

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ЗАГОТОВКАХ ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

¹Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород,
e-mail: mrmylnikov@mail.ru;

²Комсомольский-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 $l > (5...10)\varnothing$ малого диаметра ($\varnothing = 2...8$ 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 глу-

бокого 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 трубчатymi 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

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

¹Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород,
e-mail: mrmylnikov@mail.ru;

²Комсомольский-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 решетки $dZ = dZ_1 - dZ_2$, 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: $Z = Z^* (\epsilon_\omega / \epsilon_\omega^*)^{\beta - \alpha/\omega}$, связывающего суммарное повреждение Z с величиной суммарной деформации ϵ_ω и частотой циклов ω , где $Z^* = Z$, а $\epsilon_\omega^* = \epsilon_\omega$ для одного цикла нагружения; 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 обуславливается как ϵ_ω (или N), так и частотой

ω , то есть с увеличением температуры величина накопленных напряжений, а следовательно, и продолжительность испытаний всё больше определяется не числом циклов, а временем, причём Z оказывается тем больше (время до разрушения тем меньше), чем больше частота циклов.

Выводы: 1) увеличение частоты циклов (ω) снижает суммарную деформацию (ϵ_{ω}); 2) влияние ω на ϵ_{ω} с увеличением θ становится слабее.

СВЯЗЬ КОЭФФИЦИЕНТА ФОРМЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ СТАЛИ 30ХГСН2А

¹Мыльников В.В., ¹Шетулов Д.И.,

¹Рожков И.И., ²Пронин А.И.

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: mrmylnikov@mail.ru;;

²Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре

Факторы, определяющие природу усталости, так или иначе влияют на положение кривой в координатах $\lg \sigma - \lg N$, поэтому наклон левой ветви кривой усталости ($\lg \alpha_w$) может выступать как характеристика, отображающая физические явления, происходящие в образцах (деталях), а точнее, в их поверхностных слоях, которые имеют свойства, отличные от свойств глубинных слоев материала.

Для исследований были изготовлены образцы небольшого диаметра (5 и 10 мм) и плоские (3х3 мм) с десятикратной длиной. Испытания круглых образцов осуществлялась по схеме консольного изгиба с вращением, плоских – по схеме поперечного циклического изгиба.

Повреждение поверхности оценивалось по изменению микроструктуры материала под действием циклических напряжений. В качестве оценочной характеристики служат полосы скольжения, возникающие на шлифе образца, изготовленного в зоне наибольших напряжений. Кроме того, представляется необходимым учесть не только количество повреждений микроструктуры, но и степень их развития: извилистости и прерывистости. В связи с этим было предложено ввести коэффициент, учитывающий «форму» повреждений – K_{ϕ} ; он определяется как отношение $K_{\phi} = a_{MT}/l_{MT}$, где a_{MT} и l_{MT} – ширина и длина наиболее развитой микротрещины.

Цель работы – выявление связи коэффициента формы повреждений (K_{ϕ}) с показателями сопротивления усталости стали 30ХГСН2А.

Сталь марки 30ХГСН2А показывает одни из лучших показателей сопротивления усталости и повреждаемости поверхности. Для этой стали $\lg \alpha_w = 0,08723$ при испытании плоских образцов; $\lg \alpha_w = 0,1299$ и $\lg \alpha_w = 0,09257$ при вращении круглых образцов. Вид испытания мало сказался

на величине показателя сопротивления усталости. Отжиг тех же круглых образцов привел к небольшому ухудшению показателя $\lg \alpha_w$ и к более значительному уменьшению абсолютного значения предела усталости на базе, превышающей 10^6 циклов. Увеличение абсолютных размеров образцов показало ухудшение показателей сопротивления усталости.

Используя полученные по результатам испытаний стали 30ХГСН2А данные получили зависимость, связывающую коэффициент формы повреждений (K_{ϕ}) с повреждаемостью поверхности (Φ), которые укладываются в логарифмических координатах на одну прямую: $\lg K_{\phi} = 0,04 - 0,3774 \lg \Phi$.

Список литературы

1. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения / пер. с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина; под ред. В.П. Зломанова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 400 с.
2. Иванова В.С., Шанявский А.А. Количественная фрактография. Усталостное разрушение. – М.: Металлургия, 1988. – 399 с.
3. Мак-Ивили А. Дж. Анализ аварийных разрушений / пер. с англ. Э.М. Лазарева, И.Ю. Шкадиной; под ред. Л.Р. Ботвиной. – М.: Техносфера, 2010. – 416 с.
4. Мыльников В.В., Шетулов Д.И., Чернышов Е.А. Исследование повреждаемости поверхности чистых металлов с учетом частоты циклического нагружения // Известия вузов. Цветная металлургия, 2013, № 2, С. 55-60.
5. Мыльников В.В., Шетулов Д.И., Пронин А.И., Чернышов Е.А. Прогнозирование прочности и долговечности материалов деталей машин и конструкций с учетом частоты циклического нагружения // Известия вузов. Черная металлургия, 2012, № 9, С. 32-37.
6. Мыльников В.В., Рожков И.И., Шетулов Д.И. Повреждение поверхности редкоземельных металлов в условиях циклического нагружения при изменении частоты циклов // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции, 2012, Т. 9, № 4, С. 69-76.
7. Мыльников В.В., Чернышов Е.А., Шетулов Д.И. Связь параметров сопротивления усталости ряда конструкционных материалов с изменением частоты циклического нагружения // Заготовительные производства в машиностроении, 2012, № 7, С. 41-45.
8. Mylnikov V.V., Shetulov D.I., Chernyshov E.A. Variation in factors of fatigue resistance for some pure metals as a function of the frequency of loading cycles // Russian Journal of Non-ferrous Metals. Т. 51, № 3, 2010, С. 237-242.
9. Шетулов Д.И. Связь сопротивления циклической нагрузке с повреждаемостью поверхности металлов // Известия Академии Наук, Металлы, 1991, № 5, С. 160.
10. R.W.K. Honeycombe. The Plastic Deformation of Metals. London: Edward Arnold Ltd., 1984.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕЙ КЕРАМИКИ ПРИ ТОЧЕНИИ ЗАКАЛЕННЫХ ЗАГОТОВОК

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

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: mrmylnikov@mail.ru;;

²Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре

Широкому кругу отраслей требуется множество закалённых деталей. Однако термообработка негативно сказывается на обрабатываемости