

лических напряжений на кинетику мартенситных превращений в данной стали. При испытании по режиму II изучали влияние на мартенситные превращения напряжений «растяжение-сжатие».

Количество α - и ε -мартенсита на поверхности образцов определяли рентгеновским методом по интегральной интенсивности дифракционных линий (111) K_{α} γ -фазы, (110) K_{α} α -фазы и (101) K_{α} ε -фазы

Результаты определения фазового состава в образцах из закаленной стали 110Г13Л, испытанных на растяжение показали, что с увеличением степени пластической деформации образцов количество ε - и α -мартенсита возрастает. Причем, максимальное количество ε -мартенсита в стали образуется при небольшой пластической деформации (соответствующей растяжению образца на 0,5 - 1,5 %); затем снижается. Количество α -мартенсита с увеличением степени пластической деформации непрерывно увеличивается.

Анализ зависимости от количества циклов нагружения уширения рентгеновской дифракционной линии (311) K_{α} γ -фазы, полученной с боковых поверхностей образца, испытывающих как при напряжении растяжения, так и сжатия показал (режим I), что при циклических напряжениях растяжения искаженность кристаллической решетки больше, чем при напряжениях сжатия. Причем, максимальное уширение рентгеновской дифракционной линии имеет место на первых $(1-4) \cdot 10^3$ циклах нагружения и в дальнейшем практически не изменяется.

Мартенситные превращения в аустенитной стали 110Г13Л начинаются уже на первых 1000 циклах нагружения образцов до появления усталостной трещины. На зависимости объемного содержания γ -фазы на поверхностях образцов от количества циклов нагружения видно, что при циклических напряжениях растяжения распад аустенита происходит более интенсивно по сравнению с напряжениями сжатия. При циклическом нагружении образцов ε -мартенсита образуется больше, чем α -мартенсита.

В случае испытания образцов по режиму II, характер зависимостей уширения дифракционной линии и объемного содержания мартенситных фаз от количества циклов нагружения аналогичен вышерассмотренному.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект РФФИ 06-08-96906р_офи-а).

ШПИНДЕЛИ НА ГАЗОВЫХ ОПОРАХ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Космынин А.В., Петров М.Р.

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

Высокоскоростная обработка (ВСО) является приоритетным путем развития современной технологии машиностроения. К ВСО относят изменения конструкций металлообрабатывающих станков (узлы приводов, направляющие, шпиндельные опоры, спо-

собные надежно работать на высоких скоростях вращения и при линейных перемещениях), новые типы приводов главного движения и подач, разработку специальных материалов и новых конструкций обрабатывающего инструмента (твердосплавного, абразивного), способных эффективно реализовать процесс ВСО.

Основные достоинства ВСО состоят в повышении производительности труда, высокой точности и качестве изготовления изделий, сокращении количества ручных доводочных операций и времени на подгонку. С помощью высокоскоростного фрезерования производительность при обработке инструментальных сталей высокой прочности увеличивается в три раза, алюминиевых сплавов в 10 раз, графитовых электродов – более чем в 10 раз.

На основании проведенных исследований влияние скорости резания на эти параметры выражается в трех основных эффектах:

1. Кинематическом эффекте, который заключается в том, что изменение скорости резания приводит к пропорциональному изменению числа режущих кромок, проходящих зону шлифования в единицу времени.

2. Скоростном эффекте, заключающемся в изменении сопротивления металла резанию с увеличением скорости из-за действия сил инерции. Этот эффект является дополнительным резервом увеличения скорости съема металла.

3. Статистическом эффекте, обусловленным случайным характером расположения режущих кромок на рабочей поверхности круга и специфической формой среза.

Актуальной проблемой для успешной реализации ВСО является выбор типа опор шпиндельного узла (ШУ). Применяемые в современных конструкциях высокоскоростных ШУ подшипники – это опоры качения, гидростатические, гидродинамические, магнитные и газостатические. Каждый из этих типов опор имеет свои преимущества и недостатки. Так, для подшипников качения предельная частота вращения составляет 60...80 тыс. мин⁻¹. Кроме того, потеря заданной точности вращения наступает после 1000...2000 часов работы ШУ. Помимо этого, увеличение температуры тел и дорожек качения подшипников ШУ так же ведет к изменению точности механообработки.

Применение магнитных опор ведет к росту стоимости шпиндельного узла из-за необходимости использования сложной электронной аппаратуры и дополнительных периферийных компонентов.

Недостаток опор скольжения с жидкой смазкой (как гидродинамических, так и гидростатических), состоит в значительном выделении тепла в результате относительного скольжения слоев смазки, так как мощность, затрачиваемая на трение, пропорциональна вязкости смазки и квадрату скорости вращения.

Шпиндельные опоры на газостатической смазке способны работать надёжно и долговечно при большой окружной скорости и обладают рядом преимуществ перед другими видами опор.

Главные их достоинства – повышенная плавность, стабильность вращения, высокие значения бы-

строходности - до $2,5 \cdot 10^6$ мм/мин. Опоры на газовой смазке обеспечивают точность вращения шпинделя, равную 0,02...0,04 мкм.

Основные преимущества высокоскоростных шпинделей на газовых опорах по сравнению со шпинделями на опорах качения состоят в следующем:

- большая долговечность;
- меньшая чувствительность к дисбалансу оправки и круга;
- значительно меньший уровень вибрации;
- меньший износ шлифовального круга;
- применение чистого воздуха в качестве смазки исключает загрязнение окружающей среды.

Основными достоинствами газовой смазки по сравнению с гидростатической являются:

- заметно упрощается конструкция узла трения;
- отпадает необходимость в «разогреве» шпинделя с целью стабилизации физико-механических свойств смазки;
- повышается надежность работы в условиях высоких и низких температур и влажности;
- существенно уменьшаются потери на трение в подшипниках;
- отсутствует загрязнение смазкой окружающей среды.

Главным недостатком газовых подшипников являются невысокая несущая и демпфирующая способность смазочного слоя, что при некоторых режимах ведет к снижению точности обработки и возможной потере устойчивой работы подшипника. Поэтому такие опоры применяют в малонагруженных ШУ, когда динамические нагрузки малы, а статические регламентированы.

Улучшить эксплуатационные характеристики шпиндельных газостатических подшипников способны опоры с частично пористой стенкой вкладыша, статические характеристики которых к настоящему времени исследованы достаточно полно.

Конструктивные способы повышения демпфирующей способности этих подшипников остаются пока не изученными ни в теоретическом, ни в экспериментальном плане. Решение этой актуальной для современного станкостроения проблемы способствует расширению области рационального использования быстроходных ШУ с опорами на газовой смазке для высокоскоростной обработки деталей.

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Пачурин Г.В., Галкин В.В.
*Нижегородский государственный
технический университет,
Нижегород*

Повышение эксплуатационной надежности изделий машиностроения при снижении их металлоемкости является важнейшим направлением ресурсосберегающих технологий. При этом многие металлоизделия в процессе эксплуатации испытывают воздействие циклических нагрузок, как при разных температурах, так и в присутствии коррозионной среды.

Сложность прогнозирования поведения металлических материалов в конкретных изделиях при циклической нагрузке определяется многими факторами, которые условно можно разделить на две группы. Все они оказывают влияние на закономерности зарождения и распространения усталостных трещин.

К факторам первой группы относятся:

- геометрия конкретного изделия (масштабный фактор, концентраторы напряжений, шероховатость поверхности и др.);
- схема циклического нагружения;
- величина амплитуды, форма цикла и частота внешних нагрузок;
- среда эксплуатации (воздух, агрессивная среда, температура).

Ко второй группе можно отнести структурные факторы:

- природа материала;
- химический и фазовый состав;
- виды и режимы технологической обработки (термической; объемной, с разными степенями и скоростями, и поверхностной пластической; механотермической; термомеханической и их всевозможными сочетаниями).

Наиболее прогрессивным и высокопроизводительным методом изготовления деталей машин и механизмов в различных отраслях промышленности является обработка давлением. Однако в литературе сведения по влиянию степени и скорости пластической деформации на сопротивление усталостному разрушению штампованных металлических материалов при пониженных и повышенных температурах ограничены, а в коррозионных средах практически отсутствуют. Поэтому предсказать их усталостное поведение в этих условиях без предварительного эксперимента часто не представляется возможным.

В работах Н.И. Черняка было показано, что малые степени остаточной пластической деформации (т.е. в пределах неравномерной) приводят к снижению показателей сопротивления усталостному разрушению конструкционных материалов. Это согласуется с экспериментальными данными Е. Шмидмана и П. Эмриха по влиянию однородной предварительной деформации на усталостную прочность стали Ск 10, где обнаружено некоторое снижение предела выносливости после предварительной деформации на 2% и его повышения после деформации на 10 и 22%.

В литературе информация по оценке влияния неравномерности распределения деформации на сопротивление усталости прочности конкретных металлоизделий весьма ограничена. Это связано с тем фактом, что исследование неравномерности деформации в конкретном технологическом процесс обработки металлов давлением, до недавнего времени, имел значительные трудности.

Появление в арсенале анализа напряженно-деформированного состояния программных пакетов типа DEFORM, основанных на методе конечных элементов, позволяет совместно с проведением структурно-механических исследований, более качественно решать выше изложенные проблемы.