# Технології денітрифікації димових газів. Практичний досвід хімічних компаній

Проведено огляд методів та технологій знешкодження шкідливих викидів оксидів азоту (нітрогену) – NOx та N2O, що утворюються в димових газах підприємств хімічної промисловості. Основну увагу приділено вторинним/активним методам знешкодження, таким як абсорбція, адсорбція, каталітичне відновлення (СКВ) та селективне некаталітичне відновлення (СНКВ). Розглянуто зменшення концентрації оксидів азоту у димових газах, що викидаються в навколишнє середовище на завершальному етапі технологічних процесів (хвостових/відхідних газах). Зокрема, проаналізовано технології знешкодження викидів $N_2O$ у виробництві азотної кислоти, а також у викидах котлів, що працюють на органічному паливі.

Зміст

Мета НТР

ВСТУП

1. Загальна характеристика методів очищення газових викидів від оксидів нітрогену

1.1 «Сухі» методи очищення від NOx

1.1.1 Селективне каталітичне відновлювання (СКВ)

1.1.2 Селективне високотемпературне некаталітичне відновлення

1.1.3 Адсорбційні методи

1.2 «Мокрі» методи очищення від NOx

1.2.1 Нерегенеративні методи очищення

1.2.1.1 Окиснювально-абсорбційні методи

1.2.1.2 Абсорбційно-окиснювальні методи

1.2.1.3 Абсорбція лугами та солями

1.2.1.4 Абсорбційно-відновлювальні методи очищення (окиснювально-абсорбційно-відновлювальні)

2. Докладно про очищення викидного газу від оксидів азоту у виробництві нітратної (азотної) кислоти а також адипінової кислоти та капролактаму

2.1. Викиди N2O від хімічної промисловості по країнах

2.2. Застосування засобів скорочення викидів N2O на підприємствах ЄС

2.3. Опис технологій, що застосовуються в країнах колишнього СНД

2.4. Комплексне очищення від оксидів азоту NOx і N2O

2.5. Перспективні каталізатори для видалення NOx і N2O

3. Технології зниження викидів оксидів азоту при згорянні органічного палива в котлах

3.1. Скорочення викидів оксидів азоту при спалюванні органічних палив у котлах

3.2. Сучасні методи зменшення оксидів азоту у викидах від спалювання природного газу в котлах

3.3. Рентабельність технологій зниження викидів оксидів азоту при спалюванні органічних палив (природний газ, рідке паливо)

3.4. Огляд технологій зменшення викидів оксидів азоту у відхідних димових газах при спалюванні вугілля у котельних агрегатах енергоустановок, що виробляють теплову та електричну

енергію

3.5.Двостадійний селективний некаталітичний процес очищення димових газів теплових агрегатів від оксидів азоту

3.5.1. Нормативи різних країн за вмістом оксидів азоту у газах котлів, що відходять

3.5.2. Технологія СНКВ

3.5.3.Досвід запровадження установок СНКВ

3.5.4.Можливі шляхи підвищення ефективності технології СНКВ

3.6. Щодо широкого використання методів селективного каталітичного окислення та селективного каталітичного відновлення

4. Компанії – постачальники обладнання і технологій, розробники проектів з очищення димових газів від оксидів азоту

4.1.Kanadevia Inova (Швейцарія)

4.2. GEA Group AG (Німеччина)

4.3. Lechler GmbH (Німеччина)

4.4. AMBOSO (Італія)

4.5. Buhler Technologies GmbH (Німеччина)

4.6. Termokimik Corporation S.p.A. (Італія)

4.7. Компанія Provyko (Чехія)

4.8. Компанія AWS (Італія)

4.9. Компанія Condorchem Enviro Solutions (Іспанія)

4.10. Компанія Uhde (Німеччина)

4.11. Компанія JNG (Китай)

4.12. Компанія KEPCO E&C (Південна Корея)

4.13. Jiangsu Sunpower Technology Co., Ltd (Китай)

4.14. Doosan Lentjes Flue gas cleaning technologies (Німеччина)

4.15. Деякі виробники каталізаторів, систем СКВ

4.16. Світовий ринок десульфуризації та денітрифікації

4.17. Компанії, що постачають системи, обладнання та рішення денітрифікації (як довідник)

5. Технологічні шляхи комплексного скорочення викидів закису азоту та метану
6. Найкращі доступні технології (НДТ). Скорочення та запобігання утворенню викидів в атмосферне повітря оксидів азоту.

6.1. Очищення викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря при виробництві продукції (товарів), а також при проведенні робіт і наданні послуг на великих підприємствах (НДТ)

6.2. Огляд методів очищення відхідних газів з урахуванням забруднюючих речовин, що підлягають зменшенню в хімічній промисловості, 2016 НДТ

6.3. Найкращі доступні технології для виробництва великих обсягів неорганічних хімічних речовин. Аміак, кислоти та добрива.

6.3.1.Найпоширеніші методи очищення хвостових газів азотнокислотних установок

6.3.2. Оптимізація стадії абсорбції

6.3.3. Заявлені рівні викидів NOx від виробництва HNO3

6.3.4. Альтернативні каталізатори окислення

6.3.5 Розкладання N2O шляхом розширення реакторної камери

6.3.6. Каталітичне розкладання N2O в реакторі окислення

6.3.7. Комбіноване видалення NOx та N2O у хвостових газах

6.3.8 Неселективне каталітичне відновлення NOx та N2O у хвостових газах

6.3.9. Селективне каталітичне відновлення NOx (SCR)

6.3.10. Зменшення викидів NOX під час запуску/зупинки

6.4. НДТ для виробництва азотної кислоти

6.4.1. Комбіноване зменшення викидів NOx та N2O з додаванням вуглеводнів

6.4.2. Викиди NOx від виробництва аміаку.

6.4.3. SNCR на установці первинного риформінгу

7. Розробки деяких наукових установ України для зменшення та знешкодження викидів оксидів азоту

7.1. Інститут теплоенергетичних технологій Національної академії наук України

7.2.Інститут газу НАН України

7.3. Інститут загальної енергетики НАН України

7.4. Економічні витрати та ефективність зменшення викидів оксидів азоту різними методами

8.БМЗ «ПРОГРЕС» Житомирська обл.

9.Останні досягнення в галузі зменшення викидів NOx і SOx за допомогою технологій на основі наноматеріалів: огляд сучасного стану

10. Низькотемпературний органічний каталіз у Китаї

11. Висновки до НТР

11.13. Характеристики фізико-хімічних процесів технологій очищення газових викидів від оксидів Нітрогену в хімічній промисловості. Переваги та недоліки.

11.14. Ефективність методів видалення NOx

11.15. Порівняння методів селективного каталітичного та некаталітичного відновлення