

в сторону более высоких температур. На рис. 2 показана зависимость температуры фазового расслоения в порах от их радиуса в координатах $(\lg(T_p - T_p^\infty) - \lg R)$. Зависимость удовлетворительно описывается выражением $T_p - T_p^\infty \sim R^{-b}$, где $b \approx 1$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brochard F., de Gennes P. G. // J. Phys. Letters France. 1983. V. 44. № 18. P. 785.
2. Maher J. V., Goldburg W. I., Pohl D. W., Lanz M. // Phys. Rev. Letters. 1984. V. 53. P. 60.
3. Goh M. C., Goldburg W. I., Knobler C. M. // Phys. Rev. Letters. 1987. V. 58. № 10. P. 1008.
4. Несторов А. Е., Липатов Ю. С. // Фазовое состояние растворов и смесей полимеров. Киев, 1987. С. 37.
5. Маклаков А. И., Скирда В. Д., Фаткуллин Н. Ф. // Самодиффузия в растворах и расплавах полимеров. Казань, 1987. С. 225.
6. Tanner J. F. // J. Chem. Phys. 1970. V. 52. № 5. P. 2523.
7. Загдзай О. Э., Маклаков А. И., Скирда В. Д., Чалых А. Е. // Высокомолек. соед. А. 1988. Т. 30. № 1. С. 106.

Казанский государственный университет
им. В. И. Ульянова-Ленина

Поступила в редакцию
27.06.89

УДК 541.64:532.77:539.9

© 1990 г. Ю. А. Алумян, Б. М. Гинзбург, А. А. Шепелевский

ОСОБЫЕ ВИДЫ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ХОЛЕСТЕРИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ПОЛИ- γ -БЕНЗИЛ-L-ГЛУТАМАТА

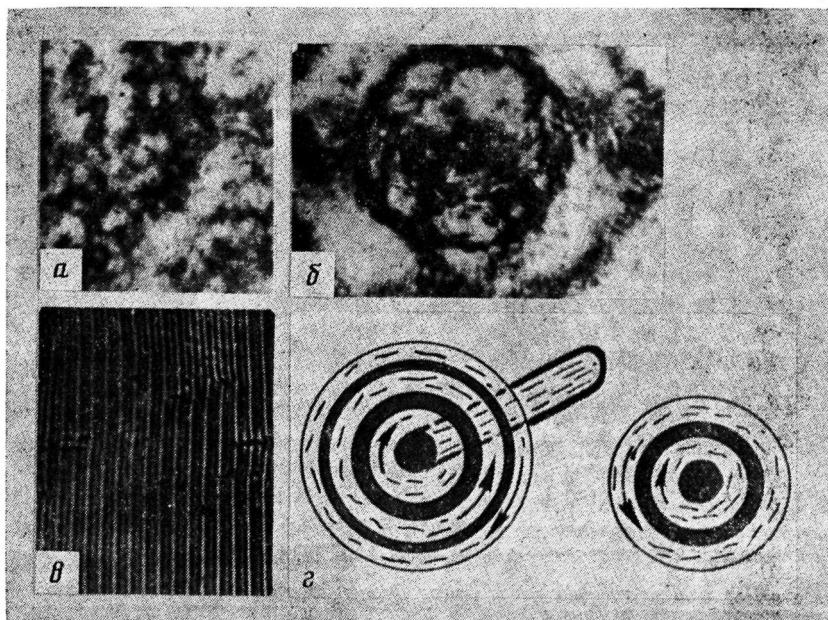
Методом оптической поляризационной микроскопии в лиотропном полимерном холестерине в ячейке типа «сандвич» (продольная геометрия наблюдения) обнаружили электрогидродинамическую неустойчивость необычного вида, не описанного в литературе.

В работе [1] исследовали поведение в электрическом поле холестерического раствора поли- γ -бензил-L-глутамата (ПБГ) в N-метилпирролидоне. Исследование проводили при поперечной геометрии наблюдения: растворы помещали в оптические кюветы, где электрическое поле (50 Гц) было направлено поперек направления наблюдения. После текстурных переходов и частичной раскрутки холестерила в нематик наблюдали электрогидродинамическую (ЭГД) неустойчивость в виде вихря, имеющего в плоскости наблюдения форму сильно вытянутого овала. По периметру овала происходила циркуляция вещества в планарной ориентации, но внутри овала формировалась гомеотропная ориентация.

В настоящей работе проведены исследования тех же растворов в ячейке типа «сандвич» при продольной геометрии наблюдения и при широкой вариации напряженности и частот поля. Предполагалось, что (по крайней мере при 50 Гц) будут наблюдаться те же ЭГД-неустойчивости, что и в оптической кювете [1], но в боковом направлении. Однако были обнаружены ЭГД-неустойчивости совершенно необычного вида, насколько нам известно, еще не описанного в литературе.

Исследовали растворы ПБГ с $M_n=2 \cdot 10^5$ в N-метилпирролидоне. Синтез ПБГ и методика приготовления образцов¹ описаны в работах [2, 3]. После созревания и гомогенизации растворов в оптических кюветах с помощью поляризационного микроскопа измеряли шаги Р холестерических спиралей (ХС), а затем теми же

¹ Авторы признательны Г. П. Власову и его сотрудникам за предоставление образцов ПБГ.



Микрокартины, наблюдаемые в скрещенных поляроидах: *а* – исходная структура холестерического раствора ПБГ в N-метилпирролидоне; *б* – ЭГД-неустойчивость того же раствора, наблюдавшаяся через 10 мин после подачи поля 10 В (частота 50 Гц); *в* – домены Капустина – Вильямса в МББА; *г* – схема молекулярной ориентации в ЭГД-неустойчивостях, подобных изображенной на рисунке, *б*

растворами заполняли «сандвичи», предназначенные для проведения исследований. Толщина «сандвичей» составляла от 20 до 350 мкм. Источником переменного электрического поля служил генератор низкочастотных сигналов марки ГЗ-56/1 с диапазоном частот 20 Гц – 200 кГц. На опорные стекла «сандвича» были нанесены полуопрозрачные электропроводящие покрытия, на которые ступенчато подавали напряжение и одновременно наблюдали за препаратом с помощью микроскопа МИН-8 со скрещенными поляроидами. Для освещения препарата использовали фильтрованное излучение ртутной лампы ($\lambda=540$ нм).

На рисунке, *а* представлена микрокартина раствора, помещенного в «сандвич» толщиной $d=250$ мкм. Видны бесформенные анизотропные образования. Очевидно, при перенесении раствора из оптической кюветы и заполнении «сандвича» исходная конфокальная текстура ($P_0=16$ мкм) нарушается и даже при длительном выдерживании (десятки часов) в «сандвиче» не восстанавливается. Далее к раствору было приложено переменное (50 Гц) электрическое поле $U=10$ В. Через ~ 10 мин после включения поля в образце возникла ЭГД-неустойчивость в виде вихря (рисунок, *б*), имеющего вид концентрических темных и светлых колец с темным кругом в центре. В темных областях молекулы ПБГ обладают гомеотропной ориентацией (перпендикулярны плоскости рисунка), а в светлых – планарной (или промежуточной между гомеотропной и планарной). В светлых областях наблюдается вращение по или против часовой стрелки (со скоростью ~ 1 оборот за 10–15 мин), но всегда таким образом, что в соседних областях, разделенных гомеотропной текстурой, вращение происходит в противоположные стороны (рисунок, *г*). Диаметр вихря 20–30 мкм.

ЭГД-неустойчивости аналогичного вида возникали в ячейках с $d=100$ и 20 мкм в растворах ПБГ с начальным шагом ХС $P_0=65$ мкм (т. е. в растворах меньшей концентрации) при $U=6$ –7 В. Причина вращения в плоскости, перпендикулярной полю, пока неясна (напомним, что в оптических кюветах [1] вращение происходило в плоскости, параллель-

ной полю). Можно предположить, что вращение как таковое возникает вследствие токов проводимости, увлекающих раствор от электрода к электроду. Гидродинамическое взаимодействие образующихся при этом потоков материала (такие потоки наблюдали в оптической кювете и зафиксировали с помощью киносъемки) со стенками ячейки, по-видимому, приводит к завихрению потоков в плоскости, перпендикулярной наименьшему размеру ячейки. При повышении частоты поля (>200 Гц при $d=100$ мкм и >300 Гц при $d=20$ мкм) ЭГД-неустойчивости описанного вида не появляются, что говорит в пользу представления о том, что первопричиной вихрей являются токи проводимости.

В некоторых случаях наблюдали несколько вихрей. При этом всегда вращение материала по периферии соседних вихрей происходило в противоположные стороны (рисунок, г) подобно тому, как это происходит в шестеренчатом механизме. Локализация центров образующихся вихрей случайна.

Для проверки методики эксперимента использовали известный препарат — низкомолекулярный жидкий кристалл — 4-метоксибензилиден-4-бутиланилин (МББА). По литературным данным [4], если на МББА в «сандвиче» подавать постоянное или низкочастотное электрическое поле, то выше некоторого порогового значения напряжения (5–10 В для ячеек с $d=10$ –200 мкм) образуются так называемые домены Капустина — Вильямса, представляющие собой цилиндрические вихри. При наблюдении вдоль поля эти вихри выглядят как система регулярно расположенных полос. Именно такая картина (рисунок, в) была обнаружена нами в тех же «санвичах» и примерно при тех же параметрах электрического поля, что и в опытах с растворами ПБГ. Хорошее воспроизведение литературных данных позволяет считать, что обнаружение ЭГД-неустойчивостей необычного вида не связано с методическими артефактами. Можно предположить две причины, по которым в растворах ПБГ образуются не домены Капустина — Вильямса, а ЭГД-неустойчивости описанного выше вида. Это, с одной стороны, большое осевое отношение для молекул ПБГ по сравнению с низкомолекулярным МББА, с другой — высокая вязкость растворов ПБГ.

Характер наблюдавшихся ЭГД-неустойчивостей и условия их возникновения позволяют отнести их к типичным диссипативным структурам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шепелевский А. А., Алумян Ю. А., Гинзбург Б. М., Овсянникова Л. А., Власов Г. П., Френкель С. Я. // Высокомолек. соед. А. 1986. Т. 28. № 8. С. 1614.
 2. Bloret E. R., Kurlson R. H. // J. Amer. Chem. Soc. 1956. V. 78. № 5. P. 941.
 3. Гинзбург Б. М., Шепелевский А. А., Алумян Ю. А., Кевер Е. Е. // Высокомолек. соед. А. 1987. Т. 29. № 10. С. 2155.
 4. Блинов Л. М. Электро- и магнитооптика жидкых кристаллов. М., 1978. С. 195.
- Ленинградский филиал Института
машиноведения им. А. А. Благонравова
АН СССР

Поступила в редакцию
28.06.89