

Расчеты показали, что с помощью солнечного водонагревателя с поглощающей поверхностью 10 м^2 в климатических условиях Беларуси за сезон может быть нагрето не менее 60 м^3 воды. Экономия энергоресурсов за счет этого составит порядка $2500 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: Справочник / Под. общ. ред. А. В. Клименко и В. М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2007 – 527 с.
2. Справочник по климату СССР. Вып. 7. Белорусская ССР. Ч.1. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 65 с.
3. Справочник по климату СССР. Вып. 7. Белорусская ССР. Ч.2. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 246 с.
4. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. – Мн.: Ин-т геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.

УДК 66.081.2; 66.048.3

Н. П. Саевич, доц., канд. техн. наук;
Д. Г. Калишук, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

НЕКОТОРЫЕ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТОВ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА РЕКТИФИКАЦИОННЫХ И АБСОРБЦИОННЫХ АППАРАТОВ

Одним из важнейших этапов технологических расчетов абсорбционных и ректификационных аппаратов является определение расходов фаз. Для абсорбционных аппаратов, как правило, неизвестной величиной является расход поглотителя, для ректификационных – взаимосвязанные расходы пара и флегмы.

Расход поглотителя вычисляют через его минимальное значение L_{\min} , которое соответствует средней движущей силе процесса, стремящейся к нулю. Для противоточных абсорберов в большинстве случаев это условие соответствует достижению конечного содержания абсорбата в отработанном поглотителе X_k равного его равновесной величине X_k^* . Значение X_k^* определяется аналитически либо графическим путем.

Для ректификационных аппаратов расходы жидкой и паровой фаз рассчитываются с использованием значения флегмового числа. Для определения оптимизированного его значения предварительно вычисляют минимальное флегмовое число R_{\min} . Как известно, при R_{\min} средняя движущая сила процесса ректификации стремится к нулю. Указанное условие в большинстве случаев выполняется, если обе рабочие линии касаются линии равновесия на вертикали, характери-

зующей состав жидкого питания x_F . Второй координатой указанной точки касания является состав пара y_F^* , равновесный значению x_F . Величину y_F^* обычно находят графически по диаграмме равновесия.

Упомянутые выше способы определения L_{\min} и R_{\min} являются общеизвестными [1–5] и широко используются в расчетной практике. Однако в некоторых случаях применение данных методов определения минимальных расхода поглотителя и флегмового числа может привести к существенным ошибкам.

Для хорошо растворимых газов линия равновесия имеет явно выраженную кривизну. При выполнении условия $X_k = X_k^*$ рабочая линия процесса может пересекать равновесную, что при проведении абсорбции физически невозможно. В таком случае при расчетах вместо X_k^* следует использовать значение $X_{k\max}$. Величину $X_{k\max}$ определяют графически, применяя метод касательной [3, 4]. Значение $X_{k\max}$ соответствует абсциссе точки пересечения горизонтали Y_n (Y_n – содержание абсорбата в исходной газовой смеси) с касательной к линии равновесия.

При некоторых сочетаниях составов питания и продуктов разделения и форме линии равновесия флегмовое число, рассчитанное через y_F^* не является минимальным. Это наблюдается, если одна или обе рабочие линии пересекают линию равновесия. В указанных случаях условие достижения минимальной движущей силы определяется графически методом касательной [1, 2]. При расчетах R_{\min} вместо y_F^* подставляют y_F' . Значение y_F' определяется как ордината точки пересечения вертикали x_F и касательной к линии равновесия. Использование метода касательной для определения L_{\min} и R_{\min} в литературе упоминается фрагментарно и, как правило, без надлежащих пояснений и примеров. В пособии [6] авторами изложена систематизированная и подробная информация по использованию указанного метода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – М.: Альянс, 2007. – 576 с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
3. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: в 2 кн. / В. Г. Айнштейн [и др.] – М.: Логос: Высшая школа, 2002. – Кн. 2. – 872 с.
4. Рамм, В. М. Абсорбция газов / Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
5. Александров, И. А. Ректификационные и абсорбционные аппараты: Методы расчета и основы конструирования / Изд. 3-е, пере-

раб. – М.: Химия, 1978. – 280 с.

6. Процессы и аппараты химической технологии. Расчет и проектирование массообменных аппаратов: учеб. пос. для студ. учреждений высш. образ. по химико-технол. специальностям/ Д.Г. Калишук [и др.]. – Минск: БГТУ, 2014. – 498 с.

УДК 666.691 О. А. Петров, доц., канд. техн. наук (БГТУ, Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Благодаря многим полезным и уникальным свойствам ультразвук находит все более широкое применение в производстве (эмульгирование, диспергирование, экстрагирование, перемешивание, дегазация, растворение, ускорение химических реакций, очистка поверхностей, полировка, сварка, разрушение, дефектоскопия, экструзия, литьевое формование, коагуляция, очистка газов, пеногашение, сушка и др.).

Для проведения исследований нами была использована ультразвуковая установка, в которой электрические колебания ультразвуковой частоты, генерируемые транзисторным генератором, преобразуются пьезоэлектрическим излучателем в механические упругие колебания и через волновод передаются в рабочую среду. Первая часть экспериментов была направлена на получение водомаслянных эмульсий, которые применяются в качестве СОЖ, рабочих жидкостей в гидроприводах и др. В результате были получены полустабильные эмульсии разных концентраций без использования эмульгаторов. При увеличении времени обработки уменьшался размер капель, увеличивалась стабильность, но время ограничивалось повышением температуры.

Для оценки качества перемешивания используют различные способы, наиболее простой из которых – окрашивание жидкости. В этом случае можно определить не только конечный результат, но и визуально наблюдать линии тока, что важно при оценке интенсивности работы оборудования. Поэтому были проведены эксперименты по перемешиванию воды с пигментами: белый – диоксид титана, жёлтый и красный железистые пигменты – охра и сурик.

Эксперименты подтвердили эффективность ультразвуковой обработки. Далее было предложено конструктивное решение, позволяющее совместить гидродинамическую кавитацию (исследованием сверхкавитационных аппаратов плотно занимались ранее) с ультразвуковой обработкой. Разработана 3D-модель такого аппарата и начаты исследования по программному моделированию гидродинамики с целью оптимизации конструктивных и технологических параметров.