

## ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ВАНАДИЯ ИЗ СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ НОВЫМ ИОНИТОМ С АМИНО- И ФОСФИТНЫМИ ГРУППАМИ

*Бекчанов Давронбек Жумазарович*

*д-р хим. наук, доцент, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,  
Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [bekchanov100987@mail.ru](mailto:bekchanov100987@mail.ru)*

*Мухамедиев Мухтаржан Ганиевич*

*д-р хим. наук, проф., Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,  
Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [mmukhamediev@mail.ru](mailto:mmukhamediev@mail.ru)*

## EXTRACTION OF VANADIUM IONS FROM SULFURIC ACID SOLUTIONS WITH NEW IONITS AMINE- AND PHOSPHITE GROUPS

*Davronbek Bekchanov*

*doctor of chemical sciences, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,  
Uzbekistan, Tashkent*

*Mukhtarjon Mukhamediev*

*doctor of chemical sciences, professor, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,  
Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

Изучена кинетика и термодинамика процесса сорбции ионов ванадия (V) ионитом на основе суспензионного поливинилхлорида с амино- и фосфитными группами. Высокая дисперсность ионитов доказана методами растровой электронной микроскопии. Показана возможность использования полученного ионита для извлечения ионов ванадия (V) из сернокислых растворов.

### ABSTRACT

The kinetics and thermodynamics of the sorption of vanadium (V) ions by ion exchanger based on suspension polyvinyl chloride with amino and phosphonic groups have been studied. The high dispersion of the ion exchangers has been proven by scanning electron microscopy. The possibility of using the obtained ion exchanger for the extraction of vanadium (V) ions from sulfuric acid solutions is shown.

**Ключевые слова:** ионообменный материал, дисперсность, электронная микроскопия, ионы ванадия, хемосорбция, термодинамические функции, экология.

**Keywords:** ion-exchange material, dispersion, electron microscopy, vanadium ions, chemisorption, thermodynamic functions, ecology.

### ВВЕДЕНИЕ

Благодаря высоким эксплуатационным свойствам ионообменные материалы нашли самое широкое применение практически во всех областях науки и производственной практики. С их помощью решается одна из самых актуальных социальных и экологических проблем - защита окружающей среды [1]. Одним из таких материалов являются комплексообразующие синтетические ионообменные смолы, к которым относятся иониты, содержащие аминные и фосфитные группы в боковой цепи макромолекулы. Они широко используются в различных областях: гидрометаллургии, медицине, химической промышленности, очистке сточных вод и т. д. [2-4]. Особый интерес вызывают ионообменные материалы с высокой удельной поверхностью. Их используют в виде

высокодисперсных порошков или волокнистых материалов. Наличие высокой удельной поверхности убыстряет процессы сорбции и десорбции и позволяет извлекать ионы из растворов с очень низкими концентрациями [5].

Целью настоящей работы является изучение сорбции ионов ванадия высокодисперсным ионитом ППЭ-1-Р из сернокислых растворов.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе был использован 0,1М раствор ванадила сульфата, для приготовления которого брали 1,82 г пентавалентного оксида, который растворяли при нагревании в 15%-ном растворе серной кислоты, затем охлаждали и доводили объём раствора до 100 мл тем же раствором серной кислоты.

В качестве сорбента был использован полиамфолит на основе поливинилхлорида ППЭ-1-Р с СОЕ по NaOH равной 4,67 мг-экв/г [7].

Сорбцию ионов ванадия изучали в статических условиях. Для этого навеску сорбента массой 0,2 г помещали в коническую колбу и заливали 50 мл раствора ванадилсульфата. Время от времени отбирали пробы, которые анализировали на содержание ионов ванадила спектрофотометрическим методом. Оптическую плотность растворов измеряли на концентрационном спектрофотометре СФ-46 в кювете с толщиной поглощающего слоя  $l=1,0$  см при длине волны 420 нм.

Электронно-микроскопические исследования проводились на электронном микроскопе РЭМ-200.

Почти все непроводящие образцы, которые исследуются РЭМ, необходимо покрывать тонкой пленкой проводящего материала для того, чтобы исключить электрический заряд, который быстро скапливается на непроводящем образце при сканировании его пучком электронов с высокой энергией. Для этого помещали образец в вакуумную установку (ВУП - ИК), в которой испаряют серебро, нагреваемое в вольфрамовой корзиночке.

#### АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

На рис. 1 приведены результаты РЭМ исследования образцов исходного ПВХ (а), сорбента ППЭ-1(б) содержащего в своём составе аминогрупп и полиамфолита ППЭ-1-Р (в).

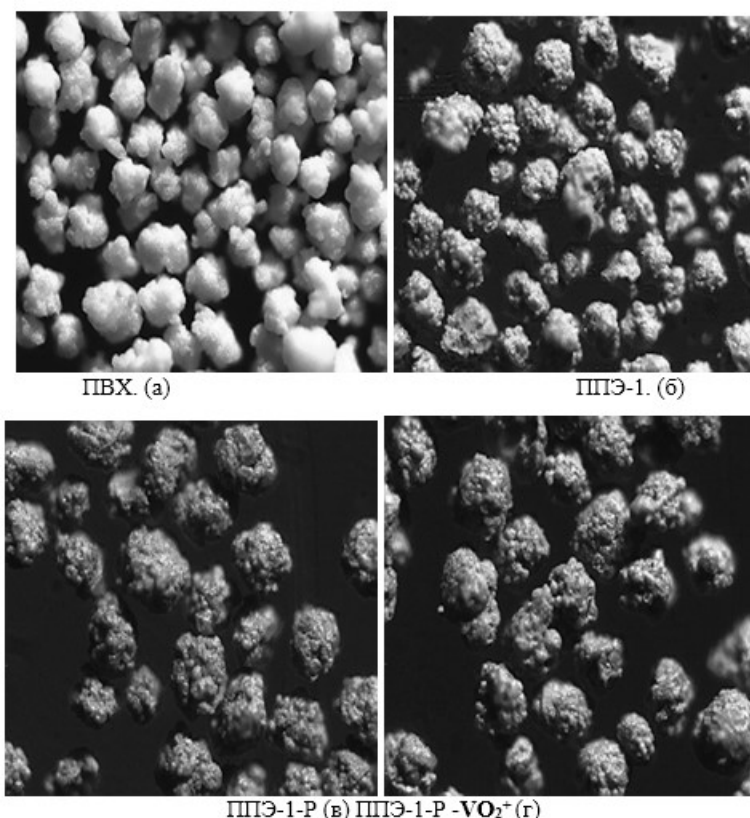


Рисунок 1. РЭМ фотографии ПВХ (а), ППЭ-1(б), ППЭ-1-Р (в), ППЭ-1-Р - VO<sub>2</sub><sup>+</sup>(г)

Как видно из рисунка 1 для исходного полимера и сорбента наблюдаются частицы разных размеров от 92 мкм до 246 мкм округлой формы, поверхность которых при небольших увеличениях имеет зернистую структуру, а при больших увеличениях наблюдается наличие различных пористых структур.

В табл. 1 приведены данные по размеру и процентному содержанию этих частиц. Видно, что изучаемые образцы обладают высокой дисперсностью и в основном состоят из частиц размером 150-170 мкм.

Таблица 1.

Размер и процентное содержание частиц изучаемых полимерных сорбентов

ПВХ		ППЭ-1		ППЭ-1-Р		ППЭ-1-Р - VO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	
Размер, мкм	% сод	Размер, мкм	% сод	Размер, мкм	% сод	Размер, мкм	% сод
Max 230,7	5%	231	10%	246	15%	253,8	10%
Middle, 38,5	55%	173,1	50%	153,8	70%	169,2	80%
Min 76,9	40%	77	40%	92,3	15%	94	10%

Как известно оксид ванадия V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> служит эффективным катализатором, например, при

окислении сернистого газа SO<sub>2</sub> в оксид серы (VI) SO<sub>3</sub> при производстве серной кислоты. Отходы

использованных катализаторов складываются вокруг промышленных предприятий, загрязняя окружающую среду. Утилизация этих отходов и извлечение из них ценных компонентов является одним из путей решения данной экологической проблемы. Поэтому изучение процесса адсорбции ионов ванадия (V) из сернокислых растворов предлагаемым сорбентом поможет, в какой - то степени решить эту проблему.

Обычно для описания изотерм сорбции и нахождения константы равновесия сорбции используют уравнение Ленгмюра в следующем виде [5-8]:

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{B}{\Gamma_{\infty}} \cdot \frac{1}{C}$$

где  $B=1/K$  – константа равновесия,  $\Gamma_{\infty}$  -максимальная адсорбция. Строят график зависимости  $1/\Gamma$

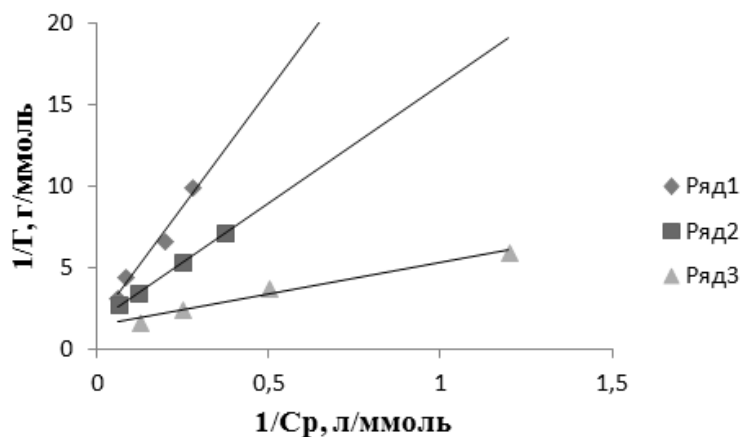


Рисунок 2. Зависимость  $1/\Gamma$  от  $1/C$  при сорбции ионов  $VO_2^+$  ионитом ППЭ-1-Р. 1, 2, 3- соответственно 293, 303, 313К

Таблица 2.

Значения константы равновесия и изменения термодинамических функций при сорбции ионов  $VO_2^+$  ионитом ППЭ-1-Р

Т, К	$\Gamma_{\infty} \cdot 10^{-2}$ , моль/г	К	$-\Delta G$ , Дж/моль	$-\Delta H$ , Дж/моль	$-\Delta S$ , Дж/моль·К
293	1,36	233,4	13276	38182	85,10
303	1,43	591,7	16072		73,18
313	1,92	1540	19091		57,37

Из данных таблицы видно, что процесс сорбции ионов  $VO_2^+$  протекает самопроизвольно с отрицательными значениями изменения свободной энергии, энтальпии и энтропии системы. Возрастание значения  $\Gamma_{\infty}$  и константы равновесия адсорбции с увеличением температуры свидетельствуют о преобладании процесса химической адсорбции над физической. Уменьшение энтальпии системы указывает на протекание реакции ионного обмена между ионами водорода сорбента и ионами ванадила раствора, а

от  $1/C$ , тангенс угла наклона данной прямой даёт значение  $B/\Gamma_{\infty}$ , а отрезок отсекаемый от оси ординат величину  $1/\Gamma_{\infty}$ .

На рис.2 приведены изотермы сорбции ионов  $VO_2^+$  сорбентом ППЭ-1-Р при различных температурах в координатах уравнения Ленгмюра. Видно, что эта зависимость имеет прямолинейный характер, свидетельствующий о подчинении протеканию данного процесса закономерностям мономолекулярной теории адсорбции Ленгмюра. На основании данных рис.2 рассчитаны значения константы равновесия адсорбции и изменения термодинамических параметров системы в ходе данного процесса (таблица 2).

уменьшение энтропии системы свидетельствует о связывании ионов ванадия сорбентом также за счёт комплексообразования.

Таким образом, исследования по сорбции ионов  $VO_2^+$  сорбентом ППЭ-1-Р из сернокислых растворов позволяет сделать вывод о возможности извлечения ванадия с помощью данного сорбента из различных объектов позволяющих переводить ванадий в раствор путём сернокислого выщелачивания, например отходов различных катализаторов используемых при производстве серной кислоты.

**Список литературы:**

1. М. К. Rustamov, D. A. Gafurova, M.M. Karimov, D.J. Bekchanov, N. M. Rustamova, M. G Mukhamediev "Application of Ion-Exchange Materials with High Specific Surface Area for Solving Environmental Problems" Russian Journal of General Chemistry.- 2014. Vol. 84 (13). pp. 2545-2551.
2. Inamuddin Dr., Mohammad Luqman // Ion Exchange Technology I Theory and Materials, - Springer Dordrecht Heidelberg New York London. - 2012, -560 p.
3. Демин А.А., Чернова И.А., Шатаева Л.К.// Ионообменная сорбция биологически активных веществ.- Изд. С.-Петербургского, ун-та, -2008.-154с.
4. Иванов В.А., Горшков В.И. 70 лет истории производства ионообменных смол. // Сорбционные и хроматографические процессы. -2006. -Т.6.- Вып.1. - С.5-31.
5. Бекчанов Д.Ж., Сагдиев Н.Ж., Мухамедиев М.Г. Синтез и физико-химические свойства анионообменного сорбента на основе поливинилхлорида. // Universum: химия и биология. -2016. № 10 (28). С. 1-5.
6. D.J. Bekchanov, M.G. Mukhamediev "New anion exchange sorbent for industrial water treatment" 8th International Symposium "Molecular Order and Mobility in Polymer Systems" St. Petersburg, June 2-6, 2014. P, 118.
7. Балакин В. М., Цилапоткина М.В., Теслер А.Г., Георгиевская М.И., Выдрин Т.С., Синтез и исследование пористой структуры новых азотфосфорсодержащих сетчатых полимеров на основе акрилатов. //Высокомолекул. соед. А, -1985, -т. 27, -№5, - С. 1035-1038.
8. Bekchanov D.J. , Mukhamediev M.G. , Sagdiev N.J. Study sorption of heavy metals nitrogen and phosphorus containing polyampholytes // American Journal of Polymer Sceans. -2016, № 6. (2). – P. 46-49.