

УДК 661.333.32.081.2

М.И. Рахмонова, асп.; Э.Т. Мавлонов, PhD, доц.;
Х.С. Нурмухамедов, проф., д-р техн. наук;
Г.Н. Хакимова, доц. канд. техн. наук; А.Б. Нормуминов, магистр
(ТХТИ, г. Ташкент, Узбекистан)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ПРИ АБСОРБЦИИ CO₂ РАССОЛОМ В КОЛОННЕ С ЭФФЕКТИВНЫМИ НАСАДКАМИ

Энерго- и ресурсосбережение можно рассматривать как оптимизацию энергетических и материальных потоков существующих технологических процессов для производства продуктов, а более широко – как поиск новых путей рационального использования энергии и сырья для получения тех же, а также новых продуктов. В этой связи особую актуальность приобретает проблема интенсификации технологических процессов, имеющая своей конечной целью сокращение потребляемой энергии на единицу продукции и уменьшение массы и габаритных размеров тепло- и массообменных аппаратов и устройств на основе оптимизации протекающих в них рабочих процессов и их конструкций [1,2].

В настоящее время и в перспективе один из основных вариантов повышения эффективности технологий–модернизация теплообменной аппаратуры путем использования и внедрения эффективных способов интенсификации теплообмена. Компактные, интенсифицированные теплообменные аппараты улучшают общие характеристики энерго-технологических установок [2].

Продолжительная эксплуатация колонных аппаратов в различных технологиях выявило, что чем ниже эффективность контактных устройств, тем больший расход флегмы, увеличивается количество тарелок или насадки, диаметр и высота аппарата при абсорбции, ректификации, дистилляции, повышается расход греющего пара в кипятильнике колонны и охлаждающего в дефлегматоре [3].

Из-за большой энергоемкости вышеназванных процессов постоянно исследуются способы по влиянию интенсификации тепломассообмена на массогабаритные параметры и снижение энергетических затрат.

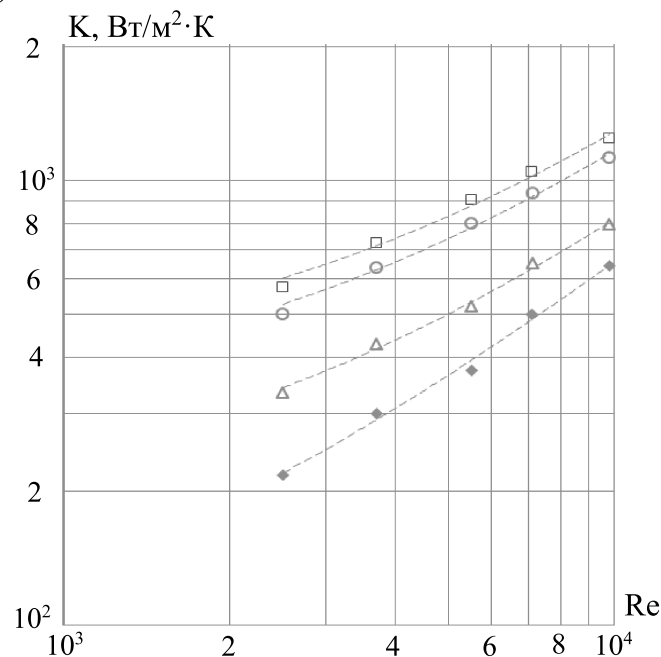
Кроме того, традиционно эффективной считается интенсификация конвективного теплообмена являющееся перспективной в области высоких значений чисел Рейнольдса [4-5]. Однако следует отметить, что в последнее время и переходная область течения жидкостей стала

привлекать исследователей различных направлений промышленности.

Исследования по изучению теплообмена при течении жидкостей проводились на экспериментальной установке, представляющей собой циркуляционный контур [6], состоящий из экспериментального участка – холодильника, емкости для холодного и горячего теплоносителей, насосов, соединительных труб с измерительными средствами расхода, температуры и регулирующими вентилями.

В целях интенсификации теплопередачи при абсорбции проведены исследования по повышению контакта CO_2 с рассолом в межтрубном пространстве пакета труб со спирально-накатанными турбулизаторами. Эксперименты проведены при изменении шага размещения спирально-накатанных труб $t/d=1,14-1,4$, при коридорном их расположении, числах Рейнольдса $\text{Re}=2500-9800$.

При шаге размещения труб на трубной решетке с шагом $t/d=1,14$ и шага размещения труб $h/S=0,095$ при числе Рейнольдса $\text{Re}=2500$ значение коэффициента теплопередачи равно $K=574$, при $\text{Re}=5500$ величина коэффициента $K=903$ и при $\text{Re}=7100$ соответственно – $K=1042$ $\text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$ (рис.1).



◆ – гладкая труба; □ – $h/S=0,095$; ○ – $h/S=0,026$; △ – $h/S=0,009$.

Рисунок 1 – Зависимость коэффициента теплопередачи K от числа Re при абсорбции CO_2 аммонизированным рассолом.

Зависимость переноса тепла от глубины спиральных канавок снаружи труб и аналогичных выступов внутри труб можно рассмотреть на примере чисел Рейнольдса $\text{Re}=7100$. Так, при этом значении

числа Рейнольдса коэффициент теплопередачи для гладкой трубы $K=501$, численном значении $h/s=0,009$ значение коэффициента равно $K=651$, при $h/s=0,026$ величина равна $K=938$, и наконец, при $h/s=0,095$ величина равна $K=1042$ Вт/м²·К. Из результатов исследований видно, что плавно очерченные спиральные турбулизаторы увеличивают контакт газовой и жидкой снаружи труб, а внутри труб теплоотдачу вследствие снижения до минимума толщину ламинарного вязкого подслоя. Особо следует подчеркнуть эффективность конструктивного воздействия на поток теплоносителя. Естественно, чем удобообтекаема конструкция турбулизатора, тем ниже гидравлическое сопротивление, и соответственно низкие энергетические затраты на прокачку теплоносителя. Общеизвестно, что интенсификация тепло- и массообмена приводит к уменьшению массы, габаритных размеров и повышению её эффективности.

В заключении следует отметить, абсорбционные колонны в производстве кальцинированной соды, как правило состоят из абсорбционных и холодильных зон. Интенсификация теплообмена при отводе теплоты реакции позволит уменьшить долю холодильной зоны и увеличить долю абсорбционной зоны, что естественно приведет к повышению производительности колонны по готовому продукту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзюбенко Б.В., Кузьма-Кичта Ю.А., Кутепов А.М. и др. Интенсификация тепло- и массообмена в энергетике. – М: ФГУП ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2003.-232 с.
2. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Мякочин А.С. Эффективные теплообменные поверхности. - М:Энергоатомиздат, 1998. – 242 с.
3. Александров Н.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. – М.: Химия, 1978. – 280 с.
4. Башаров М.М., Лаптев А.Г. Энергосбережение в производстве фенола // Вестник КГЭУ. – 2010. – № 3. – С.8-14.
5. Гортышов Ю.Ф., Олимпиев В.В. и др. Теплогидравлический расчет и проектирование оборудования с интенсифицированным теплообменом. – Казань: изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2009. – 531 с.
6. Мавлонов Э.Т., Нурмухамедов Х.С., Рахманова М.И. и др. Интенсификация теплообмена в холодильной зоне абсорбционных колонн // ИФЖ, 2023.– т. 96. – № 2. – С. 415-421.