пользование эффекта поверхностного натяжения, капельная конденсация); вдув или отсос рабочей среды через пористую поверхность; добавка в жидкость твердых частиц или газовых пузырьков.

Возможность широкого практического использования того или иного способа интенсификации теплообмена определяется его технической доступностью и технико-экономической эффективностью, физико-химическими свойствами теплоносителей. Современные тенденции развития теплообменников и выпарных аппаратов – использование поверхности теплообмена из листа, замена трубчатых греющих камер панельными. Ввиду выше изложенного, в докладе рассматриваются вопросы интенсификации теплообмена в пленочных аппаратах при формировании пленки.

Список литературы: **1.***Ю.И.Дытнерский*. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1995. – 400с. **2.**Оборудование химических производств. Ч.1. Тепломассообменное оборудование: Учебное пособие/ под ред. *Г.А.Ткача, А.С.Мочаева* – К.: НМК ВО, 1992. – 252с. **3.***Л.М.Коваленко, А.Ф.Глушков*. Теплообменники с интенсификацией теплоотдачи. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 240с.

УДК 66.011

МАРТЫНЕНКО А.А., БАБИЧЕНКО А.К., канд. техн. наук

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ГАЗА В ИСПАРИТЕЛЯХ КРУПНОТОННАЖНЫХ АГРЕГАТОВ СИНТЕЗА АММИАКА

В агрегатах синтеза аммиака окончательное выделение целевого продукта осуществляется путем конденсации его при охлаждении циркуляционного газа в кожухотрубках испарителя затопленного типа, включенных в цикл водоаммиачных абсорбционных или аммиачных компрессионных холодильных систем [1]. Обеспечение заданной температуры охлаждения циркуляционного газа решается тепловым расчетом испарителя, одна из основных задач которого связана с определением поверхности и коэффициента теплопередачи.

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\sim_{BH}} + \frac{1}{\sim_{MT}} + R_T + R_3};$$

Последний, как известно, устанавливается коэффициентами теплоотдачи $\sim_{MT}$,со стороны кипящего хладоагента, $\sim_{BH}$ со стороны циркуляционного газа и термическим сопротивлением загрязнений R_3 стенок труб R_T .

Основная сложность связана с определением коэффициента $\sim_{BH}$, что обусловлено конденсацией аммиака при повышении давления (23–25 МПа) в присутствии значительного количества инертов (N_2, Ar, CH_4, H_2), наличие которых, как свидетельствует анализ литературы [2], приводит к уменьшению скорости конденсации и затрудняет доступ паров аммиака к поверхности раздела фаз. При этом, в настоящее время коэффициент $\sim_{BH}$ при проектировании определяется по преобразованной формуле Краусольда:

$$\sim_{BH} = A \cdot G_{TP}^{0,8} \cdot d_{BH}^{-0,7};$$

где: А – коэффициент, зависящий от теплофизических свойств газа;

G_{TP} – весовая скорость во внутритрубном пространстве на единицу поверхности, кг/м^{2}с.

Таким образом, коэффициент $\sim_{BH}$ является сложной функцией:

$$\sim_{BH} = \frac{1}{\sum R_{BH}};$$

Для проверки этого утверждения были проведены экспериментальные исследования в промышленных условиях. В результате расчетов коэффициентов теплопередачи и их сравнении с реальными установлено, что последний в среднем в 1,5 раза меньше проектного и как следствие, температура охлаждения циркуляционного газа на 2–3°С больше проектной. Это позволило сделать вывод о необходимости введения поправки в уравнение Краусольда, использовавшегося в практических расчетах для установления величины $\sim_{BH}$.

Анализ результатов исследований для отдельных режимов по установлению значений $\sum R$ позволили сделать вывод, что между $\sum R$ и средним расходом аммиачного конденсата M_{CK} существует зависимость. На основании проведения корреляционного и регрессионного анализов по стандартной

методике было получено уравнение для суммарного термического сопротивления:

$$\sum R = (256{,}64 - 9{,}40232 M_{CK} + 1{,}66742 M_{CK}^2) \cdot 10^{-6};$$

где: $R_З + R_T = 256{,}64 \cdot 10^{-6}$ м^{2}К/Вт;

Коэффициент корреляции составил 0,72, а среднеквадратическое отклонение расчетного значения относительно экспериментального не превышает 10^{-4} (м^{2}К/Вт). Проверка на адекватность по критерию Фишера показала, что дисперсия остаточная и относительно среднего отличаются не случайно, а погрешность аппроксимации не превышает 10%.

Таким образом, введение данной поправки, при расчете коэффициента теплопередачи, позволит избежать неточности при проектировании такого типа испарителей и обеспечить требуемые поверхность теплообмена и температуру охлаждения циркуляционного газа, а также строить математические модели для решения задач оптимального управления процессами.

Список литературы: **1.** *Кузнецов Л.Д., Дмитриенко Л.М., Рабина П.Д., Соколинский Ю.А.* Синтез аммиака.– М.: Химия, 1982. – 296с. **2.** *Тананайко Ю.М., Воронцов Е.Г.* Методы расчета и исследования пленочных процессов.– К.: «Техніка», 1975. – 311с.

УДК 661.56

НЕСТЕРЕНКО А.С., ШУТИНСКИЙ А.Г., канд. тех. наук

ОПТИМИЗАЦИЯ СООТНОШЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО И АБСОРБЦИОННОГО ОБЪЕМОВ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Основные мировые тенденции в сфере научно-технического прогресса направлены на повышение такой важной характеристики промышленного производства как энергосбережение. Особое внимание этому вопросу уделяется при работе существующих и проектировании новых технологических процессов химической технологии.

В данной работе была поставлена задача уменьшения концентрации оксидов азота в отходящем нитрозном газе из абсорбционной колоны получе-