

Об ориентационной неустойчивости сдвиговых течений нематических жидких кристаллов

А. Г. Калугин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
kalugin@mech.math.msu.su

Нематические жидкие кристаллы (нематики) – среды, обладающие дополнительным макроскопическим параметром – единичным вектором ориентации (директором) $\vec{n}$, описывающим среднее направление длинных осей молекул в частице среды. Используя этот параметр и свойства симметрии среды, можно ввести анизотропную свободную энергию – энергию упругости ориентации Франка, которая с точностью до тождественных преобразований в общем случае принимает вид

$$2F_V = K_1(\operatorname{div}\vec{n})^2 + K_2(\vec{n}, \operatorname{rot}\vec{n})^2 + K_3|[\vec{n}, \operatorname{rot}\vec{n}]|^2 + \\ + K_{24}(\nabla_i n_j \nabla^j n^i - (\nabla_k n^k)^2),$$

где K_i – постоянные Франка. Также нематики обладают анизотропным тензором вязких напряжений.

Для нематических жидких кристаллов характерна ориентационная неустойчивость, которая наблюдается, например, в динамических процессах. В частности, для сдвиговых потоков рядом авторов экспериментально обнаружено и теоретически исследовалось образование периодических структур поля директора. В представленной работе рассматривается задача об устойчивости сдвиговых течений слоя нематика в случае, когда на границе среды для директора применяется модель слабого сцепления. Для такой модели ориентация директора на границе находится из условия минимума поверхностной энергии. В докладе рассматривается случай, когда минимум достигается при параллельном стенкам директоре. При этом в энергии Франка необходимо учитывать слагаемое с коэффициентом K_{24} которое имеет дивергентную форму и поэтому не входит в уравнения движения среды и

эволюции вектора ориентации, но существенно влияет на граничные условия.

В докладе рассматриваются стационарные плоскопараллельные течения типа Куэтта и Пуазейля, когда вектор ориентации сонаправлен с вектором скорости потока. Показано, что учет дивергентного слагаемого позволяет обнаружить новый тип ориентационной неустойчивости потока, выражающейся в появлении периодических отклонений директора от невозмущенного с волновым вектором, лежащим перпендикулярно вектору скорости и параллельно границам слоя нематика. Определено, в каком диапазоне значений K_{24} объемная энергия Франка периодической конфигурации меньше, чем для однородной и, соответственно, решения с постоянным директором неустойчивы. Для линейризованной задачи о возмущениях выведена зависимость волнового числа таких периодических решений от толщины слоя и констант Франка. На основании полученных соотношений и имеющихся в литературе экспериментальных данных определена величина K_{24} для некоторых типов нематических жидких кристаллов. Также на основе оценок характерного времени релаксации возмущений скорости и вектора ориентации дано теоретическое объяснение причин, осложняющих экспериментальное обнаружение таких эффектов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 15-01-00361.

О периодических решениях в слое нематического жидкого кристалла

¹А. Г. Калугин, ²Д. В. Павлов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

¹kalugin@mech.math.msu.su

²pavlovdmv@mail.ru

В работе рассматривается модель нематического жидкого кристалла - сплошной среды, анизотропные свойства которой описываются единичным вектором (директором) $\vec{n}$. Наличие дополнительного макроскопического параметра среды приводит к появлению анизотропной части свободной энергии, квадратичное разложение которой по градиенту директора имеет вид