

ОБ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЛИНЕ СУПЕРГИДРОФОБНОГО СКОЛЬЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ

А.В. Беляев, О.И. Виноградова

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
ИФХЭ РАН, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д.31, корп.4
e-mail: abelyaev@polly.phys.msu.ru

Композитная природа заполненной газом супергидрофобной текстуры предполагает наличие областей высокого и низкого скольжения. Точные решения для анизотропных текстур-полос («страйпов») известны лишь в приближении бесконечного скольжения (отсутствия трения) на границе жидкость-газ. В действительности же газ (воздух), заполняющий текстуру обладает некоторой вязкостью, что приводит к конечному скольжению.

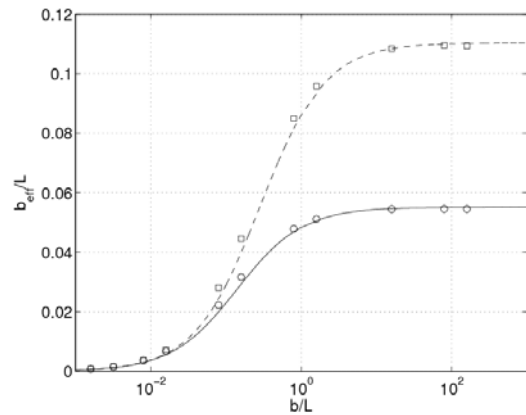
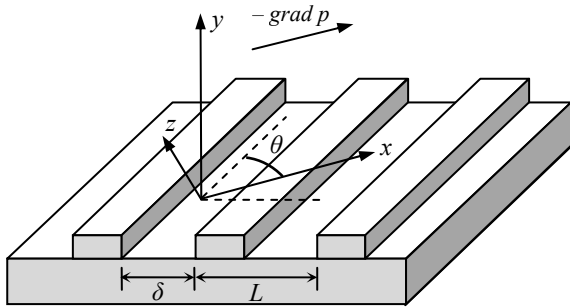


Рис. 1. (слева) Геометрия задачи, (справа) Аналитическое (сплошные кривые) и численное (символы) решения для параллельных и перпендикулярных «страйпов»

Нами предложено аналитическое решение задачи о течении жидкости под действием разности давлений вдоль страйп-текстуры в состоянии Касси (т.е. текстура заполнена газом) с произвольной локальной длиной скольжения b на границе жидкость-газ. Толщина канала много больше периода текстуры (рис.1).

Получены выражения для эффективной длины скольжения в случаях, когда градиент давления направлен вдоль и поперек полос текстуры соответственно (здесь L – период текстуры, δ – ширина скользящей фазы):

$$b_{eff}^{\parallel} = \frac{L}{\pi} \frac{\ln\left(\sec \frac{\pi\delta}{2L}\right)}{1 + \frac{L}{\pi b} \ln\left(\sec \frac{\pi\delta}{2L} + \tan \frac{\pi\delta}{2L}\right)}; \quad b_{eff}^{\perp} = \frac{L}{2\pi} \frac{\ln\left(\sec \frac{\pi\delta}{2L}\right)}{1 + \frac{L}{2\pi b} \ln\left(\sec \frac{\pi\delta}{2L} + \tan \frac{\pi\delta}{2L}\right)}.$$

Точность полученных формул подтверждается численным решением уравнения Навье-Стокса с соответствующими граничными условиями (см. рис. 1). Используя представления о тензорном скольжении и зная величины $b_{eff}^{\parallel}$ и $b_{eff}^{\perp}$, можно определить направление и скорость течения при произвольном направлении градиента давления.