

Лимитирующими стадиями процесса денитрации являются процессы десорбции паров азотной кислоты и оксидов азота из жидкой в газовую фазу [1,2]. Основное сопротивление массопередаче в этих процессах сосредоточено в жидкой фазе. Интенсификация процесса массопередачи возможна за счет применения вихревых контактных ступеней, позволяющих создать интенсивный вихревой режим взаимодействия газовой и жидкой фаз. Схема вихревой ступени представлена на рис. 1 [3].

Рис. 1 - Вихревая контактная ступень. Вихревая ступень состоит из рабочей царги 1, тарелки 2, на которой установлен завихритель газового потока 3 и контактного патрубка 4. Завихритель выполнен с тангенциально расположенными лопатками 5. Между контактным патрубком и рабочей царгой установлена перегородка 6, разделяющая рабочую царгу на нижнюю и верхнюю зоны. Над контактным патрубком установлен тороидальный каплеотбойник 7. Над исследуемой рабочей ступенью расположена брызгоуловительная ступень 8. Подача жидкости на ступень осуществляется через патрубок 9, расположенный в нижней зоне рабочей царги, а выход жидкости со ступени – через патрубок 10 верхней зоны царги. Проведены экспериментальные исследования массоотдачи в жидкой фазе вихревой ступени. Исследование процесса массоотдачи в жидкой фазе производилось методом десорбции кислорода из воды в воздух в широком диапазоне изменения массовых отношений расходов газовой (G) и жидкой (L) фаз: $L/G = 1,5 \div 25$ кг/кг. Исследовалась масштабная модель вихревой ступени в соотношении 1:3 к промышленному образцу. На рис.2 приведена зависимость объемных коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе от скорости газа в щелях завихрителя.

Рис. 2 - Зависимость объемных коэффициентов массоотдачи ($\beta_{ж20}$) от скорости газа в щелях ($W_{щ}$) при различных плотностях орошения: (L, м³/м²·ч): • - 1,77; x - 3,54; o - 5,31; Δ - 7,08; * - 8,85. С увеличением скорости газа в щелях завихрителя скорость передачи вещества в жидкой фазе повышается незначительно. С увеличением расхода жидкости (рис.3) коэффициенты массоотдачи резко возрастают. Это связано с увеличением времени пребывания жидкости в контактной зоне. Экспериментальные данные по исследованию массоотдачи в жидкой фазе во второй и последующих вихревых контактных ступенях от изменения режимных параметров обобщены уравнением: (1)

На рис.4 представлена зависимость эффективности контактной ступени от плотности орошения ступени. Видно, что эффективность массоотдачи в жидкости с увеличением расхода жидкости возрастает.

Рис. 3 - Зависимость объемных коэффициентов массоотдачи (β) от плотности орошения (L) при скорости газа в щелях ($W_{щ}$, м/с): • - 8,96; x - 12,32; o - 15,68; Δ - 19,04; * - 22,4.

Рис. 4 - Эффективность массоотдачи в жидкой фазе (η) в зависимости от плотности орошения (L) при скорости газа в щелях ($W_{щ}$): • - 8,96; x - 12,32; o - 15,68; Δ - 19,04; * - 22,4. В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение для расчета коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе

вихревой контактной ступени: (2) где B в выражении для $N_{\text{ж}}$ используются коэффициенты массоотдачи, отнесенные к боковой поверхности контактной обечайки – βF . Перевод объемных коэффициентов массоотдачи $\beta_{\text{ж}20^\circ\text{C}}$ в βF осуществлялся по формуле: где $F_{\text{ко}} = \pi D_{\text{ко}} \cdot H$ – площадь боковой поверхности контактной обечайки, м^2 . Определенные трудности при составлении уравнения (2) возникают при выборе характерных линейных размеров l' и l'' для чисел $N_{\text{ж}}$ и $Re_{\text{ж}}$. Путем перебора различных вариантов было определено, что наилучшую сходимость экспериментальных и расчетных значений чисел Нуссельта обеспечивает: $l' = l'' = S$, где S – удерживающая способность единицы боковой поверхности контактной зоны, м . В качестве характерной скорости жидкости V_L для числа $Re_{\text{ж}}$ был выбран расход жидкости, отнесенный к площади сечения пленки жидкости, поднимающейся по внутренней стенке контактной обечайки: где $S = q/F_{\text{ко}}$; q – удерживающая способность вихревой ступени по жидкой фазе, м^3 ; $F_{\text{ко}}$ – боковая поверхность контактной обечайки, м^2 .