

ДИНАМИКА ФРЕЗЕРОВАНИЯ РАДИУСНЫХ КАНАВОК КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ СО СФЕРИЧЕСКОЙ ГОЛОВКОЙ

При обработке канавок концевыми фрезами со сферической головкой (рис. 1) процесс фрезерования имеет следующие особенности: пластическое деформирование металла перемычкой, соединяющей режущие кромки фрезы; повышенное проскальзывание режущих кромок в зоне, прилегающей к перемычке из-за близкой к нулю толщины срезаемого слоя; различную скорость резания, изменяющуюся от нуля до максимального значения; сложное по форме сечение среза и большие деформации при образовании стружки в результате того, что ее отдельные участки перемещаются по передней поверхности режущих кромок в различных направлениях и с различной скоростью.

Особенности динамики рассматриваемого процесса изучались по характеру сил, действующих на режущий инструмент и обрабатываемую заготовку. Исследования проводились на вертикально-фрезерном станке мод. СФ-15 при фрезеровании линейных радиусных канавок на заготовках из стали 45. В качестве инструмента использовались фрезы со сферической головкой 30 мм из твердого сплава T15K6 с одной режущей кромкой с нулевым передним углом и задним углом 15° . Измерение усилий производилось с помощью специального динамометрического столика, позволяющего регистрировать среднее значение сил, действующих на обрабатываемую заготовку в направлении подачи инструмента P_s , в направлении, перпендикулярном к подаче P_{nc} , и в направлении оси вращения фрезы P_{oc} (см. рис. 1).

При небольшой глубине канавки h наиболее интенсивно растет сила P_{oc} . Сила P_s имеет минимальное значение. Характер изменения P_{oc} объясняется тем, что она является результирующей распределенной нагрузки, действующей на режущую кромку в направлении радиуса сферической головки фрезы.

Представленные зависимости во многом объясняются данными осциллограмм, записанных с помощью светолучевого осциллографа Н117 (рис.2) за один цикл работы режущей кромки инструмента. Существенно меньшее значение силы P_s обусловлено тем, что за время одного цикла обработки меняется ее направление. Направление двух других сил практически неизменно, однако пиковые их значения превосходят номинальные.

При получении осциллограмм изменения составляющих сил резания было установлено, что в случае фрезерования канавки глубиной 8 мм пиковые нагрузки составляют 750, 1200 и 600 Н (см. рис. 2), при расфрезеровывании канавки глубиной от 6 мм до 8 мм эти нагрузки существенно не изменяются (800 Н, 900 Н и 500 Н), хотя фактическая глубина фрезерования составляет всего 2 мм, т. е. уменьшается в 4 раза. Это объясняется тем, что во втором случае работа фрезы носит прерывистый характер, нарушается монотонность изменения поперечного сечения среза, а также срезаются очень тонкие слои металла, соизмеримые с радиусом округления режущей кромки и имеющие наклепанную структуру.

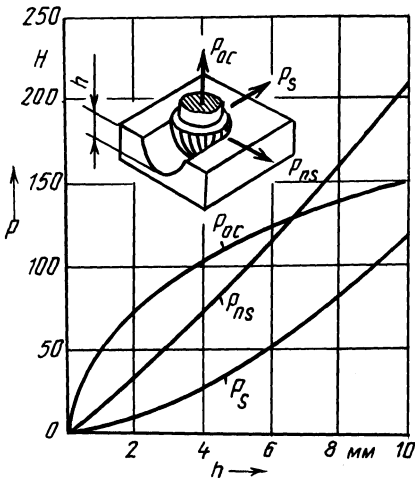
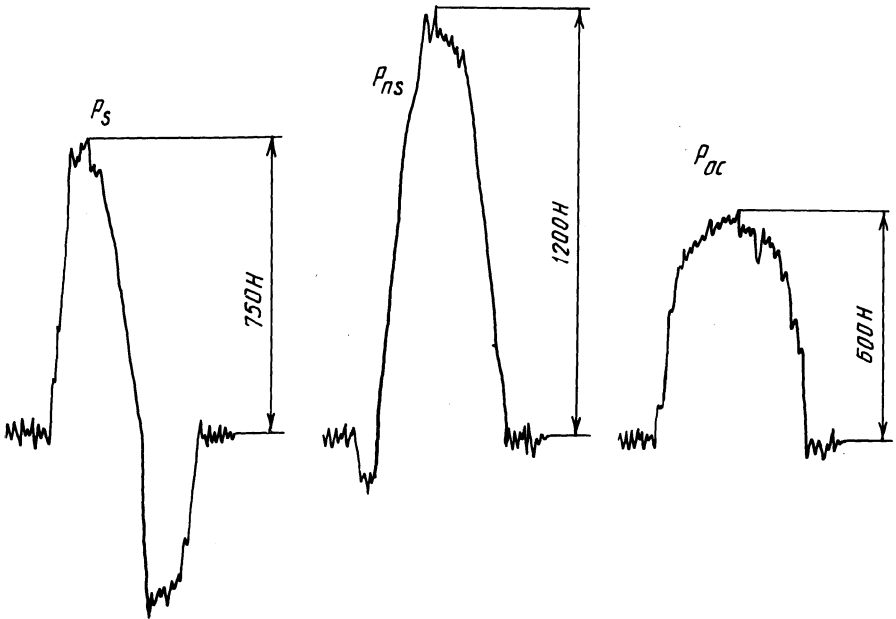


Рис. 1. Зависимость составляющих силы резания от глубины канавки, фрезеруемой концевой фрезой со сферической головкой (частота вращения фрезы 1000 об/мин, подача 20 мм/мин, без охлаждения)

Рис. 2. Осциллограммы составляющих силы резания при фрезеровании радиусной канавки глубиной 8 мм (частота вращения фрезы 500 об/мин, подача 20 мм/мин, обработка без охлаждения)



Обобщая результаты проведенных исследований, можно сделать вывод, что при фрезеровании радиусных канавок черновую обработку целесообразно производить за один проход на полную глубину, а в качестве режущих элементов концевых фрез со сферической головкой использовать твердосплавные пластины повышенной износостойкости для того, чтобы радиус округления режущих кромок был минимальным и сохранялся более длительный период времени. Кроме того, обработку канавок необходимо вести таким образом, чтобы из процесса резания был исключен участок фрезы, на котором расположена перемычка, соединяющая режущие кромки.