

УДК 621.575.9

Методика расчета аппарата адиабатного вскипания водного раствора бромистого лития

Канд. техн. наук Г.В. КУРИЛОВ, В.В. МОСТИЦКИЙ, С.И. ПЫЖОВ
ВНИИЧерметэнергоочистка

The technique for the design of the apparatuses of adiabatic boiling of lithium bromide superheated aqueous solution (determination of the dimensions of the apparatus and the number and the size of the devices for the solution outflow) is presented.

При расчете аппаратов холодильных бромистолитиевых машин и теплохолодильных агрегатов (ТХА) необходимо иметь надежную методику расчета аппаратов адиабатного вскипания водного раствора бромистого лития.

Такая методика разработана в результате проведенных исследований в Донецком филиале ВНИИЧерметэнергоочистка.

Расчет аппарата адиабатного вскипания перегретого водного раствора бромистого лития заключается в определении размеров аппарата и числа и размеров устройств истечения раствора.

Для определения числа устройств истечения (форсунок, сопел и т.д.) необходимо предварительно выбрать диаметр их проходного сечения.

При многоступенчатой регенерации водного раствора бромистого лития в каждой ступени имеется небольшой перепад температур, при котором струя жидкости не распадается.

Для увеличения поверхности испарения целесообразно по возможности максимально уменьшать диаметр отверстий при росте их числа.

При больших перепадах температур (более 15 °С), т.е. при протекании процесса вскипания в распавшейся струе, расчеты ведутся с определенными допущениями в связи с трудностями правильного определения поверхности испарения.

Общая последовательность расчета такова.

Задаваясь диаметром отверстий 3 – 5 мм, определяют индекс испарения по формуле

$$n = 5,04 \cdot 10^{19} p_{\text{км}}^{-0,49} \Delta t^{0,55} \xi^{-11} d_c^{0,36}, \quad (1)$$

где $p_{\text{км}}$ – давление в камере, кг/см²;

Δt – разность температур в начале и в конце струи, °С;

ξ – концентрация раствора, %;

d_c – диаметр сопла, м.

Из формулы

$$\beta = 1 - e^{-\sigma}, \quad (2)$$

где σ – параметр испарения, находят σ , принимая

$$\beta = 0,98 - 0,99;$$

$$\sigma = \ln[1/(1 - \beta)]. \quad (3)$$

Длина струи L (м) определяется из выражения:

$$\sigma = n L. \quad (4)$$

Из формулы

$$\sigma = \alpha S_n (W_c/c), \quad (5)$$

где α – коэффициент пропорциональности, характеризующий передачу тепла от жидкой фазы паровой, Дж/(м²·К);

S_n – поверхность испарения распавшейся струи, м²;

W_c – секундный расход жидкости через сечение сопла, кг/с;

c – теплоемкость жидкости, Дж/(кг·К), определяем произведение αS_n .

Значение α для случая распавшейся струи определяем при параметрах раствора, соответствующих данному расчету, по формуле

$$\alpha = 3,41 \cdot 10^{-10} \text{Re}^{2,5} \text{Pr}^{0,7} (\lambda/d_c), \quad (6)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Дж/(м·К·с).

Для распавшейся струи вычисляем условную поверхность испарения по формуле

$$S_p = 9,33 \cdot 10^{-10} S_n t_1^{5,2} L^{-0,95}, \quad (7)$$

где t_1 – температура перегрева перед соплом, °С.

Далее определяем коэффициент испарения по формуле

$$K_n = 1,47 \cdot 10^6 t_1^{-3,78} \Delta p^{2,5}, \quad (8)$$

где $\Delta p = p_1 - p_{\text{км}}$ – разность давлений перед соплом и в камере, кг/см².

Затем находим выпар с поверхности одной струи по формуле

$$D_1 = K_n S \Delta t. \quad (9)$$

Зная величину общего выпара, определяем число отверстий:

$$N_b = D_{\text{общ}}/D_1. \quad (10)$$

Расход раствора через одно отверстие:

$$g = \mu f_{\text{сеч}} \sqrt{(2\Delta p)/\rho}, \quad (11)$$

где μ – коэффициент, учитывающий потери скорости и неравномерности от распределения по сечению;

$f_{\text{сеч}}$ – площадь проходного сечения отверстия, м²;

ρ – плотность раствора, кг/м³.

Исходя из общего расхода раствора, получим число отверстий для обеспечения необходимого расхода через них:

$$N_p = G_p/g. \quad (12)$$

Методом последовательных приближений, изменяя диаметр отверстий, добиваемся равенства $N_b = N_p$.

Затем определяем геометрические размеры аппарата.

Сечение аппарата рассчитываем из условий обеспечения необходимой скорости пара (2...4 м/с) в паровом пространстве.

Общая высота аппарата равна сумме длины струи, высоты слоя раствора на дне аппарата, высоты устройств истечения и высоты парового пространства. Длина струи берется из расчета. Высоту парового пространства принимаем равной 0,2...0,3 м. Высоту устройств истечения принимаем из конструктивных соображений.

Все примененные в расчете формулы выведены по результатам экспериментов, при обработке которых получены высокие коэффициенты корреляции, что позволяет рекомендовать данную методику для практического использования.