

определения значимости каждого фактора его надо сравнить с t-критическим, и если оно меньше t-критического – то фактором можно пренебречь. В данном случае t-критическое равно 2,201. Сравнивая данное значение со значениями в колонке видим, что четвёртый параметр меньше критического – значит его в основном уравнении модели можно не учитывать.

Для практического применения получим уравнение в натуральном масштабе, воспользовавшись преобразованием (2). Тогда уравнение (3) примет вид:

$$H=194-1,14I_1+2,68I_2+42,71P. \quad (6)$$

Анализируя полученное выражение, можно прийти к выводу, что одна и та же микротвердость может получаться при различных параметрах осаждения покрытия. Таким образом, появляется возможность управлять технологическим циклом.

УДК 621.941.1

Данильчик С.С.

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДРОБЛЕНИЯ СТРУЖКИ В ПРОЦЕССЕ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

БНТУ, Минск

Кинематические методы дробления сливной стружки основаны на изменении кинематики процесса резания. К ним относятся дискретное и релаксационное резание. Методы дискретного и релаксационного резания обеспечивают надежное стружкодробление при применении режущего инструмента обычной геометрии для разнообразных обрабатываемых материалов в широком диапазоне режимов обработки. Установлено, что шероховатость поверхности, обработанной при помощи дискретного и релаксационного методов, достигает Ra 5–10 мкм. Но эти методы применимы для обработки заготовок диаметром не более 170 мм. Кроме того, периодический

разгон и торможение в процессе обработки осуществляются суппортом станка, имеющим большую массу и силы инерции, что может привести к преждевременному выходу станка из строя. К основным недостаткам методов следует также отнести увеличение шероховатости обработанных поверхностей.

Дробление сливной стружки в процессе обработки на токарных станках можно обеспечить, если инструменту, перемещающемуся с заданной подачей, или вращающейся заготовке сообщать периодические кратковременные импульсы движения, величина которых равна подаче:

- положительные импульсы (в сторону подачи), создающие условия для гарантированного дробления стружки на следующем обороте заготовки,

- отрицательные импульсы (в сторону противоположную направлению подачи), во время действия которых толщина стружки уменьшается до нуля.

Однако в момент создание положительных импульсов или через один оборот заготовки после создания отрицательных импульсов происходит удвоение толщины среза, что увеличивает нагрузки на резец и шероховатость обработанных поверхностей.

С целью уменьшения периодически возрастающей толщины среза инструменту сообщают положительный импульс величиной $S_0/2$, а на следующем обороте заготовки – отрицательный импульс такой же величины. Толщина среза при этом периодически увеличивается в 1,5 раза. Шероховатость поверхностей, обработанных по данной схеме может быть уменьшена до Ra 2,5-4 мкм. Дробление стружки периодическими импульсами движения позволяет варьировать длиной стружки в широком диапазоне. Однако они не приемлемы для обработки заготовок большого диаметра, так как каждый элемент стружки формируется в течение двух или более оборотов заготовки.

Получение дробленой стружки при обработке деталей различных диаметральных размеров на любых режимах обработки обеспечивает вибрационное резание. Сущность его заключается в том, что режущему инструменту или обрабатываемой заготовке задаются, помимо основной рабочей подачи S_0 , дополнительные гармонические колебания с определенными амплитудой и частотой. В области вибрационного резания проведены многочисленные исследования, которые говорят о том, что точность размеров и формы обработанных поверхностей такая же, как при обычном точении. То есть вибрационное точение не влияет на точность обработки. Максимальные значения составляющих сил резания превышают величины соответствующих составляющих при обычном точении на 30–60%, но при этом средние составляющие сил резания такие же или меньше, а суммарная мощность, потребляемая при вибрационном точении, по сравнению с обычным точением снижается до 40%. Среднее значение температуры в зоне резания примерно на 30% ниже, чем при обычном точении, а стойкость инструмента сохраняется на уровне стойкости при обычной обработке.

В отличие от обычного резания, где осевое расстояние между траекториями движения резца относительно детали на последовательных витках одинаково и равно подаче на оборот S_0 , при вибрационном точении оно изменяется от нуля до максимального значения $\Delta_{\max}=2S_0$, в результате чего и происходит увеличение высоты гребешков, остающихся после обработки. Средняя теоретическая высота гребешков шероховатости в 1,5...2 раза больше, чем при обычном точении, что в результате приводит к увеличению шероховатости. Уменьшить это расстояние в процессе вибрационного резания, где время врезания и время отвода инструмента в цикле колебаний одинаковы, невозможно. Иначе будет нарушен процесс стружкодробления. Для выхода из данной ситуации

предлагается перейти от вибрационного точения к точению с асимметричными колебаниями.

Точение с наложением асимметричных колебаний резца характеризуется различными временными промежутками его движения в течение цикла в направлении подачи и обратном направлении. Оценивать асимметрию цикла колебаний предлагается коэффициентом асимметрии, который можно представить в виде:

$$\xi = \frac{a}{b},$$

где a и b – части оборота заготовки, соответствующие прямому (врезание) и обратному (отвод) ходу инструмента в течение цикла колебаний.

Максимальное осевое расстояние Δ_{\max} между траекториями движения резца за два последовательных оборота заготовки при точении с асимметричными колебаниями:

$$\Delta_{\max} = S_o \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) - \text{при } a > b,$$

$$\Delta_{\max} = S_o (1 + \xi) - \text{при } a < b.$$

Это расстояние можно уменьшить, увеличив асимметрию цикла колебаний, что будет способствовать снижению высоты гребешков микронеровности, следовательно, и шероховатости обработанных поверхностей. Экспериментальные исследования показали, что уменьшение коэффициента асимметрии цикла колебаний приводит к снижению шероховатости поверхностей. Так параметр шероховатости Ra деталей из стали 45, обработанных точением с колебаниями, имеющими коэффициент асимметрии цикла $\xi=1/4$, ниже на 25–30% по сравнению с шероховатостью после вибрационного точения. При обработке стали ШХ15 этот показатель шероховатости снижается на 25–35%. Точение с коэффициентами асимметрии цикла колебаний $1/3$ и $1/4$ позволяет получить шероховатость поверхности ниже Ra 6,3 мкм вплоть до 2,5 мкм. Это дает возможность

применять точение с наложением асимметричных колебаний режущего инструмента для получистойой, а в некоторых случаях, и для чистовой обработки.

УДК 621.793

Комаровская В.М., Суша Ю.И.,
Боровок О.А., Камыда Д.Е.

МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

БНТУ, Минск

Процесс нанесения покрытия на поверхность деталей определяется как свойствами материала покрытия и детали, так и спецификой протекания процессов формирования покрытия. Исходя из выше сказанного, все методы нанесения покрытий можно разделить на две группы.

В первую группу входят методы химического осаждения покрытий из парогазовой фазы (ХОП). Формирование покрытия осуществляется вследствие химических реакций между парогазовыми смесями, состоящих из соединения металлоносителя и носителя второго компонента, являющегося как газотранспортером, так и восстановителем. Этот метод применяется при нанесении покрытий на основе карбидов, нитридов, карбонитридов титана, оксида алюминия. Существует ряд недостатков данного метода: один из которых, является взрывоопасность и токсичность водорода, как газа-носителя.

Вторая группа – это методы физического осаждения покрытий. К ним относятся: метод получения тонких пленок распылением материалов ионной бомбардировкой; метод генерации потока осаждаемого вещества термическим испарением.

Суть метод получения тонких пленок распылением материалов ионной бомбардировкой состоит в следующем: