

ра распределения остаточных напряжений в диффузионных слоях, полученных упрочнением различными методами.

Исследования проводились на косых шлифах образцов размерами $10 \times 10 \times 10$ мм методом рентгеноструктурного анализа на установке фирмы Bruker. Установлено, что наибольших значений остаточные напряжения сжатия достигают при проведении борирования с температурой насыщения 1050°C . Для всех изучаемых составов и температурно-временных параметров поверхностного упрочнения максимальных значений остаточные напряжения достигают на поверхности образцов и уменьшаются при переходе к основе металла. Необходимо, чтобы переход к основе металла осуществлялся без каких-либо скачков уровня остаточных напряжений сжатия. Было установлено, что с увеличением времени и температуры насыщения при проведении борирования и боросилицирования уровень остаточных напряжений сжатия повышается. При этом с повышением температуры насыщения происходит увеличение уровня остаточных напряжений сжатия.

*М.Н. Пищов, С.Е. Бельский, А.И. Сурус
БГТУ, г. Минск*

АНАЛИЗ КИНЕТИКИ ИЗНАШИВАНИЯ УПРОЧНЕННЫХ ОБРАЗЦОВ

Режим работы трелевочных тракторов характеризуется невысокими скоростями и большими удельными нагрузками на зубья деталей трансмиссий, в связи с чем основным видом их разрушения является интенсивное изнашивание, сопровождаемое пластическими деформациями, что приводит к снижению их ресурса с 7500 до 3200–3500 моточасов.

Установлено, что при упрочнении зубчатых колес боросилицированием с поверхностной микротвердостью зубьев 11000–12000 МПа и уровнем остаточных напряжений сжатия в упрочненном слое 320–380 МПа интенсивность их изнашивания уменьшается по сравнению с цементированными в 2,5–2,8 раза, что подтверждается результатами стендовых испытаний. Погрешность при расчетах составляет 5–8%, что связано с рассеиванием величины остаточных напряжений сжатия по упрочненному поверхностному слою после проведения ХТО. На основании предложенной методики расчета интенсивности изнашивания упрочненных зубчатых колес с учетом влияния остаточных напряжений после проведения ХТО были рассчитаны величины изнашивания цементированных и боросилицированных зубчатых колес. Однако такой расчет не включает в себя остаточных напряжений после проведения химико-термической обработки, что делает его недостаточно точным, особенно в случаях упрочнения зубчатых колес такими способами, как борирование и боросилицирование.

Для учета остаточных напряжений после проведения ХТО зубчатых колес предложена методика их расчета на износостойкость, которая включает в себя: 1– определение микротвердости упрочненного слоя; 2– определение по формулам остаточных и суммарных напряжений по глубине упрочненного слоя зубчатых колес после проведения ХТО. Полученные зависимости (с учетом остаточных напряжений сжатия) подтверждаются результатами проведенных сравнительных стендовых испытаний зубчатых колес, упрочненных цементацией и боросилицированием.

*С. И. Разинский, С.Я. Алибеков
ПГТУ, г. Йошкар-Ола*

ВИБРАЦИИ ПРИ ФРЕЗЕРОВКЕ

В процессе фрезерования могут возникнуть периодические колебания отдельных элементов системы «станок – приспособление – инструмент – деталь» (СПИД), которые называют вибрациями. Вибрации ухудшают качество обработанной поверхности, повышают износ и выкрашивание зубьев фрез, понижают точность и долговечность станка и приспособления.

Различают вынужденные колебания и автоколебания.

Вынужденные колебания возникают под действием периодических сил, к которым можно отнести силы резания, силы инерции неуравновешенных вращающихся элементов (фрезы, шпинделя, шкивов и др.) и силы удара, вызванные износом деталей коробки скоростей или коробки подач.

Автоколебания – явление более сложное, возникающие независимо от того, имеются ли внешние возмущающие силы. Основными причинами автоколебаний являются: 1) непостоянство силы трения сходящей стружки о зуб фрезы, зуба фрезы о заготовку; 2) неравномерное упрочнение стружки; 3) непостоянство нароста. На интенсивность вибраций влияют вид обрабатываемого материала, элементы режима резания, геометрические элементы фрез и жесткость системы СПИД. С увеличением твердости и прочности обрабатываемого материала вибрации уменьшаются. Вынужденные колебания элементов технологической системы могут происходить с различной частотой и интенсивностью. Для устранения или уменьшения вынужденных колебаний применяются разные способы, например: уменьшение возмущающих сил, балансировка деталей, уменьшение биения фрез и изоляция станка от другого работающего оборудования.

Широкое распространение получила установка станков на виброизолирующие опоры и резиновые коврики специальной конфигурации. В процессе фрезерования, характеризующемся периодичностью изменения сил резания, создаются условия для появления вынужденных колебаний. Для нарушения цикличности действия сил применяются фрезы с неравномерным