

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH В РАСТВОРАХ С ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ФТОР-ИОНОВ

А. А. Колесникова, В. Э. Бембеева

Научный руководитель – к.т.н., доцент отделения ядерно-топливного цикла А. С. Кантаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, просп. Ленина 2, aak277@tpu.ru

Ввиду самой сильной среди прочих химических элементов электроотрицательности и маленького атомного радиуса фтор оказывает сильное и порой агрессивное влияние на различные соединения. Такое влияние фторидов можно объяснить тем, что при наличии водяного пара образуется фтористо-водородная кислота, которая разрушает решетку  $\text{SiO}_2$  с выделением  $\text{SiF}_4$ . Фториды ускоряют процессы диссоциации  $\text{CaCO}_3$ , способствуют разложению глинистых минералов, уменьшают прочность цемента при концентрации фторид-ионов более 0,5–0,6 % и т. п. Поэтому важно точно знать концентрацию фторид-ионов в технических растворах.

Присутствие в растворе ионов фтора влияет на ЭДС, поэтому для определения концентрации ионов в жидких растворах возможно использование методов ионометрии. Этот способ основан на использовании ионоселективных электродов, в них основным элементом которых служат мембраны, которые способны избирательно пропускать ионы только одного определенного вида [1].

В методиках ионометрии в качестве измерительной функции чаще всего используют зависимость ЭДС от концентрации ионов, для этого строят градуировочный график.

Методика ионометрического анализа [2]:

**Таблица 1.** Данные для приготовления градуировочных растворов

Концентрация фторид-ионов, моль/л	Объем раствора фторида аммония (1–15 %), мл	Объем воды, мл
$0,27 \cdot 10^{-3}$	0,995 (1 %)	999,005
$1,4 \cdot 10^{-3}$	0,985 (5 %)	999,015
$2,7 \cdot 10^{-3}$	0,970 (10 %)	999,030
$4,1 \cdot 10^{-3}$	0,965 (15 %)	999,035

**Таблица 2.** Результаты градуировки

Концентрация фторид-ионов, моль/л	ЭДС <sub>1</sub> , мВ	ЭДС <sub>2</sub> , мВ	ЭДС <sub>3</sub> , мВ	ЭДС <sub>сред.</sub> , мВ
$0,27 \cdot 10^{-3}$	0,419	0,420	0,421	0,420
$1,4 \cdot 10^{-3}$	0,446	0,442	0,447	0,445
$2,7 \cdot 10^{-3}$	0,462	0,461	0,463	0,462
$4,1 \cdot 10^{-3}$	0,481	0,486	0,485	0,484

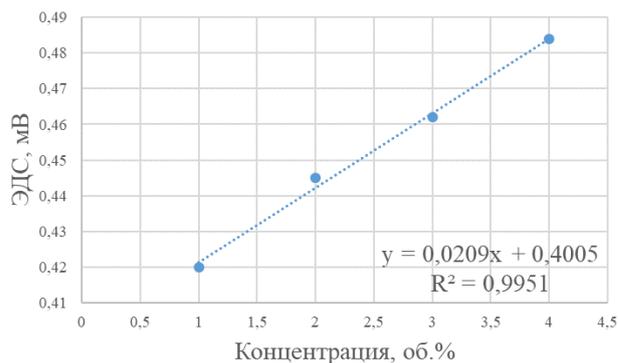
1) Подготовка к измерениям: приготовление стандартных растворов фторида аммония, буферных растворов общей ионной силы;

2) Измерение потенциалов растворов и построение градуировочной зависимости;

3) Измерение потенциалов в растворах и определение содержания фторид-ионов в пробе.

В таблице 1 приведены данные расчета для приготовления растворов фторида аммония для построения градуировочного графика

После серии измерений был построен график градуировочной зависимости. Путем усреднения значений каждой серии получены следующие данные (таблица 2).



**Рис. 1.** Градуировочный график зависимости ЭДС от концентрации фторид-ионов

По данным таблицы 2 был построен график зависимости ЭДС от концентрации ионов фтора. Здесь по оси абсцисс указаны концентрации (в процентах от 1 до 15) растворов, из которых были приготовлены конечные растворы, по оси ординат значения ЭДС.

### Список литературы

1. *Роганов В. А., Степанов А. Г., Коваленко Г. А. Метод. Пособие Потенциометрия, Новосибирск: Новосибирский ун-т, 2007. – 52 с.*
2. *Голованов В. И. Погрешности линейной аппроксимации в прямой ионометрии, 2013. – Т. 5. – № 1. – С. 16.*
3. *Иванов И. И. // Журн. аналит. химии, 2001. – Т. 56. – № 1. – С. 1–5.*
4. *Практическое описание методов измерения рН // Изд-во Mettler-Toledo AG, 2007. – 52 с.*

По данному графику (рисунок 1) возможно определение концентрации ионов фтора в растворах, с заранее неизвестным содержанием фторид-ионов – технических растворах.

## СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИГАЛОГЕНИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ *p*-ЭЛЕМЕНТОВ

Н. А. Коробейников<sup>1,2</sup>

Научный руководитель – к.х.н., с.н.с. А. Н. Усольцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН  
630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 3, Новосибирск.

<sup>2</sup>Новосибирский национальный исследовательский государственный университет  
korobeynikov@niic.nsc.ru

Всё большее внимание ученых привлекают галогенидные комплексы *p*-элементов 14–16 групп. Среди особенностей данного класса соединений отмечено выдающееся разнообразие структурных типов, а также потенциально применимые физические свойства: иодидные комплексы свинца и других элементов постепенно находят применение в качестве компонентов фотовольтаических материалов [1, 2].

Возможность получения полигалогенметаллатов *p*-элементов была обнаружена около пятидесяти лет назад [3]. Характерной особенностью данных соединений (рис. 1) является наличие в кристаллической структуре полигалогенидного фрагмента, нековалентно связанного с анионами галогенидных комплексов металлов. Полигалогенметаллаты также могут проявлять физические свойства, интересные с точки зрения потенциального применения.

В рамках данного исследования изучены закономерности формирования полигалогенидных комплексов *p*-элементов, а также их физические свойства.

В результате проведённых экспериментов получена серия полииодидов висмута с катионами – производными пиридина. Из спектров

диффузного отражения была рассчитана ширина запрещенной зоны. Отмечено, что присутствие с кристалле фрагментов  $\{I_2\}$  значительно уменьшает значения ШЗЗ по сравнению с иодовисмутатами, полученными ранее [4]. Исследована возможность синтеза полигалогенидных соединений Sn (IV) состава  $Cat_2\{[SnBr_6](X_2)\}$  ( $X_2 = Br_2, I_2$ ), изучены их структурные особенности, термическая стабильность, а также оптические свойства.

Установлены закономерности формирования полихлорометаллатов различных элементов (Pb, Sn, Bi, Se) – соединений, содержащих в кристаллической структуре молекулы хлора. До начала нашей работы был структурно охарактеризован только один полихлорид Pd [5]. По данным термогравиметрии показано, что соединения общего состава  $TMA_2\{[MCl_6](Cl_2)\}$  (TMA – катион тетраметиламмония) проявляют особенно высокую термическую стабильность (по меньшей мере, до 150 °C).

Структурные особенности полученных соединений были определены методом рентгеноструктурного анализа. Для исследования природы галогенной связи в твердом теле, все