

11-Физика жидких кристаллов

Семёнова Оксана Рифовна, аспирант

Пермский Государственный Университет, физический

Влияние внешнего магнитного поля на ориентационную структуру бистабильного ферронематика

Научный руководитель: Захлевный Александр Николаевич, д.ф.-м.н.

E-mail: cemenova_ok@rambler.ru стр. 376

Хузин Марат Айратович, 3 курс

Башкирский Государственный Университет, физический

Исследование влияния магнитного поля на нематический жидкий кристалл

Научный руководитель: Куватов Заки Хажиахметович, к.ф.-м.н.

E-mail: sw5436@mail.ru стр. 377

Влияние внешнего магнитного поля на ориентационную структуру бистабильного ферронематика

Семёнова Оксана Рифовна

Пермский Государственный Университет

Захлевных Александр Николаевич, д.ф.-м.н.

semenova_ok@rambler.ru

В работе исследованы структурные переходы в ячейке ферронематика, т.е. разбавленной суспензии игольчатых магнитных частиц в нематическом жидком кристалле, с бистабильным поверхностным сцеплением на одной из ограничивающих пластин. Предполагается, что на верхней границе слоя директор направлен по нормали к поверхности (жесткое гомеотропное сцепление), в то время как на нижней границе имеется вырождение оси легкого ориентирования, так что возможны как гомеотропное, так и планарное сцепление директора с поверхностью. Планарное и гомеотропное состояния разделены потенциальным барьером конечной высоты, который благодаря мягкому сцеплению может быть преодолен влиянием внешнего поля на директор и магнитные частицы.

В рамках континуальной теории изучено влияние внешнего магнитного поля, направленного по нормали к слою, на переключение ориентации между гомеотропным и гомеотропно-планарным состояниями в ячейке с бистабильным поверхностным сцеплением. Поверхностный потенциал сцепления ферронематика с нижней ограничивающей пластиной выбран в следующем виде:

$$F_S = 4W_0 \left[1 - (n e_x)^2 \right] \left[1 - (n e_z)^2 \right], \quad (1)$$

где n – директор нематического жидкого кристалла, e_x и e_z – единичные векторы, задающие направления двух осей легкого ориентирования на нижней границе слоя. Потенциал (1) имеет два минимума: при $n \parallel e_x$ и $n \parallel e_z$, первый из которых отвечает планарному сцеплению директора с нижней границей слоя, второй – гомеотропному сцеплению. Параметр W_0 известен как энергия поверхностного сцепления и является мерой глубины минимумов F_S . Энергия сцепления W_0 магнитных частиц с нематической матрицей считается конечной величиной, а условия сцепления гомеотропными ($W_0 > 0$).

Минимизацией функционала свободной энергии ферронематика, включающего объемный и поверхностный вклады, получена система уравнений, описывающая ориентационное и магнитное состояния ферронематика со слабым бистабильным сцеплением на поверхности и слабым гомеотропным сцеплением магнитных частиц с нематической матрицей.

Показано, что в такой ячейке в отсутствие приложенного магнитного поля может быть устойчиво одно из двух возможных состояний ферронематика. Одно из них отвечает однородному гомеотропному упорядочению, в котором директор в слое ортогонален к обеим границам. Другое соответствует гибриднему гомеотропно-планарному упорядочению, при котором в объеме ячейки существует градиент ориентации директора от планарного (или близкого к нему) упорядочения на нижней границе слоя до гомеотропного упорядочения на верхней границе. Изучено основное состояние ферронематика в отсутствие внешнего магнитного поля, и найдены пороговые значения энергии поверхностного сцепления, ниже которых устойчиво только гомеотропное упорядочение ферронематика. Рассмотрены случаи как абсолютно жесткого, так и мягкого сцепления молекул жидкого кристалла с магнитными частицами ферронематика. Аналитически исследован случай слабого магнитного поля. В случае конечной напряженности поля система уравнений была решена численно. Для слабых полей получено хорошее соответствие численных и аналитических решений.

Исследована возможность индуцированного внешним магнитным полем перехода первого рода от гибридной гомеотропно-планарной фазы в гомеотропную фазу и обратного перехода при различных значениях материальных параметров суспензии. Определены критические величины материальных параметров ферронематика, энергии сцепления, толщины слоя и величины магнитного поля, при которых возможен переход между гомеотропным и гомеотропно-планарным состояниями ферронематика.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта PE-009-0 CRDF.

Исследование влияния магнитного поля на нематический жидкий кристалл

Хузин Марат Айратович

Кармачёв Кирилл Николаевич

Башкирский Государственный Университет

Куватов Заки Хажиахметович, к.ф.-м.н.

sw5436@mail.ru

Изучено действие магнитного поля на плоский слой нематического жидкого кристалла, образованный между двумя электропроводящими стеклянными пластинами.

Эффект поля измерялся по изменению электроёмкости ячейки с мезофазой. Мезофазным соединением являлся метоксибензилиден-п-бутиланилин (МББА). Нематическая фаза получалась из изотропной путём понижения температуры при постоянном давлении.

Из поставленного эксперимента следует, что магнитное поле, перпендикулярное слою, вызывает уменьшение, а параллельного - увеличение электроёмкости. Однако в первом случае индуцируется более значительный эффект, чем во втором, причём в обоих случаях при отключении поля наблюдается полное восстановление начальной электроёмкости ячейки.

По результатам изучения упругого влияния магнитного поля, наложенного перпендикулярно и параллельно слою жидкого кристалла, сделана оценка степени начальной преимущественной ориентации мезофазы, индуцированной стенками ячейки. Таким образом, может быть предложен способ определения преимущественной ориентации поликристаллического образца.