

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мигранов М.Ш., Постнов В.В., Шустер Л.Ш.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Эксплуатация крупногабаритных элементов силовой части газотурбинного двигателя (ГТД) и летательного аппарата (ЛА) протекает в жестких условиях одновременного и длительного воздействия высоких и переменных температур и удельных силовых нагрузок. Поэтому при изготовлении деталей ГТД и ЛА используют новые материалы, обладающие необходимыми и весьма важными конструкционными свойствами, такими как высокая жаропрочность и коррозионная стойкость, но и как следствие в большинстве случаев имеющие низкую обрабатываемость при ужесточении требований к точности и качеству обработанной поверхности на технологических операциях. Вместе с тем необходимость сокращения сроков освоения как новых «изделий», так и материалов, повышения эффективности механической обработки и использования современного металлорежущего оборудования, оснащенного дорогостоящими системами управления различного рода, требует решения задач по оптимизации процесса резания. Причем задач оптимизации для условий существенной нестационарности, связанных с переменностью элементов режима обработки (скорость, подача и глубина резания) в процессе резания, термодинамической нестабильностью зоны контакта «инструмент-деталь» из-за наличия больших градиентов температуры и составляющих усилия резания и необратимого износа режущего инструмента.

Для решения подобных задач наиболее перспективным представляется теоретико-экспериментальное исследование контактных и энергетических процессов при нестационарных условиях обработки. Применительно к нестационарному резанию, на основе термодинамики неравновесных процессов, энергетический баланс сводится к балансу так называемых диссипативных функций (ДФ), представляющих собой скорость изменения энергии, затрачиваемой на какой-либо процесс, отнесенную к единице площади контакта. При этом предполагается, что внешняя энергия затрачивается на процессы упруго-пластической деформации обрабатываемого материала, формоизменение и диспергирование (износ) инструментального материала, структурно-фазовые превращения и накопление энергии в поверхностных слоях контактирующих материалов.

Расчет составляющих энергетического баланса показывает, что ДФ формоизменения и диспергирования инструментального материала, а следовательно и интенсивность износа режущего инструмента, минимальна в том случае, когда отношение остальных составляющих стремится к единице. Для подтверждения вышеизложенной гипотезы и уточнения составляющих баланса ДФ были проведены серии экспериментальных исследований температуры и усилий резания, условий стружкообразования и интенсивности износа инструмента при продольном и торцевом точении коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов (14X17H2, 07X16H6, 12X18H10T, 15X18H12C4TЮ, ХН73МБТЮ-ВД, ХН77ТЮРУ) твердосплавными пластинами на станке с ЧПУ 16K20T1 в широком диапазоне изменения элементов режима резания и их темпов. Исследования показали, что зависимость интенсивности износа инструмента от скорости резания для нестационарного точения имеет экстремальный характер и при оптимальных температурах резания для данной пары инструмент-деталь. Причем минимум наблюдается при оптимальных (по температурно-силовым параметрам) темпах изменения элементов режима резания и при скоростях значительно более высоких для стационарного точения. Последнее, по-видимому, объясняется запаздыванием процесса пластической деформации и изменением условий формоустойчивости режущего клина.

В целом по результатам работы установлена возможность повышения производительности точения труднообрабатываемых материалов за счет обеспечения оптимального темпа изменения элементов режима резания. Этот темп обеспечивается при равенстве механической и тепловой составляющих энергетического баланса процесса резания. Предложена термодинамическая модель контактных процессов в зоне обработки и получены математические зависимости для условий минимизации интенсивности износа режущего инструмента. Разработаны ускоренные расчетно-экспериментальные способы определения оптимальных темпов изменения скорости резания и подачи инструмента при нестационарном точении, позволяющие вести форсированную обработку и сократить время на технологическую подготовку производства при обработке на станках с ЧПУ и АдСУ.