

При создании новых аппаратов для интенсификации производства солей сульфитного ряда большое значение имеет правильное описание механизма и кинетики протекающих реакций. Создание непрерывной технологии производства солей сульфитного ряда сдерживается отсутствием эффективных аппаратов для интенсификации процессов хемосорбции SO<sub>2</sub>. Для интенсификации процессов хемосорбции SO<sub>2</sub> в производстве сульфита натрия необходимо заменить действующие тарельчатые абсорберы на более эффективные аппараты. Абсорбер при этом должен обеспечивать высокую надежность технологии в широком диапазоне изменения расхода газа. В основу производства сульфита натрия положена химическая реакция взаимодействия раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> с сернистым газом [1]. Характерной особенностью данной реакции является последовательность ряда промежуточных реакций. На первой стадии реакции при взаимодействии раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> с сернистым газом образуется раствор, содержащий одновременно смесь бикарбоната натрия NaHCO<sub>3</sub> и сульфита натрия Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>: (1) Экспериментальное исследование кинетики процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> в этих условиях показало, что на скорость хемосорбции SO<sub>2</sub> существенно влияет концентрация SO<sub>2</sub> в газе и величина площади поверхности контакта фаз. Величина концентрации Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> практически не влияет на скорость хемосорбции SO<sub>2</sub>. Следует отметить, что в производстве сульфитных солей особое специфичное требование заключается в предотвращении образования осадка солей на стенках аппарата. В предложенных вихревых аппаратах осадка не образуется благодаря активному гидродинамическому режиму взаимодействия фаз. В процессе хемосорбции SO<sub>2</sub> остаток NaHCO<sub>3</sub> исчезает лишь на второй стадии химической реакции: (2) По материальному балансу реакций (1, 2,) суммарной реакцией образования сульфита натрия является реакция : (3) (4) Экспериментальное исследование кинетики хемосорбции SO<sub>2</sub> водными растворами Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, NaHSO<sub>3</sub> показало, что скорость процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> для различных моделей аппаратов описывается одним обобщающим уравнением: (5) где – константа скорости процесса; – площадь поверхности контакта фаз; – концентрация SO<sub>2</sub> в газе. Зависимость константы скорости процесса от скорости газа (отнесенный к сечению аппарата) имеет вид: . (6) Зависимость константы скорости от концентрации реагирующих компонентов в жидкости имеет вид: , (7) , (8) . (9) Кажущаяся величина энергии активации близка к нулю. Изменение температуры процесса в диапазоне 30-60оС практически не влияет на величину константы скорости процесса хемосорбции SO<sub>2</sub>. Последнее объясняется тем, что увеличение скорости реакции компенсируется уменьшением растворимости SO<sub>2</sub> в жидкости. Сама химическая реакция является быстрой и протекает на поверхности раздела фаз. Следовательно, для интенсификации непрерывного процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> большого объема жидкости в аппарате не требуется. В абсорбере SO<sub>2</sub> требуется высокая степень циркуляции жидкости с быстрым

обновлением активной поверхности контакта фаз. Однако для предотвращения быстрого пересыщения раствора сульфитом натрия и предотвращения процесса образования мелких кристаллов требуется увеличение объема жидкости на ступени, естественно с интенсивной абсорбцией SO<sub>2</sub> и циркуляцией жидкости. По модели Данквертса величина коэффициента массоотдачи представляет собой отношение:  $\frac{D}{\delta}$ , (10) где D – коэффициент диффузии;  $\delta$  – толщина пленки жидкости около границы раздела фаз. По модели Хигби величина коэффициента массоотдачи представляет собой отношение:  $\frac{a}{D \tau}$ , (11) где a – константа; D – коэффициент диффузии;  $\tau$  – время контакта фаз. Уравнения (10,11) подтверждают, что для интенсификации процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> необходимо уменьшать время обновления поверхности контакта фаз, увеличивать степень турбулизации фаз и увеличивать площадь поверхности контакта фаз [2]. Следует отметить, что быстрое обновление поверхности контакта фаз требует определенных энергетических затрат. С ростом скорости газа в любом аппарате увеличивается гидравлическое сопротивление, и возрастают энергозатраты. При оптимизации с учетом капитальных и эксплуатационных затрат применяют критерий Майкова:  $\frac{K}{C}$ , (12) где K – коэффициент массопередачи в аппарате; C – сумма капитальных и эксплуатационных затрат [3]. Максимальное значение величины критерия Майкова для процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> обеспечивают аппараты вихревого типа. Аппараты вихревого типа с восходящим способом взаимодействия фаз могут работать без насоса для циркуляции жидкости и являются наиболее компактными [4]. Аппараты с нисходящим способом взаимодействия фаз эффективно работают в более широком диапазоне изменения расхода газа (от нуля до максимального значения). Поэтому мы рекомендуем для интенсификации процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> применять вихревые аппараты с нисходящим способом взаимодействия фаз. Вихревой абсорбер с нисходящим способом взаимодействия фаз обеспечивает величину коэффициента полезного действия до 99%. [5,6] Два вихревых одноступенчатых абсорбера с нисходящим способом взаимодействия фаз, установленных последовательно, обеспечивают высокую степень хемосорбции SO<sub>2</sub>. Выводы 1) Процесс хемосорбции SO<sub>2</sub> содовым раствором представляет собой гетерогенный физико-химический процесс с быстрыми последовательно протекающими реакциями на границе раздела фаз. 2) Скорость процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> практически не зависит от концентрации в растворе: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>. При этом уравнение скорости процесса от концентрации перечисленных компонентов является уравнением нулевого порядка. 3) Скорость процесса прямо пропорциональна произведению величины площади поверхности контакта фаз и концентрации SO<sub>2</sub> в газе. Скорость процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> практически не зависит от температуры. 4) Для интенсификации процесса хемосорбции SO<sub>2</sub> важнейшим является кратность обновления площади поверхности контакта фаз. Этим требованиям удовлетворяют аппараты

вихревого типа. При относительно небольшом расходе по газовой фазе наиболее перспективными являются вихревые аппараты с восходящим способом взаимодействия фаз. Для создания аппаратов с большой производительностью и обладающих повышенной надежностью в широком диапазоне изменения расхода газа наиболее перспективными являются вихревые аппараты с нисходящим способом взаимодействия фаз. 5) При проектировании промышленной установки хемосорбции  $SO_2$  на основе компактных одноступенчатых аппаратов установка должна состоять из двух последовательно соединенных вихревых аппаратов.