

Л и т е р а т у р а

1. Эффекты памяти формы в никелиде титана после предварительного динамического деформирования/С.П. Беляев, А.Е. Волков, Н.Ф. Морозов и др.// Современные проблемы прочности: Научные труды V Международного семинара им. В.А. Лихачева, 17 – 21 сентября 2001 г. – Т.2. – Старая Русса – Великий Новгород: ЗАО «Новгородский технопарк», 2001. – С. 76-82.

2. Малинин Г.В. Исследование деформации мартенситной неупругости объектов различного фазового состава в условиях симметричного одноосного растяжения-сжатия // Современные проблемы прочности: Научные труды V Международного семинара им. В. А. Лихачева, Старая Русса, 17 – 21 сентября 2001 г. – Т. 1. – Великий Новгород: НГУ им. Ярослава Мудрого, 2001. – С. 33-43.

3. Малинина Н. А., Малинин В. Г., Малинин Г.В. Особенности знакопеременной деформации материалов с эффектом памяти формы при многозвенных траекториях нагружения в пространстве напряжений. 1. Аустенитное состояние. 2. Мартенситное состояние. Двухфазное состояние // Современные проблемы прочности: Научные труды V Международного семинара им. В. А. Лихачева, Старая Русса, 17 – 21 сентября 2001 г. – Т. 1. – Великий Новгород: НГУ им. Ярослава Мудрого, 2001. – С. 43-61.

4. Мерсон Д.Л., Разуваев А.А. К вопросу идентификации механизмов пластической деформации и разрушения на основе спектрального анализа сигналов акустической эмиссии // XIV Петербургские чтения по проблемам прочности: Сб. тезисов, СПб., 12–14 марта 2003 г. – СПб., 2003. – С. 164.

О ВЛИЯНИИ ХАРАКТЕРИСТИК ВИБРАЦИОННОГО РЕЗАНИЯ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБРАБОТКИ

Студенты Н.В. Сечко, А.А. Федоров, Д.В. Ясюкевич,
Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. В.И. Молочко

Резание с наложением колебаний инструмента, параллельных подаче (вибрационное резание), применяют при непрерывном характере обработки сталей и других пластичных материалов, что имеет место, напри-

мер, при точении, сверлении и некоторых других видах металлообработки. Несмотря на обеспечение высокой эффективности процесса стружкодробления, резание с вибрациями инструмента все же не получило широкого практического распространения. Это связано прежде всего с существенным увеличением шероховатости обработанной поверхности, а также со снижением стойкости режущего инструмента вследствие усиления действия эффекта выкрашивания режущих кромок твердосплавных пластинок при переходе от непрерывного к фактически прерывистому характеру обработки. Сдерживающим фактором при решении вопроса об использовании вибрационного резания является также опасение (экспериментально неподтвержденное) возможной интенсификации процессов износа в узлах станка (прежде всего в направляющих) при переменном характере их нагружения.

В связи с этим поиск путей реального снижения уровня негативных эффектов при резании с вибрациями имеет важное значение для продвижения методов вибрационного резания в практику металлообработки. Поставленная задача будет решаться на основе теоретического анализа влияния выбранных характеристик вибрационного резания на динамические и технологические параметры обработки.

Как известно, основными характеристиками вибрационного резания являются амплитуда A и частота ν колебаний (двоичных ходов) инструмента за один оборот обрабатываемой заготовки. С точки зрения динамической напряженности процесса обработки, необходимо стремиться к уменьшению параметров A и ν . Теоретически доказано, что процесс стружкодробления при вибрационном резании осуществим при любых значениях параметра ν , не равных целому числу, если амплитуда колебаний задается исходя из известного [1] соотношения

$$A = \frac{S_0}{2|\sin(\nu\pi)|} = 0,5S_0 |\operatorname{cosec}(\nu\pi)|.$$

Минимум функции (1), т.е. минимум A , будет иметь место при равенстве $|\operatorname{cosec}(\nu\pi)| = 1$, т.е. при значениях $\nu = 0,5; 1,5; 2,5 \dots (i + 0,5)$, где i – любое целое положительное число (включая нуль). При промежуточных значениях ν амплитуда A колебаний, необходимая для обеспечения условий стружкодробления, будет возрастать и при $\nu = i$ станет

равной ∞ , что говорит о невозможности в этих случаях перерезания стружки и реализации процесса стружкодробления.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что с точки зрения динамики процесса вибрационного резания наиболее благоприятными следует считать условия, при которых $v = 0,5$ и $A = 0,5 S_0$.

Однако окончательное решение о выборе численного значения параметра v следует принять на основе оценки длины $l_{стр}$ образующихся элементов стружки, равных

$$l_{стр} = \frac{\pi D}{vk},$$

где D – диаметр обрабатываемой заготовки; k – коэффициент продольной усадки стружки.

Для практики неудобна как чрезмерно короткая, так и длинная стружка, так как мелкая стружка трудно удаляется обычными средствами (щеткой, крючок) из зазоров и углублений в узлах станка, находящихся в зоне резания, например, с рабочих поверхностей зажимного патрона, а длинные куски наматываются на инструмент и заготовку так же, как и при обычном резании, т.е. эффект стружкодробления в этом случае становится неощутимым. Поэтому необходимо для данных условий обработки установить оптимальную длину стружки $l_{стр\text{ опт}}$ с учетом ее завивания в спираль и далее по формуле (2) определить численное значение параметра v , после чего выбрать ближайшее из его рекомендуемых значений ($v = 0,5; 1,5; 2,5$ и т.д.). Практически при конструировании устройств для вибрационного резания параметр v чаще всего принимают равным 1,5.

При выборе параметра A следует принимать во внимание, что при снижении нагрузки на инструмент имеет место эффект дополнительного микроперемещения инструмента в сторону необработанной поверхности заготовки, вызываемый упругим последствием системы «станок – приспособление – инструмент – деталь». В связи с этим величину амплитуды колебаний A следует назначать на 10...20% больше ее минимального значения, определенного по формуле (1).

Для оценки влияния амплитуды колебаний A на шероховатость обработанной поверхности удобно пользоваться схемой вибраци-

онного резания (рис.1), представляющей собой плоскую развертку обработанной цилиндрической поверхности с нанесенными на нее траекториями движения инструмента при обычном (тонкие наклонные линии) и вибрационном (толстые линии) резании. Из рис.1 следует, что траектории движения резца при вибрационном резании полностью повторяются через оборот заготовки, поэтому двойные шаги Δ_{13} , Δ_{35} , Δ_{57} или Δ_{24} , Δ_{46} , Δ_{86} и т.д. – величины постоянные, равные $2S$. Отсюда следует, что для характеристики величин гребешков шероховатости при вибрационном резании достаточно рассмотреть динамику изменения двух соседних одинарных шагов, например Δ_{12} и Δ_{23} одного двойного шага Δ_{13} . Поскольку сумма соседних одинарных шагов равна $2S$, то обычно один из них будет меньше, а второй больше S . В предельных случаях оба шага либо будут равны S , либо один из них будет равен 0 , а второй $2S$. Соответственно изменениям одинарных шагов Δ будут изменяться и величины высот $H_{гр}$ соседних гребешков шероховатости, в связи с чем их теоретические профиллограммы будут иметь вид чередующихся выступов меньшего и большего размеров. Однако обычно используемый для оценки шероховатости при черновом и получистовом точении параметр R_z определяется высотой наибольших максимумов профиля. Следовательно, при расчете гребешков шероховатости $H_{гр}$ [2] должны использоваться большие из двух соседних одинарных шагов, т.е. отрезки Δ , величина которых лежит в диапазоне $S...2S$.

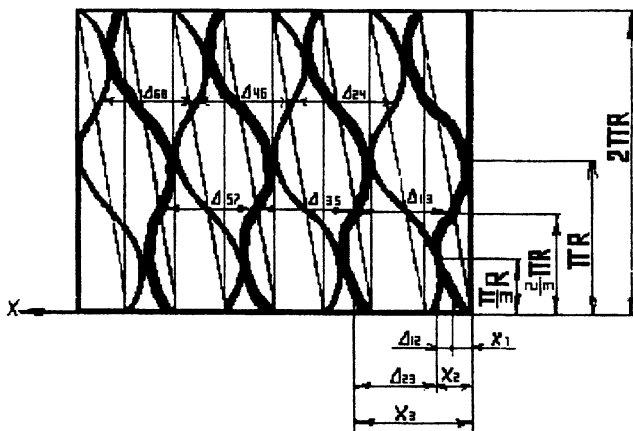


Рис. 1. Схема вибрационного резания ($v=1,5$)

С учетом изложенного параметр R_z^a , оценивающий шероховатость обработанной поверхности при вибрационном резании, может быть определен выражением, $R_z^a = kR_z^0$ где k – переменный коэффициент увеличения гребешков шероховатости, изменяющийся в диапазоне 1...2 при точечной вершине резца и в диапазоне 1...4 при дуговой вершинной кромке; R_z^0 – теоретический параметр шероховатости при обычном резании.

Таким образом, при вибрационном резании шероховатость обработки возрастает в среднем в 1,5...2,25 раза, а максимальная шероховатость – в 2...4 раза по сравнению с обычным резанием.

Для уменьшения шероховатости необходимо применять резцы с увеличенным радиусом r закругления вершинной кромки, либо, при точечной заточке вершины, с дополнительной зачищающей фаской с углом в плане φ_ϕ или $\varphi_{1\phi}$, равным $0...5^\circ$, либо переходить на иные методы кинематического стружкодробления.

Л и т е р а т у р а

1. Лавров Н.К. Завивание и дробление стружки в процессе резания. – М.: Машиностроение, 1971. – 88 с.
2. Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Жигалко Н.И. Основы резания материалов и режущий инструмент. – Мн.: Выш. школа, 1981. – 560 с.

СИЛОВОЙ ДИАФРАГМЕННЫЙ ОСЦИЛЛЯТОР

Студент А.А. Вольнец

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. В.И. Молочко

Силовые диафрагмы, т.е. диафрагмы, работающие при давлениях в гидросистеме свыше 10 МПа, используются главным образом в мембранных гидравлических силоизмерителях. Такие диафрагмы обычно изготавливают из тонколистовой пружинной стали или толстой (3...4 мм) маслобензостойкой резины, армированной радиально расположенными неметаллическими, например, нейлоновыми или металлическими нитями [1]. Однако стальные диафрагмы имеют ограниченные прочностные и усталостные характеристики, а армированные неметаллические отличаются усложненной техноло-