

DOI: 10.32864/polymmattech-2022-8-1-64-68

УДК 678.6/.7; 544.23.057; 544.25.057

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИАКРИЛАМИДА МЕТОДОМ ФРОНТАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ

М. Б. ШУЛЯКОВСКАЯ⁺, Е. В. ГРИНЮК

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

Полимеры акриламида находят широкое применение в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, медицине. Одним из перспективных направлений получения полимерных материалов различного назначения на основе акриламида является фронтальная полимеризация, главными преимуществами которой являются высокие скорости и низкие энергозатраты на проведение процесса.

Цель работы — оценка возможности синтеза полиакриламида методом фронтальной полимеризации акриламида в непрерывном режиме, определение макрокинетических параметров процесса и физико-химических свойств полученных продуктов полимеризации. Температуру фронта измеряли при помощи термопары К-типа, его скорость — измерением расстояния, пройденного за определенное время. Молекулярную массу определяли методом капиллярной вискозиметрии. В результате выполненной работы впервые показана принципиальная возможность получения полимеров акриламида методом фронтальной полимеризации в растворе диметилсульфоксида в непрерывном режиме при проведении процесса в стеклянных трубчатых реакторах. Определены макрокинетические параметры процесса фронтальной полимеризации: концентрация инициатора не менее 0,1 мол.%; скорость фронта 2,1–11,5 см/мин; температура фронта 133–159 °С в зависимости от концентрации инициатора. Показано, что минимальная концентрация инициатора, при которой возможно осуществление процесса в непрерывном режиме, составляет не менее 0,1 мол.%. Установлено, что полученные полимеры имеют молекулярную массу от $50 \cdot 10^3$ Да до $250 \cdot 10^3$ Да.

Ключевые слова: полиакриламид, фронтальная полимеризация, непрерывный режим, капиллярная вискозиметрия, молекулярная масса.

OBTAINING OF POLYACRYLAMIDE BY MEANS OF FRONTAL POLYMERIZATION IN CONTINUOUS MODE

M. B. SHULIAKOUSKAYA⁺, Y. V. HRYNIUK

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

Acrylamide polymers are widely used in different fields of industry, agriculture, medicine. One of the most promising ways of obtaining polymer materials for different use based on acrylamide is frontal polymerization. The main advantage of frontal polymerization is low energy consumption for carrying out the process.

The aim of the present work was to study the process of frontal polymerization of acrylamide in dimethylsulfoxide solution in continuous mode, to determine the macrokinetics of the process and to study the obtained polymers properties. Front temperature was measured with using a K-type thermocouple and its velocity was determined by measuring the distance travelled by front in a certain time. Molecular weight of products obtained was measured by means of capillary viscometry. The continuity of the process was provided by the movement of the reaction mixture in a glass tubular reactor by the use of a movable rod with the speed equal to that of a polymerization front.

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: marieshulyakouskaja@gmail.com

As the result of the present work the possibility of carrying out frontal polymerization of acrylamide in dimethylsulfoxide in continuous mode was shown for the first time when the process is carried out in glass tubular reactor. It was determined that frontal polymerization of acrylamide in continuous mode was possible at the initiator concentration at least of 0,1 mol.%. The minimal initiator concentration to carry out the process in continuous mode was shown to be not less than 0,1 mol.%. Front speed was 2,1–11,5 cm/min, front temperature — 133–159 °C depending on the initiator concentration. It was determined by means of capillary viscometry that polymers obtained had the molecular weight at the range of 50–250 thousand.

Keywords: polyacrylamide, frontal polymerization, continuous mode, capillary viscometry, molecular weight.

Поступила в редакцию 08.02.2022

© М. Б. Шуляковская, Е. В. Гринюк, 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:

Шуляковская М. Б., Гринюк Е. В. Получение полиакриламида методом фронтальной полимеризации в непрерывном режиме // Полимерные материалы и технологии. 2022. Т. 8, № 1. С. 64–68. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-1-64-68>

Citation sample:

Shulyakovskaya M. B., Grinyuk E. V. Poluchenie poliakrilamida metodom frontal'noy polimerizatsii v nepreryvnom rezhime [Obtaining of polyacrylamide by means of frontal polymerization in continuous mode]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2022, vol. 8, no. 1, pp. 64–68. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-1-64-68>

Литература

1. Mota-Morales J. D., Gutierrez M. C., Ferrer M. L., Sanchez I. C., Elizalde-Pena E. A., Pojman J. A., Del Monte F., Luna-Barcenas G. 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. 1767–1773. doi: 10.1002/pola.26555
2. Gavini E., Mariani A., Rassa G., Bidali S., Spada G., Bonferoni M. C., Giunchedi P. Frontal polymerization as a new method for developing drug controlled release systems (DCRS) based on polyacrylamide // *European Polymer Journal*, 2009, vol. 45, is. 3, pp. 690–699. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2008.12.017
3. Куренков В. Ф. Водорастворимые полимеры акриламида // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 5. С. 48–53.
4. Pojman J. A., Plyashenko V. M., Khan A. M. Free-radical frontal polymerization: selfpropagating thermal reaction waves // *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, 1996, vol. 92, is. 16, pp. 2825–2837. doi: 10.1039/Ft9969202825
5. Pojman J. A. Frontal Polymerization // *Polymer Science: A Comprehensive Reference*, 2012, vol. 4, pp. 957–980. doi: 10.1016/B978-0-444-53349-4.00124-2
6. Tran A. D., Koch Th., Knaack P., Liska R. Radical induced cationic frontal polymerization for preparation of epoxy composites // *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2020, vol. 132. doi: 10.1016/j.compositesa.2020.105855
7. Davtyan S. P., Tonoyan A. O. Frontal polymerization in continuous-flow reactors // *Review Journal of Chemistry*, 2019, vol. 9, is. 4, pp. 175–196. doi: 10.1134/S2079978019040010
8. API RP 63. Recommended Practices for Evaluation of Polymers Used in Enhanced Oil Recovery Operations / American Petroleum Institute; Publication Date: 1 June 1990. USA, 1990, pp. 74.
9. Bowden G., Garbey M., Plyashenko V. M., Pojman J. A., Solovyov S. E., Taik A., Volpert V. A. Effect of Convection on a Propagating Front with a Solid Product: Comparison of Theory and Experiments // *J. Phys. Chem. B*, 1997, vol. 101, pp. 678–686.
10. Соломевич Е. О., Гринюк Е. В., Круль Л. П. Фронтальная сополимеризация акриламида с 2-акриламидо-2-метилпропансульфонокислотой в водных растворах высокомолекулярного полиакриламида // *Полимерные материалы и технологии*.

2019. Т. 5, № 1. С. 63–69.

References

1. Mota-Morales J. D., Gutierrez M. C., Ferrer M. L., Sanchez I. C., Elizalde-Pena E. A., Pojman J. A., Del Monte F., Luna-Barcenas G. 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. 1767–1773. doi: 10.1002/pola.26555
 2. Gavini E., Mariani A., Rasso G., Bidali S., Spada G., Bonferoni M. C., Giunchedi P. Frontal polymerization as a new method for developing drug controlled release systems (DCRS) based on polyacrylamide. *European Polymer Journal*, 2009, vol. 45, is. 3, pp. 690–699. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2008.12.017
 3. Kurenkov V. F. Vodorastvorimye polimery akrilamida [Watersoluble acrylamide polymers]. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal* [Journal of ISSEP], 1997, no. 5, pp. 48–53.
 4. Pojman J. A., Ilyashenko V. M., Khan A. M. Free-radical frontal polymerization: selfpropagating thermal reaction waves. *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, 1996, vol. 92, is. 16, pp. 2825–2837. doi: 10.1039/Ft9969202825
 5. Pojman J. A. Frontal Polymerization. *Polymer Science: A Comprehensive Reference*, 2012, vol. 4, pp. 957–980. doi: 10.1016/B978-0-444-53349-4.00124-2
 6. Tran A. D., Koch Th., Knaack P., Liska R. Radical induced cationic frontal polymerization for preparation of epoxy composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2020, vol. 132. doi: 10.1016/j.compositesa.2020.105855
 7. Davtyan S. P., Tonoyan A. O. Frontal polymerization in continuous-flow reactors. *Review Journal of Chemistry*, 2019, vol. 9, is. 4, pp. 175–196. doi: 10.1134/S2079978019040010
 8. API RP 63. Recommended Practices for Evaluation of Polymers Used in Enhanced Oil Recovery Operations / American Petroleum Institute; Publication Date: 1 June 1990. USA, 1990, pp. 74.
 9. Bowden G., Garbey M., Ilyashenko V. M., Pojman J. A., Solovyov S. E., Taik A., Volpert V. A. Effect of Convection on a Propagating Front with a Solid Product: Comparison of Theory and Experiments. *J. Phys. Chem. B*, 1997, vol. 101, pp. 678–686.
 10. Solomevich E. O., Grinyuk E. V., Krul' L. P. Frontal'naya sopolimerizatsiya akrilamida s 2-akrilamido-2-metilpropansulfokislotoy v vodnykh rastvorakh vysokomolekulyarnogo poliakrilamida [Frontal copolymerization of acrylamide and 2-acrylamido-2-methyl-propanesulf acid in aqueous solutions of high-molecular polyacrylamide]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2019, vol. 5, no. 1, pp. 63–69.
-