

Метод и алгоритм управления реологическими процессами в системах смазки

Веренич И.А.

Белорусский национальный технический университет

Управление трением в системах смазки машин основано на том, что процессы в парах трения имеют скачкообразный колебательный характер, вызванный зачастую одновременным действием сухого, граничного и жидкостного трения и имеют хаотический характер, особенно при пусках и остановках машин. Управление силами трения осуществляется смазками таким образом, чтобы вместо хаотического взаимодействия возникло плавное скольжение. Известны алгоритмы управления силами трения на основе линеаризации отображения Пуанкаре и метода модального управления. Алгоритм предусматривает оценку динамики внутренних степеней свободы трибологической пары. Известны алгоритмы Эльмера, основанные на методе Пирагаса, т.е. использующие макроскопические уравнения движения системы и запаздывающую обратную связь. Управляющим воздействием является скорость скольжения или нормальная составляющая силы. Известны так же ОРФ-алгоритмы управления силами трения с эпизодической импульсной пропорциональной обратной связью.

Предлагается алгоритм управления силами трения в трибологических парах, не требующий оценки состояния системы. Алгоритм основан на описании движений, возникающих в вязкой жидкости при колебаниях погруженных в нее твердых тел с частотой ω и зависимости реологических свойств масел от частоты пульсаций. Управление силой трения осуществляется по безразмерной скорости скольжения и приведенному числу Рейнольдса. Закон управления и его параметры зависят от вида трибологической пары, смазочного материала и нагрузочного режима. Управляющий сигнал подается только при выполнении граничных условий в виде высокочастотных колебаний малой мощности.

В качестве примера исследовано колебательное движение диска радиусом 0,2 м в минеральном масле кинематической вязкостью $(10 \dots 68) \text{ мм}^2/\text{с}$ и угловой скоростью вращения $(0 \dots 90) \text{ с}^{-1}$. Определялись зависимости силы трения, момента сил трения и энергии диссипации от частоты колебания поверхности, вязкости среды, величины зазора (толщины смазочной пленки), частоты управляющего сигнала и приведенного числа Рейнольдса. Установлено, что сила трения и момент трения снижаются при увеличении частоты управляющего сигнала. Энергия диссипации, отнесенная к единице площади поверхности скольжения, пропорциональна корню из частоты колебаний и вязкости жидкости.