

**Моделирование фрикционных автоколебаний  
при обработке деталей резанием**

Кудин В.В., Карабанюк И.А.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что при определенных параметрах упруго-диссипативных систем и характеристиках трения имеет место самовозбуждение фрикционных автоколебаний. При этом внешнее периодическое воздействие отсутствует. Самовозбуждение колебаний происходит вследствие превышения энергии, получаемой системой от внешнего источника неколебательной природы, над энергией, создаваемой упругой системой при колебательном процессе.

Условием самовозбуждения колебаний является нелинейность, неоднозначность зависимости силы от перемещения, что означает, что одному значению перемещения соответствуют, как минимум, два значения силы. Так, при механической обработке материалов (точение, строгание, фрезерование) могут наблюдаться состояния, при которых сила взаимодействия мгновенно (скачкообразно) изменяется от максимального до минимального значения, что создает предпосылки самовозбуждения фрикционных автоколебаний упругой системы станка. В рамках работ по исследованию фрикционных автоколебаний с использованием средств анимации в программных пакетах 3-d Max и Solid Works было смоделировано возбуждение и протекание фрикционных автоколебаний в процессе резания при токарной обработке заготовки. Моделирование позволяет пользователю наблюдать все этапы процесса, после чего можно приступить к исследованию фрикционных автоколебаний при условии возникновения скачка силы трения вследствие перехода от состояния покоя к движению, влияние на него поступательной скорости ведущей части упругой системы станка. Результаты исследования представляются на экране в виде таблиц и соответствующих графиков, демонстрирующих этапы покоя и движения с учетом измененных значений скорости. Очевидно, что если скорость входного звена мала, то любое малое препятствие может оказаться достаточным для остановки выходного звена. На следующем этапе происходит нарастание упругой силы до состояния, при котором происходит срыв и начинается относительное движение контактирующих тел (резца и заготовки). Затем в некоторый момент наступает остановка, продолжающаяся некоторое время. Таким образом, период автоколебаний равен сумме времени движения и покоя. Анализ расчетных параметров показал, что с уменьшением скорости период автоколебаний возрастает.