

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ В АППАРАТЕ ДЕФЛЕГМАЦИОННОГО ТИПА С ПРЯМЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ

В. П. ПИЩУЛИН, В. И. КОСИНЦЕВ, Б. Б. ЕВТЕЕВ

(Представлена научно-методическим семинаром кафедры процессов, аппаратов
и кибернетики химических производств)

В лаборатории кафедры процессов и аппаратов химической технологии ХТФ ТПИ предложен эффективный способ концентрирования серной кислоты с применением прямого электрического нагрева [1]. Проведены теоретические исследования, необходимые для расчета и конструирования промышленных аппаратов с прямым электрическим нагревом для концентрирования серной кислоты [1, 2].

В данном сообщении приведено описание одной из конструкций электродного аппарата дефлегмационного типа для концентрирования серной кислоты и результаты испытаний лабораторной модели.

На рис. 1 изображен общий вид аппарата. Электродный аппарат дефлегмационного типа состоял из стального закрытого куба (реторты) 1 и дефлегмационной насадочной колонны 2. Колонна была снабжена штуцерами 3, 4 для отвода паров воды и подвода разбавленной серной кислоты; куб аппарата был снабжен штуцером 5 для отвода концентрированной серной кислоты и двумя плоскопараллельными электродами 6. Электроды крепились к крышке куба 7 в первом варианте с помощью держателей 8. Ток подводился к электродам с помощью токоподводящих болтов 9 и держателей электродов, электроизолированных от корпуса втулками 10 из электроизоляционного материала — фторопласта 4, куб аппарата был футерован изнутри диабазовой плиткой 11.

Рис. 1. Электродный аппарат дефлегмационного типа для концентрирования растворов серной кислоты

Процесс концентрирования осуществлялся следующим образом. Исходный разбавленный раствор серной кислоты поступал в колонну через штуцер 4 и распределительное устройство и постепенно стекал по насадке в куб колонны. В кубе происходило интенсивное кипение концентрированной серной кислоты; пары кислоты поступали в нижнюю часть колонны 2. При соприкосновении с разбавленной кислотой пары в нижней части насадки частично конденсировались с выделением тепла, необходи-

мого для процесса концентрирования, то есть происходили тепло- и массообмен жидкой и паровой фаз. Концентрированная кислота стекала в куб, а затем непрерывно отводилась из котла 1 через штуцер 5. С верхней части насадки уходили только пары воды. Необходимое количество тепла для процесса концентрирования серной кислоты выделялось при прохождении переменного электрического тока через раствор серной кислоты между электродами. Раствор серной кислоты интенсивно циркулировал в кубе колонны по межэлектродному пространству, частично выравнивая температурное поле и концентрацию серной кислоты в кубе.

Первые испытания электродного аппарата дефлегмационного типа показали, что процесс концентрирования серной кислоты протекал весьма интенсивно, однако конструкция держателей электродов не удовлетворяла требованиям процесса: в результате сильной коррозии и образования неэлектропроводной пленки сульфатов никеля, железа на поверхности держателей, электрический контакт между держателем и электродом нарушался, вызывая местные перегревы, электрохимическую и электрическую коррозию. В дальнейшем конструкция токоподвода была изменена. Верхние части электродов непосредственно выводились через крышку куба и к ним крепились токоподводящие шины. Герметичность куба в местах вывода электродов осуществлялась с помощью сальников. Данная конструкция токоподвода оказалась работоспособной и позволила провести исследования процесса концентрирования серной кислоты от начальной концентрации 65—72% до 96—98%.

В результате испытаний лабораторной модели электродного аппарата дефлегмационного типа было установлено следующее:

1. Процесс концентрирования серной кислоты протекал удовлетворительно при плотности электрического тока 3 а/см^2 и значительно интенсифицировался с увеличением плотности тока.

2. Коэффициент полезного использования электрической энергии составлял 95—98%.

3. Производительность единицы объема аппарата увеличилась более чем в 25 раз по сравнению с аппаратом дефлегмационного типа с обогревом куба топочными газами.

4. Скорость циркуляции раствора серной кислоты при плотности тока до 3 а/см^2 не обеспечивала выравнивания температурного поля в кубе колонны. Скорость циркуляции в значительной мере зависела от плотности тока и достигала необходимой величины при плотности тока порядка $5\text{--}6 \text{ а/см}^2$ для данной конструкции куба аппарата.

5. Коррозионные исследования электродных материалов в серной кислоте концентрацией 66,3; 75; 93; 96; 97,5 и 98,5% при температурах 100, 150° С и температуре кипения показали, что металлические электроды из стали Х18Н10Т и ЭИ943 совершенно не пригодны для ведения процесса при любой плотности электрического тока. Наилучшим материалом для электродов оказался электродный уголь. Угольные электроды сохраняли механическую прочность и практически не разрушались в исследованном интервале температур и концентраций при плотностях электрического тока 3, 5, 7 и 10 а/см^2 . Кратковременная работа при плотностях тока до 30 а/см^2 также не вызвала изменений механической прочности электродов.

В качестве насадки хорошую коррозионную стойкость и удовлетворительную работу показали дробленый кварц и стружка из фторопласта-4. На основании полученных данных предложена технологическая схема концентрирования растворов серной кислоты, проведен расчет аппарата дефлегмационного типа с тремя парами плоскопараллельных электродов, установленных в кубе. Осуществление токоподвода через три пары плоскопараллельных электродов создает равномерность загрузки всех трех

фаз электрического тока, особенно необходимой в крупномасштабном производстве, обеспечивает равномерность электрического поля между электродами и высокую скорость циркуляции раствора в кубе аппарата.

Выводы

1. Разработана конструкция электродного аппарата дефлегмационного типа для концентрирования растворов серной кислоты.
2. Проведены испытания лабораторной модели электродного аппарата.
3. Найден оптимальные условия проведения процесса концентрирования растворов серной кислоты.
4. Установлены наилучшие коррозионностойкие материалы для изготовления электродов и насадки колонны.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Пищулин. Применение прямого электрического нагрева для концентрирования серной кислоты. Сообщение I. Известия ТПИ, т. 259, Томск, Изд-во Томского университета (в печати).
 2. В. П. Пищулин, Б. Б. Евтеев, А. П. Пищулин, Л. И. Куприянова. Концентрирование серной кислоты. Доклад на юбилейной конференции ВХО им. Д. И. Менделеева г. Томска, г. Томск, 1971.
-