

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ И АБСОРБЦИОННЫХ АППАРАТОВ БОЛЬШОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Калишук Д.Г.

Белорусский государственный технологический университет
г. Минск, Беларусь

Для массообменной колонны, предназначенной для проведения процессов взаимодействия между жидкостью и паром или газом (ректификации и абсорбции), ее расчетный диаметр D_p , м, определяют по следующей зависимости [1, 2]:

$$D_p = \sqrt{\frac{4Q_p}{\pi w_p}}, \quad (1)$$

где Q_p – объемный расход пара (газа) через аппарат при рабочих условиях (температуре и давлении), м³/с;

w_p – расчетная рабочая фиктивная (на все поперечное сечение аппарата) скорость пара (газа), м/с.

В отечественной практике, а также в большинстве стран на постсоветском пространстве действуют ограничения максимально допустимого диаметра стандартизованных колонных аппаратов [3]. Эти максимальные диаметры аппаратов в первую очередь определены максимальными габаритами грузов, без особых условий допускаемых к перевозке железнодорожным транспортом. Установлено, что максимальный диаметр стандартизованных тарельчатых колонн должен быть $D_T \leq 3,6$ м, а насадочных под нерегулярную насадку – $D_T \leq 2,8$ м. Используя приведенные выше данные о максимально допустимых диаметрах колонн и зависимость (1), устанавливаем, что максимальная пропускная способность (максимально допустимый объемный расход) по пару (газу) составляет:

для тарельчатого аппарата Q_{TM} , м³/с,

$$Q_{TM} = 10,18w_p; \quad (2)$$

для насадочного аппарата Q_{NM} , м³/с,

$$Q_{NM} = 6,16w_p. \quad (3)$$

В отраслевом стандарте [3] представлены данные о диапазонах устойчивой работы различных массообменных тарелок, в том числе и о максимально допустимом для них значении фактора газовой нагрузки F_s , Па^{0,5}. Величину F_s вычисляют:

$$F_s = w\sqrt{\rho_y}, \quad (4)$$

где w – фиктивная скорость пара (газа) в при рабочих условиях, м/с;

ρ_y – плотность пара (газа) в при рабочих условиях, кг/м³.

При условии устойчивой и эффективной работы для колпачковых тарелок значение F_s не должно превышать 1,5 Па^{0,5}, для ситчатых – 1,7 Па^{0,5} и для ситчато-клапанных и клапанных – 2,5 Па^{0,5}.

Нагрузку колонны по газу опишем параметром F_q , $\text{кг}^{0.5} \cdot \text{м}^{1.5}/\text{с}$:

$$F_q = SF_s = Q\sqrt{\rho_y}, \quad (5)$$

где S – площадь поперечного сечения колонны, м^2 ;

Q – объемный расход газа при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{с}$.

Принимая во внимание формулу (2), устанавливаем, что максимально допустимый расход пара (газа) через тарельчатый массообменный аппарат составляет:

при наличии в нем колпачковых тарелок $\frac{15,3}{\sqrt{\rho_y}} \text{ м}^3/\text{с}$;

при наличии в нем ситчатых тарелок $\frac{17,3}{\sqrt{\rho_y}} \text{ м}^3/\text{с}$;

при наличии в нем ситчато-клапанных и клапанных тарелок $\frac{25,5}{\sqrt{\rho_y}} \text{ м}^3/\text{с}$.

При получении значения $D_p > 2,8$ м для насадочного аппарата следует вывод: требуется установка нескольких таких аппаратов параллельно. Их расчетное количество $N_{\text{рн}}$, штук, определяют следующим образом:

$$N_{\text{рн}} = \frac{S_p}{S_{\text{нм}}} = \frac{\pi D_p^2}{\pi \cdot 2,8^2} = 0,128 D_p^2, \quad (6)$$

где S_p и $S_{\text{нм}}$ – площади поперечного сечения аппаратов, расчетная и насадочного, при его максимальном диаметре, м^2 .

По аналогии при $D_p > 3,6$ м для тарельчатого аппарата расчетное количество таких параллельно установленных аппаратов $N_{\text{рт}}$, штук, определяют:

$$N_{\text{рт}} = \frac{S_p}{S_{\text{тм}}} = 0,077 D_p^2, \quad (7)$$

где $S_{\text{тм}}$ – площадь поперечного сечения тарельчатого аппарата при максимальном диаметре, м^2 .

Разумеется, вычисленные по формулам (6) и (7) значения $N_{\text{рн}}$ и $N_{\text{рт}}$ округляют до целого с запасом, принимая таким образом действительное число параллельно установленных аппаратов N_d , штук. Расчетный диаметр каждого из параллельно устанавливаемых аппаратов $D_{\text{рп}}$, м, вычисляют по формуле:

$$D_{\text{рп}} = \frac{D_p}{\sqrt{N_d}}. \quad (8)$$

Анализ приведенной информации показал, что массообменная установка будет включать не более двух параллельно установленных колонных аппаратов, если $D_p \leq 3,95$ м (насадочные аппараты) и $D_p \leq 5,10$ м (тарельчатые аппараты).

Список использованных источников

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Альянс, 2004. 751 с.
2. Рамм В. М. Абсорбция газов. М.: Химия, 1976. 656 с.
3. Колонные аппараты: Каталог. М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1987. 28 с.
4. ОСТ 26-01-125-81. Тарелки стальные колонных аппаратов. М.: 1981. 16 с.