

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РТУТНО-СУРЬЯНОГО КОНЦЕНТРАТА

В технологической цепи обработки ртутно-сурьмяного концентрата — продукта обогащения одноименных руд — важной подготовительной операцией является сушка. Для обоснования выбора метода сушки и расчета кинетики процесса наряду с физико-химическими свойствами материала необходимо знать также его тепломассообменные характеристики и гигроскопические свойства. С целью экспериментального исследования последних величин в условиях атмосферного давления тензиметрическим методом и в условиях вакуума на специальной вакуум-сорбционной установке с пружинными кварцевыми весами определялись значения равновесного влагосодержания U_p ртутно-сурьмяного концентрата при различных температурах t и относительных влажностях φ воздуха.

По полученным данным были построены изотермы сорбции, которые по своему характеру не отличаются от типичных аналогичных кривых для других материалов. Хотя ртутно-сурьмяный концентрат поглощает влагу в незначительных количествах, скорость поглощения оказалась довольно высокой. Так, предельное влагосодержание, полученное при $t = 30^\circ\text{C}$ и $\varphi = 95\%$ в случае использования вакуум-сорбционного метода, составило всего лишь 1,4%. При более низких t и φ получены еще меньшие значения U_p . Что касается скорости поглощения, то при тензиметрическом методе уже через несколько суток устанавливалось равновесное влагосодержание, а при вакуум-сорбционном еще быстрее — через 1 — 2 часа.

Однако изотермы сорбции, полученные в вакууме и в атмосферных условиях, различаются между собой. Причем значения U_p в первом случае получены значительно более высокими. Для вышеприведенных условий при тензиметрическом методе получено U_p равным 0,85%. Отмеченное различие вызвано несколькими причинами. В условиях вакуума водяные пары контактируют непосредственно с материалом, так как в микрокапиллярах отсутствует воздух. В атмосферных условиях заземленный воздух препятствует процессу сорбции и, кроме того, сам поглощает некоторую часть водяного пара, уменьшая тем

самым долю влаги, поглощенной материалом. Следует также учитывать, что в условиях вакуума общее давление является переменной величиной, зависящей от относительной влажности воздуха.

Как известно, при сушке материала теплота расходуется не только на испарение влаги, но также на преодоление энергии связи влаги с материалом E . Причем величина E зависит от формы связи влаги с материалом и с понижением его влагоудержания увеличивается, и наоборот. У поверхности материала, насыщенной влагой, т.е. когда $\varphi = 1$, $E = 0$.

Работа, которую необходимо затратить для разрушения связи одного кгмоля воды с материалом, определяется по формуле

$$L = -R_{\mu} T \ln \varphi = -E, \quad (1)$$

где R_{μ} - универсальная газовая постоянная.

Расчет, выполненный по формуле (1), при различных значениях T и φ с использованием наших экспериментальных данных показал, что при влагосодержании $u > 1,2\%$ ($t = 30^{\circ}\text{C}$) расход тепла на преодоление энергии связи влаги с материалом не превышает 5% от общего расхода тепла на сушку и поэтому его можно не принимать во внимание. При снижении же влагосодержания в интервале $u = 1,2 \pm 0,0\%$ расход тепла на преодоление энергии связи влаги с материалом уже составляет в среднем 9,2% от общего расхода тепла и, следовательно, это тепло необходимо учитывать.

В гигроскопической области потенциалом влагопереноса является химический потенциал μ . Его величина численно равна энергии связи влаги с материалом E . На основе полученных изотерм сорбции и рассчитанных значений химического потенциала переноса была построена зависимость $\mu = f(u)_T$ для различных температур, имевших место в опытах. Указанная зависимость была использована для определения одного из основных коэффициентов переноса - удельной изотермической массоемкости C'_m . Ее величина определялась по формуле

$$C'_m = \left(\frac{\partial \mu}{\partial u} \right)_T \quad (2)$$

путем графического дифференцирования зависимости $\mu = f(u)_T$.

Анализ полученных значений показывает, что C_m' для ртуть-сурьмяного концентрата зависит как от влагосодержания материала, так и температуры, увеличиваясь с повышением каждой из указанных величин. Так, например, при $t = 60^\circ\text{C}$ в интервале $U_p = 0,2 \cdot 10^{-2} + 0,8 \cdot 10^{-2}$ кг/кг удельная изотермическая массоемкость возрастает почти по прямой от $0,6 \cdot 10^{-9}$ до $2,6 \cdot 10^{-9}$ кгмоль/дж.

Таким образом, ввиду значительного различия значений U_p , полученных тензиметрическим и вакуум-сорбционным методами, а следовательно, и вычисляемых тепломассообменных характеристик, последние следует применять при соответствующих давлениях.