диаметр колонны .....	412
7.3. Пример расчета колонны атмосферной перегонки нефти .....	413
7.4. Моделирование теплообменных процессов .....	422
7.5. Расчет печей нагрева сырья .....	425
<b>8. АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ .....</b>	<b>426</b>
8.1. Постановка задачи анализа и синтеза ЭТС .....	426
8.2. Эксергетический анализ процессов и систем переработки нефти и газа .....	431
8.2.1. Объект — термодинамическая система, уровень отсчета — окружающая среда.....	433
8.2.2. Расчет эксергии технологических потоков. Эксергетический КПД .....	435
8.2.2.1. Расчет химической составляющей эксергии в процессе разделения нефти на фракции .....	441
8.2.2.2. Расчет эксергии топлив и дымовых газов .....	443
8.3. Эксергоэкономический анализ процессов и систем переработки нефти и газа .....	449
8.3.1. Метод определения стоимости единицы эксергии .....	450
8.3.2. Эксергоэкономические критерии.....	452

8.4. Способы энергосбережения в ЭТС .....	454
8.4.1. Использование паро- и газотурбинных агрегатов для утилизации вторичных энергоресурсов.....	456
8.4.2. Энергосбережение на основе применения тепловых насосов .....	461
8.4.3. Использование низкопотенциальной теплоты в термодинамических циклах .....	467
8.4.4. Использование новых способов переработки энергии .....	479
8.4.5. Альтернативные источники энергии .....	485