

А.Г.Турков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕТЧИКОВ МАЛОГО ДИАМЕТРА ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБ В ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ

В машиностроении все более широкое применение получают жаропрочные, титановые и другие сплавы, трудно обрабатываемые обычными методами резания. Особые затруднения возникают при нарезании внутренних резьб малого диаметра, что связано как с особыми физико-механическими свойствами указанных материалов, так и со спецификой процесса, который характеризуется низкой стойкостью инструмента и частым выходом его из строя в результате поломок. Одним из возможных путей повышения работоспособности метчиков малого диаметра в этих условиях является использование положительного влияния ультразвуковых колебаний, сообщаемых инструменту. Установлено, что применение ультразвуковых колебаний при резьбонарезании в труднообрабатываемых материалах способствует снижению сил резания и трения, суммарного крутящего момента, что, в свою очередь, уменьшает вероятность заземления и поломки инструмента [1].

Исследование работоспособности метчиков проводилось при нарезании резьб МЗ ÷ М6 на ультразвуковом станке УЗСР-I [2] в диапазоне скоростей 0,5 ÷ 3 м/мин и с длиной обработки $l = 1-2d$. Для изучения силовой ситуации и состояния рабочей части инструмента в процессе обработки использовалась динамометрическая и оптическая аппаратура. В качестве обрабатываемых материалов применялись жаропрочные и титановые сплавы (12Х25Н16Г7АР, BT22 и другие), в качестве режущего инструмента - машинные метчики из быстрорежущей стали Р9К5 ($\gamma = 0^\circ$, $\alpha_{заб} = 10^\circ$, $\alpha_{кал} = 30^\circ$, $\alpha_{пр} = 1^\circ$, $\varphi = 10^\circ$), в качестве СОЖ - сульфидфрезол.

Предварительными исследованиями установлено, что при обычном резьбонарезании в труднообрабатываемых материалах метчики в основном выходят из строя в результате выкрашивания и сколов зубьев или поломки их рабочей части. Причем разрушение наблюдается задолго до достижения определенного износа по задней поверхности на заборном конусе, обычно принимаемого в качестве критерия затупления. Это свидетельствует о том, что при нарезании резьб малого диаметра

в труднообрабатываемых материалах в качестве критерия затупления следует принимать допустимый прочностью предельный момент нагружения метчика ($M_{кр.пред}$), выше которого метчик не должен нагружаться. В общем случае $M_{кр.пред}$ должен удовлетворять условию

$$M_{кр.рез} < M_{кр.пред} < M_{кр.разр} \quad (1)$$

где $M_{кр.рез}$ - крутящий момент при резбонарезании в начале работы метчика;

$M_{кр.разр}$ - крутящий момент, соответствующий разрушению метчика.

Связь между указанными моментами представляется зависимостью

$$\frac{M_{кр.разр}}{M_{кр.рез}} = K_0 \quad (2)$$

где K_0 - общий запас прочности метчика.

Исследование моментов $M_{кр.рез}$ и $M_{кр.пред}$ показало, что при обычном резбонарезании в труднообрабатываемых материалах метчики малого диаметра имеют небольшие запасы прочности ($K_0=1,4-2$). Применение ультразвуковых колебаний ($f=20$ кГц, $A=5$ мкм) способствует значительному повышению запаса прочности метчиков ($K_0=2,5-3,3$).

Изучение состояния рабочей части метчиков при резбонарезании показало, что при обработке в обычных условиях жаропрочных сплавов образуется два вида нароста: нарост первого вида имеет небольшую протяженность и формируется в основном вдоль режущих кромок, нарост второго вида имеет значительную протяженность по передней поверхности и плоский по форме. Возникновение нароста второго вида наблюдается уже при небольших скоростях резания (1 м/мин) и сопровождается привариванием стружки к передней поверхности режущих зубьев. Последнее наиболее характерно для зубьев, имеющих большую длину режущих кромок. Однако с увеличением скорости резания это явление распространяется и на другие зубья заборного конуса и сопровождается возрастанием крутящего момента до значений, соизмеримых с моментом $M_{кр.разр}$. Наблюдаемое при резбонарезании разрушение нароста и приваренной стружки сопровождается сколами режущих зубьев и, как следствие, выходом метчика из строя. При ультразвуковом резбонарезании, в отличие от нарезания резьбы в обычных ус-

ниях, возникновение нароста второго вида происходит при более высоких скоростях резания ($V > 3$ м/мин) и не сопровождается привариванием стружки и сколами зубьев. Для резбонарезания в титановых сплавах характерны другие явления. При обычном резбонарезании наблюдается выкрашивание режущих зубьев, а также налипание обрабатываемого материала на задние и боковые поверхности зубьев метчика. Применение ультразвуковых колебаний в значительной мере устраняет эти явления. Таким образом, исследование запаса прочности метчиков и состояния их рабочей части свидетельствует о положительном влиянии ультразвуковых колебаний при резбонарезании.

Исследованиями стойкости метчиков установлено, что при последовательном нарезании резьбы в обычных условиях происходит скачкообразное изменение крутящего момента, который резко возрастает при достижении $M_{кр.рез} = 0,7 M_{кр.разр}$. Дальнейшее повышение стойкости до момента разрушения метчика незначительно. Следует отметить, что резкое возрастание крутящего момента сопровождается значительными выкрашиваниями и сколами зубьев заборного конуса, привариванием стружки к передней поверхности и налипанием обрабатываемого материала на задние и боковые поверхности зубьев метчика. На основании изложенного при обычном резбонарезании в качестве критерия затупления принимался предельный момент $M_{кр.пред} = 0,7 M_{кр.разр}$. Применение ультразвуковых колебаний способствует стабилизации крутящего момента и снижению интенсивности его нарастания при достижении $M_{кр.рез} = 0,7 - 0,8 M_{кр.разр}$. Однако и в этом случае для получения сопоставимых результатов стойкостных исследований с учетом некоторого разброса прочности метчиков в качестве критерия затупления принимался предельный момент $M_{кр.пред} = 0,7 M_{кр.разр}$.

Анализ результатов стойкостных исследований показал, что применение ультразвуковых колебаний при нарезании резьб малого диаметра способствует значительному повышению стойкости инструмента: при обработке титановых сплавов стойкость возрастает в 4-6 раз, при обработке жаропрочных сплавов - в 10 и более раз.

Другими исследованиями установлено, что применение ультразвуковых колебаний при резбонарезании в труднообрабатываемых материалах способствует значительному ослаблению влияния различных технологических факторов (несоосность метчика и отверстия, диаметр отверстия под резьбу и другие) на работоспособность метчиков малого диаметра.

Исследование работоспособности метчиков при ультразвуковом резьбонарезании способствовало успешному созданию ультразвуковых устройств для нарезания резьб малого диаметра в труднообрабатываемых материалах и внедрению ультразвукового способа резьбонарезания в производство.

Л и т е р а т у р а

1. Кравченко Б.А., Нерубай М.С., Турков А.Г. Исследование эффективности ультразвуковых колебаний при нарезании мелких резьб в труднообрабатываемых материалах. - В сб.: Исследование обрабатываемости жаропрочных и титановых сплавов. Вып. 2. - Куйбышев: КуАИ, 1974.
2. Турков А.Г. Двухшпиндельный ультразвуковой станок модели УЗСР-1 для сверления и нарезания резьб малого диаметра. - Экспресс-информация "Металлорежущие станки и автоматические линии", 1977, № II.

УДК 621,793.2

В.М.Зайцев

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РЕЗАНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАБОТАННЫХ РЕЗАНИЕМ

Обработка металлов резанием в большинстве случаев производится твердосплавными или стальными инструментами с применением широкой номенклатуры смазочно-охлаждающих сред. И те, и другие представляют собой многокомпонентные системы, содержащие в своем составе большое количество химических элементов. Однако формирование поверхностного слоя обычно трактуется с позиции воздействия на него механической и тепловой нагрузки без учета возможного влияния диффузионных, термохимических и электрохимических процессов, в результате которых в поверхностный слой могут внедриться элементы, входящие в состав инструментальных материалов (Fe, C, Co, Mo, Ti, W, V, Nb, Al, Si и др.) и смазывающе-охлаждающих сред (H, O, S, P, Cl, J, K, Na, Mo, Cu, Zn, Pb, Sn) образоваться сложные химические соединения и структурные