

*Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Азадський університет
Каракалтакський державний університет
Київський національний університет технологій та дизайну
Луцький національний технічний університет
Національна металургійна академія України
Національний університет «Львівська політехніка»
Одеський національний політехнічний університет
Сумський національний аграрний університет
Східно-Казахстанський державний технічний
університет ім. Д. Серікбаєва
ТОВ «НВО «ПРОМІТ»
Українська асоціація якості
Українська інженерно-педагогічна академія
Університет Барода
Університет ім. Й. Гуттенберга
Університет «Politechnika Świętokrzyska»
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетова
Херсонський національний технічний університет*

СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО

Матеріали I Міжнародної науково-практичної
конференції

(м. Суми, 17–20 травня 2016 року)

Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми
Сумський державний університет
2016

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ИСПАРЕНИЕМ В ПОТОК НЕЙТРАЛЬНОГО ГАЗА

*Романько С. Н., аспирант, Лукашев В. К., проф., д.т.н.
Шосткинский институт СумГУ
41100, г. Шостка, ул. Гагарина, 1
kaf.htvms@mail.ru*

Широкое использование серной кислоты в промышленности сопровождается образованием большого количества слабой отработанной кислоты, которую с экономической и экологической точек зрения необходимо концентрировать. Это достигается выпариванием воды при нагревании кислоты.

В большинстве случаев концентрирование серной кислоты осуществляется в барботажных концентраторах при непосредственном контакте кислоты с высокотемпературным ($600-1000^{\circ}\text{C}$) теплоносителем, представляющим собой смесь топочных газов с воздухом [1]. Данный способ концентрирования является энергоемким и потребляет дефицитные виды топлива (природный газ, мазут). Кроме того непосредственный контакт кислоты с топочными газами приводит к ее разложению и загрязнению.

Анализ такого процесса концентрирования показывает, что смесь топочных газов с воздухом здесь выполняет функцию не только теплоносителя для нагрева кислоты, но и дополнительного компонента парогазовой смеси над кислотой, аналогично процессу перегонки с инертным газом [2].

Экспериментальные исследования показали возможность концентрирования серной кислоты путем ее нагревания через стенку и барботирования нейтрального по отношению к кислоте газа (воздуха). Такой способ позволяет снизить температуру концентрирования, а соответственно использовать менее дефицитные виды теплоносителей (насыщенный водяной пар, электронагрев), уменьшить разложение и загрязнение кислоты. Исследования проводили на лабораторной установке, отличающейся от обычной установки перегонки тем, что в обогреваемую емкость с кислотой была вставлена трубка в которую от микрокомпрессора через нагреватель и расходомер подавали воздух. При этом кислоту

нагревали до определенной температуры, которую поддерживали постоянной.

Результаты исследования показали, что наличие потока воздуха резко интенсифицирует процесс концентрирования серной кислоты по сравнению с его отсутствием. Установлено влияние на изменение концентрации кислоты во времени таких режимных параметров процесса как температура кислоты, расход воздуха, его температура, начальная концентрация кислоты. Представление полученных кинетических кривых концентрирования в координатах $\frac{C-C_0}{C_0} = \tau^{0,5}$ приводит к их линеаризации, что указывает на лимитирующую роль диффузионных явлений при концентрировании кислоты, где C – текущее значение концентрации кислоты; C_0 – ее начальная концентрация; τ – время концентрирования. Это позволило обобщить полученные экспериментальные данные уравнением

$$\frac{C-C_0}{C_0} = k\tau^{0,5}, \quad (1)$$

где k – коэффициент определяемый как тангенс угла наклона прямых, выражающих кинетические зависимости.

Исследование также показало, что коэффициент k зависит от вышеуказанных параметров процесса концентрирования. В результате математической обработки экспериментальных данных получено эмпирическое уравнение, связывающее коэффициент k с этими параметрами.

$$k = At^{\alpha} w^0 \cdot 44C_0^{-7,87}, \quad (2)$$

где $A = 2,692 \cdot 10^2$, $\alpha = 4,69$ при $t < t_{0 \text{ кип}}$; $A = 2,121 \cdot 10^9$, $\alpha = 1,44$ при $t \geq t_{0 \text{ кип}}$; t – температура кислоты при концентрировании; $t_{0 \text{ кип}}$ – температура кипения исходной кислоты; w – скорость воздуха.

Уравнения (1) и (2) позволяют рассчитывать изменение концентрации кислоты во времени при заданных параметрах процесса концентрирования.

Список літератури

1. Лебедев А. М. Установки для денитрации и концентрирования серной кислоты. – М.: Химия 1972. – 240с.
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 784с.