УДК 532.783; 548-14

А. С. Сонин, Н. А. Чурочкина, А. В. Голованов

КОМПОЗИТЫ С ЛИОТРОПНЫМИ ЖИДКИМИ КРИСТАЛЛАМИ COMPOSITES WITH LYOTROPIC LIQUID CRYSTALS

Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, 119991 Москва, ул. Вавилова, 28

Получены и изучены жидкокристаллические композиты с лиотропными жидкими кристаллами. Композит, содержащий полимерную сетку, был получен на основе коммерческой смеси NOA-65 и лиотропного жидкого кристалла дисульфоиндантрон — вода. полимеризацией смеси УФ излучением. Композит на основе линейного тройного сополимера, содержащего алкилметакрилатные группы, был получен с лиотропным жидким кристаллом бензопурпурин — вода методом испарения растворителя. Изучены условия получения этих композитов и их текстуры.

Ключевые слова: жидкие кристаллы, композиты, текстуры, УФ-полимеризация.

Liquid crystalline composites on the basis of lyotropic liquid crystals were fabricated and studied. The composite containing polymer network was obtained on the basis of commercial mixture NOA-65 and the disulphoindantrone — water lyotropic liquid crystal. The composite mixture polymerization was made by means of UV radiation. The composite on the basis of the linear alkylmethacrylat-containing copolymer was obtained in combination with the benzopurpurin — water lyotropic liquid crystal by means of solvent evaporation. The optimal conditions for the composites fabrication as well as their texture were investigated.

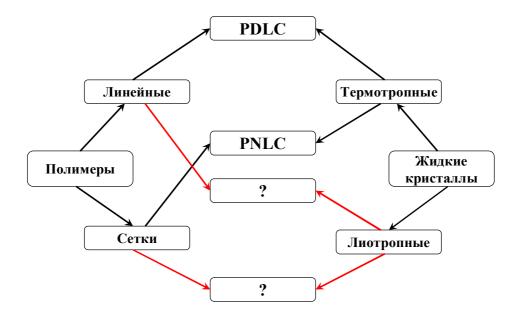
Key words: liquid crystals, composites, textures, UV polymerization.

Жидкокристаллические композиты представляют собой микрогетерогенные дисперсные системы, содержащие полимеры и термотропные жидкие кристаллы (ЖК) [1-4]. Характерной особенностью таких ЖК-композитов является то, что они сохраняют многие оптические свойства самих ЖК, а их реология, зависящая от соотношения полимер — ЖК, изменяется от твердого тела до геля. Композиты, в которых используются линейные полимеры, представляют собой тонкие пленки, в порах которых содержатся ЖК. Такие материалы известны как «Polymer Dispersed Liquid Crystals» или PDLC. Композиты, в которых полимерной компонентой является полимерная сетка, представляют собой гели. Такие материалы известны как «Polymer Network Liquid Crystals» или PNLC. Подчеркнем еще раз, что для получения как тех, так и других композитов до сих пор используются только термотропные ЖК (рис. 1).

Однако, совсем недавно появилось сообщение [5], что удалось получить устойчивую дисперсию, в которой матрицей (дисперсионной средой) являлся водный раствор линейного полимера — поливинилового спирта, а дисперсной фазой — лиотропный нематик хромогликат натрия — вода. И хотя полученный материал являлся жидкостью,

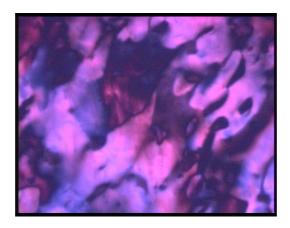
[©] Сонин А. С., Чурочкина Н. А., Голованов А. В., 2010

это навело на мысль попытаться получить полные аналоги термотропных композитов с лиотропными жидкими кристаллами на основе линейных и сетчатых полимеров (схема).



Нами получен ЖК-композит, матрицей которого является сетчатый полимер на основе коммерческой смеси NOA-65, а дисперсной фазой – лиотропный ЖК дисульфо-индантрон – вода [6]. Дисульфоиндантрон представляет собой водорастворимую форму известного кубового красителя индантрона – одного из многочисленных производных антрахинона. Его водный раствор имеет интенсивный синий цвет.

Дисульфоиндантрон образут в воде колонки по типу «стопка монет», в которых его плоские молекулы связаны водородными связями [7]. При концентрациях дисульфоиндантрона в воде 6-7 мас. % образуется нематическая мезофаза, текстура которой показана на рис. 1.



Puc.~1. Текстура лиотропного ЖК дисульфоиндантрон (6,6 мас. %) – вода. Поляризованный свет, $\times\,100$

Для получения композита были использованы образцы лиотропного нематика, содержащие 6,6 мас. % дисульфоиндантрона. Нематик в количестве 10 и 50 % смешивался с NOA 65. Полученные композиционные смеси заправлялись в плоские стеклянные капилляры толщиной 100 мкм.

Полимеризация NOA-65 осуществлялась УФ-облучением смеси с помощью стандартной лампы ДРШ–250–3. Интенсивность УФ-излучения составляла $0.04~\mathrm{MBT/cm^2}$. Время облучения 1 час при температуре 22 °C.

На рис. 2 приведены текстуры композитов в поляризованном свете при концентрации лиотропного нематика 10 и 90 мас. %, соответственно. В первом случае (рис. 2, *a*) хорошо видно, что лиотропная фаза в виде капель размером от 1 до 15 мкм неравномерно распределена на темном фоне NOA-65. Заметим, что, судя по слабой голубой окраске полимерного фона, дисульфоиндантрон, по-видимому, частично растворяется в NOA-65.

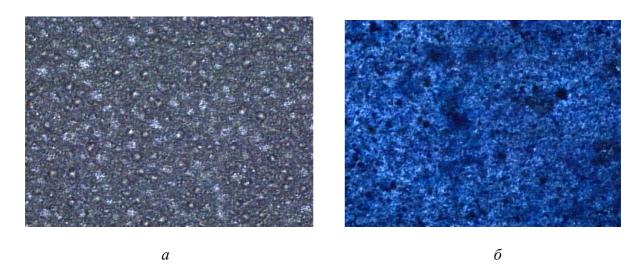


Рис. 2. Текстуры композитов с лиотропным нематиком дисульфоиндантрон (6,6 мас. %) – вода: a – содержание NOA-65 в смеси 90 мас. %; δ – содержание NOA-65 в смеси 50 мас. % Поляризованный свет, \times 100

Текстура образцов с концентрацией лиотропной фазы 50 мас. % (рис. 2, δ) существенно отличается от образцов с концентрацией нематика 10 мас. %. Видно много неправильной формы капель полимера разного размера (15-25 мкм) на фоне интенсивно окрашенного лиотропного нематика.

Для получения ЖК-композита на основе линейного полимера был использован тройной сополимер метилметакрилата, гидроксиэтилметакрилата и октилметакрилата [8]. Этот сополимер хорошо растворим в хлороформе. В качестве жидкого кристалла был использован лиотропный нематик бензопурпурин 4В — вода при концентрации бензопурпурина 3 мас. %. Подобно дисульфоиндантрону, бензопурпурин в воде образует колонки, сцепленные водородными связями [7].

При комнатной температуре бензопурпурин плохо растворим в воде. Лишь при нагревании до 80 - 90 °C в течение 3 - 5 минут образуется прозрачный раствор интенсивно красного цвета. После его охлаждения до комнатной температуры прозрачность

сохраняется в течение 3-4 дней, после чего в растворе появляются агрегаты и образуется гель.

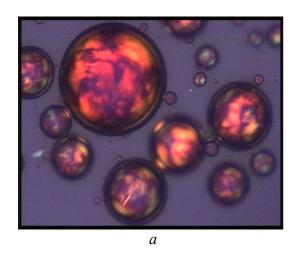
На рис. 3 приведена текстура нематической мезофазы при комнатной температуре до гелеобразования. Она похожа на текстуру лиотропного нематика сульфоиндантрон – вода (рис. 1).



Рис. 3. Текстура лиотропного нематика бензопурпурин 4В (3 мас. %) – вода. Поляризованный свет, \times 100

Композиционная смесь готовилась добавлением прозрачного раствора нематика к 10 % раствору тройного сополимера в хлороформе Смесь интенсивно перемешивалась магнитной мешалкой до образования однородной эмульсии. Соотношение тройного сополимера и нематика в смеси составляла 1:1 и 1:10. Композиционная смесь помещалась на предметное стекло и после испарения хлороформа, накрывалось покровным стеклом.

На рис. 4 приведены текстуры полученных композитов. Как видно из рис. 4, *а* при соотношении полимер – нематик 1:1 хорошо видны большие капли нематика



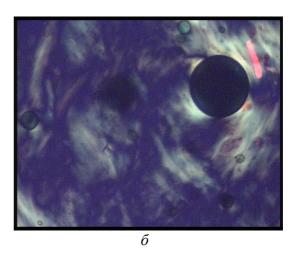


Рис. 4. Текстуры композита на основе линейного тройного сополимера с лиотропным нематиком бензопурпурин (3 мас. %) — вода: a — соотношение полимер — нематик 1:1, δ — соотношение полимер — нематик 1:10. Поляризованный свет, \times 100

размером 25-100 мкм на фоне полимера, в которых четко просматривается нематическая текстура. Этот ЖК-композит, по-видимому, аналогичен классическому PDLS. При соотношении же полимер – нематик 1:10 (рис. 4, δ) капли такого же размера полимера видны на фоне нематика, что, по-видимому, соответствует PDLS, в котором полимерные капли распределены в массе нематика.

Таким образом, получены композиты на основе линейного и сетчатого полимера с лиотропными нематиками. Однако, строение таких композитов необходимо уточнять структурными методами

Список литературы

- 1. *Жаркова Г. М., Сонин А. С.* Жидкокристаллические композиты. Новосибирск : Наука, 1994. 214 с.
- 2. Drzaic P. S. Liquid Crystal Dispersions. Singapore, World Scientific, 1995. 430 p.
- 3. Liquid Cristal in Complex Geometries / ed. by *G. Crawford, S. Zumer.* London: Taylor and Francis Publ. Ltd., 1996.
- 4. Сонин А. С., Чурочкина Н. А. // Высокомолекулярные соединения (в печати).
- 5. Simon K. A., Sejwal P., Gerecht R. B. Luk Y.-Y. // Langmuir. 2007. Vol. 23. P. 1453 1458.
- 6. *Сонин А. С., Чурочкина Н. А., Голованов А. В. //* Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2009. Вып. 2(28). С. 89 91.
- 7. Василевская А. С., Генералова Э. В., Сонин А. С. // Успехи химии. 1989. Т. 58. № 9. С. 1575 1596.
- 8. Генералова Э. В., Носов Г. Б., Синани В. А., Сонин А. С., Шибаев В. П. // Изв. АН СССР. Сер. физич. 1995. Т. 59. № 3. С. 166 173.

Поступила в редакцию 9.11.2009 г.