

ПОГЛОЩЕНИЕ ВОДЫ ХЕМОСОРБЦИОННЫМИ ВОЛОКНАМИ В РАЗЛИЧНЫХ ИОННЫХ ФОРМАХ

А.В. Астапов¹, О.И. Долматова², Н.А. Попов¹¹Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, Воронеж, Россия²Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

Практическая значимость волокон как ионообменных материалов определяется их высокоразвитой активной поверхностью. Это облегчает доступ реагентов к активным центрам волокон. Удельная поверхность волокон достигает 130–400 м²/кг, что гораздо больше, чем для зернистых ионитов. Ионообменные волокна широко используются для химической и механической очистки водных систем. Процессы ионного обмена протекают на волокнах при поглощении ими воды, поэтому для объяснения механизма данных процессов необходимо знать состояние воды в фазе ионообменника.

Объектами исследования служили хемосорбционные волокна ВИОН КН-1 и КС-3 с функциональными группами – COOH и – SO₃ H, соответственно. Волокна переводили в Ni²⁺ и Co²⁺ формы.

Изотермы сорбции паров воды получали при 298 К выдерживанием навесок волокна над насыщенными растворами солей с различной активностью водяного пара (a_w) до установления равновесия. Диапазон активности паров воды составлял от 0,111 до 0,980.

Полученные изотермы имеют s-образный вид. Каждая изотерма может быть разделена на три участка, что свидетельствует о разном механизме взаимодействия молекул воды с волокном при различном значении a_w . При низкой активности паров наблюдается резкое увеличение сорбции воды. Это связано с гидратацией противоионов Ni²⁺ и Co²⁺, а также функциональных групп волокна. При этом возникает монослой адсорбированных молекул воды, притягивающий дополнительные молекулы воды, которые образуют последующие слои, что отражается более пологим участком на изотермах сорбции в области средних значений активности паров. При высоких значениях a_w наблюдается осмотическое поглощение воды.

Природа ионов Co²⁺ и Ni²⁺, насыщающих волокна по-разному влияет на характер изотерм сорбции паров воды. Никелевая форма ВИОН КН-1 поглощает большее количество воды, чем Co²⁺ форма во всем диапазоне активностей водяных паров. Для волокна ВИОН КС-3 наблюдается обратная картина. Количество воды, поглощаемой кобальтовой формой, превышает таковое для Ni²⁺ формы.

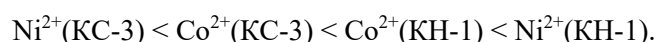
Природа волокон и их функциональных групп также влияет на количественные характеристики воды. Изотермы сорбции паров воды ионными формами волокна КН-1 расположены выше, чем для аналогичных форм КС-3.

Из полученных изопиест вычислены значения свободной энергии Гиббса гидратации ионных форм волокон КН-1 и КС-3 по формуле:

$$\Delta G_{\text{гидр}} = nRT \ln a_w - RT \int_0^{a_w} n \, d \ln a_w$$

где n – количество моль воды на эквивалент фиксированных групп.

Величина $\Delta G_{\text{гидр}}$ возрастает в следующем порядке:



Наибольшие изменения $\Delta G_{\text{гидр}}$ для Ni²⁺ и Co²⁺ форм КН-1 наблюдается до сорбции 2,5 моль воды, а для этих же форм КС-3 до 3,5 моль воды на моль функциональных групп. Дальнейшее поглощение воды волокнами сопровождается незначительным изменением величины $\Delta G_{\text{гидр}}$.

Таким образом, количество воды поглощенное волокнами ВИОН КН-1 и КС-3 зависит от их ионной формы и от природы функциональных групп.