

И.В. САХНО, Т.И. ПЕЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент

Соотношение окислительных и абсорбционных объемов при поглощении оксидов азота в производстве азотной кислоты

Процесс абсорбции оксидов азота представляет собой промышленную задачу большой важности, существенную не только при производстве азотной кислоты, но и при контроле атмосферных загрязнений.

Эта задача характеризуется также значительной сложностью, что следует из обширной литературы, посвященной данной проблеме. Несмотря на такие большие усилия, по-прежнему не совсем ясно, какая из стадий определяет скорость протекания реакций. Следствием сказанного является, в основном, эмпирический подход к конструированию промышленного оборудования.

Принципиальная причина затруднений состоит в том, что существует несколько оксидов азота (от N_2O до N_2O_5), из которых оксиды NO , N_2O_3 , NO_2 и N_2O_4 играют серьезную роль в реакциях и диффузионных процессах, проходящих как в газовой, так и в жидких фазах.

Кроме того, установлено, что HNO_2 и HNO_3 присутствуют в обеих фазах и могут образовываться в каждой из них. Лишь в последнее время, используя диффузионную теорию, удалось интерпретировать лабораторные эксперименты, в результате чего были определены некоторые важные физические свойства, такие как растворимости газов в воде и скорости взаимодействия в жидкой фазе. К реакциям, протекающим в газовой фазе, относятся окисление NO , которое представляет собой необычную тримолекулярную реакцию с кажущимся отрицательным температурным коэффициентом, много лет изучаемую Боденштейном.

Остается довольно туманным процесс о скоростях образования смеси кислот в газовой и жидкой фазах. Основная реакция образования азотной кислоты в промышленных условиях может быть представлена в следующем виде:



В абсорбционной колонне NO должно быть окислено до NO_2 :



Реакция (2) в основном протекает в газовой фазе (между тарелками). На тарелках в жидкой фазе протекает абсорбция NO_2 (1).

Таким образом, общее количество окислов азота, подлежащих окислению, будет равно:

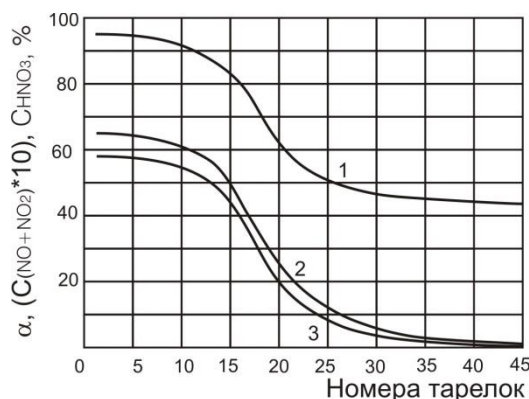
$$1 + \frac{1}{3} + \left(\frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^3 = 1,5, \quad (3)$$

т.е. должно быть окислено в 1,5 раза больше первоначального, чем поступивших в абсорбционную установку, для чего необходим добавочный кислород, количество которого не трудно определить из уравнения:



Нами составлен алгоритм расчета окисления NO и абсорбции NO₂ на основании имеющихся в литературе данных. На ПК мы рассчитали соотношение абсорбционных и окислительных объемов в абсорбционной колонне, оставляя общий объем колонны.

Изменение основных показателей процесса по высоте абсорбционной колонны показано на рис. 1.



1 – окисленность газа α, %; 2 – концентрация газа (C_(NO+NO₂)*10), %об.;
3 – концентрация кислоты C_{HNO₃}, %

Рис. 1 – Изменение основных технологических параметров по высоте колонны.

Анализируя полученные данные, сделали выводы:

1. Необходимо увеличивать расстояние между тарелками там, где идет активная абсорбция, там выделяется больше NO, а скорость окисления пропорциональна квадрату парциального давления NO.

$$\frac{dP_{\text{NO}_2}}{d\tau} = KP_{\text{NO}}^2 \cdot P_{\text{O}_2}, \quad (5)$$

где K - константа скорости реакции; P_{NO}, P_{O₂} - соответственно парциальные давления NO и кислорода O₂.

2. Чем выше концентрация продукционной кислота, тем выше концентрация газа на выходе из колонны.

Наши расчеты показали, что в действующей абсорбционной колонне можно на 10% уменьшить концентрацию нитрозного газа на выходе из колонны, увеличив степень абсорбции в колонне и уменьшить расход природного газа на очистку.

Список литературы:

1. Олевский, В.М. Производство азотной кислоты в агрегатах большой единичной мощности. / В.М. Олевский // – М.: «Химия», 1985. – С. 228–250.