Оскирко А. Д.

Выпускник СПбГУ

Ульянов С. В.

Д. ф.-м. н., доцент, профессор, СПбГУ

Вальков А. Ю.

Д. ф.-м. н., профессор, профессор, СПбПУ и СПбГУ

Влияние флексоэлектрического эффекта на ориентационные трансформации холестерического жидкого кристалла во внешнем электрическом поле. Случай сильного флексоэлектричества.

В данной работе рассматривается ячейка холестерического жидкого кристалла (ХЖК), состоящая из самого ХЖК, заключённого между двумя плоскопараллельными проводящими пластинами (рис. 1).

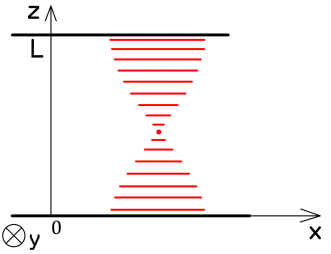


Рис. 1. Ячейка ХЖК в декартовой системе координат

При этом всюду предполагается, что в плоскости директор ориентирован одинаково, и существует зависимость только от координаты . Профиль директора в ячейке в таком случае описывается азимутальным углом к вертикали .

Отметим, что в данной работе при написании функционала свободной энергии ХЖК учтены вклад флексоэлектрической поляризации в свободную энергию, вклад от взаимодействия ХЖК с подложкой (при помощи потенциала Рапини-Папулара), а также неоднородность электрического поля в ячейке. Ключевая же особенность – рассмотрение случая достаточно большого усреднённого флексоэлектрического коэффициента и немалого приложенного напряжения, таких, что выполняется неравенство (где – максимальная из констант Франка, – усреднённый флексоэлектрический коэффициент, – напряжение на обкладках) при положительной анизотропии диэлектрической проницаемости .

Оказалось, что при таких условиях можно аналитически рассчитать профиль ХЖК в ячейке при любой комбинации параметров (совместной с указанными выше условиями).

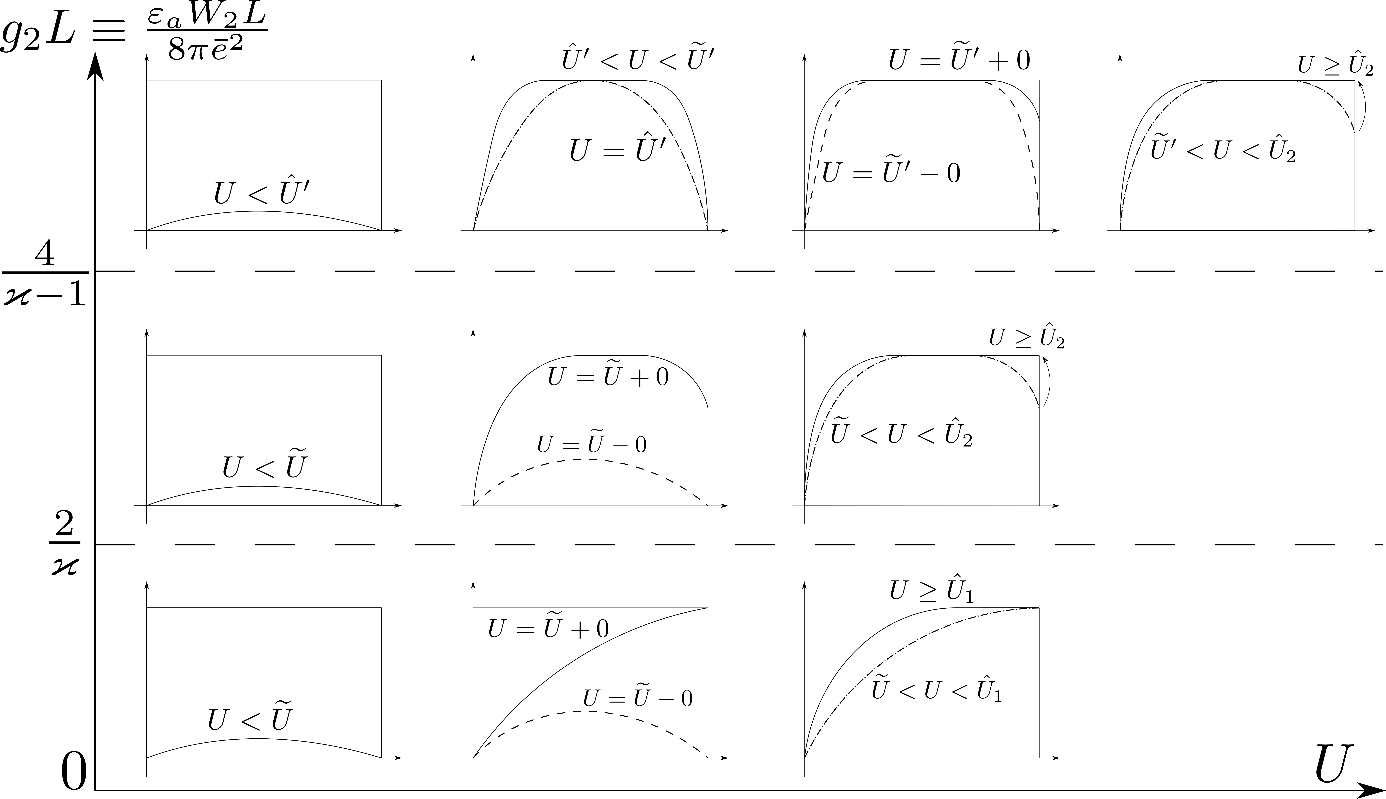
При этом результат не зависит от модуля сцепления с границей , относящегося к границе , но зависит от модуля , относящегося к (но может быть и наоборот, это зависит от знака произведения , в данном случае мы без ограничения общности считаем его положительным). Результирующая схема переходов представлена на Рис. 2.

Рис. 2. Схема ориентационных переходов в ячейке ХЖК в зависимости от сцепления с границей

Здесь введено обозначение . Таким образом, можно увидеть, что возможны три различных сценария ориентационной трансформации ХЖК с изменением в зависимости от значения параметра :

1. Слабое сцепление с границей: . В этом случае видно, что с ростом 𝑈 от 𝑈 = 0 сначала происходит небольшое искажение структуры вблизи середины ячейки, затем при достижении напряжения это искажение распространяется ближе к границе , где образуется точечный участок насыщения. В дальнейшем искажение в объёме нарастает, и при в объёме также наблюдается участок насыщения.
2. Среднее сцепление с границей: . Этот случай отличается от предыдущего тем, что при достижении напряжения в объёме ячейки сразу образуется участок насыщения, при этом искажение наблюдается и на границе . Далее, при переходе через напряжение насыщение достигает границы , и его участок продолжает увеличиваться.
3. Сильное сцепление с границей: . Здесь искажение начинает проявляться в объёмной части ячейки, и впоследствии там возникает участок насыщения (при ). С ростом напряжения этот участок также растёт, и при достижении напряжения скачкообразно появляется искажение локально около границы (которого до этого момента не было). Наконец, при участок насыщения достигает границы и продолжает расширяться.

При этом все указанные выше характерные напряжения имеют аналитический вид и могут быть выражены через параметры системы: , , и .