

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2021-7-3-74-79>

УДК [678.744.72:54.145.2]:544.77.051.13

КРАТНОСТЬ ВСПЕНИВАНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ ПЕН НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА С РАЗНОЙ ВЯЗКОСТЬЮ

А. А. АКИМОВА¹⁺, В. А. ЛОМОВСКОЙ^{1,2}, И. Д. СИМОНОВ-ЕМЕЛЬЯНОВ¹

¹МИРЭА — Российский технологический университет (Институт тонких химических технологий имени М. В. Ломоносова), пр-т Вернадского, 86, 119571, г. Москва, Россия

²Институт физической химии и электрохимии имени А. Н. Фрумкина, Ленинский пр-т, 31, к. 4, 119071, г. Москва, Россия

В работе изучены структура, вязкостные характеристики, кратность вспенивания и кинетика устойчивости пен из водных растворов поливинилового спирта (ПВС), как одного из основных компонентов получения фильтров специального назначения.

Цель работы — исследование кратности вспенивания и устойчивости пен, получаемых из водных растворов поливинилового спирта с разной молекулярной массой и концентрацией.

Предварительно изучено влияние молекулярной массы ПВС на динамическую вязкость водных растворов при разных скоростях сдвига. Установлено, что при увеличении молекулярной массы полимера с 20000 до 81000 вязкость водных растворов ПВС при постоянной концентрации возрастает примерно в 10–20 раз, с 5–10 мПа·с до 45–210 мПа·с. Скорость сдвига в области разбавленных растворов (в области малых концентраций) практически не оказывает влияния на значения вязкости водных растворов ПВС, независимо от молекулярной массы полимера.

Для дальнейшей работы в качестве образца выбрали наиболее подходящий ПВС с молекулярной массой, равной 68000. Кратность вспенивания пен, полученных из водных растворов ПВС, возрастает в 1,5–2 раза с увеличением вязкости растворов. Максимальное значение кратности вспенивания составляет 6,5 при вязкости 45 мПа·с и 5,8 при вязкости 215 мПа·с для водных растворов ПВС с концентрацией 4 об.% и 8 об.% соответственно. Показано, что с увеличением динамической вязкости устойчивость пен, полученных из водных растворов ПВС, возрастает.

Для синтеза пористых фильтров необходимо использовать растворы ПВС, обеспечивающие высокую кратностью вспенивания при достаточной устойчивости пены во времени. Установлено, что следует использовать 8 об.% водный раствор ПВС с молекулярной массой полимера 60000–68000 и вязкостью около 120 мПа·с.

Ключевые слова: поливиниловый спирт, молекулярная масса, водные растворы, концентрация растворов, вязкость, пены, кратность вспенивания, устойчивость пен.

FOAMING RATIO AND STABILITY OF FOAMS BASED ON AQUEOUS SOLUTIONS OF POLYVINYL ALCOHOL WITH DIFFERENT VISCOSITIES

А. А. АКИМОВА¹⁺, В. А. ЛОМОВСКОЙ^{1,2}, И. Д. СИМОНОВ-ЕМЕЛЬЯНОВ¹

¹MIREA — Russian Technological University (Lomonosov Institute of Fine Chemical Technologies), Vernadsky Ave., 86, 119571, Moscow, Russia

²Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry, Leninsky Ave., 31, building 4, 119071, Moscow, Russia

The work studied the structure, viscosity characteristics, foaming ratio and kinetics of foam stability

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: akimova@mirea.ru

from aqueous solutions of polyvinyl alcohol (PVA), as one of the main components for obtaining special-purpose filters.

The dependences of the dynamic viscosity of aqueous PVA solutions on the molecular weight at different shear rates are presented. It was found that with an increase in M_w from 20,000 to 81,000, the viscosity of aqueous solutions of PVA at a constant concentration increases by ~10–20 times (from ~5–10 s to 45–210 mPa·s).

The shear rate in the region of dilute solutions (in the region of low concentrations) has practically no effect on the viscosity of aqueous PVA solutions.

The effect of the concentration of aqueous solutions of PVA on the dynamic viscosity was studied at a constant molecular weight of the polymer $M_w = 68,000$. It was found that with an increase in the concentration of the PVA solution, the dynamic viscosity increases; therefore, it is recommended to use an 8% aqueous solution of PVA.

The foaming ratio of foams from aqueous solutions of PVA increases by ~1.5–2 times at an increase in the viscosity of the solutions. The maximum value of β (6.5) for 4 vol.% of aqueous solutions of PVA is achieved at a viscosity of 45 mPa·s, and for 8 vol.% (5.8) with a viscosity of 215 mPa·s.

It is shown that with an increase in the dynamic viscosity, the stability of foams obtained from aqueous solutions of PVA will increase.

To synthesize porous filters and obtain foams with a high foaming ratio and sufficient stability over time, an 8% aqueous solution of PVA with a polymer molecular weight of 60,000–68,000 with a viscosity of ~120 mPa·s should be used.

Keywords: polyvinyl alcohol, molecular weight, aqueous solutions, concentration of solutions, viscosity, foams, foaming ratio, foam stability.

Поступила в редакцию 12.05.2021

© А. А. Акимова, В. А. Ломовской, И. Д. Симонов-Емельянов, 2021

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:

Акимова А. А., Ломовской В. А., Симонов-Емельянов И. Д. Кратность вспенивания и устойчивость пен на основе водных растворов поливинилового спирта с разной вязкостью // Полимерные материалы и технологии. 2021. Т. 7, № 3. С. 74–79. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2021-7-3-74-79>

Citation sample:

Akimova A. A., Lomovskoy V. A., Simonov-Emel'yanov I. D. Kratnost' vspenivaniya i ustoychivost' pen na osnove vodnykh rastvorov polivinilovogo spirta s raznoy vyazkost'yu [Foaming ratio and stability of foams based on aqueous solutions of polyvinyl alcohol with different viscosities]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2021, vol. 7, no. 3, pp. 74–79. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2021-7-3-74-79>

Литература

1. Ломовской В. А., Абатурова Н. А., Ломовская Н. Ю., Хлебникова О. А., Саков Д. М., Галушко Т. Б., Бартенева А. Г. Влияние пористости структуры поливинилформала на его сорбционные характеристики // Физическая химия поверхностных явлений и адсорбции : труды 5 научной конференции, 1–6 июля 2013 г., Плес. Иваново, 2014. С. 52.
2. Лысаков В. Н., Седунов С. Г., Тараскин К. А., Ступникова М. П. Методы получения и исследования свойств пенных составов, перспективных для создания звукоизоляционных покрытий // Молекулярные технологии. 2008. № 2. С. 61–79.
3. Панов Ю. Т. Научные основы создания пенопластов второго поколения : монография. Владимир: ВлГУ, 2003. 176 с.
4. Ушаков С. Н. Поливиниловый спирт и его производные: в 2 т. Москва ; Ленинград : Изд-во Акад. наук СССР, 1960. Т. 1. 552 с.

5. Rigved Nagarkar, Jatin Patel. Polyvinyl Alcohol: A Comprehensive Study // *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences*, 2019, vol. 3, is. 4, pp. 34–44.
6. Muppalaneni S., Omidian H. Polyvinyl Alcohol in Medicine and Pharmacy: A Perspective // *J. Develop. Drugs*, 2013, vol. 2, is. 3. doi: 10.4172/2329-6631.1000112
7. Вилкова Н. Г., Мишина С. И., Дорчина О. В. Устойчивость пен, содержащих дизельное топливо // *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. 2018. Т. 61, № 6. С. 48–53.
8. Манжай В. Н., Фуфаева М. С. Дисперсность и устойчивость пены, полученной из раствора поливинилового спирта и свойства сформированных пенокриогелей // *Коллоидный журнал*. 2014. Т. 76, № 4. С. 495–499. doi: 10.7868/S0023291214040090
9. Özarmut A. Ö., Steeb H. Rheology properties of liquid and particle stabilized foam // *J. Physics: Conference Series*, 2015, vol. 602, pp. 12–17. doi:10.1088/1742-6596/602/1/012031
10. Матвеев В. Н., Кирсанов Е. А. Вязкость и структура дисперсных систем // *Вестник Московского университета. Серия 2. Химия*. 2011. Т. 52, № 4. С. 243–276.

References

1. Lomovskoy V. A., Abaturova N. A., Lomovskaya N. Yu., Khlebnikova O. A., Sakov D. M., Galushko T. B., Barteneva A. G. Vliyanie poristosti struktury polivinilformalya na ego sorbtionnyye kharakteristiki [Influence of the porosity of the polyvinylformal structure on its sorption characteristics]. *Trudy 5 nauchnoy konferentsii «Fizicheskaya khimiya poverkh-nostnykh yavleniy i adsorbtsii»* [Proceedings of the 5th Scientific Conference “Physical Chemistry of surface phenomena and adsorption”]. Ivanovo, 2014, pp. 52.
2. Lysakov V. N., Sedunov S. G., Taraskin K. A., Stupnikova M. P. Metody polucheniya i issledovaniya svoystv pennykh sostavov, perspektivnykh dlya sozdaniya zvukoizolyatsionnykh pokrytiy [Methods of obtaining and studying the properties of foam compositions that are promising for creating sound-proof coatings]. *Molekulyarnye tekhnologii* [Molecular technologies], 2008, no. 2, pp. 61–79.
3. Panov Yu. T. *Nauchnye osnovy sozdaniya penoplastov vtorogo pokoleniya* [Scientific basis for the creation of second-generation foams]. Vladimir : VIGU Publ., 2003. 176 p.
4. Ushakov S. N. *Polivinilovyy spirt i ego proizvodnye* [Polyvinyl alcohol and its derivatives]. Moscow ; Leningrad : Izd-vo Akad. nauk SSSR Publ., 1960, vol. 1. 552 p.
5. Rigved Nagarkar, Jatin Patel. Polyvinyl Alcohol: A Comprehensive Study. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences*, 2019, vol. 3, is. 4, pp. 34–44.
6. Muppalaneni S., Omidian H. Polyvinyl Alcohol in Medicine and Pharmacy: A Perspective. *J. Develop. Drugs*, 2013, vol. 2, is. 3. doi: 10.4172/2329-6631.1000112
7. Vilkova N. G., Mishina S. I., Dorchina O. V. Ustoychivost' pen, sodержashchikh dizel'noe toplivo [Stability of foams containing diesel fuel]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Proceedings of Universities. Series: Chemistry and Chemical Technology], 2018, vol. 61, no. 6, pp. 48–53.
8. Manzhay V. N., Fufaeva M. S. Dispersnost' i ustoychivost' peny, poluchennoy iz rastvora polivinilovogo spirta i svoystva sformirovannykh penokriogeley [Dispersion and stability of foam obtained from a solution of polyvinyl alcohol and the properties of the formed foams]. *Kolloidnyy zhurnal* [Colloid Journal], 2014, vol. 76, no. 4, pp. 495–499. doi: 10.7868/S0023291214040090
9. Özarmut A. Ö., Steeb H. Rheology properties of liquid and particle stabilized foam. *J. Physics: Conference Series*, 2015, vol. 602, pp. 12–17. doi:10.1088/1742-6596/602/1/012031
10. Matveenko V. N., Kirsanov E. A. Vyazkost' i struktura dis-persnykh sistem [Viscosity and structure of dispersed systems]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2. Khimiya* [Bulletin of Moscow State University. Series 2. Chemistry], 2011, vol. 52, no. 4, pp. 243–276.