

ВЛИЯНИЕ АДДИТИВНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ НА ФАЗОВУЮ ДИНАМИКУ УЛЬТРАТОНКОЙ ПЛЕНКИ МАСЛА

Доц. Хоменко А.В., студ. Палиенко М.В.

Исследование влияния шума на процесс плавления ультратонкой пленки масла имеет очевидное фундаментальное и практическое значение, поскольку в конкретных экспериментальных ситуациях флуктуации изменяют поведение критическим образом, например, обеспечивая условия для уменьшения трения. В частности, тепловой шум, проявляющийся в любых экспериментах, может переводить ультратонкую пленку смазки из устойчивого твердоподобного состояния в жидкоподобное и, таким образом, преобразовывать сухое трение в скольжение или прерывистый (stick-slip) режим. Поэтому в последнее время значительное внимание уделялось изучению влияния шума и случайных примесей в граничной области на статическое и динамическое трение. Эти исследования показали, что периодические поверхности характеризуются меньшим коэффициентом трения в процессе скольжения, чем непериодические. В работе развит аналитический подход, который позволяет описать переходы между режимами трения под влиянием флуктуаций упругих и тепловых полей.

Уравнения системы являются уравнениями типа Максвелла и Кельвина-Фойгта для описания вязкоупругой среды соответственно. Последнее учитывает зависимость сдвиговой вязкости от безразмерной температуры. Еще одно уравнение представляет собой выражение для теплопроводности, которое описывает передачу тепла от поверхностей трения к пленке смазки, эффект диссипативного разогрева вязкой жидкости, текущей под

действием напряжений, и обратимый механокалорический эффект в линейном приближении. Эти уравнения формально совпадают с синергетической системой Лоренца, в которой упругие сдвиговые напряжения играют роль параметра порядка, сопряженное поле сводится к упругой сдвиговой деформации, а температура представляет управляющий параметр. Известно, что эта система используется для описания как фазовых термодинамических, так и кинетических превращений.

Предлагаемая работа основана на концепции динамического сдвигового плавления ультратонкой пленки смазки. Такой подход позволяет описать прерывистое трение и представить плавление как результат действия упругого поля сдвиговой компоненты напряжений, вызванного нагреванием поверхностей трения выше критического значения. Существенным ограничением данного подхода является тот факт, что он не учитывает способ приведения системы в движение, а именно влияние константы упругости пружины и массы сжимающих стенок, хотя указанная зависимость влияет критическим образом на характер прерывистого трения.

Приведенное рассмотрение влияния шумов теплового и упругого полей на плавление ультратонкой пленки смазки позволяет определить области сухого, жидкого и прерывистого трения на фазовой диаграмме системы, так что флуктуации приводят к ее усложнению. В зависимости от начальных условий рост шума температуры пленки смазки может уменьшать или увеличивать трение, а рост шума упругой сдвиговой деформации лишь увеличивает область жидкого трения. Область сухого трения небольшими значениями интенсивностей шумов температуры и напряжений

Таким образом, предложенный подход прогнозирует возможность для контроля процесса трения.