

**КАТАЛІЗАТОРИ  
В ТЕХНОЛОГІЇ  
НЕОРГАНІЧНИХ  
РЕЧОВИН**

**Монографія**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«Харківський політехнічний інститут»

КАТАЛІЗАТОРИ  
В ТЕХНОЛОГІЇ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Монографія

*За редакцією проф. Л. Л. Товажнянського  
та проф. О. Я. Лобойка*

Харків  
Підручник НТУ «ХПІ»  
2013

УДК 66.097.3

ББК 24.54

К29

**Рецензенти:**

*В. Т. Яворський*, д-р техн. наук, проф.,  
НТУ «Львівська політехніка»;

*Б. І. Байрачний*, д-р техн. наук, проф.,  
НТУ «Харківський політехнічний інститут»

Колектив авторів:

*Л. Л. Товажнянський, О. Я. Лобойко, А. М. Бутенко, Г. І. Гринь,  
І. О. Слабун, М. В. Кошовець, А. С. Савенков, В. І. Тошинський*

Друкуються за рішенням Вченої ради Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут» (протокол № 5 від 04.06.2013 р.)

К29 **Каталізатори** в технології неорганічних речовин : монографія /  
Л. Л. Товажнянський , О. Я. Лобойко , А. М. Бутенко [та ін.] ; за ред.  
Л. Л. Товажнянського , О. Я. Лобойка. - Х. : Вид-во «Підручник НТУ  
«ХПІ»», 2013.-220 с.

ISBN 978-966-2426-83-0

Розглядаються основні напрямки розвитку і досліджень технологій каталізаторів для процесів зв'язаного азоту, виробництва формальдегіду, глибокого окиснення вуглеводнів, а також діоксиду сірки; викладено результати лабораторних і напівпромислових випробувань. Розглянуто також утилізацію відпрацьованих сполук, що містять кольорові і благородні метали.

Розраховано на спеціалістів та науковців, що працюють у галузі промислового каталізу; викладачів, аспірантів та студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Лл. 94. Табл. 42. Бібліогр.: 114 назв

УДК 66.097.3

ББК 24.54

Колектив авторів, 2013

Вид-во «Підручник НТУ "ХПІ"», 2013

ISBN 978-966-2426-83-0

## Зміст

Вступ.....	3
Г л а в а 1	
ТЕХНОЛОГІЯ НАНОСРІБНОГО КАТАЛІЗАТОРА ОКИСНОЇ КОНВЕРСІЇ МЕТАНОЛУ У ФОРМАЛЬДЕГІД.....	6
1.1. Фізико-хімічні основи і технології приготування та регенерації наносрібних каталізаторів одержання формальдегіду.....	6
1.2. Фізико-хімічні основи окисної конверсії метанолу у формальдегід на нанесеному срібному каталізаторі.....	9
1.3. Дослідження термодинамічних і каталітичних властивостей срібловмісних каталізаторів, модифікованих оксидами деяких <i>s</i> -, <i>p</i> -, <i>d</i> - і <i>f</i> -металічних елементів.....	18
1.4. Фізико-хімічні основи технології приготування алюмосилікатного носія з сировини України та низькоконцентрованого наносрібного каталізатора.....	21
1.5. Визначення кінетичних параметрів процесу окисної конверсії метанолу у формальдегід на каталізаторі Ag/ПМ-16.....	30
1.6. Визначення кінетичних параметрів процесу за зміною концентрації формальдегіду.....	36
1.7. Промислові випробування низькоконцентрованих наносрібних каталізаторів Ag/ПМ-16 та дослідження їх дезактивації в процесі окиснення метанолу.....	37
1.8. Фізико-хімічні основи технології регенерації відпрацьованих нанесених низькоконцентрованих наносрібних каталізаторів.....	45
Список використаної літератури.....	49
Г л а в а 2	
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КАТАЛІЗАТОРА СЕРЕДНЬОТЕМПЕРАТУРНОЇ КОНВЕРСІЇ КАРБОН (II) ОКСИДУ ВОДЯНОЮ ПАРОЮ.....	51
2.1. Особливості каталізаторів та процесу конверсії карбон (II) оксиду водяною парою.....	52
2.2. Технічні характеристики вітчизняних і деяких закордонних каталізаторів середньотемпературної конверсії CO водяною парою.....	54
2.3. Основні способи приготування каталізаторів СТК і методики аналізів.....	56
2.4. Дослідження параметрів проведення процесу спів осадження оксигеновмісних сполук феруму (III), хрому (VI) та купрум (II).....	57
2.5. Дослідження на активність одержаних зразків каталізатора СТК.....	72

2.6. Дослідно-промислові випробування одержаних зразків каталізатора СТК, розробка принципової схеми та техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології.....	76
Список використаної літератури.....	79

### Г л а в а 3

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ НЕПЛАТИНОВИХ КАТАЛІЗАТОРІВ ОКИСЛЕННЯ АМОНІАКУ ДО НІТРОГЕН (II) ОКСИДУ.....	81
---	----

3.1. Особливості дослідження каталітичного процесу окиснення амоніаку.....	82
3.2. Дослідження виходу N <sub>0</sub> на оксидах d-елементів 4-го періоду.....	83
3.3. Основні кінетичні параметри процесу окиснення амоніаку.....	90
3.4. Дослідження селективності за N <sub>0</sub> складних каталізаторів окиснення амоніаку.....	99
Список використаної літератури.....	112

### Г л а в а 4

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННОЇ ВОЛЬФРАМВМІСНОЇ СИРОВИНИ.....	113
--	-----

4.1. Підготовка сплаву ВНЖ-90 для подальшої переробки.....	114
4.2. Технологічні параметри процесу розмолу вторинної сировини.....	120
4.3. Вилучення нікелю та заліза із сплаву ВНЖ-90.....	122
4.4. Розділення солей нікелю (II) та феруму (III) з отриманням товарних продуктів.....	131
Список використаної літератури.....	139

### Г л а в а 5

ТЕХНОЛОГІЯ ВИЛУЧЕННЯ МЕТАЛІВ ПЛАТИНОВОЇ ГРУПИ ІЗ ШЛАМІВ АЗОТНОКИСЛОТНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	142
---	-----

5.1. Фізико-хімічні властивості металів платинової групи та їх використання в народному господарстві.....	143
5.2. Каталітичні властивості металів платинової групи та методи зниження втрат платиноїдного каталізатора окиснення аміаку.....	145
5.3. Способи вилучення металів платинової групи із вторинної сировини.....	146
5.4. Відновлення (осадження) металів платинової групи із технологічних розчинів.....	147
5.5. Ерозія та механізм втрат платиноїдного каталізатора в промислових умовах.....	147
5.6. Аналіз роботи промислових реакторів окиснення аміаку на в'язаних сітках.....	149

5.7. Вивчення властивостей платиноїдного шламу виробництва нітратної кислоти.....	151
5.8. Дослідження процесу випалу шламу.....	154
5.9. Вивчення процесу кислотного розчинення платиновмісного шламу.....	158
5.10. Дослідження процесу розчинення металів платинової групи і їх вилучення.....	163
5.11. Відновлення платинових металів із концентратів.....	169
Список використаної літератури.....	176

## Г л а в а 6

### РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ КАТАЛІЗАТОРІВ НА МЕТАЛЕВОМУ НОСІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КЛАСТЕРІВ ПЛАТИНИ.....

178

6.1. Синтез гетероядерних комплексів платини і нанесення їх на підкладку $TiO_2/Ti$ .....	186
6.2. Фізико-хімічні властивості каталізатора.....	187
6.3. Дослідження каталітичної активності експериментальних зразків.....	191
Список використаної літератури.....	195

## Г л а в а 7

### ТЕХНОЛОГІЯ НАНЕСЕНИХ ОКСИДНИХ НАНОКАТАЛІЗАТОРІВ ГЛИБОКОГО ОКИСНЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ.....

197

7.1. Дослідження складу каталізаторів.....	198
7.2. Дослідження фазових перетворень під час термічного оброблення в процесі приготування каталізатора.....	199
7.3. Формування оксидного шару на поверхні сплавів алюмінію.....	203
7.4. Технологічна схема одержання каталітичних покриттів.....	208
7.5. Випробовування каталітичного покриття у двигунах внутрішнього згорання.....	211
Список використаної літератури.....	216