

увеличении времени и температуры насыщения, связано с высокой хрупкостью упрочненного данным методом диффузионного слоя.

На основании полученных результатов по усталостной прочности упрочненной поверхности были определены допускаемые контактные напряжения и допускаемые напряжения при изгибе при боросилицировании зубчатых колес, которые увеличиваются по сравнению с цементированными соответственно в 1,45 и 1,4 раза и достаточны для работы конических передач трансмиссий трелевочного трактора. Полученные значения допускаемых напряжений могут использоваться при проектных и проверочных расчетах зубчатых колес.

На основании полученных данных установлено, что оптимальным для повышения усталостных характеристик является время насыщения 2,5–3,5 часа при температуре процесса 900 – 1000 °С. При этом образуется упрочненный слой толщиной от 120 – 250 мкм, достаточной для работы зубчатых передач трансмиссий в условиях интенсивного изнашивания и динамических нагрузок. Повышение времени обработки свыше 3,0 часов приводит к постепенному снижению величины $N_{ц}$ вследствие коагуляции Fe_2B , а также образования в поверхностном слое фазы FeB , обладающей повышенной хрупкостью.

*М.Н. Пицов, С.Е. Бельский, А.Л. Борисевич
БГТУ, г. Минск*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ТРАНСМИССИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН

В процессе упрочнения деталей борированием при высокой температуре происходит диффузия бора в поверхностный слой материала на некоторую глубину. В связи с тем что температурные коэффициенты линейного расширения в сердцевине детали и поверхностном слое разные, при остывании после комплексного борирования, начиная с некоторой температуры T_0 , град., в детали будут возникать температурные остаточные напряжения.

Установлено, что в результате изменения удельных объемов при фазовых превращениях и различных коэффициентах линейного расширения материалов упрочненного слоя и основы металла возникают остаточные напряжения сжатия с большим градиентом по глубине поверхностного слоя, величина которого зависит от способа упрочнения. Характер распространения остаточных напряжений по глубине слоя практически одинаков для различных процессов упрочнения. Для подтверждения расчетной теоретической модели было проведено экспериментальное определение характе-

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.