

DOI: 10.32864/polymmattech-2022-8-1-50-56

УДК 546.47:66.081.3

СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИ[АКРИЛОНИТРИЛ-СО-2-АКРИЛАМИД-2- МЕТИЛПРОПАНСУЛЬФОКИСЛОТЫ]

В. М. ЧИКУНСКАЯ⁺, В. А. ОГОРОДНИКОВ, Л. А. ЩЕРБИНА, И. А. БУДКУТЕ

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, кафедра химической технологии высокомолекулярных соединений, пр-т Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Беларусь

Цель работы — исследование сорбционно-активных свойств ионитов на основе сополимера поли[акрилонитрил(АН)-со-2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты (АМПС)] в H^+ - и Na^+ -формах, поли[АН-со-АМПС-Н] и поли[АН-со-АМПС-На] соответственно и динамики сорбции ионитами катионов цинка из водных растворов.

Изучена сорбционная активность материалов на основе сополимера акрилонитрила (АН) и 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты (АМПС), синтезированного при содержании кислотного сомономера в реакционной смеси 30% (от массы мономеров). Методом кислотно-основного титрования определена его статическая обменная емкость (СОЕ), которая составила 1,40 ммоль-экв/г. Методом комплексонометрического титрования получены данные о динамике сорбции ионитом ионов цинка из растворов $ZnSO_4$ в диапазоне концентраций 0,001-0,1 моль-экв/дм³. Установлено, что при высоком (0,1 моль-экв/дм³) содержании ионов цинка в растворе ионит достаточно быстро насыщается сорбатом: на начальных этапах сорбции количество сорбированных ионов цинка составляет 67% от СОЕ. Уменьшение концентрации ионов цинка в растворе до 0,001 моль-экв/дм³ снижает динамические характеристики сорбции примерно в два раза. Установлена большая сорбционная активность материалов на основе поли[АН-со-АМПС-Н] по сравнению с материалами на основе поли[АН-со-АМПС-На]. Наличие солевого фона, создаваемого Na_2SO_4 , в растворе $ZnSO_4$ приводит к уменьшению количества сорбированных ионов цинка материалами на основе поли[АН(70)-со-АМПС(30)]. В целом, на основе анализа выходных кривых сорбции установлено, что фактическая сорбционная емкость ионитов на основе поли[АН-со-АМПС-Н] и поли[АН-со-АМПС-На] больше теоретически рассчитанной (по содержанию звеньев АМПС в сополимере) в 2,3 и 1,6 раз, соответственно.

Ключевые слова: акрилонитрил, 2-акриламид-2-метилпропансульфокислота, сополимер, ионит, волокно, сорбция, ионный обмен, статическая обменная емкость, динамическая обменная емкость, ионы цинка.

SORPTION ACTIVITY OF MATERIALS BASED ON POLY[ACRYLONITRILE-CO-2-ACRYLAMIDE-2- METHYLPROPANESULFONIC ACID]

V. M. CHYKUNSKAYA⁺, V. A. OGORODNIKOV, L. A. SHCHERBINA, I. A. BUDKUTE

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Department of Chemical Technology of High-Molecular Compounds, Schmidt Ave., 3, 212027, Mogilev, Belarus

The sorption activity of materials based on a copolymer of acrylonitrile (AN) and 2-acrylamide-2-methylpropanesulfonic acid (AMPS) synthesized at a content of acid comonomer in the reaction mixture

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: htvmstut.by, chikunskaya_v_m@mail.ru

of 30% (by weight of monomers) has been studied. Its static exchange capacity (SEC) was determined by the method of acid-base titration, which amounted to 1.40 mmol-eq/g. The data on the dynamics of zinc ion sorption from ZnSO₄ solutions in the concentration range of 0.001-0.1 mol-eq/dm³ were obtained by the method of complexometric titration. It has been established that at a high (0.1 mol-eq/dm³) content of zinc ions in the solution, the ion exchanger is quickly saturated with sorbate: at the initial stages of sorption, the amount of sorbed zinc ions is 67% of the SEC. Decreasing the concentration of zinc ions in the solution to 0.001 mol-eq/dm³ reduces the dynamic characteristics of sorption by about a factor of two. A higher sorption activity of materials based on poly[AN-co-AMPS-H] was established compared to materials based on poly[AN-co-AMPS-Na]. The presence of a salt background created by Na₂SO₄ in a ZnSO₄ solution leads to a decrease in the amount of sorbed zinc ions by materials based on poly[AN(70)-co-AMPS(30)]. In general, based on the analysis of the breakthrough sorption curves, it was found that the actual sorption capacity of ion exchangers based on poly[AN-co-AMPS-H] and poly[AN-co-AMPS-Na] is higher than theoretically calculated (by the content of AMPS units in the copolymer) 2,3 and 1,6 times, respectively.

Keywords: acrylonitrile, 2-acrylamide-2-methylpropanesulfonic acid, copolymer, ion exchanger, fiber, sorption, ion exchange, static exchange capacity, dynamic exchange capacity, zinc ions.

Поступила в редакцию 25.02.2022

© В. М. Чикунская, В. А. Огородников, Л. А. Щербина, И. А. Будкуте, 2022

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Чикунская В. М., Огородников В. А., Щербина Л. А., Будкуте И. А. Сорбционная активность материалов на основе поли[акрилонитрил-со-2-акриламид-2-метилпропансульфонокислоты] // Полимерные материалы и технологии. 2022. Т. 8, № 1. С. 50–56. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-1-50-56>

Citation sample:

Chikunskaya V. M., Ogorodnikov V. A., Shcherbina L. A., Budkute I. A. Sorbtionnaya aktivnost' materialov na osnove poli[akrilonitril-co-2-akrilamid-2-metilpropansul'fokisloty] [Sorption activity of materials based on poly[acrylonitrile-co-2-acrylamide-2-methylpropanesulfonic acid]]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2022, vol. 8, no. 1, pp. 50–56. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-1-50-56>

Литература

1. Петухова Ю. Н., Кисель А. В., Ильина С. И Перспективы применения ионитов в химической технологии // Евразийский Союз Ученых. 2019. № 12 (69). С. 4–6. doi: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.503
2. Бильдюкевич, А. В., Солдатов В. С. Новые реакционноспособные и функциональные полимеры: разработка и внедрение // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук. 2007. Спецвыпуск. С. 105–118.
3. Rajeev T. Synthesis, properties and analytical applications of Titanium (IV) phosphosulphosalicylate – A new hybrid inorganic-organic ion-exchanger // Oriental Journal of Chemistry, 2008, vol. 24, no 1, pp. 139–146.
4. Ahmad Md. M., Siddiqui Weqar Ahmad, Khan T.A. Synthesis, ion exchange properties and analytical application of new hybrid cation exchanger: Acrylonitrile tin (IV) tungstophosphate // Oriental Journal of Chemistry, 2010, vol. 26, no. 2, pp. 429–435.
5. Chiu H. T., Lin J. M., Cheng T. H., Chou S. Y. Fabrication of electrospun polyacrylonitrile ion-exchange membranes for application in lysozyme // Express Polymer Letters, 2011, vol. 5, no. 4, pp. 308–317. doi:10.3144/expresspolymlett.2011.31
6. El-Shorbagy M. M., El-Sadek A. A. Ion Exchange Kinetics of some Heavy Metals from Aqueous Solutions onto Poly(Acrylic Acid-Acrylonitrile) Potassium Titanate // Arab Journal of Nuclear Science and Applications, 2012, vol. 45, no. 3, pp. 90–99.
7. Jassal Manisha, Bhowmick Sankha, Sengupta Sukalyan, Patra Prabir K., Walker Douglas I. Hydrolyzed Poly(acrylonitrile)

- Electrospun Ion-Exchange Fibers // *Environmental Engineering Science*, 2014, vol. 31, no 6, pp. 288–299. doi: 10.1089/ees.2013.0436
8. Бозорова, Н. Х. Физико-химические свойства модифицированных шитых сополимеров акрилонитрила // *Молодой ученый*. 2014. № 9. С. 6–8.
 9. Нестеронко П. В., Солдатов В. С. Протолитические свойства аминокарбоксильных полиамфолитов на основе модакриловой полимерной матрицы // *Вестн. НАН Беларуси. Сер. хим. наук*. 2014. № 4. С. 72–79.
 10. Огородников В. А., Щербина Л. А., Будкуте И. А. Сорбционная активность материалов на основе сополимеров акрилонитрила с различными кислотными сомономерами // *Химические волокна*. 2016. № 4. С. 73–78.
 11. Огородников В. А., Столярова Н. Н., Щербина Л. А. Сорбционная активность материалов на основе волокнообразующих сополимеров акрилонитрила и 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты // *Химические волокна*. 2014. № 2. С. 23–28.
 12. Огородников В. А., Щербина Л. А., Чикунская В. М. Ионообменные свойства материалов на основе волокнообразующих сополимеров акрилонитрила с различными кислотными сомономерами // *Полимерные материалы и технологии*. 2018. Т. 4, № 1. С. 47–56.
 13. Огородников В. А., Щербина Л. А., Чикунская В. М. Исследование ионообменных свойств полимерных сорбентов на основе волокнообразующих сополимеров акрилонитрила и 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты // *Вестник СПГУТД*. 2016. № 3. С. 94–99.
 14. Щербина Л. А. Синтез и свойства сополимеров на основе акрилонитрила и 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты // *Химические волокна*. 2020. № 6. С. 24–29.
 15. Крешков А. П., Ярославцев А. А. Курс аналитической химии. Количественный анализ. 5-е изд., испр. Москва : Химия, 1982. С. 237–244.

References

1. Petukhova Yu. N., Kisel' A. V., П'ина С. I Perspektivy primeneniya ionitov v khimicheskoy tekhnologii [Prospects for the use of ionites in chemical technology]. *Evrasiyskiy Soyuz Uchenykh [Eurasian Union of Scientists]*, 2019, no. 12 (69), pp. 4–6. doi: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.503
2. Bil'dyukevich, A. V., Soldatov V. S. Novye reaktivnyye i funktsional'nyye polimery: razrabotka i vnedrenie [New reactive and functional polymers: development and implementation]. *Vesti Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya himicheskikh nauk [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Chemical Series]*, 2007, Spetsvypusk, pp. 105–118.
3. Rajeev T. Synthesis, properties and analytical applications of Titanium (IV) phosphosulphosalicylate – A new hybrid inorganic-organic ion-exchanger. *Oriental Journal of Chemistry*, 2008, vol. 24, no 1, pp. 139–146.
4. Ahmad Md. M., Siddiqui Weqar Ahmad, Khan T.A. Synthesis, ion exchange properties and analytical application of new hybrid cation exchanger: Acrylonitrile tin (IV) tungstophosphate. *Oriental Journal of Chemistry*, 2010, vol. 26, no. 2, pp. 429–435.
5. Chiu H. T., Lin J. M., Cheng T. H., Chou S. Y. Fabrication of electrospun polyacrylonitrile ion-exchange membranes for application in lysozyme. *Express Polymer Letters*, 2011, vol. 5, no. 4, pp. 308–317. doi:10.3144/expresspolymlett.2011.31
6. El-Shorbagy M. M., El-Sadek A. A. Ion Exchange Kinetics of some Heavy Metals from Aqueous Solutions onto Poly(Acrylic Acid-Acrylonitrile) Potassium Titanate. *Arab Journal of Nuclear Science and Applications*, 2012, vol. 45, no. 3, pp. 90–99.
7. Jassal Manisha, Bhowmick Sankha, Sengupta Sukalyan, Patra Prabir K., Walker Douglas I. Hydrolyzed Poly(acrylonitrile) Electrospun Ion-Exchange Fibers. *Environmental Engineering Science*, 2014, vol. 31, no 6, pp. 288–299. doi: 10.1089/ees.2013.0436
8. Bozorova N. Kh. Fiziko-khimicheskie svoystva modifitsirovannykh sshitykh sopolimerov akrilonitrila [Physico-chemical properties of modified cross-linked acrylonitrile copolymers]. *Molodoy uchenyy [Young scientist]*, 2014, no. 9, pp. 6–8.
9. Nesteronok P. V., Soldatov V. S. Protolicheskieskie svoystva aminokarboksil'nykh poliamfolitov na osnove modakrilovoy polimernoy matritsy [Protolytic properties of aminocarboxylic polyampholites based on an acrylic polymer matrix]. *Vesti Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya himicheskikh nauk [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Chemical Series]*, 2014, no. 4, pp. 72–79.
10. Ogorodnikov V. A., Shcherbina L. A., Budkute I. A. Sorbtionnaya aktivnost' materialov na osnove sopolimerov akrilonitrila s razlichnymi kislotnymi somonomerami [Sorption activity of materials based on acrylonitrile copolymers with various acidic somonomers]. *Khimicheskie volokna [Fibre Chemistry]*, 2016, no. 4, pp. 73–78.
11. Ogorodnikov V. A., Stolyarova N. N., Shcherbina L. A. Sorbtionnaya aktivnost' materialov na osnove voloknoobrazuyushchikh sopolimerov akrilonitrila i 2-akrilamid-2-metilpropansul'fokisloty [Sorption activity of materials based on acrylonitrile copolymers with various acid comonomers] // *Khimicheskie volokna [Chemical fibers]*, 2014, no. 2, pp. 23–28.
12. Ogorodnikov V. A., Shcherbina L. A., Chikunskaya V. M. Ionobmennye svoystva materialov na osnove voloknoobrazuyushchikh sopolimerov akrilonitrila s razlichnymi kislotnymi somonomerami [Ion-exchange properties of materials based on fiber-forming copolymers of acrylonitrile with various acidic somonomers] // *Polimernye materialy i tekhnologii [Polymer Materials and Technologies]*, 2018, vol. 4, no. 1, pp. 47–56.
13. Ogorodnikov V. A., Shcherbina L. A., Chikunskaya V. M. Issledovanie ionobmennyykh svoystv polimernyykh sorbentov na osnove voloknoobrazuyushchikh sopolimerov akrilonitrila i 2-akrilamid-2-metilpropansul'fokisloty [Investigation of ion-exchange properties of polymer sorbents based on fiber-forming copolymers of acrylonitrile and 2-acrylamide-2-methylpropanesulfonic acid] // *Vestnik SPGUTD [Bulletin of the Saint Petersburg State University of Technology and Design]*, 2016, no. 3, pp. 94–99.
14. Shcherbina L. A., Sintez i svoystva sopolimerov na osnove akrilonitrila i 2-akrilamid-2-metilpropansul'fokisloty [Synthesis and properties of copolymers based on acrylonitrile and 2-acrylamide-2-methylpropanesulfonic acid] // *Khimicheskie volokna [Chemical fibers]*, 2020, no. 6, pp. 24–29.
15. Kreshkov A. P., Yaroslavtsev A. A. Kurs analiticheskoy khimii. Kolichestvennyy analiz [Analytical Chemistry course. Quantitative analysis]. Moscow : Khimiya Publ., 1982, pp. 237–244.