

УДК 665.6:330.341  
ББК 35.514:65.01  
Г20

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:*  
*канд. хим. наук М. М. Латыпова*  
*канд. хим. наук Р. З. Мусин*

**Г20**      **Гариева Ф. Р.**  
Инновационные технологии в нефтегазопереработке. Производство метанола : монография / Ф. Р. Гариева, М. Ф. Галимова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2022. – 120 с.

ISBN 978-5-7882-3159-4

Представлен обзор научных данных по современным подходам получения метанола. Рассмотрены рынок метанола, тенденции развития производства метанола в России и за рубежом, классификация метанола, синтеза метанола из различного сырья. Подробно представлен обзор сырьевой базы производства метанола. Наряду с современными методами получения метанола (биометанол из биомассы, биогаза, метанол из CO<sub>2</sub> и др.) проведен подробный анализ классических методов, реализованных на сегодняшний день в промышленности в мировом масштабе.

Предназначена для бакалавров направления 18.03.01 «Химическая технология», магистров направления 18.04.01 «Химическая технология», а также для научных сотрудников, аспирантов и специалистов, работающих в области нефтехимии.

Подготовлена на кафедре технологии основного органического и нефтехимического синтеза.

**УДК 665.6:330.341**  
**ББК 35.514:65.01**

ISBN 978-5-7882-3159-4

© Гариева Ф. Р., Галимова М. Ф., 2022  
© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2022

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. РЫНОК МЕТАНОЛА .....	6
2. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА В РОССИИ .....	22
3. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЕТАНОЛА В ОРГАНИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ .....	28
4. МАРШРУТЫ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА ИЗ РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЯ.....	34
4.1. Сырьевая база для производства метанола .....	34
4.2. Синтез метанола из различного сырья.....	39
4.2.1. Биометанол из биомассы и твердых бытовых отходов (ТБО) .....	39
4.2.2. Биометанол из биогаза .....	42
4.2.3. Биометанол из целлюлозы.....	43
4.2.4. Метанол из CO <sub>2</sub> (э-метанол).....	43
4.2.5. Совместное производство биометанола и э-метанола .....	47
5. ПРОИЗВОДСТВО МЕТАНОЛА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА .....	50
5.1. Маршрут синтеза метанола .....	50
5.2. Физико-химические основы процесса получения метанола из синтез-газа .....	51
5.3. Технологии производства метанола.....	56
5.3.1. Каталитическая паровая конверсия метана, или паровой риформинг метана .....	56
5.3.2. Парциальное окисление метана (POX – partial oxidation).....	62
5.3.3. Автотермический процесс.....	63
5.3.4. Мембранный процесс парциального окисления .....	67
5.3.5. Технология SynCOR Methanol .....	71
5.3.6. Совместное производство метанола и аммиака .....	73
6. РЕАКТОРЫ ДЛЯ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА.....	81
6. 1. Реактор синтеза метанола MRF-Z .....	85
6.2. Реактор автотермического риформинга (ATR) .....	87
6.2.1. Корпус реактора автотермического риформинга (ATR).....	88

6.2.2. Горелки компании «Топсе».....	89
6.3. Реактор с охлаждением кипящей водой .....	91
6.4. Реакторы с насадочным слоем .....	93
6.5. Двухступенчатый реактор со слоем катализатора .....	94
6.6. Мембранный реактор с псевдоожиженным слоем.....	97
6.7. Каталитические реакторы с покрытием.....	98
7. КАТАЛИЗАТОРЫ ПРОЦЕССА.....	99
7.1. Катализаторы для синтеза метанола при высоком давлении .....	99
7.2. Катализаторы для синтеза метанола при низком давлении .....	101
7.2.1. Газофазный синтез .....	101
7.2.2. Жидкофазный синтез .....	104
7.3. Гомогенные катализаторы .....	105
7.4. Катализаторы риформинга «Топсе».....	105
Библиографический список.....	110