

Проблема очистки промышленных газовых выбросов от вредных газообразных примесей долгое время не имела своего решения в связи с тем, что большинство аппаратов, используемых для целей мокрой очистки газовых смесей в технологических процессах обладают сравнительно большим гидравлическим сопротивлением, тогда как остаточный избыточный напор газовых выбросов не превышает как правило 40-100 мм.вод.ст. [1]. Единственным типом аппаратов, обладающих низким гидравлическим сопротивлением, являются аппараты с механическим распылением жидкости. Однако в силу ряда причин, таких как малая плотность орошения, неравномерное распределение жидкости по сечению, низкая пропускная способность по газовой фазе, их применение было крайне ограниченным [2]. В последнее время были предложены аппараты с распылением жидкости центробежными форсунками, использующими эффект соударения встречных струй [3], что позволяет реализовать радиально направленный факел жидкости, и как следствие, перекрестное взаимодействие фаз. Размещение центробежных форсунок на оси аппарата по всей его высоте обеспечивает любое заданное соотношение расхода жидкости к расходу газа (L/G). Такая компоновка аппарата позволяет достичь заданной степени очистки газовых выбросов от вредных газовых компонентов. Полная поверхность массообмена в таких аппаратах складывается из поверхности пленок и струй жидкости, образующихся на выходе из форсунок, полидисперсного потока капель, образующегося при соударении встречных струй, и поверхности слоя жидкости на стенке аппарата образующихся при осаждения капель. Оценка этих составляющих показала, что 96-97% всей межфазной поверхности приходится на дисперсный факел жидкости. Это позволяет исключить из дальнейшего рассмотрения малозначимые эффекты, не оказывающие заметного влияния на процесс в рассматриваемом аппарате. Высокая турбулентность газовой фазы в аппарате и сравнительно небольшая величина отношения диаметра аппарата к его высоте (D/H) позволяет принять полное перемешивание газа по сечению аппарата, т.е. считать концентрацию распределяемого в газовой фазе компонента постоянной в любом поперечном сечении. В то же время взаимодействие газа с жидкостью в направлении движения газового потока может сопровождаться частым его перемешиванием. Применительно к жидкой фазе справедлива гипотеза полного вытеснения. Тогда материальный баланс для выделенного элемента аппарата высотой dz , рис. 1., запишется: (1) где S - поперечное сечение аппарата; α - коэффициент продольного перемешивания; G - количество вещества, поглощаемого жидкостью. Рис. 1 - Схема массовых потоков в бесконечно малом элементе контактной зоны dz Исключая в левой и в правой части уравнения одинаковые члены и разделив все члены на $S \cdot dz$, получим: (2) Введя новую переменную и умножив левую и правую части уравнения на $S \cdot dz$ запишем: (3) где критерий Пекле, характеризующий влияние продольного перемешивания. Количество вещества, проходящее через поверхность капель в

выделенном элементе контактной зоны (4) где - количество капель, поступающих в выделенный элемент в единицу времени; - функции плотности распределения капель по размерам, определяющая сколько капель заданного размера образуется в единицу времени; - конечные и начальные концентрации распределяемого компонента в каплях. В конкретных условиях исследуемого аппарата конечная концентрация для капель разного размера будет различной в силу разного времени пребывания капель в зоне контакта. Количество жидкости, поступающей в выделенный элемент аппарата (5) где - общее количество жидкости, поступающей на орошение аппарата; - функция распределения жидкости по высоте аппарата. В случае равномерного распределения жидкости $= 1$. Расход жидкости через выделенный элемент связан с количеством капель соотношением: (6) Тогда , (7) где - объемная функция распределения капель по размерам, определяемая на основе экспериментального исследования дисперсного состава факела жидкости. Окончательно уравнение (3) имеет вид: (8) Результирующий эффект очистки газа оценивался степенью извлечения (9) Значение конечной концентрации капель различного размера определялись путем численного решения системы уравнений движения капель совместно с уравнением массопереноса. Расчет степени очистки воздуха от паров аммиака водой в аппарате с высотой контактной зоны m при постоянном значении отношения расходов фаз и переменных значениях критерия , т.е. степени продольного перемешивания газа, показало существенное влияние степени продольного перемешивания газа на эффективность процесса очистки. Установлено, что при значениях критерия процесс переноса в газовой фазе соответствует модели полного перемешивания, а при значениях - модели идеального вытеснения. Аналогичный результат был получен в работе [4]. С целью идентификации предложенной модели массообмена в аппарате с перекрестным взаимодействием фаз было проведено экспериментальное исследование степени извлечения на примере абсорбции паров аммиака из газо-воздушной смеси водой при температуре газа и жидкости 0°C . Содержание паров аммиака в газо-воздушной смеси не превышало 5%, что позволило принять постоянное значение константы равновесия. Концентрация аммиака в газо-воздушной смеси измерялась методом титрования. Процесс проводился в аппарате диаметром 250 мм с высотой контактной зоны 1,0 м. Диаметр форсунок, расположенных по оси аппарата был равен 50 мм. Результаты экспериментального измерения степени извлечения показали отсутствие влияния расхода (скорости) газовой фазы и существенное влияние расхода (скорости истечения) жидкости. Расчет по уравнениям (8) и (9) с учетом распределения потока капель по размерам, времени пребывания капель жидкости в зоне контакта и массопереноса от газа к каплям показал, что предложенная математическая модель процесса массопереноса в аппарате адекватно описывает экспериментальные результаты при значениях критерия .

Это позволяет заключить об отсутствии влияния продольного перемешивания на степень извлечения и реализовать при расчете степени извлечения модель идеального вытеснения по газовой фазе.