

В. С. СОЛОВЬЕВ, М. В. УСПЕНСКАЯ, Н. В. СИРОТИНКИН

ПОЛИМЕРНЫЕ ВОДОПОГЛОЩАЮЩИЕ КОМПОЗИЦИИ С ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТЬЮ

Изучено влияние модифицированных алюмосиликатных стеклосфер на макрокинетику гелеобразования и деформационно-прочностные характеристики полимерных акриловых композиций.

Ключевые слова: гелеобразование, сшитые полимеры.

Акриловые сшитые сополимеры обладают высокой водопоглощающей способностью и прозрачностью, легко реагируют на незначительные изменения во внешней среде (температуры, кислотности, освещенности): это обуславливает их широкое применение в промышленности, медицине и сельском хозяйстве [1—3]. Одним из главных недостатков акриловых абсорбентов является их низкая физико-механическая прочность. Введение в полимерную матрицу различных наполнителей, таких как бентониты, стеклосферы и т.п., способствует устранению этого недостатка.

Для проведения экспериментов в качестве наполнителей были использованы алюмосиликатные стеклосферы (АСС), поскольку они оказывают комплексное положительное влияние на такие характеристики полимерных композиций, как прочность, теплостойкость, теплопроводность и горючесть [4, 5]. Для увеличения взаимодействия между звеньями полимерной цепи и частицами наполнителя и улучшения, таким образом, физико-механических и специфических характеристик полимерного материала применяется модификация поверхности наполнителя [6, 7]. В описываемом эксперименте в качестве модификатора поверхности стеклосфер был использован латекс АБС.

Эксперимент. Акриловые композиции были синтезированы путем радикальной полимеризации в водной среде при температуре 50 °С. В качестве мономеров использовались акриловая кислота и акриламид в следующем соотношении: 70 мас.% кислоты — 30 мас.% акриламида. В качестве инициатора полимеризации была использована окислительно-восстановительная система персульфат аммония — тетраметилэтилендиамин, а в качестве сшивающего агента — *N,N'*-метиленбисакриламид. Степень нейтрализации (α) акриловой кислоты составляла 0,9. Полимеризация проводилась при начальной концентрации мономеров 30 мас.% и концентрации сшивающего агента 0,3 мас.%. Продолжительность синтеза композиций в водной среде составила 3 ч. Содержание наполнителя варьировалось в пределах 10—60 мас.%.

Модификация алюмосиликатных стеклосфер проводилась следующим способом: частицы наполнителя тщательно отмывались и подвергались сушке в течение 24 ч, а затем помещались в латекс АБС в соотношении 1:1; смесь перемешивалась в течение 30 мин, и добавлялся CaCl_2 в качестве коагулянта. Полученные модифицированные частицы алюмосиликатных стеклосфер отфильтровывали и сушили при температуре 20 °С в течение 24 ч.

Результаты. Модификация поверхности частиц наполнителя приводит к изменению макрокинетики гелеобразования. График зависимости времени начала гелеобразования (t) от концентрации (N) модифицированных алюмосиликатных стеклосфер представлен на рис. 1.

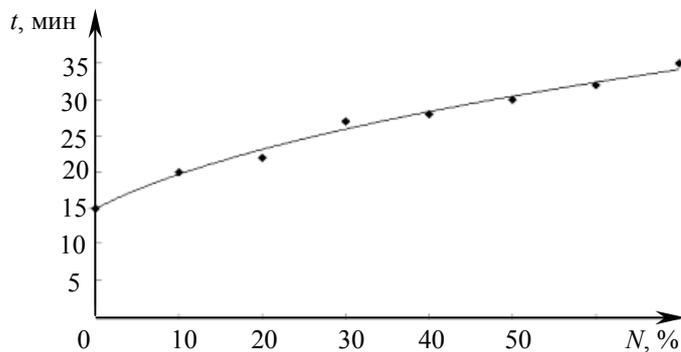


Рис. 1

Как видно из графика, рост значения N приводит к увеличению времени t . Это можно объяснить тем, что подвижность макромолекул в адсорбционном слое уменьшается и, как следствие, снижается скорость полимеризации. При формировании сетчатых полимеров на начальных этапах синтеза происходит образование большой разветвленной молекулы, которая характеризуется значительно меньшей подвижностью, что приводит к ограничению возможности реакционноспособных групп полимера вступать в реакцию, в результате чего образование сетчатого полимера замедляется.

Следует отметить, что зависимость времени начала гелеобразования от концентрации модифицированных АСС описывается степенной функцией вида

$$t = 14,94N^2.$$

В отличие от представленной зависимости, зависимость $t(N)$ для немодифицированных стеклосфер описывается как „концентрационный оптимум“, т.е. функция сначала возрастает, а затем убывает при увеличении концентрации немодифицированных стеклосфер в полимерной матрице [8]. Прочностные характеристики полимерных композиций с модифицированными и немодифицированными АСС отличаются на порядок. Влияние концентрации модифицированного наполнителя на прочностные характеристики (G) полимерных пленок иллюстрируется графиком, представленным на рис. 2.

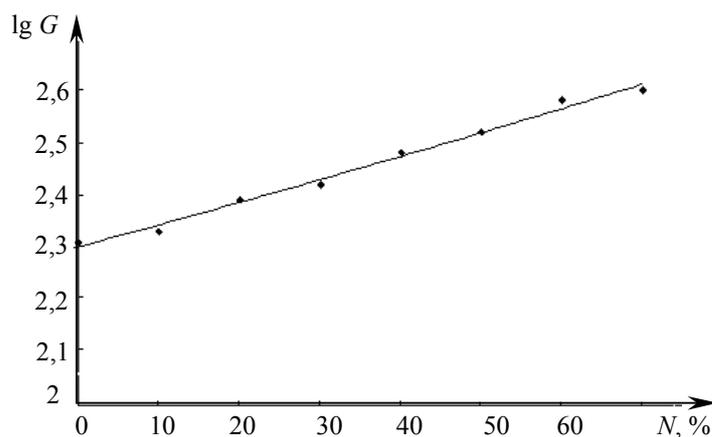


Рис. 2

Повышение прочностных характеристик полимерных композиций с модифицированными АСС объясняется не только взаимодействием между отдельными макромолекулами и поверхностью частиц, но и влиянием надмолекулярных структурных образований, свойства которых изменяются под действием наполнителя. Частицы наполнителя — АСС — в композите являются узлами полимерной сетки, формирующейся в результате взаимодействия макромолекул полимера с поверхностью частиц.

Итак, исследования впервые полученных композиций на основе модифицированных латексом АБС алюмосиликатных стеклосфер и акриловых сополимеров показывают, что с увеличением количества наполнителя в полимерной матрице повышается прочность пленок на разрыв и увеличивается время начала гелеобразования. Использование модифицированных частиц наполнителя на порядок, по сравнению с немодифицированными стеклосферами, увеличивает деформационно-прочностные характеристики композитов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Nabita M.* Radiation polymerization of hydrophilic monomers for producing hydrogel used in waste treatment processing // *Polym-Plast Technology and Eng.* 2004. Vol. 43, N 4. P. 1157—1176.
2. Пат. 2157243 РФ, МПК⁷ А64 L 15/22. Гидрогелевая композиция и перевязочные средства из нее для лечения ран различной этиологии // *А. Н. Пищуров, А. И. Валуев, Г. А. Сытов* и др. 2000.
3. *Budtova T., Suleimenov S.* Physical principles of using polyelectrolyte hydrogels for purifying and enrichment technologies // *J. Appl. Polym. Sci.* 1995. Vol. 57, N 12. P. 1653—1658.
4. Наполнители для полимерных композиционных материалов. Справочное пособие: Пер. с англ. М.: Химия. 1981. 116 с.
5. *Вудов В. В.* Влияние некоторых факторов на прочность полых стеклянных микросфер // *Тугоплавкие волокна и мелкодисперсные наполнители*: Науч. труды. М.: НПО „Стеклопластик“, 1998. С. 25—26.
6. *Казанский К. С., Дубровский С. А., Антощенко Н. В.* Характеристика и структура полиэтиленоксидных гидрогелей, получаемых через макромономеры // *Высокомолекулярные соединения. Сер. А.* 1997. Т. 39, № 5. С. 816—824.
7. *Дубровский С. А., Кузнецова В. И.* Упругость и структура гидрогелей на основе полиакрилатов и крахмала // Там же. 1997. Т. 35, № 3. С. 271—275.
8. *Горский В. А.* Стеклосферы и фуллерены в качестве модификаторов акриловых супервлагоабсорбентов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПбГТИ, 2006.

Сведения об авторах

- Валерий Сергеевич Соловьев** — аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра физики и техники оптической связи; E-mail: solovievvs@gmail.ru
- Майя Валерьевна Успенская** — д-р техн. наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра физики и техники оптической связи; E-mail: mv_uspenskaya@mail.ru
- Николай Васильевич Сиротинкин** — д-р техн. наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет), кафедра химии и технологии каучука и резины

Рекомендована кафедрой
физики и техники оптической связи
СПбГУ ИТМО

Поступила в редакцию
07.12.09 г.