Технические науки

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

Мыльников В.В., Пронин А.И., Чернышов Е.А.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: mrmylnikov@mail.ru

Для проведения испытаний на стойкость была использована партия фрез концевых из быстрорежущей стали Р6М5К5 (ГОСТ 23248-78, Тип 2, с крупным зубом, 14 х 132 х 53), применяемых для обработки деталей из высокопрочных сталей и титановых сплавов на станках с программным управлением. Было произведено комплексное упрочнение (как ионное азотирование, так и ионное азотирование + композиционное износостойкое покрытие на основе нитридов металлов IV – VI групп периодической системы) части фрез.

Анализ результатов испытаний работоспособности режущего инструмента показывает, что механизм зарождения и роста трещин в покрытии и инструментальной матрице можно рассматривать с энергетических представлений разрушения материалов. При высоких скоростях резания вследствие больших тепловых и механических нагрузок реализуется упругопластическая деформация поверхностных слоев инструмента, которая при внешнем трении обусловлена образованием и перемещением дислокаций под воздействием касательных напряжений.

Результаты испытания на стойкость позволили установить, что самым оптимальным при обработке титанового сплава ВТ20, является режим упрочнения инструмента ионным азотированием проводимым на режимах: $I_п$ = 70 А; $I_а$ = 90 А; t = 500 °С. Относительная стойкость инструмента по сравнению с базовым (в состоянии поставки) увеличилась в 1,9 раза.

Произведено комплексное упрочнение (ионное азотирование (оптимальный режим) + двухслойное износостойкое покрытие). Самым оптимальным из двухслойной комбинации износостойкого покрытия является комбинированное упрочнение с мягкими слоями молибдена (увеличение стойкости до 3,5 раз).

Максимальное влияние на стойкость режущего инструмента оказывает скорость, затем подача и глубина резания; целесообразным следует считать повышение скорости резания не более чем на 30 %, подачи не более чем на 100 % и глубины не более чем на 130 %; следует отметить, что целесообразно совместное повышение скорости резания до 30 % и подачи до 40 %.

О КОРРЕЛЯЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ СТАЛИ 6ХС

Мыльников В.В., Чернышов Е.А., Шетулов Д.И., Пронин А.И.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: mrmylnikov@mail.ru

В работе исследовалась сталь 6ХС закаленная в масле и отпущенная в зоне температур 260-650 °С. Результаты испытаний показали, что наибольшее значение предела усталости σ_{-1} имеют образцы, подвергнутые изотермическому отпуску (280 °С), при этом σ_{-1} = 700 МПа. Сталь 6ХС испытывалась также при двойном отпуске при температурах от 150+250 С до 150+600 °С. Наибольшее значение предела усталости σ_{-1} = 720 МПа получилось при температуре отпуска 150+370 °С. Достаточно высокое значение σ_{-1} = 650 МПа, имеют образцы, отпущенные при температуре 150+250 °С. Из ранее полученных данных по усталости и статических испытаний следует, что чем круче наклон кривых упрочнения, тем более пологим оказывается наклон кривых усталости. Тангенс угла наклона левой ветви кривой lgσ – lgε представляет собой коэффициент деформационного упрочнения. Он определяется по выражению $\lg\alpha_к = \frac{d\lg\sigma}{d\lg\varepsilon}$, а точнее, и как правило:

$$\mathrm{tg}\,\alpha_к = \frac{\lg\sigma_в^{ист} - \lg\sigma_T}{\lg\varepsilon_p - \lg\varepsilon_i};$$

где lg $\sigma_в^{ист}$ – истинный предел прочности; $\sigma_т = \sigma_{\varepsilon i}$; ε_i – деформация, при которой определяется условный предел текучести (например, ε_i = 0,002 и $\sigma_т = \sigma_{0,002}$); ε_P – равномерная деформация, которая соответствует $\sigma_в^{ист}$.

В результате обработки данных испытаний на однократное разрушение нескольких температур отпуска были построены кривые упрочнения. Наблюдается зависимость, что чем больше параметр деформационного упрочнения $\mathrm{tg}\alpha_к$,тем меньше показатель $\mathrm{tg}\alpha_ω$, т.е. сталь лучше сопротивляется усталости. Описанная связь представляет собой обратную корреляцию между tg $\alpha_ω$ и tg $\alpha_к$, т.е. ее можно представить в виде выражения:

$$\mathrm{tg}\alpha_ω = К_{ус} / \mathrm{tg}\alpha_к \text{ или } К_{ус} = \mathrm{tg}\,\alpha_ω \cdot \mathrm{tg}\alpha_к .$$

Анализируя полученные результаты, надо отметить, что сталь 6ХС показывает среднее значение параметра $К_{ус}$ равным 0,0213. Сравнивая параметр $К_{ус}$, полученный в настоящей

работе, с таким же параметром, менее прочных материалов, надо отметить, что высокопрочная сталь даёт меньшее значение ($К_{ус\ ср}$=0,0213) в сравнении с менее прочными материалами ($К_{ус\ ср}$ = 0,05). Это диктует необходимость применять параметр $К_{ус}$ в расчетах параметров tg α_{ω} и tg $\alpha_{к}$, руководствуясь классом конструкционных материалов.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ЗАГОТОВКАХ ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

[1]Мыльников В.В., [2]Пронин А.И., [1]Рожков И.И., [1]Шетулов Д.И.

[1]Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: mrmylnikov@mail.ru;
[2]Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре

Обработка деталей выполненных из труднообрабатываемых неметаллических и металлических (коррозионно-стойкие стали, титановые и жаропрочные сплавы) материалов на машиностроительных компаниях и в настоящее время выполняется на пониженных скоростях резания, а следовательно является трудоемким процессом. Наиболее остро эта проблема возникает при сверлении отверстий длиной l > (5...10)∅ малого диаметра (∅ = 2…8 мм) в деталях, выполненных из труднообрабатываемых материалов. Процесс сверления сопровождается образованием нароста, затрудненным отводом стружки, а также повышенной сопротивляемостью резанию и как следствие низкими режимами обработки.

Поэтому разработка новых технологических решений направленных на повышение эффективности обработки резанием труднообрабатываемых материалов является актуальной проблемой. Одним из перспективных способов позволяющих повысить производительность и качество обработки лезвийным инструментом труднообрабатываемых материалов, является возбуждение в инструменте или обрабатываемой заготовке вынужденных ультразвуковых колебаний (УЗК) малой амплитуды. Влияние УЗК на процесс резания выражается в уменьшении силы резания и размера деформационной зоны.

В настоящее время не достаточно глубоко изучено ультразвуковое сверление труднообрабатываемых материалов спиральными сверлами. Целью исследования является нахождение оптимальных условий применения УЗК для повышения эффективности обработки отверстий и повышения стойкости спиральных сверл.

Установлено, что применение УЗК, оптимизированных по амплитуде и направлению, позволяет существенно ускорить процессы глубокого сверления отверстий диаметром 2 – 8 мм в труднообрабатываемых материалах. Так при глубоком сверлении сплава ЭП33 с применением УЗК стойкость сверл из стали Р9К5 увеличивается в 4 раза. При обработке отверстий длиной до 10 диаметров в неметаллических материалах (керамике, граните и т.д.) алмазными трубчатыми сверлами с использованием продольных УЗК малой амплитуды и на определенных частотах повышаются производительность до 10 раз, расход алмазов уменьшается в 3-4 раза и точность обработки увеличивается на два-три квалитета.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ЦИКЛОВ НАГРУЖЕНИЯ НА СУММАРНУЮ ПЛАСТИЧЕСКУЮ ДЕФОРМАЦИЮ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[1]Мыльников В.В. [1]Шетулов Д.И., [1]Рожков И.И., [2]Пронин А.И.

[1]Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: mrmylnikov@mail.ru;
[2]Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре

Целью представленной работы является изучение влияния частоты циклического нагружения на сопротивление пластической деформации в поверхностных слоях металлических материалов.

Достаточно сложные явления, протекающие в поверхностных слоях образцов (деталей) при изменении частоты циклического нагружения, можно соотнести с представлением о суммарной деформации (ε_{ω}), которая накапливается при усталостных испытаниях. Эта связь в первом приближении может быть представлена как изменение суммарного накопления усталостных дефектов или повреждений решётки $dZ = dZ_1 - dZ_2$, где dZ_1 – увеличение плотности (количества) дефектов вследствие накопления суммарной деформации ε_{ω}; dZ_2 – уменьшение плотности дефектов вследствие релаксации.

Конечное выражение этой зависимости представляется в виде соотношения: $Z = Z^*\left(\varepsilon_{\omega} / \varepsilon_{\omega}^*\right)^{\beta-\alpha/\omega}$, связывающего суммарное повреждение Z с величиной суммарной деформации ε_{ω} и частотой циклов ω, где $Z^* = Z$, а $\varepsilon_{\omega}^* = \varepsilon_{\omega}$ для одного цикла напряжения; β – зависит от рода вещества; α – видимо, должна возрастать с температурой, но уменьшаться с увеличением энергии дефекта упаковки.

Если считать, что между ε_{ω} и числом циклов до разрушения существует прямая пропорциональность, то, когда для достаточно низких гомологических температур (θ) отношение α/ω стремится к нулю, продолжительность испытаний определяется числом циклов. Напротив, при достаточно высоких температурах величина Z обусловливается как ε_{ω} (или N), так и частотой