

Назаров Ю. Ф., Прокофьев А. В. (г. Москва, Россия),
Шкурупий В. Г. (г. Харьков, Украина)

Розглянуто особливості алмазного точіння надгладких поверхонь деталей.

Из методов сверхточной размерной обработки деталей машин в нанотехнологии применяют обработку лезвийными и абразивными инструментами. Каждый из этих видов обработки имеют свои преимущества и недостатки. Одним из недостатков абразивной обработки является сильное влияние применяемых в настоящее время абразивных составов на физико-химические свойства обрабатываемой металлической поверхности, связанное с процессами окисления. Это объясняется тем, что при этом виде обработки появляются свободные электроны, приводящие к окислению поверхностного слоя. Толщина образующейся при этом оксидной пленки, как правило, значительно больше, чем высота неровностей на реальной металлической поверхности (рис. 1).

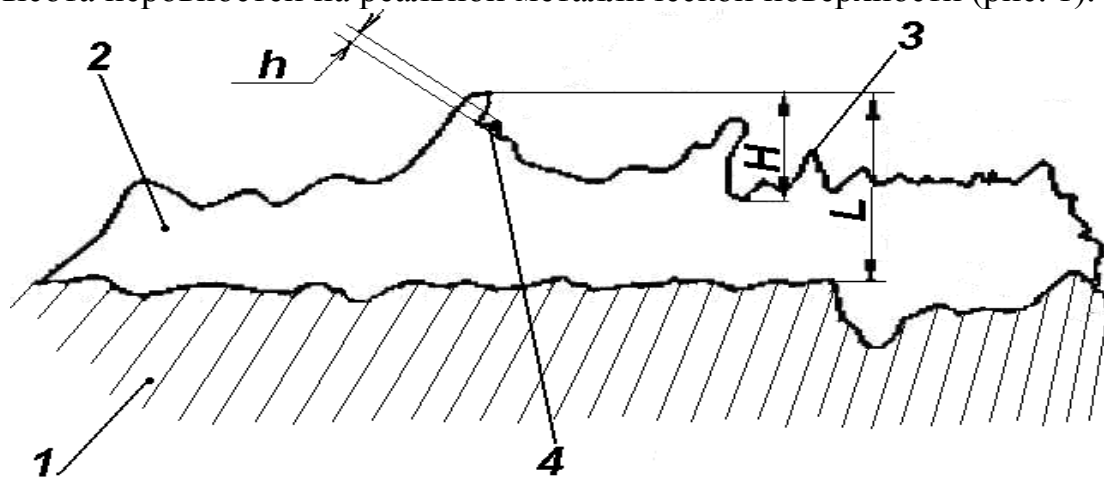


Рис.1. Параметры граничного слоя металлической поверхности:

1 - деталь; 2 - неметаллическая пленка; 3 - микронеровность;
4 - субмикронеровность; h и H - высоты соответственно микронеровности и субмикронеровности; L - средняя толщина неметаллической пленки

Преимущества лезвийной обработки перед абразивной, связанные с отсутствием шаржирования поверхности обрабатываемой детали абразивными частицами, отсутствием растягивающих поверхностных напряжений, высокой производительностью (по сравнению с обработкой свободным абразивом), нейтральностью инструмента, дают возможность использовать ее в нанотехнологии обработки широкой номенклатуры деталей машин.

Алмазное наноточение в сравнении с обработкой свободным абразивом позволяет в 5-10 раз повысить производительность процесса и полностью исключает шаржирование поверхности абразивными частицами. При точении алмазный резец перемещается по траектории, соответствующей осевому сече-

нию обрабатываемой поверхности (прямая, дуга окружности, парабола, гипербола и т.д.), поэтому траектория движения резца должна соответствовать расчетной траектории с точностью до долей микрометра. Точность вращения шпинделя или стола с обрабатываемой деталью должна быть того же порядка [2, 3].

Большой мощности для прецизионного алмазного точения не требуется, так как сила резания не превышает нескольких граммов, а трением шпинделя в аэростатических опорах можно пренебречь. Мощность двигателя расходуется только на разгон шпинделя с планшайбой и заготовкой.

Процесс тонкого алмазного точения обладает рядом особенностей:

1) Процесс резания алмазным резцом зависит от соотношения толщины срезаемого слоя и радиуса закругления режущей кромки резца. При уменьшении толщины среза процесс резания становится менее устойчивым, затрудняется поступление новых слоев металла в зону стружкообразования, так как значительно увеличивается отрицательная величина действительного переднего угла и становится невозможным скалывание слоев металла.

2) При точении габаритных деталей, требующих длительной обработки, повышение температуры поверхности алмаза с достаточно малым радиусом кривизны может привести к преимущественному окислению режущей кромки кислородом воздуха (обгорание резца). При этом изменяется радиус кривизны режущей кромки и длина резца, что уменьшает точность обработки. Если обгорание значительно, то необходимы либо эффективный теплоотвод с режущей кромки, либо установка специального колпака, позволяющего проводить точение в атмосфере инертного газа (аргона). Это избавит от окисления в процессе обработки поверхности алмаза и обрабатываемой детали.

3) При обработке шероховатых поверхностей с малыми заглублениями (сравнимыми с амплитудой шероховатости) происходит модуляция толщины стружки, что приводит к флуктуациям горизонтальной составляющей силы резания (из-за изменения лобового сопротивления на резец действует возмущающая высокочастотная сила), что может существенно повлиять на профиль образующейся после точения поверхности.

Возможный механизм образования шероховатости следующий: из под резца вытекает материал, подверженный действию повышенного давления и температуры, находящийся в поле действия высокочастотных колебаний и центробежной силы.

Выдавившийся из под резца в бок материал растекается по более холодной поверхности; из-за пространственной модуляции разгрузки резца возможно образование волны, разряжения на границе раздела жидкость - твердое тело. Так как охлаждение материала происходит постоянно, то величина жидкого слоя уменьшается, и, возможно, увеличение амплитуды колебаний остывающего металла за счет эффекта приливных волн.

Другим эффектом, связанным с возникновением колебаний резца из-за неравномерности среза, являются автоколебания в системе резец - деталь. Действительно, схема резания с колеблющимся резцом напоминает схему маятника

Фроуда или его аналога. При определенных соотношениях между параметрами возникают автоколебания. Вероятность возникновения автоколебаний в системе резец - деталь повышается вследствие того, что обычно точение проводится постоянной угловой скоростью (об/мин), обуславливающей изменение линейной скорости точек детали (в зависимости от их радиального положения в довольно широком диапазоне от 0 до V_{max}), что способствует выполнению в каком-то положении резца условий возникновения автоколебаний.

4) Режущая кромка алмазного резца в процессе обработки находится в напряженном состоянии, подвержена влиянию повышенных температур. Поэтому возможно раскрытие поверхностных микротрещин, что в конечном итоге вызывает появление выколов на режущей грани. Это приводит к потере формы резца и отрицательно сказывается на качестве обрабатываемой поверхности.

Разработана методика понижения сил резания при обработке высокопрочных материалов. Снижение сил резания достигали доведением материала до состояния, близкого к пластическому. Для этого использовали предварительный прогрев обрабатываемого материала с заданным упреждением концентрированным лучом лазера с длиной волны, обеспечивающей максимальное поглощение поверхностью обрабатываемого материала.

В заключение следует отметить, что нанолезвийная обработка позволяет повысить производительность труда и полностью исключает шаржирование поверхности абразивными частицами, обеспечивая максимальную отражательную способность.

Литература. 1. Ковшов А.Н., Ю.Ф. Назаров, И.М. Ибрагимов. Основы нанотехнологии в технике. М.: МГОУ, 2006, 244 с. 2. Маринин Г.В., Колокольцев Г.И., Лазарев М.Д., Горохов В.С., Задорин А.Г. Нанотехнология и обработка с субмикронной точностью. //Технология: Научно-технический сборник./ЦНТИ «Поиск», 1990, с.9-8, (Сер. «Технология машиностроения», выпуск 3). 3. Назаров Ю.Ф., Алаев А.Ю. Лезвийная обработка в нанотехнологии. М.: Авиационная техника и технологии. 1999, № 6, с. 17-19.