

Устойчивость течения пленки неньютоновской жидкости по осциллирующей наклонной плоскости к длинноволновым возмущениям

Научный руководитель – Могилевский Евгений Ильич

Вахитова Регина Дамировна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра аэромеханики и газовой динамики,
Москва, Россия

E-mail: vakhitova1996@bk.ru

В работе рассматривается течение слоя неньютоновской жидкости по наклонной осциллирующей плоскости под действием силы тяжести. Плоскость движется поступательно, колебания гармонические. Используется модель степенной жидкости: эффективная вязкость является степенной функцией скорости сдвига. Решается задача о безволновом течении: плоскопараллельном с плоской свободной границей, и исследуется его устойчивость к малым возмущениям. Безволновое течение строилось численно, с помощью решения обобщенных уравнений Навье-Стокса методом установления. Показано, что за достаточно большое время устанавливается периодическое решение. Обнаружено, что для псевдопластических жидкостей осцилляции твёрдой поверхности приводят к увеличению среднего по периоду расхода при фиксированной толщине слоя. Наблюдается хорошее соответствие результатов расчетов и экспериментов [1]. Исследована линейная устойчивость безволнового течения к длинноволновым возмущениям низкой частоты. Эволюционные уравнения Шкадова-Капицы для толщины пленки и локального расхода выводятся из уравнений неразрывности и движения с помощью интегрирования поперек пленки. Полученные уравнения осредняются по периоду колебаний в предположении, что профиль скорости в каждом сечении в каждый момент времени соответствует решению задачи о безволновом течении для данных значений толщины и расхода. Уравнения содержат не только средние по периоду колебаний плоскости значения расхода и трения на стенке, но и более высокие моменты, а именно среднее значение потока импульса. Таким образом, даже для случая ньютоновской жидкости, когда колебания не изменяют среднего расхода при заданной толщине, происходит изменение параметров волновой динамики. Показано, что возмущения нарастают, если их волновое число меньше некоторого критического значения, определяемое поверхностным натяжением. Осцилляции плоскости не меняют скорость нейтральных возмущений, но уменьшают диапазон волновых чисел, соответствующих растущим возмущениям. Получены критические значения амплитуды колебаний, полностью стабилизирующих течение. Осцилляции в поперечном направлении не изменяют параметров устойчивости.

Источники и литература

- 1) I. V. Sobolik, Film flow of pseudoplastic liquids along an oscillating wall// Rheologica Acta. 1994. Vol. 33 (2). P. 136–144