

Методика расчета расходов природного газа на вытеснение сжиженных углеводородов

Кривошеев Ю.К.

Белорусский национальный технический университет

Расход природного газа при вытеснении сжиженных углеводородов (СУГ) состоит из двух частей: расход на заполнение объема вытесненной жидкости и расход на растворение метана в вытесняемом СУГ. Первая часть этого расхода зависит только от объема резервуара и давления вытеснения, вторая – ещё и от времени вытеснения. В конце вытеснения СУГ весь опорожняемый резервуар заполнен паровой фазой, в которой парциальное давление метана равно p_M и полная масса метана в резервуаре определяется из уравнения Клапейрона-Менделеева. Так как при подавливании природным газом наблюдается проникновение метана в СУГ, а не наоборот, то эта масса должна быть доставлена из источников наддува. Вторая составляющая расхода природного газа определяется исходя из того, что количество молей метана N , продиффундировавшего в СУГ за время t через площадь поверхности жидкой фазы S определяется следующим образом

$$N = 2(C_{MS} - C_0)S \sqrt{\frac{Dt}{\pi}}$$

Здесь C_{MS} – объёмная концентрация метана на поверхности жидкой фазы.

Переходя от количества молей к массе, пренебрегая начальной концентрацией метана по сравнению с концентрацией насыщения C_{MS} , суммируя обе составляющие расхода природного газа, получим полный его расход

$$M = p_M \mu_M \left(\frac{V}{RT} + \frac{2S}{F_M(p, T) v_M} \sqrt{\frac{Dt}{\pi}} \right),$$

Чтобы рассчитать расход метана, необходимо задать объем резервуара V , максимальную площадь поверхности жидкой фазы S (площадь проекции резервуара на горизонтальную плоскость), парциальное давление метана при вытеснении p_M , температуру СУГ T , время вытеснения t . Коэффициент диффузии D можно определить по известной температуре и составу СУГ или взять среднее значение $D = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$. Средний молекулярный объем СУГ v_M легко рассчитать. Функция фугитивности метана $F_M(p, T)$ рассчитывается по известной температуре и давлению в паровой фазе p .