

СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДОВ МЕЖДУ  
СТАЦИОНАРНЫМИ РЕЖИМАМИ ПЛАВЛЕНИЯ  
УЛЬТРАТОНКОЙ ПЛЕНКИ СМАЗКИ

доц. Хоменко А.В., студ. Ляшенко Я.А.

Благодаря обширному использованию в технике гладких твердых поверхностей, разделенных тонкой пленкой смазки, проблемы трения скольжения продолжают привлекать повышенное внимание. Экспериментально обнаружено, что в процессе трения жидкая пленка становится все более тонкой, причем сначала ее физические свойства изменяются постепенно количественным образом, а затем изменения приобретают резкий качественный характер.

Данная работа посвящена исследованию плавления ультратонкой пленки смазки в процессе трения между атомарно плоскими поверхностями в рамках модели Лоренца. Введены аддитивные шумы сдвиговых напряжений и деформации, а также температуры пленки, и построена фазовая диаграмма, где интенсивность шума этой температуры и температура поверхностей трения определяют области жидкостного, сухого и прерывистого трения. Найдены условия, при которых последнее отвечает режиму перемежаемости, который часто имеет место при явлении самоорганизуемой критичности. Самоподобное распределение напряжений представляется при учете их нелинейной релаксации и дробных обратных связей в системе Лоренца и обеспечивается флуктуациями температуры. Такая дробная схема используется для построения фазовой диаграммы, определяющей различные режимы трения. Исследование соответствующего

дробного уравнения Фоккера-Планка показывает, что прерывистый режим трения отвечает процессу субдиффузии.

Также исследуется самоподобное поведение этой системы с учетом флуктуаций температуры смазки, которые описываются процессом Орнштейна-Уленбека. Эти флуктуации представляют собой цветной шум, характеризуемый интенсивностью  $I$  и временем корреляции  $\tau_1$ . Рассмотрено поведение наиболее вероятного значения сдвиговых напряжений и построены фазовые диаграммы как в случае перехода второго рода — плавления аморфной смазки, так и при переходе первого рода — плавлении кристаллической смазки. Для описания перехода первого рода проведен учет дефекта модуля сдвига. Показано, что в обоих случаях флуктуации температуры поверхностей трения приводят к исчезновению области жидкостного трения при наличии областей сухого и прерывистого трения. Во втором случае возникает прерывистое движение, характеризуемое спонтанными переходами между тремя стационарными значениями сдвиговых напряжений, при которых реализуется сухое, метастабильное и устойчивое жидкостное трение. Увеличение времени корреляции флуктуаций температуры пленки смазки приводит к возрастанию ее значения, необходимого для реализации прерывистого трения. Следует отметить, что в отличие от аддитивных флуктуаций напряжений, деформации и температуры, цветной шум приводит к тому, что распределение напряжений принимает степенной вид в области малых значений напряжений даже при низких температурах поверхностей трения, отвечающих сухому трению. Это означает, что корреляции флуктуаций приводят к возникновению самоподобного режима поведения твердоподобной смазки.