

ГИДРАТАЦИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ СУЛЬФАТОВ D-МЕТАЛЛОВ

Сухарева Н.И., Герасимова Н.П., Иванова И.Н., Огородников В.А.
Могилёвский государственный университет продовольствия,
г. Могилев, Республика Беларусь

Целью настоящей работы является исследование концентрационной зависимости количественных характеристик процесса гидратации в водных растворах сульфатов d-металлов. Количественными характеристиками процесса гидратации электролита в водных растворах в настоящей работе являются числа гидратации (n) и параметры, определяющие взаимодействие ионов с растворителем (B). Указанные параметры получены в результате графического анализа (линейной аппроксимации) функциональной зависимости $1/(\eta/\eta_0 - 1) = f(1/x^0)$ [1], где η и η_0 - вязкости раствора и растворителя, x^0 - мольная доля электролита. Линейная аппроксимация проводилась в узких диапазонах концентраций. Величина достоверности аппроксимации (R^2) изменялась в пределах 0,9980 – 1,0. Усреднение в широких диапазонах концентраций может привести к потере понимания механизма гидратации.

Динамическую вязкость определяли капиллярным методом в растворах следующих веществ: сульфата цинка $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, сульфата меди (II) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, сульфата никеля (II) $NiSO_4 \cdot 7H_2O$, сульфата кобальта (II) $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, сульфата марганца (II) $MnSO_4 \cdot 5H_2O$, сульфата кадмия (II) $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$. Следует отметить, что обязательным условием подобного графического анализа является большой набор экспериментальных точек динамической вязкости электролита.

Результаты оценки координационных чисел гидратации в растворах сульфатов d-металлов и эмпирического коэффициента B представлены в таблице.

Таблица. Параметры B и n в растворах сульфатов d-металлов при 20°C

Формула соли	Молярная концентрация C , моль/л									
	0,1		0,5		1,0		2,0		3,0	
	B	n	B	n	B	n	B	n	B	n
$ZnSO_4$	25,9	28,8	38,5	2,2	36,8	15,3	36,8	15,3	65,8	8,7
$CuSO_4$	37,5	18,0	45,9	-4,6	38,5	11,6	-	-	-	-
$CoSO_4$	40,0	23,7	61,3	-7,0	43,9	9,6	47,6	7,1	-	-
$MnSO_4$	30,1	33,9	41,5	-7,2	35,0	15,6	37,3	11,6	55,6	11,3
$NiSO_4$	29,6	25,1	35,0	21,6	39,5	16,7	50,9	13,0	-	-
$CdSO_4$	29,0	13,9	37,3	12,9	38,3	13,0	42,7	13,0	-	-

Отрицательные значения чисел гидратации получены для растворов сульфата кобальта, сульфата меди и сульфата марганца (табл.). Можно предположить, что интервал молярных концентраций 0,4 - 0,7 моль/л является границей между наличием в растворе гидрато – разделенных и контактных ионных пар для трех указанных электролитов. Таким образом, зависимость вязкости раствора от мольной доли сольватированных частиц позволяет определить граничную концентрацию, разделяющую неконтактные и контактные ионные пары. Числа гидратации в гидрато – разделенных ионных парах значительно больше, чем в контактных ионных парах, а энергия взаимодействия ионов электролита с растворителем меньше.

Параметры B и n в водных растворах сульфата кадмия мало зависят от концентрации (табл.). Данное явление можно объяснить большим радиусом кадмия и слабым магнетизмом его катиона. Известно, что катионы с большим радиусом слабо гидратируются.

1. И.А. Есикова. Ж. физ. химии, 1987, 61, 2553-2556.