

Дж. Ола, А. Гепперт, С. Пракаш

# **МЕТАНОЛ И ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО**

**КОГДА ЗАКОНЧАТСЯ НЕФТЬ И ГАЗ**

Перевод с английского  
доктора хим. наук И. В. Мишина

с предисловием  
профессора Л. М. Кустова

3-е издание, электронное



Москва  
Лаборатория знаний  
2020

УДК 620:547  
ББК 31.15:35.51  
О-53

**Ола Дж.**

О-53 Метанол и энергетика будущего. Когда закончатся нефть и газ / Дж. Ола, А. Гепперт, С. Пракаш ; пер. с англ. — 3-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 419 с. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-712-7

Книга, написанная специалистами с мировым именем в области химии углеводов (Дж. Ола — лауреат Нобелевской премии), посвящена проблеме поиска альтернативных источников энергии, в связи с тем что информационно обоснована неизбежность истощения запасов невозобновляемых природных ресурсов углеводородного сырья. Предложена оригинальная концепция «метанольной экономики». Показана возможность использования метанола не только как энергоносителя, но и как сырья в синтезе технологически ценных продуктов. Рассмотрены методы получения метанола из углекислого газа — дешевого сырья, загрязняющего атмосферу. Показаны преимущества «метанольной» энергетики по сравнению с «водородной». Большое внимание уделено проблемам обеспечения экологической безопасности.

Для химиков-органиков, студентов и аспирантов вузов, а также читателей, интересующихся проблемами энергетики будущего.

УДК 620:547  
ББК 31.15:35.51

**Деривативное издание на основе печатного аналога:** Метанол и энергетика будущего. Когда закончатся нефть и газ / Дж. Ола, А. Гепперт, С. Пракаш ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 416 с. : ил. — ISBN 978-5-94774-938-0.

Первый тираж книги осуществлен при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований  
по проекту № 07-08-07020

Издание осуществлено при участии Института органической химии имени Н. Д. Зелинского РАН

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

- © Originally published in the English language by Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstraße 12, D-69469 Weinheim, Federal Republic of Germany, under the title "Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy". Copyright 2006 by Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA All Rights Reserved.  
This EBook published under license with the original publisher.
- © Перевод на русский язык, оформление, Лаборатория знаний, 2015

ISBN 978-5-00101-712-7

# Оглавление

<b>Предисловие к русскому изданию</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>Предисловие</b> . . . . .	<b>10</b>
<b>Аббревиатуры и обозначения</b> . . . . .	<b>12</b>
Единицы измерения и сокращения. . . . .	14
Перевод единиц . . . . .	14
<b>Глава 1. Введение</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>Глава 2. Роль угля в промышленной революции и в последующий период</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>Глава 3. История разработки нефти и природного газа</b> . . .	<b>38</b>
Разведка и добыча нефти . . . . .	43
Природный газ . . . . .	45
<b>Глава 4. Запасы и пути использования ископаемого топлива</b> . . . . .	<b>50</b>
Уголь . . . . .	51
Нефть . . . . .	57
Нефтеносные пески . . . . .	65
Нефтяные сланцы . . . . .	66
Природный газ . . . . .	69
Метан угольных пластов . . . . .	78
Плотные пески и сланцы . . . . .	79
Гидраты метана . . . . .	79
Перспектива . . . . .	82
<b>Глава 5. Истощение запасов нефти и газа</b> . . . . .	<b>83</b>

<b>Глава 6. Углеводороды и продукты их превращения в повседневной жизни . . . . .</b>	<b>96</b>
Фракционная перегонка . . . . .	100
Термический крекинг . . . . .	101
<b>Глава 7. Ископаемое топливо и проблема изменения климата . . . . .</b>	<b>112</b>
Как смягчить ущерб от выбросов? . . . . .	123
<b>Глава 8. Возобновляемые источники энергии и атомная энергетика . . . . .</b>	<b>128</b>
Гидроэнергетика . . . . .	132
Геотермальная энергетика . . . . .	138
Ветроэнергетика . . . . .	142
Солнечная энергия: фотоэлектричество и тепло . . . . .	147
Фотоэлектрическое преобразование энергии . . . . .	148
Солнечная тепловая энергия в производстве электричества . . . . .	151
Электроэнергия из соляных солнечных прудов . . . . .	154
Использование солнечной тепловой энергии для обогрева . . . . .	155
Экономические ограничения использования солнечной энергии . . . . .	155
Биоэнергетика . . . . .	156
Электроэнергия из биомассы . . . . .	157
Жидкие биотоплива . . . . .	158
Энергия океана: тепловая, энергия приливов и отливов, а также энергия волн . . . . .	164
Энергия приливов и отливов . . . . .	164
Энергия волн . . . . .	166
Тепловая энергия океана . . . . .	168
Атомная энергия . . . . .	169
Энергия реакций ядерного деления . . . . .	172
Реакторы-размножители . . . . .	178
Потребность в атомной энергии . . . . .	180
Экономика . . . . .	182
Вопросы безопасности атомной энергетике . . . . .	184
Атомная энергия и безопасность . . . . .	186
Побочные продукты и отходы атомных электростанций . . . . .	188
Выбросы в атмосферу . . . . .	190
Атомная энергия – энергия будущего . . . . .	191
Термоядерный синтез . . . . .	192
Перспективы развития альтернативных источников энергии . . . . .	196

<b>Глава 9. Возможности и ограничения водородной экономики</b>	<b>199</b>
Открытие и свойства водорода	200
Развитие водородной энергетики	202
Получение и использование водорода	206
Водород из ископаемого топлива	208
Водород из биомассы	210
Фотобиологическое разложение воды	211
Электролиз воды	212
Получение водорода с использованием атомной энергии	215
Проблема хранения водорода	216
Жидкий водород	218
Водород под давлением	219
Гидриды металлов и твердые абсорбенты	221
Другие способы хранения водорода	222
Водород: централизованная или децентрализованная доставка потребителю?	223
Вопросы безопасности	227
Транспортировка водорода	229
Топливные элементы	231
Историческая справка	231
Эффективность топливных элементов	233
Водородные топливные элементы	235
Топливные элементы на основе протонообменных мембран (ТЭПМ) для транспортных средств	241
Перезаряжающиеся (регенеративные) топливные элементы	245
Перспектива развития водородной экономики	248
<b>Глава 10. Метанольная экономика. Основные аспекты</b>	<b>250</b>
<b>Глава 11. Метанол как топливо и энергоноситель.</b>	
<b>Свойства метанола и история его изучения</b>	<b>258</b>
Современные способы использования метанола	261
Использование метанола и диметилового эфира в качестве транспортного топлива	263
Историческая справка	263
Метанол как топливо в двигателях внутреннего сгорания (ДВС)	269
Метанол и диметилвый эфир в качестве заменителей дизельных топлив в двигателях внутреннего сгорания (ДВС)	272
Биодизельное топливо	279

Новые транспортные средства, работающие на метаноле . . .	279
Получение водорода для топливных элементов путем конверсии метанола . . . . .	280
Прямой метанольный топливный элемент (ПМТЭ) . . . . .	285
Топливные элементы, основанные на других видах топлива и на биотопливе . . . . .	293
Перезаряжающиеся топливные элементы . . . . .	293
Метанол как топливо для стационарных установок . . . . .	294
Хранение и распределение метанола . . . . .	296
Цена на метанол . . . . .	299
Вопросы безопасности . . . . .	301
Выбросы от транспортных средств, работающих на метаноле . . . . .	307
Метанол и окружающая среда . . . . .	309
Метанол и проблемы изменения климата . . . . .	311

<b>Глава 12. Производство метанола из различного сырья –     от синтез-газа до углекислого газа . . . . .</b>	<b>313</b>
Получение метанола из горючих ископаемых . . . . .	317
Производство через синтез-газ . . . . .	317
Получение синтез-газа из природного газа . . . . .	322
Паровая конверсия метана . . . . .	322
Парциальное окисление метана . . . . .	323
Автотермический риформинг метана и сочетание паровой конверсии с парциальным окислением . . .	323
Получение синтез-газа путем углекислотной конверсии метана. . .	324
Получение синтез-газа из нефти и высших углеводородов . . . .	325
Синтез-газ из угля . . . . .	325
Экономика производства синтез-газа . . . . .	326
Получение метанола через метилформиат . . . . .	327
Метанол из метана, минуя синтез-газ . . . . .	328
Селективное окисление метана в метанол . . . . .	329
Каталитическое газофазное окисление метана . . . . .	330
Жидкофазное окисление метана в метанол. . . . .	333
Получение метанола через моногалогенированные метаны . . .	336
Микробиологическая или фотохимическая конверсия метана в метанол . . . . .	339
Метанол из биомассы . . . . .	341
Метанол из биогаза . . . . .	350
Аквакультура . . . . .	353
Водные растения . . . . .	353
Морские водоросли . . . . .	354
Получение метанола из углекислого газа . . . . .	357

Углекислый газ из промышленных отходящих газов . . . . .	361
Углекислый газ из атмосферы . . . . .	363

**Глава 13. Использование метанола для получения химических соединений, синтетических углеводов и различных материалов . . . . . 367**

Превращение метанола в химические продукты и материалы . . . . .	367
Превращение метанола в олефины и синтетические углеводороды . . . . .	369
Процесс превращения метанола в олефины . . . . .	371
Процесс получения бензина из метанола . . . . .	374
Белки на основе метанола . . . . .	376
Будущее за метанолом . . . . .	378

**Глава 14. Перспективные ресурсы для развития экономики . . . 379**

Метанольная экономика и ее преимущества . . . . .	383
---	-----

**Рекомендуемая литература  
и другие источники информации . . . . . 388**

**Цитируемая литература . . . . . 399**