

ПРЕДПОСЫЛКИ К ОПТИМИЗАЦИОННОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН БЛОКА РЕГЕНЕРАЦИИ МЕТАНОЛА

Д.А. Захаров, Я.Э. Михайловский

Метанол, как ингибитор, способствующий разрушению гидратов, широко применяется в газопереработке. При подаче метанола в скважины и шлейфы и последующей осушке газа на установках низкотемпературной сепарации или в абсорберах одновременно с водой поглощается и метанол. Выделение метанола из воды осуществляется на установках регенерации метилового спирта в ректификационных колоннах.

Ключевыми параметрами при моделировании ректификационных колонн являются число теоретических тарелок (или число единиц переноса) и оптимальное флегмовое число. Использование ЭВМ для расчета колонн заставляет перейти от традиционного графического к аналитическому методу определения числа теоретических тарелок или единиц переноса.

Равновесная линия для системы метанол – вода на определенных участках может быть аппроксимирована прямой с уравнением $Y' = K_1X + b_1$. Ошибка за счет условного спрямления линии равновесия в пределах одного участка невелика и вполне допустима при подобных расчетах.

Рабочая линия также является прямой с уравнением $Y = K_2X + b_2$. При этом для концентрационной части колонны: $K_2 = R/(R + 1)$, $b_2 = X_D/(R + 1)$; для отгонной части колонны: $K_2 = (R + F)/(R + 1)$, $b_2 = -X_W(F - 1)/(R + 1)$, где R – флегмовое число; F – число питания; X_D и X_W – мольное содержание легколетучих веществ в дистилляте и в кубовом остатке.

Тогда число теоретических тарелок n и число единиц переноса m для каждого участка удобно определять по уравнениям:

$$n_y = \frac{1}{\ln(K_1/K_2)} \ln \frac{Y_k + c/a}{Y_n + c/a}; \quad n_x = \frac{1}{\ln(K_1/K_2)} \ln \frac{X_k + c'/a'}{X_n + c'/a'};$$

$$m_y = \frac{1}{a} \ln \frac{Y_k + c/a}{Y_n + c/a} = \frac{1}{a} \ln \frac{X_k + c'/a'}{X_n + c'/a'}; \quad m_x = \frac{1}{a'} \ln \frac{Y_k + c/a}{Y_n + c/a} = \frac{1}{a'} \ln \frac{X_k + c'/a'}{X_n + c'/a'},$$

где $a = (K_1 - K_2)/K_2$; $c = (b_1 - b_2)/K_2$; $a' = (K_1 - K_2)/K_1$; $c' = (b_1 - b_2)/K_1$; Y_n , Y_k , X_n , X_k – начальное и конечное мольное содержание легколетучих компонентов в паровой и в жидкой фазах на рассматриваемом участке.

Подобные расчеты выполняются для всех участков равновесной линии и для каждого рабочего флегмового числа $R_i = R_{min}\beta_i$, где R_{min} – минимальное флегмовое число, $R_{min} = (X_D - Y_F^*)/(Y_F^* - X_F)$; X_F , Y_F^* – мольное содержание легколетучих веществ на тарелке питания; β_i – коэффициент избытка флегмы.

Затем строится график зависимости $f(R_i) = m_i(R_i + 1)$. Так как первый множитель характеризует капитальные затраты, а второй – эксплуатационные, то минимум на графике соответствует значению оптимального флегмового числа.