

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВВОДНАЯ ЧАСТЬ .....	6
Краткая характеристика компонентов нефти .....	9
Химическая классификация нефтей .....	12
Фракционный состав нефтей .....	13
Глава I. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТИ И ГАЗА .....	14
§ 1. Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа .....	14
1.1. Разделение углеводородных смесей методами перегонки, экстракции, кристаллизации, термической диффузии ...	16
Перегонка при пониженном давлении .....	16
Азеотропная и экстрактивная перегонка .....	17
Кристаллизация .....	18
Экстракция .....	19
Термическая диффузия .....	20
1.2. Хроматографические методы разделения и анализа углеводородных смесей .....	21
Фронтальный анализ .....	23
Проявительный анализ .....	23
Вытеснительный анализ .....	24
1.2.1. Жидкостно-адсорбционная хроматография .....	24
1.2.2. Газовая хроматография .....	28
Насадочная хроматографическая колонка .....	29
Детектор .....	30
Характеристика хроматограммы и хроматографического пика .....	31
Особенности современных газовых хроматографов .....	32
Программирование температуры .....	33
Адсорбенты в газовой хроматографии .....	33
1.2.3. Аналитические задачи в химии нефти, решаемые с помощью газовой хроматографии .....	37
Качественный анализ .....	37
Количественный анализ .....	37

Выделение веществ в чистом виде .....	38
§ 2. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа .....	39
2.1. Физико-химические константы углеводородов нефти и их роль в идентификации компонентов и анализе углеводородных смесей .....	39
2.2. Спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа .....	45
2.2.1. Молекулярная спектроскопия .....	45
Инфракрасная спектроскопия .....	46
Ультрафиолетовая спектроскопия .....	49
2.2.2. Масс-спектрометрия .....	53
2.2.3. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса .....	58
Протонный магнитный резонанс .....	60
Ядерный магнитный резонанс изотопа углерода <sup>13</sup> C .....	64
2.2.4. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) .....	66
2.2.5. Атомно-абсорбционная спектроскопия .....	69
Глава II. УГЛЕВОДОРОДЫ НЕФТИ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ .....	71
§ 1. Алканы (метановые углеводороды) .....	71
1.1. Содержание в нефтях .....	71
1.2. Физические свойства алканов .....	73
Спектральные характеристики алканов .....	75
1.3. Химические свойства алканов .....	75
Комплексообразование .....	76
Изомеризация алканов .....	77
Термическое разложение алканов .....	78
Дегидроциклизация алканов .....	78
1.4. Газообразные алканы .....	79
Методы анализа углеводородных газов .....	79
1.5. Жидкие алканы нефтей .....	83
Жидкие алканы как компоненты топлив .....	85

1.6. Твердые алканы .....	87
1.7. Анализ алканов нефтяных фракций .....	88
Количественное определение алканов .....	88
Выделение алканов .....	89
Идентификация алканов .....	90
§ 2. Циклоалканы (нафтены) нефтей .....	92
2.1. Номенклатура и изомерия циклоалканов .....	92
2.2. Циклоалканы, найденные в нефтях .....	95
2.3. Физические свойства нафтенов .....	100
2.4. Химические свойства нафтенов .....	102
Образование комплексов с тиомочевинной .....	102
Дегидрогенизация нафтенов .....	102
Циклизация алкилпроизводных нафтенов .....	103
Изомеризация нафтенов .....	104
2.5. Анализ нафтенов .....	105
Количественное определение нафтенов .....	105
Выделение нафтенов и их идентификация .....	106
§ 3. Ароматические углеводороды нефти (арены) и углеводороды смешанного строения .....	110
3.1. Физические свойства ароматических углеводородов .....	112
3.2. Химические свойства ароматических углеводородов .....	112
Образование комплексов с пикриновой кислотой (пикратов) .....	112
Сульфирование ароматических углеводородов .....	114
Гидрирование ароматических углеводородов .....	115
Конденсация полициклических ароматических углеводородов с малеиновым ангидридом .....	115
Пербромирование ароматических углеводородов .....	116
Конденсация с формальдегидом (формолитовая реакция) .....	116
3.3. Анализ ароматических углеводородов .....	117
Количественное определение .....	117
Выделение ароматических углеводородов .....	119

Идентификация ароматических углеводородов .....	120
3.4. Углеводороды смешанного строения .....	120
§ 4. Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки .....	121
4.1. Олефины (алкены) .....	122
4.1.1. Химические свойства алкенов .....	123
Присоединение водорода .....	123
Галогидирование .....	124
Присоединение серной кислоты .....	125
Озонирование алкенов .....	125
Присоединение ацетата ртути .....	126
4.1.2. Количественное определение, выделение и идентификация олефинов .....	126
4.2. Диолефины нефтяных продуктов (диены) .....	127
§ 5. Определение состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов .....	128
5.1. Определение группового состава и детализированного группового состава бензиновых фракций .....	129
5.2. Определение детализированного группового состава керосино-газойлевых фракций .....	133
5.3. Определение структурно-группового состава масляных фракций .....	134
Прямой метод .....	137
Метод <i>n-p-M<sup>1</sup></i> .....	141
<b>Глава III. ГЕТЕРОАТОМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА НЕФТИ .....</b>	<b>144</b>
§ 1. Кислородные соединения нефти .....	144
Метод постепенного расщепления .....	147
§ 2. Сернистые соединения .....	147
§ 3. Азотистые соединения .....	155
§ 4. Смолисто-асфальтеновые вещества (САВ) .....	158
§ 5. Минеральные компоненты нефти .....	161

Глава IV. ТЕРМИЧЕСКИЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ДРУГИХ КОМПОНЕНТОВ НЕФТИ И ГАЗА .....	163
§ 1. Некоторые аспекты физической химии углеводородов .....	163
1.1. Основные характеристики связей в молекулах углеводородов. Типы разрыва связей. ....	163
1.2. Термическая стабильность углеводородов .....	168
§ 2. Химизм и механизм термических превращений углеводородов и других компонентов нефти и газа .....	171
2.1. Термические превращения углеводородов .....	172
2.2. Термические превращения высокомолекулярных компонентов нефти в жидкой фазе .....	188
§ 3. Химизм и механизм каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти и газа .....	191
3.1. Каталитический крекинг .....	193
Алканы .....	198
Алкены .....	203
Нафтены .....	206
Ароматические углеводороды .....	210
3.2. Превращения углеводородов и других компонентов нефти и газа в гидрогенизационных процессах переработки .....	213
3.2.1. Гидрокрекинг .....	215
Дегидроциклизация алкиларенов .....	225
Реакция диенового синтеза .....	225
Крекинг (деалкилирование) .....	226
Изомеризация .....	226
3.2.2. Гидроочистка .....	226
3.2.3. Каталитический риформинг .....	234
Химизм и механизм основных реакций, протекающих при платформинге .....	236
Дегидрирование шестичленных нафтенов .....	238
Изомеризация алкилциклопентанов в циклогексановые углеводороды с последующим дегидрированием последних (реакция дегидроизомеризации) .....	241

Дегидроциклизация алканов .....	241
3.3. Превращения углеводородов в реакциях полимеризации, алкилирования и изомеризации (синтез высокооктановых компонентов топлив) .....	245
3.3.1. Ступенчатая полимеризация олефинов .....	249
3.3.2. Алкилирование изоалканов алкенами .....	251
Синтез изооктана .....	251
Синтез триптана, неогексана и 2,3-диметилбутана .....	253
3.3.3. Изомеризация алканов .....	256
 Глава V. ПРОИСХОЖДЕНИЕ НЕФТИ И ЕЕ КОМПОНЕНТОВ. ПРЕВРАЩЕНИЕ НЕФТИ В ПРИРОДЕ .....	260
5.1. Гипотезы минерального происхождения нефти Д. И. Менделеева и других ученых .....	260
5.2. Гипотеза органического происхождения нефти из органического вещества, рассеянного в осадочных породах .....	262
5.3. Превращение нефти в земной коре .....	271
5.4. Превращение нефти в окружающей среде. Экологические аспекты .....	272
 ЛИТЕРАТУРА .....	279