

Винахід відноситься до хімічної технології, а саме до таких багатотонажних виробництв, як виробництво неконцентрованої азотної кислоти методом каталітичного окиснення аміаку та виробництва синильної кислоти методом окиснювального амонілізу метану.

Процеси окиснення аміаку та окиснювального амонілізу метану здійснюються на каталізаторі у вигляді сіток, що виконані з платиноїдного дроту. Каталіз відбувається саме на поверхневому шарі кожного з дротів. Активна поверхня дроту є недостатньою для більшої ефективності процесів. А вкладання дуже коштовних, гостродефіцитних металів платинової групи (платиноїдів) у цих процесах залишається великим і становить 0,5-0,55г/т HNO_3 .

Відомі каталізатори окиснення аміаку [1] та окиснювального амонілізу метану [2], які являють собою платиноїдні сітки з діаметром дроту 0,06-0,09мм. Ці пристрої за сукупністю ознак найбільш близькі до винаходу.

Однак пристрій-прототип має деякі суттєві недоліки. Вони полягають у тому, що активна поверхня дроту не досить розвинена, а вкладання платиноїдів на виготовлення дроту великі. Активна поверхня дроту визначає швидкість реакції та її селективність до оксиду азоту(П) і тому її збільшення без вкладання гостродефіцитних металів платинової групи є важливим та доцільним.

Задача запропонованого винаходу полягає у зменшенні вкладання платиноїдів в реактор окиснення аміаку (або окиснювального амонілізу метану) водночас із збільшенням активної поверхні каталізатора за рахунок зменшення діаметру дроту, збільшення кількості дротинок та їх зкручування.

Задача досягається тим, що на відміну від відомого каталізатора з діаметром дроту 0,06-0,09мм запропоновано використовувати зкручений дрот того ж діаметру, який отриманий з чотирьох - шести дротів діаметром 0,02-0,04мм.

Для розрахунку будемо використовувати такі позначення: R - радіус описаного кола (відповідає радіуса дроту стандартного промислового каталізатора), r - радіус вписаних кіл (радіус дротинок, які складають каталізатор за винаходом).

Найдемо залежність R(r). Будемо вписувати в кола більшого радіуса R кола меншого радіуса r. З фіг.3 бачимо, що центри вписаних кіл утворюють правильний багатокутник, кількість сторін якого дорівнює кількості вписаних кіл n та сторона якого дорівнює 2r. (Найменший шлях між центрами двох кіл дорівнює сумі радіусів цих кіл. До того ж, лінія, яка з'єднує центри таких стичних кіл буде проходити скрізь точку дотику цих кіл.) сторона багатокутника виражається через радіус описаного навколо нього кола таким чином:

$$a_n = 2R_n \sin \frac{\pi}{n}, \quad (1)$$

де a_n - сторона багатокутника;

R_n - радіус описаного навколо багатокутника кола;

n - кількість сторін багатокутника.

По умовам нашої задачі та відповідно з фіг. 4 маємо:

$$a_n = 2r; \quad R_n = R - r \quad (2)$$

Тоді підставив рівняння (2) в рівняння (1) маємо:

$$2r = 2(R - r) \sin \frac{\pi}{n}, \quad \text{або} \quad r = R \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{1 + \sin \frac{\pi}{n}}, \quad (3)$$

Розрахуємо довжину кривої, яка складається із стичних кіл. Внутрішній кут при вершині багатокутника

дорівнює $\beta = \pi - \frac{2\pi}{n}$. Так як точка дотику кіл знаходиться на стороні багатокутника, то зовнішня дуга буде складати

$\gamma = 2\pi - \beta = 2\pi - \left(\pi - \frac{2\pi}{n}\right) = \pi + \frac{2\pi}{n}$. Підставляємо отримане вище рівня та отримуємо:

$$l_n = r\gamma = r \left(\pi + \frac{2\pi}{n}\right) = R \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{1 + \sin \frac{\pi}{n}} \left(\pi + \frac{2\pi}{n}\right). \quad (4)$$

Тоді відносно змінення контактної (зовнішньої) поверхні буде складати:

$$\frac{L_n^e}{L_R} = \frac{n \cdot l_n}{2\pi R} = \frac{n \cdot R}{2\pi R} \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{1 + \sin \frac{\pi}{n}} \left(\pi + \frac{2\pi}{n}\right) = \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{1 + \sin \frac{\pi}{n}} \left(\frac{n}{2} + 1\right). \quad (5)$$

де L_n^e — сумарна довжина зовнішньої дуги вписаних кіл,

L_R — довжина зовнішнього описаного кола.

Розрахуємо довжину внутрішньої дуги, яка складається із описаних кіл.

Внутрішній кут при вершині багатокутника дорівнює $\beta = \pi - \frac{2\pi}{n}$. Відповідно довжина дуги буде: $l_n^i = 2\pi r \frac{\beta}{2\pi} = r\beta$.

Підставимо рівняння (2) та отримаємо:

$$L_n^i = nr\beta = nr \left(\pi - \frac{2\pi}{n}\right) = R \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{1 + \sin \frac{\pi}{n}} (\pi n - 2\pi). \quad (6)$$

Відношення довжини внутрішньої обвідної вписаних кіл:

$$\frac{L_n^i}{L_r} = \frac{R}{2\pi R} \frac{\sin^{\frac{\pi}{n}}(\pi n - 2\pi)}{1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}} = \frac{\sin^{\frac{\pi}{n}}\left(\frac{n}{2} - 1\right)}{1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}} \quad (7)$$

Відношення довжини описаного кола та загальна довжина вписаних кіл:

$$\frac{L_n^{\Sigma}}{L_R} = \frac{\pi r_n}{R} = \frac{nR \frac{\sin^{\frac{\pi}{n}}}{1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}}}{R} = n \frac{\sin^{\frac{\pi}{n}}}{1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}} \quad (8)$$

Для перевірки, сумуємо формули (6) та (7), таким чином склавши внутрішню та зовнішню довжину кіл, повинні отримати формулу (8):

$$\frac{L_n^{\Sigma}}{L_R} = \frac{L_n^e + L_n^i}{L_R} = \frac{\sin^{\frac{\pi}{n}}\left(\frac{n}{2} + \frac{2\pi}{n}\right) + \frac{\sin^{\frac{\pi}{n}}\left(\frac{n}{2} - \frac{2\pi}{n}\right)}{1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}}}{1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}} = \frac{\sin^{\frac{\pi}{n}}}{1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}} n \quad (9)$$

Розраховуємо відношення площин:

$$\frac{S_n}{S_R} = \frac{n\pi r^2}{\pi R^2} = n \frac{r^2}{R^2} = n \frac{\sin^2 \frac{\pi}{n}}{\left(1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}\right)^2} \quad (10)$$

Розраховуємо різницю площин:

$$S_R - S_n = \pi R^2 - n\pi r^2 = \pi R^2 \left(1 - n \frac{\sin^2 \frac{\pi}{n}}{\left(1 + \sin^{\frac{\pi}{n}}\right)^2}\right) \quad (11)$$

Ефект, який спостерігається в даному винаході, можна пояснити тим, що з суто геометричної точки зору значно збільшується активна поверхня каталізатора і значно зменшується вкладання платиноїдів.

Використання каталізатора отриманого із зкручених як канат дротинок меншого діаметра замість каталізатора виготовленого з одного дроту більшого діаметра, не відомо з джерел вітчизняної та іноземної інформації та встановлено авторами вперше.

На фіг. 1 показано загальний від платиноїдної сітки, яка складається із переплетених між собою дротів (1). На фіг 2(а, б, в, г) показано елемент дроту платиноїдної сітки, де:

2а - розріз за прототипом;

2б - вигляд фрагменту дроту зверху за прототипом;

2в - розріз за винаходом;

2г - вигляд фрагменту дротинок зверху за винаходом. На фіг. 3 показано види перетину каталізатора за винаходом де:

3а — кількість вписаних кіл дорівнює двом;

3б - кількість вписаних кіл дорівнює трьом;

3в - кількість вписаних кіл дорівнює чотирьох;

3г - кількість вписаних кіл дорівнює п'ять ;

3д - кількість вписаних кіл дорівнює шість.

На фіг. 4 показано геометричні параметри каталізатору за винаходом. На фіг. 5 показано відносне зміння контактної поверхні каталізатору за винаходом. На фіг. 6 показано відносне зміння площини поперечного перетину та відповідно ваги каталізатора за винаходом.

Умови роботи платиноїдного каталізатора за прототипом: тиск складає 0,716МПа, температура дорівнює 890-910°С, вміст аміаку в аміачно-повітряній суміші дорівнює 11,5%. Умови роботи платиноїдного каталізатора за винаходом: тиск складає 0,716МПа, температура дорівнює 890-910°С, вміст аміаку в аміачно-повітряній суміші дорівнює 11,5%. Ступінь конверсії аміаку до оксиду азоту(II) за прототипом складає 92%, а ступінь конверсії аміаку до оксиду азоту(II) за винаходом складає 96%.

Якщо дротинок буде менш ніж чотири активна поверхня каталізатора збільшиться менш ніж в два рази. Якщо дротинок більш ніж шість, знизиться механічна міцність кожної дротинки із-за зменшення її діаметру. Крім того виникають технологічні труднощі при виготовленні дротинок такого малого діаметру. Оптимальна кількість дротинок з геометричної точки зору дорівнює п'ять.

П'ять дротинок діаметром 0,02-0,04мм скручують в один дрот. Виготовлення дротинок такого діаметру та їх зкручування не являє будь-яких технічних труднощів і може бути здійснено на сучасному типовому обладнанні для виробництва платинових каталітичних сіток.

Таким чином, в порівнянні з прототипом запропонований винахід має такі переваги:

1) активна поверхня каталізатору збільшується в 2 рази;

2) вкладання платиноїдів зменшується на 30%.

Джерела інформації:

1. Атрощенко В.И. і др.. Технология связанного азота. – К: Вища школа. 1985. – 327с.

2. Караев М.М., Засорин А.П., Клещев Н.Ф. Каталитическое окисление аммиака. – М: 1983. – 286с.

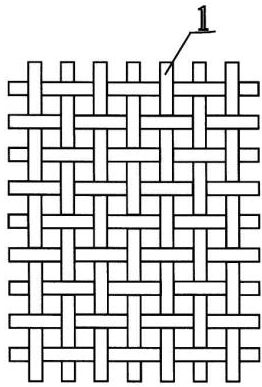
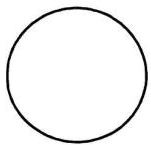
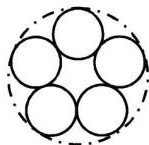


Fig. 1



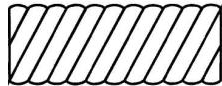
a)



б)

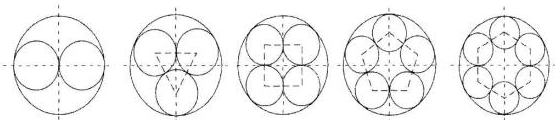


в)



г)

Fig. 2



a)

б)

в)

г)

д)

Fig. 3

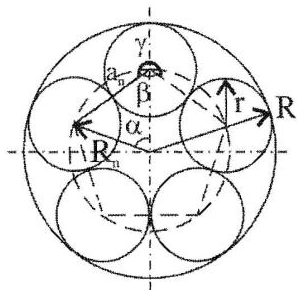
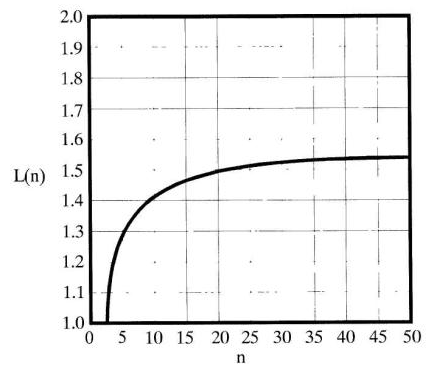
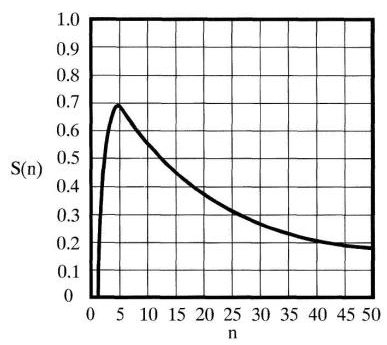


Fig. 4



Φir.5



Φir.6