

АКУСТИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

УДК 532.783

ПРОЦЕССЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПЕРЕОРИЕНТАЦИИ НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

Ю. В. Васильев, Е. Ф. Курцына

(кафедра общей физики для физического факультета)

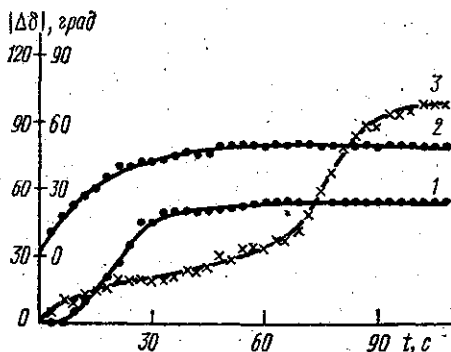
Нелинейность взаимодействия нематического жидкого кристалла (НЖК) с магнитным полем обуславливает сложный характер протекания переходных процессов при переориентации векторного поля директора. В окрестности точки перехода Фредерикса в зависимости от предыстории создания деформаций чистого кручения НЖК можно ожидать устойчивых движений директора трех различных типов [1]. Их экспериментальное обнаружение позволит оценить роль вкладов поперечной и продольной составляющих магнитного поля в динамику НЖК и степень проявления нелинейности взаимодействия.

Объектом экспериментальных наблюдений выбрано поведение жидкого кристалла *N*-(*n*-метоксифенилиден)-*n*-бутиланилина (МББА) в плоскопараллельной оптической ячейке с зазором 80 мкм при температуре 21 °С. Нанесение на стеклянные пластины ячейки прозрачного покрытия из поливинилового спирта с последующим натиранием в одном направлении задает исходную планарную ориентацию МББА [2].

Ячейка на специальном поворотном столике располагается в межполюсном зазоре электромагнита типа ФЛ-1. Столик обеспечивает повороты ячейки в своей плоскости на любой угол  $\beta$ . Точность отсчета угла поворота составляет 0,5°. Однородное магнитное поле **H**, компланарное плоскости ячейки, вызывает искажения планарной ориентации МББА в виде чистого кручения директора. Ступенчатое изменение величины магнитного поля приводит к протеканию переходных процессов в ячейке.

Известно [3], что при коноскопических измерениях можно следить за мгновенным состоянием деформаций кручения по углу поворота  $\delta$  характерной интерференционной картины. В нашей работе используется метод лазерной коноскопии, позволяющий одновременно производить широкоапертурные визуальные наблюдения интерференционной картины и фотографирование.

Линейно поляризованный пучок света от гелий-неонового лазера типа ЛГ-52 (длина волны 0,63 мкм) проходит через четвертьволновую пластинку, приобретает круговую поляризацию и падает на линейный поляризатор, который установлен на поворотном столике перед оптической ячейкой. Его направление поляризации всегда составляет угол в 45° с направлением натирания пластин ячейки. Между поляризатором и ячейкой находится диффузор (матовое стекло) и объектив 60-кратного увеличения, который освещает слой НЖК сходящимся лучком. На поворотном столике



за ячейкой находится скрещенный с поляризатором анализатор, на выходе которого диффузор (полупрозрачный бумажный экран диаметром 25 мм) визуализирует в проходящем свете яркую интерференционную картину в виде четырех семейств гипербол. Переходные процессы в ячейке регистрируются путем фотографирования этой картины начиная с момента ступенчатого изменения величины магнитного поля. Промежутки времени между соседними кадрами постоянны и равны 3 с.

Опыт показывает, что существует три типа нелинейных временных законов поворота интерференционной картины  $\delta(t)$ . Их удобно сравнивать на основе графической зависимости величины модуля приращения угла поворота  $|\Delta\delta|$  как функции времени *t*.

Кривая 1 рисунка иллюстрирует динамический переход Фредерикса. Он происходит в результате ступенчатого изменения в момент времени  $t=0$  напряженности магнитного поля *H* от 350 до 1400 Э (величина статического поля перехода Фредерикса  $H_F=630$  Э). Для создания определенной пространственной направленности де-

формаций кручения в ячейке вектор  $\mathbf{H}$  направлен под углом  $\beta_1 = -1^\circ$  относительно нормали к направлению натирания пластин. Видно, что стадия интенсивного нарастания деформаций запаздывает во времени. Продольная составляющая магнитного поля  $H_1 = H \sin \beta$  влияет на скорость протекания процесса переориентации НЖК. Экспериментально установлено, что с ростом величины  $|\beta_1|$  стадия быстрой переориентации начинается раньше. Нелинейность взаимодействия НЖК с магнитным полем здесь сказывается только на заключительном этапе, когда происходит замедление скорости нарастания деформаций. Величина конечных деформаций в ячейке зависит от поперечной составляющей магнитного поля  $H_2 = H \cos \beta$ .

При ступенчатом уменьшении поля от 1400 до 350 Э интерференционная картина поворачивается в обратном направлении по сравнению с предыдущим случаем. Однако при этом характер процесса переориентации НЖК становится иным, как показывает кривая 2. Этот вид типичен для релаксационных явлений в квазилинейных системах.

Наиболее сильное проявление нелинейности взаимодействия НЖК с магнитным полем обнаруживается в экспериментах, где происходит перескок от одной пространственной направленности деформаций кручения к другой, противоположной по знаку. Так, если после динамического перехода Фредерикса (при фиксированном угле  $\beta_1 = -1^\circ$ ) в постоянном магнитном поле 1400 Э произвести квазистатический поворот ячейки через промежуточное положение с углом  $\beta = 0$  к конечному положению системы с углом наклона  $\beta_2 = 30^\circ$ , то можно в ячейке получить метастабильное состояние НЖК. Оно характеризуется чрезмерно большой величиной кручения директора, но с сохранившейся прежней пространственной направленностью деформаций.

Ступенчатое уменьшение поля до 1100 Э ( $H_2 > H_F$ ) приводит к сложному процессу переориентации НЖК. О характере процесса поворота интерференционных картин можно судить по кривой 3. Деформации кручения в ячейке сначала довольно быстро убывают, сохраняя ту же пространственную направленность, но затем наступает стадия замедленного уменьшения величины деформаций. Это типично нелинейный процесс. Он подтверждает проявление нелинейности взаимодействия НЖК с магнитным полем по закону нечетной функции, в которой сначала доминирует кубическая зависимость от величины деформаций с обратным знаком. С уменьшением деформаций кручения до нуля здесь возрастает роль продольной составляющей магнитного поля  $H_1$ , которая вызывает развитие деформаций кручения уже с новой пространственной направленностью из-за положительной величины угла наклона  $\beta_2$ . Все дальнейшее развитие процессов идет подобно случаю динамического перехода Фредерикса с изменившейся направленностью кручения.

Экспериментально обнаруженные процессы перескоков из метастабильного состояния НЖК в стабильное по законам типа кривой 3 служат подтверждением справедливости теоретических предположений работы [1], в которой выдвинуто требование обязательности учета всех существенных физических факторов типа продольной составляющей магнитного поля в ячейке. Нелинейность взаимодействия НЖК с магнитным полем при качественном анализе процессов переориентации вполне может быть описана кубической особенностью коразмерности 2.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Васильев Ю. В. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3, Физ. Астрон. 1985. 26, № 6. С. 68—72. [2] Же В. де. Физические свойства жидкокристаллических веществ. М., 1982. С. 30. [3] Жеи П. де. Физика жидких кристаллов. М., 1977. С. 107.

Поступила в редакцию  
22.04.86

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1987. Т. 28, № 2

УДК 534.213

## ОБ УСКОРЕНИИ СЧЕТА ПРИ РЕШЕНИИ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ РАССЕЯНИЯ ИТЕРАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

А. В. Сасковец

(кафедра акустики)

При решении обратных задач в акустике в случае, если рассеянное поле на области, содержащей неоднородность, превышает первичное поле, не только приближение Борна является неудовлетворительным, но и оказываются непригодными многие методы, учитывающие многократность перерассеяния (например, [1, 2]). В работе [3]