

ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

621.9

АНАЛИЗ ПРИЧИН ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ СТОЙКОСТНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ РЕЗАНИИ

Канд. техн. наук, доц. К. П. ПАНЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. Б. Д. ДАНИЛЕНКО

Проанализированы причины возникновения немонотонной зависимости между скоростями резания и стойкостью инструмента. Показано, что одна из вероятных причин экстремальности этих зависимостей — это процесс образования нароста на режущем лезвии, который предохраняет от износа и повышает стойкость в определенных диапазонах скоростей резания.

Reasons of no monotonic dependence appearance between the cutting speed and stability of tools are analyzed. It is displayed, that one of the probable reasons of extremeness of these dependences is a process of outgrowth formation on a cutting edge which protects from deterioration and raises resistance in certain ranges of cutting speed.

Исследование зависимостей стойкости режущего инструмента от скорости резания в широком диапазоне изменения режимов показывает, что эти зависимости могут выражаться двумя типами кривых (рис. 1).

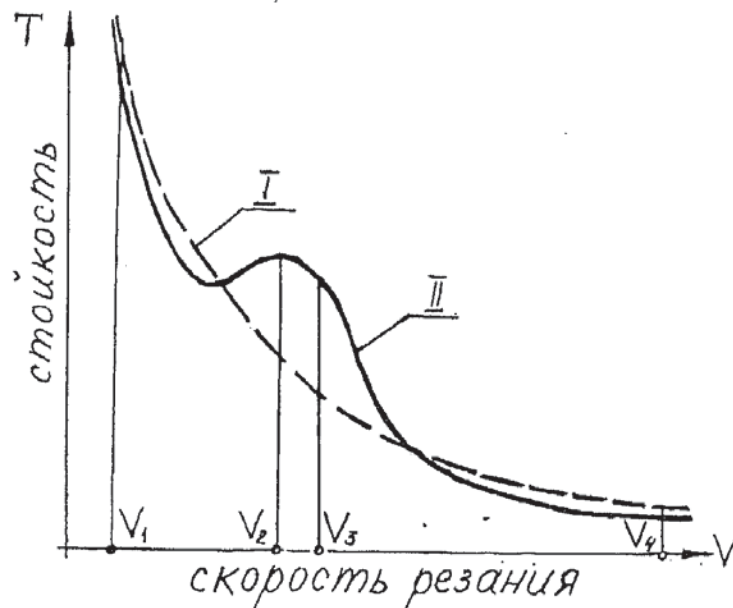


Рис. 1. I — монотонная кривая, близкая к гиперболе; II — кривая экстремального характера, имеющая обыкновенно один или два перегиба

Многочисленные исследования стойкости инструментов, проведенные в МГТУ под руководством профессора Г.И. Грановского, показали, что экстремальность стойкостных зависимостей наиболее четко проявляется при работе быстрорежущих инструмен-

тов, когда скорости резания сравнительно невелики. Долгое время экстремальность стойкостных кривых вообще подвергалась сомнению. Монотонность стойкостной кривой легко объяснить: при повышении скорости резания увеличивается скорость деформации срезаемого материала, повышается температура резания и должен интенсифицироваться износ рабочих поверхностей режущего инструмента, что и приводит к постепенному снижению его стойкости. Возникновение максимума («горба») на стойкостной кривой требовало специальных объяснений. Сомнения в наличии «горбов» можно объяснить, в какой-то степени, еще и тем, что при работе на универсальных станках диапазон реально используемых скоростей резания обычно находится в пределах диапазона v_3 — v_4 (рис. 1) и поэтому экстремальность стойкостных зависимостей себя просто не обнаруживала.

При возникновении автоматизированного производства и, в особенности, при использовании многошпиндельных агрегатных станков на автоматических линиях для повышения стойкости и надежности инструмента стали использовать достаточно низкие, так называемые «умеренные» [1] режимы резания, когда экстремальность стойкостных зависимостей стала четко проявляться. Это позволяло выявлять такие значения скорости резания (скорость v_2 на рис. 1), которые обеспечивали наибольшую эффективность работы инструмента на «умеренных» режимах.

Необходимо отметить, что существует мнение о том, что «горбы» на стойкостных кривых присутствуют всегда, но в некоторых случаях это происходит при весьма низких скоростях резания (т.е. менее скорости v_1 на рис. 1).

Образование экстремальности стойкостной зависимости прежде всего может быть объяснено защитной ролью нароста, образующегося на режущем лезвии. Многочисленные исследования процесса стружкообразования показывают, что практически всегда на режущем лезвии образуется нарост, хотя его величина может изменяться в широких пределах. Нарост состоит из сильно деформированных и уплотненных зерен обрабатываемого материала. Он прикрывает переднюю поверхность вблизи режущего лезвия и выступает под задней поверхностью [2].

Таким образом, нарост защищает лезвие инструмента от износа не только со стороны передней поверхности, но и со стороны задней поверхности.

Причин для образования нароста несколько:

- 1) наличие шероховатостей на передней поверхности инструмента;
- 2) большие силы трения между стружкой и очищенной от окислов поверхностью инструмента;
- 3) определенное соотношение между температурой и давлением на рабочих поверхностях, способствующее возникновению сил адгезии между обрабатываемым и инструментальным материалом.

Процесс наростообразования изучался многими исследователями. Подробный анализ этих исследований [2] показывает, что величина нароста, прочность его удержания на режущем лезвии, частота срывов нароста и др. зависят, в основном, от следующих факторов:

- физико-механических свойств обрабатываемого материала;
- свойств инструментального материала;
- величины переднего угла;
- режима резания;
- наличия и свойств смазочно-охлаждающих сред.

Следует подчеркнуть, что перечисленные факторы сильно влияют также и на получаемую стойкость режущего инструмента.

Связь между характером стойкостных зависимостей и наростообразованием изучалась при исследовании работы фасонных резцов, изготавливаемых из быстрорежущих сталей Р18, Р18К5Ф2, Р9К5, Р9К10, Р6М3 и Р14Ф4, а также резцов из твердых сплавов ВК8, ВК10М в широком диапазоне изменения режимов резания [3].

Наростообразование изучалось на шлифах корней стружек, полученных на специальном устройстве типа «падающий резец».

На рис. 2 приведены результаты исследований стойкости фасонных резцов $T = f(v)$ из сплава ВК10М и измерений высоты нароста, полученной на режущем лезвии тех же резцов при различных скоростях резания, $h_n = f(v)$. Видно, что экстремальность стой-

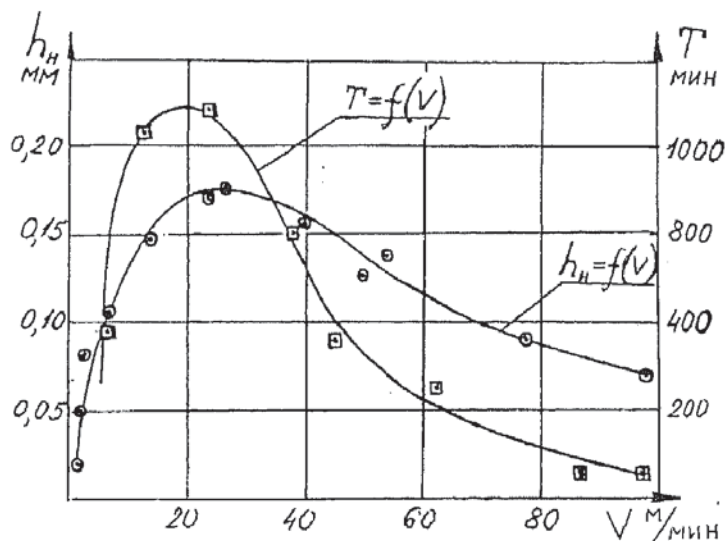


Рис. 2

костной зависимости соответствует области образования нароста наибольшей величины. Показанные зависимости получены при работе фасонных резцов с передним углом $\gamma = -2^\circ$.

Однако в опытах, проведенных резцами с передним углом $\gamma = 35\text{—}45^\circ$, когда нарост практически отсутствовал, получены монотонные стойкостные зависимости. Аналогичные результаты получены при исследовании работы фасонных резцов, изготовленных из быстрорежущих сталей [3].

Опыты также показали, что как наличие «горбов» на стойкостных зависимостях, так и интенсивное наростообразование не обнаруживается ни при весьма низких, ни при высоких скоростях резания.

Таким образом, можно полагать, что полученные результаты свидетельствуют о защитной роли нароста и его влиянии на характер стойкостных зависимостей. Вместе с тем следует отметить, что в некоторых случаях, когда экстремальность стойкостной зависимости отсутствовала, нарост (правда, не очень большой) все же образовывался. Кроме того, некоторые эксперименты не выявили точного совпадения величины скорости резания с максимальным наростообразованием с величиной скорости максимума стойкостной зависимости.

Это говорит о том, что нарост, по-видимому, является не единственной причиной немонотонности стойкостных зависимостей. Видимо, определенную роль играет также температурное состояние зоны резания, которое определяется теплофизическими свойствами обрабатываемого и инструментального материала, соотношением их значений фактической «горячей» твердости, условиями адгезионного взаимодействия и другими факторами, определяющими интенсивность износа режущего лезвия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д а н и л е н к о Б. Д. Выбор режимов резания при сверлении. «Прогрессивная технология механосборочного производства». Сборник статей / Труды МГТУ №536 под ред. Дальского А.М., Васильева А.С. — М.: Изд-во МГТУ, 1989. — С. 33—44.
2. Г р а н о в с к и й Г. И., Г р а н о в с к и й В. Г. Резание металлов. — М.: Высшая школа. — 1985. — 304 с.
3. Г р а н о в с к и й Г. И., П а н ч е н к о К. П. Фасонные резцы — М.: Машиностроение, 1975. — 309 с.

629.735.015.4: 539.219.2

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ.
СООБЩЕНИЕ 1. УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ
ПАРАМЕТРАМИ**

Канд. техн. наук, проф. Г.М. РЫБАКОВ

Рассмотрен новый алгоритм, который представляет собой ноу-хау в области дробеструйной обработки. Алгоритм моделирует изменение пластической деформации в поверхностном слое детали в процессе дробеструйной обработки и определяет оптимум, при котором в поверхностном слое металла накапливается максимум «энергии сжатия». Результатом оптимальных условий при дробеструйной обработке является максимум усталостной прочности деталей и заданные параметры кривизны.

This paper describes new algorithm. This algorithm is a "know how" in the field of shot peening technology. This algorithm simulates the change plastic deformation in the surface layer of the component during shot peening, and eventually determines the optimum at which maximum «compressive energy» accumulate in the surface layer of the metal. The obtained optimum shot peening conditions result is maximum fatigue strength of the components and given parameters curvature.

Хотя дробеструйная обработка (ДО) применяется в автомобильной и авиационной промышленности более 70 лет, она базируется на экспериментальных исследованиях, результаты которых до сих пор не связаны в единую систему на основе фундаментальной научной базы. Поэтому фирмы вынуждены повторять рутинные эксперименты в каждом случае, когда меняется материал или условия работы детали.

Нами впервые найдены принципы ДО, основанные на классических законах упругого и пластического деформирования различных материалов. На основе этих принципов разработан алгоритм, управляющий кривизной пластин переменной жесткости, распределением остаточных напряжений по сечению деталей, оптимальной по критерию выносливости поверхностной деформацией. Эффективность ДО определяется двумя основными факторами: уровнем подводимой к обрабатываемому материалу энергии и количеством энергии, поглощаемой материалом. Исследуем оба этих фактора более подробно.

Возможности управления энергией, подводимой к материалу, базируются на зависимости скорости дроби от энергоносителя, разгоняющего ее. Наиболее распространенным в практике является случай разгона дроби сжатым воздухом. Схема разгона представлена на рис. 1. По представленной схеме дробь 2 всыпается в поток воздуха, вытекающий из сопла 1, захватывается и смешивается с воздухом и одновременно разгоняется в сопле-смесителе 3, организующем поток дроби. Затем дробь перемещается вместе с по-