

УДК 665.64(075)  
ББК 35.544я7  
К29

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

*Рецензенты:  
д-р техн. наук, проф. МТУ Б. В. Пешинев  
ст. науч. сотр. ХГН ИОФХ КНЦ РАН  
д-р хим. наук В. Ф. Николаев*

**М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова,  
И. Н. Гончарова, А. А. Фирсин**

**К29** Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки : учебное пособие / М. В. Журавлева [и др.]; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. – 316 с.

ISBN 978-5-7882-2551-7

Изложены теоретические основы катализа процессов органического и нефтехимического синтеза. Рассмотрены технико-технологические аспекты выбора, производства и эксплуатации катализаторов процессов нефтехимии и нефтепереработки. Приведены промышленные каталитические технологии получения ряда органических соединений и нефтепереработки. Представлен обзор перспективных направлений развития катализа и современных промышленных катализаторов процессов нефтепереработки, органического и нефтехимического синтеза.

Предназначено для бакалавров старших курсов и магистров, обучающихся по направлению «Химическая технология», а также может быть полезно для аспирантов, инженеров, работающих в сфере каталитических технологий процессов нефтехимии и нефтепереработки.

Подготовлено на кафедре технологии основного органического и нефтехимического синтеза».

**УДК 665.64(075)  
ББК 35.544я7**

ISBN 978-5-7882-2551-7

© Журавлева М. В., Климентова Г. Ю.,  
Зиннурова О. В., Гончарова И. Н.,  
Фирсин А. А., 2019

© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА .....	6
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАТАЛИЗА ПРОЦЕССОВ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ.....	23
2.1. Классификация каталитических процессов и катализаторов .....	25
2.2. Гомогенные каталитические процессы .....	30
2.3. Гетерогенные каталитические процессы .....	74
2.4. Ферментативный катализ .....	121
3. ИНЖЕНЕРНЫЕ ОСНОВЫ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ .....	132
3.1. Аппаратурное оформление каталитических процессов .....	132
3.2. Технологические основы производства катализаторов .....	141
3.3. Производство контактных масс .....	150
3.4. Осажденные контактные массы .....	154
3.5. Производство катализаторов на носителях .....	168
3.6. Производство контактных масс, получаемых механическим смешением компонентов .....	173
3.7. Производство плавленных и скелетных контактных масс.....	176
3.8. Производство катализаторов на основе природных глин, цеолитов, ионообменных смол .....	179
4. ТЕХНОЛОГИИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ.....	193
4.1. Производство этилацетата .....	193
4.2. Производство уксусной кислоты.....	196
4.3. Производство бутадиена .....	199
4.4. Производство метиламинов .....	201
4.5. Производство этилбензола (изопропилбензола).....	204
4.6. Производство винилацетата из ацетиленов .....	206
4.7. Производство оксида этилена .....	207
4.8. Совместное производство уксусной кислоты и уксусного ангидрида .....	210
4.9. Производство уксусного ангидрида дегидратацией уксусной кислоты .....	212

4.10. Производство полипропилена кислотной полимеризацией пропилена.....	214
4.11. Производство синтез-газа каталитической конверсией углеводов .....	216
4.12. Производство хлористого этила .....	219
4.13. Производство хлорбензола.....	219
4.14. Производство хлористого метила.....	222
4.15. Производство изопропилового спирта .....	222
4.16. Окисление циклогексана со ступенчатой водной промывкой.....	225
4.17. Каталитический крекинг .....	227
4.18. Каталитический риформинг со стационарным слоем катализатора .....	229
5. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ .....	232
5.1. Микрогетерогенный катализ .....	232
5.2. Бифазный катализ .....	271
5.3. Катализ в сверхкритических растворителях .....	282
5.4. Современные катализаторы процессов нефтехимии и нефтепереработки.....	295
ЛИТЕРАТУРА.....	309