

661.5

Т 38

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
«СЄВЕРОДОНЕЦЬКИЙ ОРГХІМ»

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВ'ЯЗАНОВОГО НІТРОГЕНУ. СИНТЕЗ П'ЯТИОКСИДУ ДИНІТРОГЕНУ

Навчальний посібник



Сєвєродонецьк 2019

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
«СЄВЕРОДОНЕЦЬКИЙ ОРГХІМ»**

**ТЕХНОЛОГІЯ ЗВ'ЯЗАНОГО НІТРОГЕНУ.
СИНТЕЗ П'ЯТИОКСИДУ ДИНІТРОГЕНУ**

Навчальний посібник

Сєверодонецьк 2019

УДК 661.56:628.54
Т 38

*Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського
національного університету імені Володимира Даля
(протокол №5 від 25.01.2019 р.)*

Рецензенти:

- Панасенко В. О.,** доктор технічних наук, професор, начальник науково-технічного відділу, вчений секретар ДУ «НЮХІМ»
Ворожбіян М. І., доктор технічних наук, професор, професор кафедри охорони праці та екології Харківської державної академії залізничного транспорту
Близнюк О. М., доктор технічних наук, професор, професор кафедри фізичної хімії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Авторський колектив:

В. Г. Созонтов, Г. І. Гринь, М. В. Кошовець,
В. В. Казаков, О. В. Суворін, Є. І. Зубцов, М. І. Азаров

Т 38 **Технологія зв'язаного нітрогену. Синтез п'ятиоксиду динітрогену:** навчальний посібник / В. Г. Созонтов, Г. І. Гринь, М. В. Кошовець та ін. – Северодонецькі вид-во СХУ ім. В. Даля, 2019. – 256 с., 72 рис., 71 табл., бібліогр. 262 назв.

ISBN 978-617-11-0121-0

Навчальний посібник присвячений питанням теорії і практики отримання п'ятиоксиду динітрогену і складних нітруючих сумішей, як одного з перспективних напрямів розвитку азотної промисловості.

Видання розраховане на здобувачів вищої освіти спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія». Книга може бути корисною для молодих вчених, наукових співробітників й працівників підприємств та організацій, які займаються проблемами отримання та використання оксидів нітрогену та нітратної кислоти в різних галузях науки і техніки.

УДК 661.56: 628.54

© В. Г. Созонтов, Г. І. Гринь, М. В. Кошовець,
В. В. Казаков, О. В. Суворін, Є. І. Зубцов,
М. І. Азаров, 2019

ISBN 978-617-11-0121-0

© Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2019
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2019
Приватне акціонерне товариство «Сверодонецький ОРГХІМ», 2019

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА..... 5

ВСТУП..... 8

Розділ 1. Фізико-хімічні властивості компонентів, що входять до складу і використовуються для отримання нітруючих сумішей $HNO_3-N_2O_5-N_2O_4$ 10

1.1. Фізико-хімічні властивості безводної нітратної кислоти..... 10

1.2. Фізико-хімічні властивості водних розчинів нітратної кислоти..... 16

1.3. Фізико-хімічні властивості оксиду нітрогену (IV)..... 26

1.4. Фізико-хімічні властивості розчинів концентрованої нітратної кислоти і оксиду нітрогену (IV)..... 51

1.5. Фізико-хімічні властивості пентаоксиду динітрогену..... 63

1.6. Фізико-хімічні властивості розчинів $HNO_3-N_2O_5-N_2O_4$ 96

1.7. Фізико-хімічні властивості озону..... 104

1.8. Способи отримання N_2O_5 і розчинів $HNO_3-N_2O_5$ 109

Розділ 2. Термодинамічні і кінетичні розрахунки реакцій, що перебігають при отриманні нітруючих сумішей 111

2.1. Термодинаміка процесу утворення розчинів $HNO_3-N_2O_5$ 111

2.2. Хімічні рівноваги в реакціях отримання розчинів $HNO_3-N_2O_5$ 115

2.2.1. Розрахунки рівноважної реакції окислення оксиду нітрогену (IV) озonom і поглинання N_2O_5 концентрованою нітратною кислотою..... 116

2.2.2. Хімічні рівноваги реакцій розкладу нітратної кислоти..... 119

2.3. Кінетика хімічних реакцій отримання розчинів $HNO_3-N_2O_5$ 121

2.3.1. Кінетика і механізм реакцій окислення оксиду нітрогену (IV) озonom і поглинання N_2O_5 концентрованою нітратною кислотою..... 121

2.3.2. Кінетика і механізм термічного розкладу нітратної кислоти..... 126

Розділ 3. Фізико-хімічні основи технології отримання розчинів $HNO_3-N_2O_5$.....	128
3.1. Методи отримання і вивчення властивостей п'ятиоксиду динітрогену.....	128
3.2. Вивчення способів отримання і фізико-хімічних властивостей п'ятиоксиду динітрогену і його розчинів в нітратній кислоті.....	131
Розділ 4. Технологічні схеми отримання нітруючих сумішей $HNO_3-N_2O_5$.....	188
4.1. Технологічна схема газорідного окислення оксиду нітрогену (IV) озonom і поглинання N_2O_5 концентрованою нітратною кислотою.....	188
4.2. Дослідно-промислові випробування технологічної схеми розкладу концентрованої нітратної кислоти і ректифікації продуктів, що утворюються.....	194
4.3. Техніко-економічне обґрунтування схем отримання складних нітруючих сумішей на основі нітратної кислоти.....	201
ПРИКЛАДИ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РІШЕННЯ.....	204
Додаток А.....	234
Додаток Б.....	238
ЛІТЕРАТУРА.....	240