

Механизм ингибирования состоит в адсорбции молекул ингибитора на определенных поверхностях растущей наночастицы, в результате чего присоединение молекул $AlOOH$ из раствора возможно только на свободные от ингибитора поверхности, что приводит к росту наночастицы анизотропной формы. В качестве ингибитора использовали органические вещества из группы кетонов с общей формулой R_1-CO-R_2 . Преобладающий размер нанопор в НСК, синтезированной с ингибитором, увеличился не менее чем в 5 раз, и находится в диапазоне 20–80 нм. Кроме того, наблюдается существенный, почти в 1,5 раза, рост удельной поверхности и двукратный рост объема пор НСК.

Агрегат наночастиц анизотропной формы удален от состояния термодинамического равновесия и стремится к рекристаллизации за счет растворения мелких частиц и присоединения к крупным, то есть реализуется процесс коалесценции или оствальдова созревания. Через 8 ч твердения исчезает не только система пластинчатых агрегатов наночастиц, но и система транспортных пор НСК, сформированная этими пластинчатыми агрегатами. Формируется система кристаллов с гексагональной огранкой, соединенных друг с другом, а также «кружевная» пористая наноструктура.

УДК 621.785.532

Пищов М.Н., Бельский С.Е., Царук Ф.Ф., Сурус А.И.
**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НАСЫЩАЮЩЕЙ СМЕСИ
ПРИ КОМПЛЕКСНОМ БОРИРОВАНИИ
НА УСТАЛОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАЗЦОВ
ИЗ СТАЛЕЙ 40Х И 25ХГТ**

БГТУ, Минск

Установлено, что для колесных трелевочных тракторов ТТР – 401 производства МТЗ наиболее нагруженными являются шестерни третьей и четвертой передачи, а также редуктор переднего моста. Трелевочный трактор ТТР – 401 работает

на этих передачах соответственно 32 и 36 % на холостом ходу, 43 и 29% при трелевке деревьев на верхний склад. Максимальный крутящий момент возникающий на полуосях при действии внешних сил, со стороны колес, равен двойному моменту сцепления ведущих колес с грунтом. Также работа трелевочного трактора ТТР – 401 постоянно сопровождается наездами на препятствия разного рода: пни, валежник, микронеровности, валуны, и т.д. Нагрузки на трансмиссию также обеспечивают постоянные трогания с места при трелевке пачки деревьев. Подобные условия эксплуатации приводят к ускоренному выходу из строя зубчатых передач трансмиссии (шестерни, конические колеса переднего ведущего моста).

Для повышения надежности и срока службы подобных изделий возникает необходимость применения различных способов поверхностного упрочнения. Одним из наиболее простых и доступных способов повышения поверхностной твердости, а также износостойкости деталей является их диффузионное упрочнение, а именно борирование или боросилицирование. В результате создания на поверхности зубьев таких деталей высокотвердых покрытий FeB, Fe₂B и Fe₃Si износостойкость их можно существенно увеличить (до 1,5–2,6) раза. При этом наряду с повышением износостойкости отмечается уменьшение смятия наиболее нагруженных участков поверхности за счет того, что под высокотвердым диффузионным покрытием формируется обогащенная легирующими элементами диффузионная переходная зона, обладающая повышенной теплостойкостью. Для подробного анализа полученного упрочненного слоя были проведены усталостные испытания образцов. В данной работе была проанализирована усталостная долговечность сталей 25 ХГТ и 40 Х, из которых изготавливаются шестерни трансмиссии трелевочных тракторов ТТР – 401.

Для осуществления низкочастотного и высокочастотного нагружения был разработан, а позднее модернизирован комплекс магнитострикционных резонансных установок, позволяющий

проводить испытания различных конструкционных материалов (как металлических, так и неметаллических) на больших базах испытаний в широком диапазоне частот (0,3 кГц – 18 кГц) и температур (300 – 1000°K) [1-3]. Учитывая специфику исследований и особенно резонансный режим нагружения, с целью уменьшения разброса результатов экспериментов особое внимание обращалось на качество и механические свойства материала заготовок.

Образцы для испытаний при знакопеременном изгибе приведены на рис. 1. При усталостных испытаниях с нагружением знакопеременным изгибом весьма актуальным является уточнение величины циклических напряжений, действующих в опасном сечении образца, действительная величина которых в значительной степени зависит от способа закрепления образцов, формы переходного участка и т.д. Использование координат характерных точек (узла колебаний – места расположения нулевой линии и пучности напряжений – места расположения усталостных трещин) позволило уточнить напряженно – деформированное состояние образца.

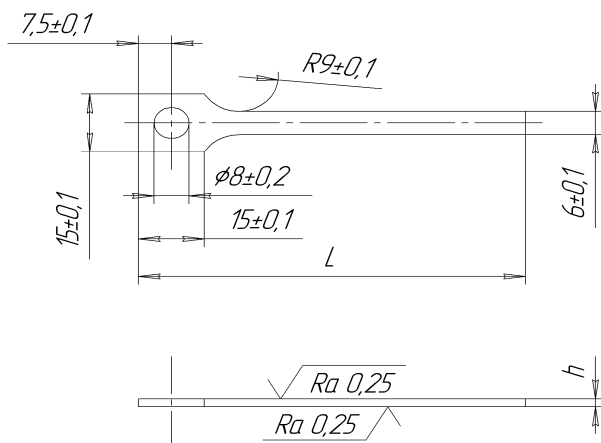
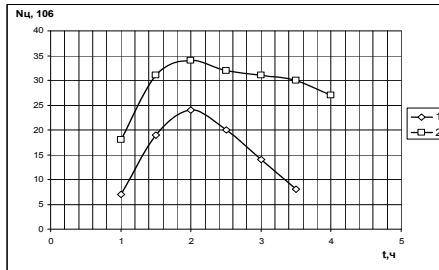


Рисунок 1 – Образцы для нагружения знакопеременным изгибом

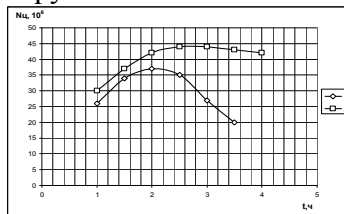


1 – борирование, 2 – боросилицирование

Рисунок 2 – Влияние состава смеси и длительности поверхностного упрочнения на усталостные характеристики стали 40X

Для оценки усталостных характеристик упрочненных образцов проведены сравнительные испытания борированных и боросилицированных образцов в условиях знакопеременного изгиба (рисунки 2, 3).

Оптимальным для повышения усталостных характеристик является время насыщения 1,5–2,5 часа при температуре процесса 900–1000 °С. При этом образуется упрочненный слой толщиной 70–100 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.



1 – борирование, 2 – боросилицирование

Рисунок 3 – Влияние состава смеси и длительности поверхностного упрочнения на усталостные характеристики стали 25 ХГТ

По этой причине при использовании традиционного процесса борирования (без дополнительного введения кремния) снижение усталостной долговечности наблюдается уже после обработки в насыщающей смеси в течение 2,0 часов вследствие образования крупных игл FeV и общей разрыхленности поверхностного слоя, выявляемой микроструктурным анализом [4, 5].

Производственные испытания показали, что при наработке 3500 часов, превышающей 1,5 – 2,0 раза средний ресурс конической передачи переднего ведущего моста трелевочного трактора ТТР–401 признаков интенсивного изнашивания и усталостного разрушения поверхности зубьев не обнаружено, что свидетельствует о возможности повышения эксплуатационного ресурса данного узла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьменко, В.А. Применение методов высокочастотного нагружения для ускоренного определения влияния технологических, конструктивных и эксплуатационных факторов на сопротивление усталостному разрушению. Сообщение 2 / В.А. Кузьменко, Л.Е. Матохнюк, А.В. Войналович // Проблемы прочности. – 1986. – № 3. – С. 30-33.

2. Усталостные испытания на высоких частотах нагружения / Под ред. В.А. Кузьменко. – К.: Наукова думка. – 1979. – 335 с.

3. Матохнюк, Л.Е. Ускоренные усталостные испытания высокочастотным нагружением / Л.Е. Матохнюк. – К.: Наукова думка. – 1988. – 199 с.

4. Ворошнин, Л.Г. Борирование промышленных сталей и чугунов / Л.Г. Ворошнин. – Минск, 1981.

5. Ляхович, Л.С. Многокомпонентные диффузионные покрытия / Л.С. Ляхович. – Минск, 1974.