

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-38-43>

УДК 678.6/.7:544.23.057; 544.25.057

ФРОНТАЛЬНАЯ СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АКРИЛАМИДА С АКРИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ pH СРЕДЫ

Е. О. СОЛОМЕВИЧ[†], Е. В. ГРИНЮК, Л. П. КРУЛЬ

Белорусский государственный университет, пр-т Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Фронтальная полимеризация — одно из актуальных направлений синтеза полимеров. Однако, до настоящего времени мало изученной является фронтальная сополимеризация в растворах мономеров. Цель работы — изучение процесса сополимеризации акриламида (АА) с акрилатом натрия (АNa) и акриловой кислотой (АК) при низких содержаниях АNa и АК в исходной реакционной смеси при различных pH. Установлены возможные составы реакционной смеси, включающей два сомономера и инициатор в различных мольных соотношениях, при которых возможна сополимеризация АА с АК и с АNa во фронтальном режиме при различных pH: 95%АА : 5%АNa, 95%АА : 5%АК, 90%АА : 10%АК, 75%АА : 25%АК. Определены макрокинетические параметры процесса, скорость и температура полимеризационных фронтов, при различной концентрации инициатора, равной, 0,05%; 0,10%; 0,20% от общего мольного содержания мономеров в системе, и различном мольном соотношении мономеров. Для подтверждения образования сополимеров АА полученные образцы были исследованы методом ИК спектроскопии. Показана возможность получения линейных нешитых сополимеров при фронтальной сополимеризации АА с АК в кислых средах и в растворах промышленного высокомолекулярного полиакриламида. Определены величины водопоглощения и гель-фракции полученных гидрогелей. Установлено, что молекулярные массы синтезированных сополимеров составили от $(5,6 \pm 0,2) \cdot 10^4$ до $(3,7 \pm 0,2) \cdot 10^5$. Показано, что процесс ФП АА с АК в водном растворе высокомолекулярного полиакриламида способствует образованию линейных нешитых сополимеров.

Ключевые слова: фронтальная полимеризация, акриламид, полиэлектролитные гидрогели, степень набухания, величина гель-фракции.

FRONTAL COPOLYMERIZATION OF ACRYLAMIDE WITH ACRYLIC ACID IN AQUEOUS SOLUTIONS AT VARIOUS PH

A. A. SALAMEVICH[†], Y. V. HRYNIUK, L. P. KRUL

Belarusian State University, Nezavisimosti Ave, 4, 220030, Minsk, Belarus

Frontal polymerization is one of the most important areas of polymer synthesis. However, up to now, frontal copolymerization in monomer solutions has been little studied. The aim of this work is to study the process of copolymerization of acrylamide (AA) with sodium acrylate (ANa) and acrylic acid (AAc) at low ANa and AA contents in the initial reaction mixture at different pH values. Possible compositions of the reaction mixture were established, including two comonomers and an initiator in different molar ratios, at which copolymerization of AA with AAc and ANa in the frontal mode is possible at different pH: 95%AA : 5%ANa, 95%AA : 5%AAc, 90%AA : 10%AAc, 75%AA : 25%AAc. Macrokinetic parameters of the process, speed and temperature of polymerization fronts at various initiator concentrations equal to 0.05%; 0.10%; 0.20% of the total molar monomer content in the system and various molar ratios of monomers were determined. To con-

[†]Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: elena.solomevich@mail.ru

firm the for-formation of AA copolymers, the obtained samples were studied by IR spectroscopy. The possibility of obtaining linear uncrosslinked copolymers by frontal copolymerization of AA with AAc in acidic media and in solutions of industrial high-molecular polyacrylamide is shown. The values of water absorption and gel fraction of the obtained hydrogels were determined. It was found that the molecular weights of the synthesized copolymers ranged from $(5.6 \pm 0.2) \cdot 10^4$ to $(3.7 \pm 0.2) \cdot 10^5$. It was shown that the process of frontal polymerization of AA with AAc in an aqueous solution of high molecular weight polyacrylamide promotes the formation of linear uncrosslinked copolymers.

Keywords: frontal copolymerization, acrylamide, polyelectrolyte hydrogel, water absorption, gel fraction.

Поступила в редакцию 20.02.2020

© Е. О. Соломевич, Е. В. Гринюк, Л. П. Круль, 2020

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:

Соломевич Е. О., Гринюк Е. В., Круль Л. П. Фронтальная сополимеризация акриламида с акриловой кислотой в водных растворах при различных pH среды // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 3. С. 38–43. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-38-43>

Citation sample:

Solomevich E. O., Grinyuk E. V., Krul' L. P. Frontal'naya sopolimerizatsiya akrilamida s akrilovoy kislotoy v vodnykh rastvorakh pri razlichnykh pH sredy [Frontal copolymerization of acrylamide with acrylic acid in aqueous solutions at various pH]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 3, pp. 38–43. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-38-43>

Литература

1. Mota-Morales Josue D., Gutierrez Maria C., Ferrer M. Luisa, Sanchez Isaac C., Elizalde-Pena Eduardo A., Pojman John A., Del Monte Francisco, Luna-Barcenas Gabriel. Deep Eutectic Solvents as Both Active Fillers and Monomers for Frontal Polymerization // Journal of Polymer Science. Part A: Polymer Chemistry, 2013, vol. 51, no. 8, pp. 1–7.
2. Гринюк Е. В., Круль Л. П. Фронтальная сополимеризация акриламида с 2-акриламидо-2-метилпропансульфокислотой и с акрилатом натрия в водных растворах // Полимерные материалы и технологии. 2016. Т. 2, № 1. С. 48–53.
3. Гринюк Е. В., Дук О. Г., Шереш И. В., Круль Л. П. Получение сополимеров акриламида и 2-акриламидо-2-метилпропансульфокислоты методом фронтальной полимеризации // Журнал прикладной химии. 2014. Т. 87, № 12. С. 1841–1845.
4. Дьячков И. А. Особенности физико-механического поведения полиметилметакрилата, полученного методом фронтальной полимеризации // Вестник Московского Университета. Сер. 2. Химия. 2010. Т. 51, № 5. С. 369–374.
5. Разработка способов синтеза карбоксилированных и сульфонирированных ПАА, водных композиций на их основе с веществами, инициирующими при повышенных температурах образование гидрогелей : отчет о НИР / Учреждение Белорус. гос. ун-та науч.-исслед. ин-т физ.-хим. проблем; рук. темы Л. П. Круль. Минск, 2012. 96 с. № ГР 20111280.
6. API RP63. Recommended Practices for Evaluation of Polymers Used in enhanced oil recovery operations. Washington, 1990. 74 p.
7. Байбурдов Т. А., Шиповская А. Б. Синтез, химические и физико-химические свойства полимеров акриламида : учебное пособие для бакалавров Института химии СГУ. Саратов, 2014. 67 с.
8. Fortenberry Dionne I., Pojman John A. Solvent-Free Synthesis of Polyacrylamide by Frontal Polymerization // Journal of Polymer Science. Part A: Polymer Chemistry, 2000, vol. 38, pp. 1129–1135.
9. Соломевич Е. О., Гринюк Е. В., Круль Л. П. Фронтальная сополимеризация акриламида с 2-акриламидо-2-метилпропансульфокислотой в водных растворах высокомолекулярного полимера // Полимерные материалы и технологии. 2019. Т. 5, № 1. С. 63–69.

References

1. Mota-Morales Josue D., Gutierrez Maria C., Ferrer M. Luisa, Sanchez Isaac C., Elizalde-Pena Eduardo A., Pojman John A., Del Monte Francisco, Luna-Barcenas Gabriel. Deep Eutectic Solvents as Both Active Fillers and Monomers for Frontal Polymerization. *Journal of Polymer Science. Part A: Polymer Chemistry*, 2013, vol. 51, no. 8, pp. 1–7.
 2. Grinyuk E. V., Krul' L. P. Frontal'naya sopolimerizatsiya akrilamida s 2-akrilamido-2-metilpropansul'fokislotoy i s akrilatом natriya v vodnykh rastvorakh [Frontal copolymerization of acrylamide with 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid and sodium acrylate in aqueous solutions]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer materials and technologies], 2016, vol. 2, no. 1, pp.48–53.
 3. Grinyuk E. V., Duk O. G., Sheresh I. V., Krul' L. P. Poluchenie sopolimerov akrilamida i 2-akrilamido-2-metilpropansul'fokisloty metodom frontal'noy polimerizatsii [Obtaining copolymers of acrylamide and 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid by the method of front polymerization]. *Zhurnal prikladnoy khimii* [Journal of Applied Chemistry], 2014, vol. 87, no. 12, pp. 1841–1845.
 4. D'yachkov I. A. Osobennosti fiziko-mekhanicheskogo povedeniya polimetilmetakrilata, poluchennogo metodom frontal'noy polimerizatsii [Features of the physical and mechanical behavior of polymethyl methacrylate, obtained by the method of frontal polymerization]. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Ser. 2. Khimiya* [Moscow University Chemistry Bulletin], 2010, vol. 51, no. 5, pp. 369–374.
 5. Razrabotka sposobov sinteza karboksilirovannyh i sul'fonirovannyh PAA, vodnyh kompozitsiy na ih osnove s veshhestvami, iniciirujushimi pri povyshennyh temperaturah obrazovanie gidrogelej [Development of methods for the synthesis of carboxylated and sulfonated PAA, aqueous compositions based on them with substances that initiate the formation of hydrogels at elevated temperatures]. Minsk, 2012. 96 p. № GR 20111280.
 6. API RP63. Recommended Practices for Evaluation of Polymers Used in enhanced oil recovery operations. Washington, 1990. 74 p.
 7. Bajburdov T. A., Shipovskaja A. B. *Sintez, himicheskie i fiziko-himicheskie svoystva polimerov akrilamida* [Synthesis, chemical and physical and chemical properties of acrylamide polymers]. Saratov, 2014. 67 p.
 8. Fortenberry Dionne L., Pojman John A. Solvent-Free Synthesis of Polyacrylamide by Frontal Polymerization. *Journal of Polymer Science. Part A: Polymer Chemistry*, 2000, vol. 38, pp. 1129–1135.
 9. Solomevich E. O., Grinyuk E. V., Krul' L. P. Frontal'naya sopolimerizatsiya akrilamida s 2-akrilamido-2-metilpropansul'fokislotoj v vodnykh rastvorah vysokomolekul'jarnogo polimera [Frontal copolymerization of acrylamide with 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid in aqueous solutions of a high molecular weight polymer]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer materials and technologies], 2019, vol. 5, no. 1, pp. 63–69.
-