

Параллельные вычисления ориентационной динамики осциллирующего течения нематического жидкого кристалла

И.Ш. Насибуллаев

Нематический жидкий кристалл (НЖК) является простейшей анизотропной жидкостью и его исследование может быть использовано в качестве модельного приближения при изучении более сложных анизотропных диссипативных систем. Кроме этого, влияние поверхности на слой НЖК само по себе имеет большое значение и для фундаментальных исследований [1] и в приложениях [2].

В данной работе мы теоретически исследуем течение слоя нематического жидкого кристалла (НЖК) толщиной d , заключенного между двумя параллельными твердыми поверхностями. Начало декартовой системы координат помещено в центр слоя. Ось Oz направлена перпендикулярно слою. Вдоль слоя, в направлении Ox , прикладывается периодический во времени перепад давления пропорциональный $\cos(\omega t)$ (Пуазейлевское течение с частотой ω).

В задаче мы численно решали стандартный набор уравнений нематодинамики [3] со слабыми граничными условиями [4] на одной поверхности и жесткими на другой. Рассматривалась зависимость распределения директора (единичного вектора, характеризующего среднюю локальную ориентацию молекул НЖК) \vec{n} и скорости \vec{v} только от времени t и координаты z (базовое состояние).

Начальным этапом вычислений было решение задачи перехода от неподвижной жидкости к периодическому режиму течения под действием приложенного к слою перепаду давления. Для решения этой задачи мы использовали неявную схему Кранка-Николсона в двух реализациях: релаксация по времени с использованием локального метода Ньютона-Рафсона и схема без релаксации по времени с полным решением системы уравнений на сетке методом Ньютона-Рафсона.

Для установившегося течения были рассчитаны профили директора для материальных параметров НЖК МББА для различных амплитуд давления в зависимости от величины силы поверхностного сцепления W и характерной длины поверхностной вязкости $\ell_{\gamma 1}$. Для сравнения с экспериментальными измерениями была рассчитана фазовая задержка проходящего через слоя НЖК поляризованного света.

Программа была написана для компилятора gfortran (версия 4.2.1) с использованием библиотеки параллельных вычислений OPENMP (версия 2.5) и запускалась на четырехъядерном процессоре.

На основе полученных результатов, в дальнейшем, нами будет проведен линейный анализ устойчивости базового состояния.

Литература

1. Pasechnik, S., Nasibullayev, I., Shmeliova, D., Tsvetkov, V., Zhijian, L., Chigrinov V. // Liquid Crystals. -2006. -P. 1153-1165.
2. Chigrinov, V // Liquid Crystal Devices: Physics and Applications. Artech House, Boston. - 1999.
3. de Gennes, P.G // The Physics of Liquid Crystals. Clarendon Press, Oxford. -1993
4. Kedney, P.J., Leslie, F.M. // Liquid Crystals. V. 24. -1998. -P. 613.