

# ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	7
<b>ВСТУП</b> .....	8
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО НАФТУ ТА ГАЗ</b> .....	11
1.1. РЕСУРСИ ВУГЛЕВОДНІВ У СВІТІ Й УКРАЇНІ .....	11
1.2. ВИДОБУТОК ТА СПОЖИВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ У СВІТІ Й УКРАЇНІ .....	22
1.3. МЕТОДИ ВИДОБУТКУ НАФТИ ТА ГАЗУ .....	27
1.4. ПОХОДЖЕННЯ НАФТИ ТА ГАЗУ .....	29
1.4.1. Неорганічні гіпотези .....	30
1.4.2. Органічна гіпотеза .....	31
1.5. КЛАСИФІКАЦІЯ НАФТИ .....	38
1.5.1. Хімічні класифікації .....	38
1.5.2. Геохімічна і генетична класифікації .....	41
1.5.3. Технологічна класифікація .....	43
Запитання і завдання для самоконтролю до розділу 1 .....	44
<b>РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ І МЕТОДИ РОЗДІЛЕННЯ НАФТИ ТА ГАЗУ</b> .....	46
2.1. ОСНОВНІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ .....	46
2.1.1. Густина .....	46
2.1.2. В'язкість і в'язкісно-температурні властивості .....	50
2.1.3. Молекулярна маса .....	56
2.1.4. Низькотемпературні властивості .....	57
2.1.5. Теплові властивості .....	58
2.1.6. Температури спалаху, займання і самозаймання .....	60
2.1.7. Електричні властивості .....	62
2.1.8. Оптичні властивості .....	62
2.1.9. Колоїдні властивості .....	67
2.2. МЕТОДИ РОЗДІЛЕННЯ НАФТОВИХ КОМПОНЕНТІВ .....	74
2.2.1. Перегонка і ректифікація .....	74
2.2.2. Молекулярна перегонка .....	81
2.2.3. Азеотропна і екстрактивна ректифікація .....	82
2.2.4. Екстракція .....	85
2.2.5. Абсорбція .....	88
2.2.6. Адсорбція .....	89
2.2.7. Кристалізація .....	97
2.2.8. Утворення адуктів і комплексів .....	98
2.2.9. Дифузійні методи розділення вуглеводнів .....	102
Запитання і завдання для самоконтролю до розділу 2 .....	104
<b>РОЗДІЛ 3. ЯКІСНИЙ І КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ</b> .....	106
3.1. ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ .....	106
3.2. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ НАФТОПРОДУКТІВ .....	108

3.2.1. Визначення групового складу і деталізованого групового складу бензинових фракцій.....	109
3.2.2. Визначення деталізованого групового складу газопо-газойльових фракцій.....	113
3.2.3. Визначення структурно-групового складу оливних фракцій.....	114
3.3. ХРОМАТОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ.....	118
3.3.1. Класифікація хроматографічних методів.....	118
3.3.2. Газова хроматографія.....	123
3.3.3. Рідинна хроматографія.....	136
3.4. СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ.....	139
3.4.1. Молекулярна спектроскопія.....	140
3.4.1.1. Інфрачервона спектроскопія.....	145
3.4.1.2. Ультрафіолетова спектроскопія.....	150
3.4.1.3. Спектроскопія комбінаційного розсіювання.....	154
3.4.2. Мас-спектроскопія.....	156
3.4.3. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу.....	160
3.4.3.1. Протонний магнітний резонанс (ПМР або ЯМР <sup>1</sup> H).....	164
3.4.3.2. Ядерний магнітний резонанс нукліда карбону <sup>13</sup> C.....	169
3.4.4. Спектроскопія електронного парамагнітного резонансу.....	170
3.4.5. Атомно-абсорбційна спектроскопія.....	173
Запитання і завдання для самоконтролю до розділу 3.....	175
<b>РОЗДІЛ 4. ВУГЛЕВОДНІ НАФТИ ТА ГАЗУ І ПРОДУКТИ ЇХЬОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ.....</b>	<b>177</b>
4.1. АЛКАНИ.....	178
4.1.1. Будова, номенклатура та ізомерія.....	178
4.1.2. Якісний і кількісний вміст у нафті та газі.....	178
4.1.3. Фізичні властивості.....	183
4.1.4. Хімічні властивості.....	186
4.1.4.1. Окиснення.....	188
4.1.4.2. Основні реакції радикального заміщення.....	191
4.2. ЦИКЛОАЛКАНИ.....	194
4.2.1. Будова, номенклатура та ізомерія.....	194
4.2.2. Якісний і кількісний вміст у нафті.....	197
4.2.3. Фізичні властивості.....	203
4.2.4. Хімічні властивості.....	205
4.2.4.1. Окиснення.....	205
4.2.4.2. Основні реакції радикального заміщення.....	210
4.2.4.3. Пербромовання.....	212
4.2.4.4. Каталітичні перетворення.....	212
4.3. АРЕНИ.....	216
4.3.1. Будова, номенклатура та ізомерія.....	216
4.3.2. Якісний і кількісний вміст у нафті.....	217
4.3.3. Фізичні властивості.....	223
4.3.4. Хімічні властивості.....	225
4.3.4.1. Основні реакції електрофільного заміщення.....	225
4.3.4.2. Окиснення.....	242
4.3.4.3. Гідрювання.....	249
4.3.4.4. Приєднання галогенів.....	249

4.3.4.5. Озонування .....	250
4.3.4.6. Конденсація поліциклічних аренів з малеїновим ангідридом.....	251
4.3.4.7. Конденсація з формальдегідом (формалітова реакція).....	252
4.4. НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ .....	252
4.4.1. Алкени і циклоалкени.....	252
4.4.1.1. Номенклатура та ізомерія .....	253
4.4.1.2. Якісний і кількісний вміст в нафті та нафтопродуктах .....	254
4.4.1.3. Фізичні властивості.....	256
4.4.1.4. Хімічні властивості.....	258
4.4.2. Алкіни .....	267
4.4.2.1. Номенклатура та ізомерія .....	267
4.4.2.2. Фізичні властивості.....	267
4.4.2.3. Хімічні властивості.....	268
Запитання і завдання для самоконтролю до розділу 4 .....	270
<b>РОЗДІЛ 5. ГЕТЕРОАТОМНІ І МІНЕРАЛЬНІ СПОЛУКИ НАФТИ ТА ГАЗУ .....</b>	<b>272</b>
5.1. ГЕТЕРОАТОМНІ СПОЛУКИ .....	272
5.1.1. Сульфуровмісні сполуки.....	273
5.1.1.1. Сірководень та елементарна сірка.....	274
5.1.1.2. Тіоли (меркаптани).....	275
5.1.1.3. Сульфіди і дисульфіди.....	277
5.1.1.4. Тіофен і його похідні.....	280
5.1.1.5. Високомолекулярні сульфуровмісні сполуки.....	282
5.1.1.6. Вилучення і кількісне визначення сульфуру та його сполук.....	283
5.1.1.7. Використання .....	286
5.1.2. Нітрогеновмісні сполуки .....	287
5.1.2.1. Типи нітрогеновмісних сполук у нафті .....	288
5.1.2.2. Вилучення і кількісне визначення нітрогену та його сполук .....	291
5.1.3. Оксигеновмісні сполуки .....	293
5.1.3.1. Нафтові кислоти .....	294
5.1.3.2. Феноли .....	299
5.1.3.3. Нейтральні оксигеновмісні сполуки.....	300
5.1.3.4. Вилучення і кількісне визначення оксигену та його сполук .....	301
5.2. Смолисто-асфальтенові речовини .....	303
5.2.1. Класифікація .....	305
5.2.2. Хімічна природа та будова .....	307
5.2.3. Хімічні властивості.....	314
5.2.3.1. Окиснення .....	314
5.2.3.2. Галогенування .....	316
5.2.3.3. Гідрування.....	316
5.2.3.4. Сульфурвання.....	317
5.2.3.5. Конденсація з формальдегідом (синтез формолітів).....	317
5.3. МІНЕРАЛЬНІ КОМПОНЕНТИ НАФТИ .....	320
Запитання і завдання для самоконтролю до розділу 5.....	322
<b>РОЗДІЛ 6. ТЕРМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ</b>	
<b>ІЙ ІНШИХ КОМПОНЕНТІВ НАФТИ ТА ГАЗУ .....</b>	<b>324</b>
6.1. Стабільність зв'язків при термолізі .....	326
6.2. Перетворення алканів .....	335
6.3. Перетворення циклоалканів .....	342
6.4. Перетворення аренів .....	344

6.5. Перетворення алкенів і циклоалкенів .....	347
6.6. Термоліз суміші вуглеводнів .....	350
6.7. Основні закономірності рідкофазного термолізу .....	351
Запитання і завдання для самоконтролю до розділу 6 .....	354
<b>РОЗДІЛ 7. КАТАЛІТИЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ Й ІНШИХ КОМПОНЕНТІВ</b>	
<b>НАФТИ ТА ГАЗУ</b> .....	356
7.1. Основні поняття .....	356
7.1.1. Класифікації каталітичних реакцій і каталізів .....	356
7.1.2. Гетерогенний каталіз .....	358
7.2. КАТАЛІТИЧНИЙ КРЕКІНГ .....	363
7.2.1. Каталізатори процесу .....	363
7.2.2. Перетворення алканів .....	369
7.2.3. Перетворення алкенів .....	373
7.2.4. Перетворення циклоалканів .....	376
7.2.5. Перетворення аренів .....	378
7.2.6. Порівняння хімічних перетворень вуглеводнів під час термічного і каталітичного крекінгів .....	382
7.3. ГІДРОКАТАЛІТИЧНІ ПРОЦЕСИ .....	383
7.3.1. Гідроочищення .....	384
7.3.1.1. Каталізатори процесу .....	386
7.3.1.2. Перетворення гетероатомних сполук .....	390
7.3.1.3. Перетворення вуглеводнів .....	396
7.3.2. Гідрокрекінг .....	398
7.3.2.1. Каталізатори процесу .....	400
7.3.2.2. Перетворення алканів .....	403
7.3.2.3. Перетворення циклоалканів .....	404
7.3.2.4. Перетворення аренів .....	406
7.3.3. Каталітичний риформінг .....	408
7.3.3.1. Каталізатори процесу .....	409
7.3.3.2. Перетворення алканів .....	414
7.3.3.3. Перетворення циклоалканів .....	417
7.3.3.4. Перетворення аренів .....	420
7.3.3.5. Коксоутворення .....	421
7.3.4. Каталітична ізомеризація .....	423
7.3.4.1. Каталізатори процесу .....	424
7.3.4.2. Перетворення вуглеводнів .....	427
7.4. СИНТЕЗ ВИСОКООКТАНОВИХ КОМПОНЕНТІВ БЕНЗИНІВ .....	430
7.4.1. Каталізатори процесу .....	431
7.4.2. С-алкілювання ізоалканів алкенами .....	433
7.4.3. О-алкілювання спиртів ізоалкенами .....	436
7.4.4. Ступенева полімеризація алкенів .....	438
Запитання і завдання для самоконтролю до розділу 7 .....	440
Список літератури .....	443