

2. Биологически активные вещества пряно-ароматических и лекарственных растений коллекции Никитского ботанического сада / А.Е. Палий [и др.] // Сб. науч. тр. / Гос. Никит. ботан. сад. – Ялта, 2014. – Т. 139. – С. 107–115.

3. Evaluation of antimicrobial activities of commercial herb and spice extracts against selected food-borne bacteria / A. M. Witkowska [et al.] // J. of Food Research. – 2013. – Vol. 2, № 4. – P. 37–54.

4. Matei A.O. Analysis of Phenolic Compounds in Some Medicinal Herbs by LC–MS / A.O. Matei, F. Gatea, G.L. Radu // Journal of Chromatographic Science. – 2015. – Vol. 53, - Issue 7. – P. 1147–1154.

5. Singleton V.L. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin–ciocalteu reagent / V.L. Singleton, R. Orthofer, L.R. Rosa M. // Methods in Enzymology – 1999. –Vol. 299. – P. 152-178.

*Авторы благодарят Министерство инновационного развития РУз за предоставление финансовой поддержки для выполнения научного проекта ИЛ-432105800 «Разработка ранозаживляющего средства на основе комплекса флавоноидов растений, произрастающих в Республике Узбекистан».*

УДК 541.64: 661.725.844

А.Б. Абилкасимов, ст. преп.  
(ТМУК, г. Ташкент, Республика Узбекистан);  
Н.М. Кутлимуродов, PhD, ст. преп.  
(ГПУЧ, г. Чирчик, Республика Узбекистан)

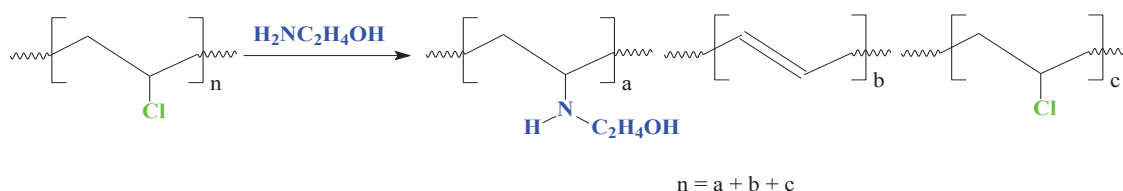
## **УРОВЕНЬ ПОРИСТОСТИ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ИОНИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ**

Современные сорбенты, используемые в различных областях, должны обладать рядом свойств. В частности сорбент должен обладать высокой сорбционной емкостью по различным ионам, не растворимостью в воде, механической устойчивостью к резким изменением температур, химически устойчивостью к окислителям, кислотам и основаниям. Сорбент должен быть технологически и экологически безвредным в процессе очистки воды и соответствовать экономическим требованиям. Синтез новых ионообменных ионитов с вышеперечисленными свойствами, устойчивых к агрессивным физико-химическим воздействиям, является одной из актуальных задач. В связи с этим необходимо изучение состава и строения полученного ионита современными методами. К ионитам, применяемыми в промышленности, предъявляются различные требования, одним из важнейших из кото-

рых является степень пористости и сорбционные свойства по ионам. Поскольку степень воздействия в твердых телах происходит на поверхности. Чем больше площадь поверхности, тем выше сорбционная и химическая активность данных материалов. Большая площадь поверхности твердых тел обусловлена в основном высокой пористости таких материалов, т. е. высокой степенью мезо- и микропор.

По мере уменьшения размера микропор низкомолекулярным частицам становится трудно диффундировать вглубь данных пор. Следовательно, реакционная активность у мезопористых твердых материалов высока. В частности, если стенки пор в материале расположены близко друг к другу, то в этом случае снижается вероятность диффузии и поглощения ионов в поры, поскольку происходит взаимодействие между функциональными группами в порах. В таких случаях воздействие наблюдается только на верхней поверхности твердых частиц. Таким образом, удельная поверхность и степень пористости, определяющие способность поглощать ионы из растворов, считаются важными свойствами для гранулированных сорбентов в твердом состоянии. Исходя из этого, модифицированием местного сырья – поливинилхлорида (ПВХ) и алканоламинов, содержащихся в отходах, был получен анионит нового типа (ПВХ-А-Н-1). Статическая обменная емкость полученного анионита составила 3,8 мг·экв/г.

Результаты ИК-спектроскопического анализа образца показали, что наиболее интенсивное поглощение в области 3336 см<sup>-1</sup> появилось за счёт модификации ПВХ моноэтаноламином и соответствует группам NH и OH в полимере, поглощение в области 1643 см<sup>-1</sup> относится к группе –NH, 1122-1255 см<sup>-1</sup> показывает наличие поглощения в области  $\nu$  (C-N)<sub>ас</sub>, 1072-1122 см<sup>-1</sup> соответствует  $\nu$  (C-OH)<sub>с</sub>, а поглощение в области  $\nu$  1000-1350 см<sup>-1</sup> -  $\nu$ (C-H)<sub>ас</sub>. Суммируя анализ ИК-спектра поглощения в области 2958-2929 см<sup>-1</sup>, реакцию получения анионита можно выразить следующим уравнением химической реакции :



Полученную пористость ПВХ-А-Н-1 исследовали методом взвешивания Мак-Бенна. Степень пористости сорбента количественно оценивают по ряду параметров:  $S_{\text{удел}}$ , суммарному объему пор- $W_0$ , радиусу пор- $r$  и дифференциальной кривой распределения размера пор по радиусу. При размерах пор 10<sup>-7</sup>-10<sup>-5</sup> см наиболее распространен сорбционный метод. Сорбционный метод основан на определении количе-

ства паров низкомолекулярной жидкости, поглощенных сорбентом при различных давлениях, построении изотерм сорбции и десорбции и расчете по ним  $S_{удел}$ ,  $W_0$ ,  $r$  и дифференциальных кривых распределения (ДКР). Количество сорбированного пара измеряют с помощью спиральных чувствительных весов – метод взвешивания Мак-Бенна. Пористость промышленных ионизирующих материалов количественно измеряется рядом параметров: емкостью монослоя ( $a_m$ ), удельной поверхностью ( $S$ ), величиной микропор ( $W_0$ ,  $см^3/г$ ), насыщения объемом ( $V_H$ ), величиной мезопор ( $W_{me}$ ) и значения радиуса пор полимеров (описаны с помощью  $r_k$ ,  $A_0$ ). В диссертационной работе был использован метод расчета показателей сорбции паров бензола к синтезированным сорбентам при различных давлениях. Количество сорбированного пара измерялась с помощью высокочувствительных спиральных весов (метод взвешивания Мак-Бенна) и восстановления паров в заранее известном титруемом объеме (волюметрический метод). Полученные результаты представлены в таблице 1. На изотерме сорбции паров бензола ПВХ и полученным анионитом была рассчитана поровые параметры полимерных материалов по уравнению, предложенному Брунауэром, Эмметом, Теллером (метод БЭТ).

**Таблица – Характеристика пористых материалов**

Испытанные вещества	Емкость монослоя ( $a_m$ ) моль/кг	Площадь поверхности (S) $м^2/г$	Микропоры ( $W_0$ ) $см^3/г$	Насыщенный объем ( $V_H$ ) $см^3$	Мезопоры ( $W_{me}$ )	Радиус пор ( $A_0$ ) $Å$
ПВХ	0,094	22,54	0,03	0,028	0,00	24,9
ПВХ-А-Н-1	0,107	25,85	0,05	0,099	0,05	77,1

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что степень пористости (мезопористости), удельная поверхность, радиус пор, объем насыщения и микропористость ПВХ-А-Н-1 во всех образцах высокие. Поскольку связанный алканолламин больше по размеру и содержит аминогруппы и гидроксильные группы, присоединенные к молекулам ПВХ, он открывает больше промежутков между макромолекулами ПВХ и вызывает появление мезопористости. Помимо макро- и микропор образование мезопор вызывает увеличение удельной поверхности анионита и сужение радиуса пор. Это дополнительно улучшает сорбционные свойства ионита. Для оценки сорбционных свойств полученного анионита ПВХ-А-Н-1 также исследовано сорбция ряд ионов, таких как Cr(VI), Mn(VII), Cu(II), Ni(II), Co(II) был изучен. Установлено, что ионы Cr(VI), Mn(VII) и Cu(II) обладают высокой сорбцией, основной причиной которого является слабоосновность анионита и наличие в анионите групп –NH и –OH. Среди сорб-

ционных свойств показатель сорбции вышеуказанных ионов был следующим.



Таким образом была изучена кинетика абсорбции ионов меди (II), хрома (VI) и Mn(VII) анионитами и рассчитана энергия активации сорбционного процесса. Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследуемый процесс подчиняется законам реакций псевдovторого порядка, наряду с ионами в системе происходят реакции ионного обмена за счет ионогенных групп в ионите. При изучении изотермического равновесия процесса сорбции с использованием современных моделей изотерм было установлено, что этот процесс подчиняется мономолекулярной теории Ленгмюра.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Muxamediyev M., Bekchanov D., Djurayev M., Khushvaqtoev S. Synthesis of a new granulated polyampholyte and its sorption properties // International Journal of Technology.–2020, № 4 –pp.794-803.
2. Peter Lieberzeit, Davron Bekchanov, Mukhtar Mukhamediev “Polyvinyl chloride modifications, properties, and applications” Polym Adv Technol. wileyonlinelibrary.com/journal/pat. –2022. – 1–12 p.
3. Кутлимуратов Н.М., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Изотерма и кинетика сорбции ионов Cu (II) анионитами, на основе поливинилхлорида пластика и отходов аминов используемых в газочистке // Universum: Химия и биология. – 2021, Вып.: 8(86), – С. 34-41.
4. Кутлимуратов Н.М. Химическая стабильность и сорбционные свойства анионита, полученного на основе местного сырья и отходов // Науч. вестник Ферганского гос. унив.. – 2022, №3. – 127-133 с.

УДК 628.355.2

М.В. Рымовская, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск);  
И.С. Ильюкевич, инженер по качеству (РУП «Белмедпрепараты», г. Минск);  
А.Р. Свердлова, технолог  
(ООО «Научно-производственный центр БелАгроГен», г. Горки)

### **ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГРАНУЛИРОВАННОГО ИЛА В ТЕХНОЛОГИИ АНАЭРОБНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Традиционно используемая технология аэробной очистки сточных вод в сооружениях с флокулированным илом совершенствуется