Бюл. № 18. – 2 с. **10.** Способ помола портландцементного клинкера и добавок /А.С.607589 СССР, М.Кл2 В 02с23/06. *В.З. Пироцкий, А.Н. Иванов, Н.С. Мацуев и А.А. Боровик* (СССР) - № 2445550/29-33;Заявлено24.01.77. Опубл. 25.05.78, Бюл. № 19.-3с. **11**. Межкамерная перегородка трубной мельницы /А.с 995870 СССР, М. Кл 3. В02С 17/18. *А.Н. Иванов, Б.В. Алексеев, В.И. Жарко, А.Г. Кисель* (СССР). - №3322265/29-33; Заявлено 19.05.81; Опубл. 15.02.83, Бюл. № 6. - 3 с. **12.** Пат. 76878, Україна, В02С 23/06; 17/10; 19/00. Спосіб подрібнення матеріалів в замкненому циклі / *Іванов А.М., Чудний О.Ю.* (Україна) - № 20041210164; Заявлено 10,12,2004; Опубл. 05.09.2006. Бюл. № 9. -3с.

Надійшла до редколегії 19.10.06

УДК 661.566

И.И. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук, ***И.В. ЛЫСИКОВА***,
С.И. АВИНА, НТУ „ХПИ”

О ГЕОМЕТРИИ ПЛАТИНОИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Платиноїдні каталізатори є неперевершеними контактами для процесів отримання неконцентрованої азотної кислоти методом окиснення аміаку та синильної кислоти методом Андрусова. Проте метали платинової групи дуже коштовні та гостродефіцитні, але вкладення платиноїдів у хімічну промисловість залишаються значними. З використанням геометричних приймань пропонується суттєво збільшити активну поверхню каталізатора та значно зменшити вкладення платиноїдів.

Platinum catalysts are the best ones for the processes of nitric acid production by means of ammonia oxidation and hydrocyanic acid production by dint of Andrussov’s method. Nevertheless platinum group metals are very expensive and deficient, but investment of platinum for chemical industry is still great. It is proposed to increase essentially the active surface of catalyst and reduce essentially the investment of platinum by means of geometry methods.

Платиноидные катализаторы используются в ряде важных химических технологий, а именно в производстве неконцентрированной азотной кислоты методом каталитического окисления аммиака, в производстве синильной кислоты методом окислительного аммонолиза метана (метод Андруссова), а также в производстве гидроксиламинсульфата.

С другой стороны металлы платиновой группы очень дороги и остродефицитны, к тому же Украина не располагает собственными месторождениями платиноидов. Кроме того, степень конверсии на даже таком активном катали-

заторе как платина не удовлетворяет требованиям сегодняшнего дня. Так в производстве азотной кислоты она составляет 90 – 94 % [1], а в производстве синильной кислоты – всего лишь 65 – 70 % [2]. Более того, вложения платиноидов в химическую промышленность остаются очень значительными, например в один контактный аппарат окисления аммиака закладывается на один пробег 14 кг платины (0,50 – 0,55 г/т HNO_3).

Таким образом, актуальной является задача увеличения активной поверхности катализатора (а значит числа активных центров и степени конверсии) и уменьшения вложений платины, т. е. ее экономия. Поставленная задача может быть решена путем использования в место стандартной проволоки [3] нескольких проволок меньшего диаметра скрученных между собой (в дальнейшем витой катализатор).

Витой катализатор будем рассматривать как набор скрученных цилиндрических прутьев. Поперечное сечение витого катализатора показано на рис. 1. В дальнейшем будем использовать следующие обозначения: R — радиус описанной окружности (соответствует радиусу проволоки стандартного промышленного катализатора), r — радиус вписанных окружностей (радиус составляющих витой катализатор прутьев).

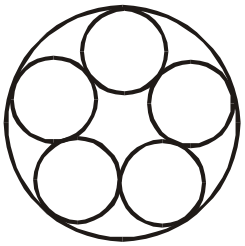

Рис.1 Общий вид сечения витого катализатора

1. Найдем зависимость R(r). Будем вписывать в окружность большего радиуса R окружности меньшего радиуса r (см. рис. 2).

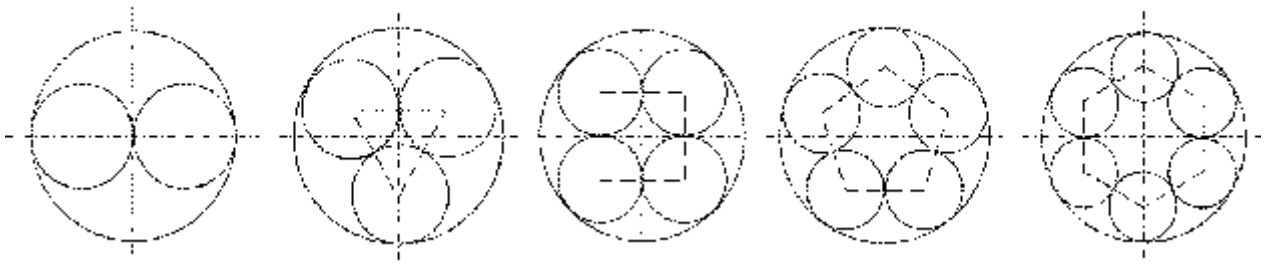

Рис. 2 Виды сечения витого катализатора

Из рисунка 2 видно, что центры вписываемых окружностей образуют правильный многоугольник, количество сторон которого равно количеству вписываемых окружностей n и сторона которого равна $2r$. (Наименьшее расстояние между центрами двух окружностей равно сумме радиусов этих окружностей. Причем, линия, соединяющая центры таких соприкасающихся окружностей будет проходить через точку касания этих окружностей.)

Сторона многоугольника выражается через радиус описанной вокруг него окружности следующим образом:

$$a_n = 2R_n \sin\frac{®}{n}, \qquad (1)$$

где a_n – сторона многоугольника; R_n – радиус описанной вокруг многоугольника окружности; n – количество сторон многоугольника [4]. По условию нашей задачи и в соответствии с рис. 3 имеем:

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

Тогда, подставив уравнение (2) в уравнение (1) получаем:

$$2r = 2(R - r)\sin\frac{®}{n}, \qquad (3)$$

2. Рассчитаем длину кривой, составленной из соприкасающихся окружностей.

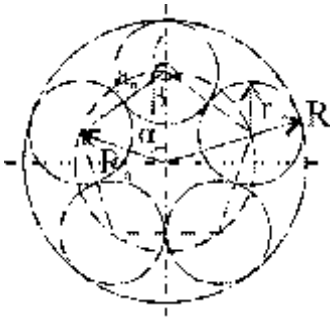

Рис. 3. Геометрические параметры

Внутренний угол при вершине многоугольника равен $= ® - \frac{2®}{n}$. Т.к. точки касания окружностей лежат на стороне многоугольника, то внешняя дуга окружности будет соответствовать углу, который равен

¥ = 2® − = 2® − ® − = ® + . Величина дуги будет составлять, $l_n = 2\text{®}r\frac{\text{¥}}{2\text{®}} = r\text{¥}$. Подставляя, полученные выше выражения получаем:

$$l_n = r\text{¥} = r\left(\text{®} + \frac{2\text{®}}{n}\right) = R\frac{\sin\frac{\text{®}}{n}}{1+\sin\frac{\text{®}}{n}}\left(\text{®} + \frac{2\text{®}}{n}\right). \qquad (4)$$

Относительное изменение контактной (внешней поверхности) будет составлять [5]:

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

где L_n^e — суммарная длина внешней дуги вписанных окружностей, L_R — длина внешней описанной окружности.

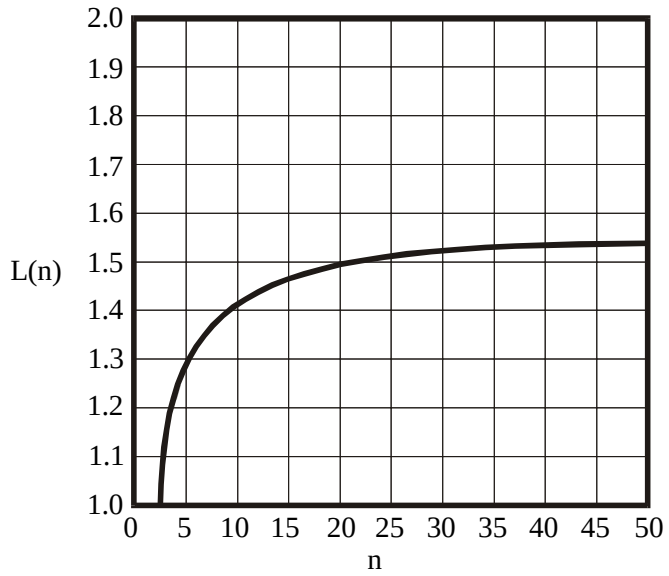

Рис. 4. Относительное изменение контактной поверхности

3. Рассчитаем длину внутренней дуги, составленной из описанных окружностей. Внутренний угол при вершине многоугольника равен = ® − . Со-

ответственно длина дуги будет $l_n^i = 2®r\frac{}{2®} = r$.

Подставив уравнение (2) получим:

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

Отношение длины внутренней огибающей вписанных окружностей:

$$\frac{L_n^i}{L_R} = \frac{R}{2®R}\frac{\sin\frac{®}{n}}{1+\sin\frac{®}{n}}\left(®n - 2®\right) = \frac{\sin\frac{®}{n}}{1+\sin\frac{®}{n}}\left(\frac{n}{2} - 1\right). \tag{7}$$

Отношение длины описанной окружности и общей длины вписанных окружностей:

$$\frac{L_n^\Sigma}{L_R} = \frac{nr_n}{R} = \frac{nR\frac{\sin\frac{®}{n}}{1+\sin\frac{®}{n}}}{R} = n\frac{\sin\frac{®}{n}}{1+\sin\frac{®}{n}}. \tag{8}$$

Для проверки, суммировав формулы (6) и (7), т.е. сложив внутреннюю и внешнюю длину окружностей, мы должны получить формулу (8):

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

4. Вычислим отношение площадей.

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

5. Вычислим разницу площадей:

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

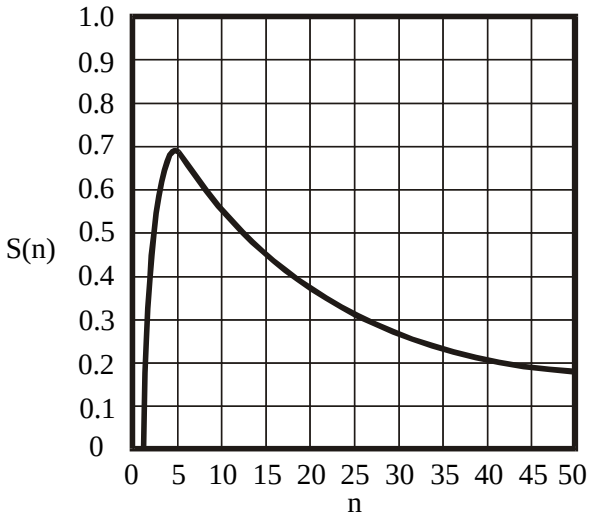

Рис. 5. Относительное изменение площади поперечного сечения и соответственно массы

Таким образом, использование вместо одной проволоки стандартного промышленного диаметра пяти проволочек меньшего диаметра скрученных вместе позволяют увеличить активную поверхность в 1,5 раза и снизить вдвое вложение платиноидов.

Список литературы: 1. *Атрощенко В.И. и др.* Технология связанного азота. – К: Вища школа. 1985. – 327с. **2.** Получение синильной кислоты по методу Андрусова / *Гринь Г.И., Трусов Н.В., Лобойко А.Я., Кошовец Н.В.* – Х.: Основа, 1999 – 368с. **3.** *Караваев М.М., Засорин А.П., Клещев Н.Ф.* Каталитическое окисление аммиака. – М. 1983. – 286с. **4.** *Выгодский М.Н.* Справочник по элементарной математике. – М..: Наука, 1967. – 475с. **5.** *Выгодский М.Н.* Справочник по высшей математике. – М..: Физматгиз, 1963. – 520с

Поступила в редколлегию 03.10.06