

Таким образом, наиболее вероятно разрушение режущей части инструмента, имеющее механохимический характер. Агрессивные вещества растворяют менее стойкие в химическом отношении структурные составляющие, что облегчает механическое выкрашивание химически стойких структур.

Подобным же образом, и даже более направленно, воздействуют на металл электрохимические процессы. Электрохимические потенциалы имеют наибольшую разрушающую силу на границах разноименных зерен.

Принципиально возможно диспергирование материала инструмента разрядами статического электричества, образующегося в результате трибоэлектрических процессов. Однако высокие потенциалы при резании достаточно для них электропроводной древесины образоваться не могут, и поэтому они не в состоянии вызвать заметного разрушения инструментального материала [1].

Таким образом, при качественной подготовке режущего инструмента главной составляющей процесса затупления является механохимическое диспергирование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Моисеев А.В. Износостойкость дереворежущего инструмента. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 112 с.
2. Белый В.А., Егоренко Н.И., Плескачевский Ю.М. Адгезия полимеров к металлам. – Минск, 1971. – 286 с.

УДК 621.185.532.

Ф.Ф. Царук, доцент; С.Е. Бельский, доцент; А.В. Блохин, аспирант

#### К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТАЛОСТНЫХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

The technique of definition of threshold pressure with use of microhardness is considered.

В связи с тем, что для многих деталей лесных машин и деревообрабатывающего оборудования одним из основных критериев работоспособности является циклическая прочность, весьма актуальная научная и инженерная задача – разработка ускоренных методов исследования усталостных характеристик материалов и элементов конструкций.

Длительность и повышенная трудоемкость проведения усталостных испытаний конструкционных материалов вынуждают к поиску физических величин, позволяющих выявить закономерности протекания процесса усталостного повреждения и тем самым дать возможность прогнозировать поведение материала в поле переменных напряжений. В качестве одной из таких характеристик могут быть предложены пороговые напряжения, т. е. величины циклических напряжений, ниже которых принятыми методами исследований на выбранной базе испытаний не наблюдается изменений изучаемой структурно-чувствительной характеристики. В качестве такой характеристики может быть использована микротвердость, обладающая высокой чувствительностью к процессам, происходящим в материале при усталостном повреждении, а ее определение, не требующее значительных материальных затрат, доступно для измерения как в специализированных научно-исследовательских лабораториях, так и на предприятиях. Из-за значительной сложности процесса развития усталостной повреждаемости первоначаль-

чально целесообразно проводить опыты на простых, хорошо исследованных однофазных материалах. В данной работе рассмотрены некоторые результаты определения пороговых напряжений меди М1 при знакопеременном симметричном изгибе.

Усталостные испытания проводились на разработанном в БГТУ комплексе оборудования, состоящего из установки на базе электродинамического стенда ВЭ и магнитоэлектрических преобразователей [1]. Стенды работали в автоколебательном резонансном режиме с автоматическим поддержанием параметров нагружения, что обеспечило возможность отслеживать кинетику накопления усталостных повреждений в материале образца по падению его собственной частоты и прекращать испытания при достижении заданной степени повреждения, соответствующей определенной длине трещины. Образцы для испытаний представляли собой балочки прямоугольного сечения (2x6 мм), вырезанные вдоль направления прокатки. Преимуществом таких образцов, нагружаемых изгибом, является возможность получения различных уровней напряжений по длине одного и того же образца. Параметры испытаний рассчитывались в соответствии с работами [2, 3]. Образцы вырезались из листового металла одной поставки. Предусматривался срез минимальной толщины поверхностного слоя при механической обработке с последующим отжигом (нагрев образцов в электропечи сопротивления производился с выдержкой образца при заданной температуре до нагружения в течение часа) и электрополированием.

Микротвердость определялась с помощью микротвердомера ПМТ - 3М при нагрузке 0.49Н. Измерение после нагружения производилось по истечении 24 часов выдерживания образцов при комнатной температуре, т. к. ранее было установлено, что время и температура выдержки после испытаний ощутимо влияют на структурно-чувствительные свойства металлов [4].

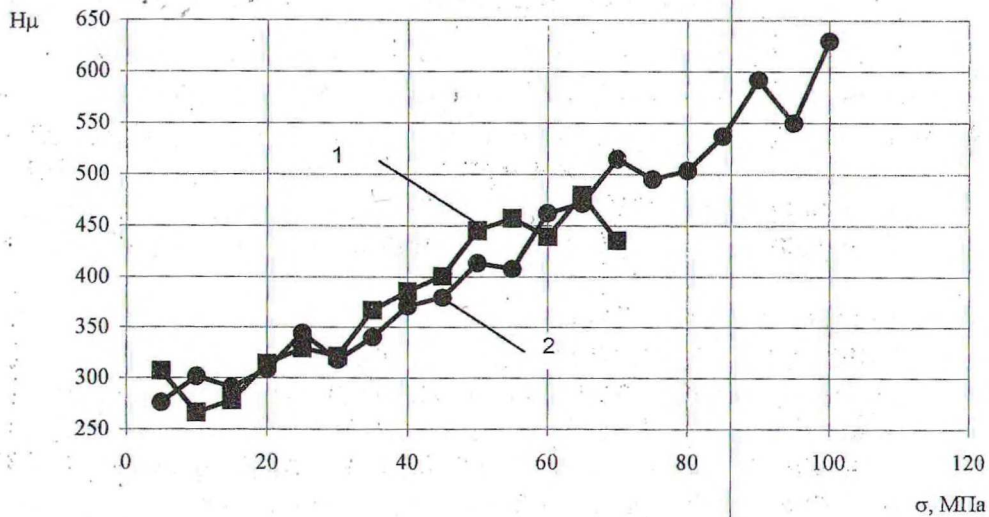


Рис. 1. Зависимость микротвердости от величины циклических напряжений ( $f = 260$  Гц):  
1 —  $N=1.5 \cdot 10^6$ ; 2 —  $N=2.7 \cdot 10^7$

Графики кинетики микротвердости меди М1 (рис. 1,2) показывают немонотонное изменение данной характеристики с ростом величины циклических напряжений. Так, рост напряжений до определенного уровня не приводит к практически значимым изменениям  $H_c$  данных материалов, или, иными словами, можно сделать вывод о том, что

для них существует величина нагрузок, ниже которых практически не происходит изменений исследованной характеристики, и тем самым определяются пороговые напряжения, составляющие при частоте 280 Гц 15-20 МПа, при частоте 18 кГц – 25-30 МПа. Дальнейшее увеличение циклических напряжений приводит к значительному росту  $H_{\mu}$ .

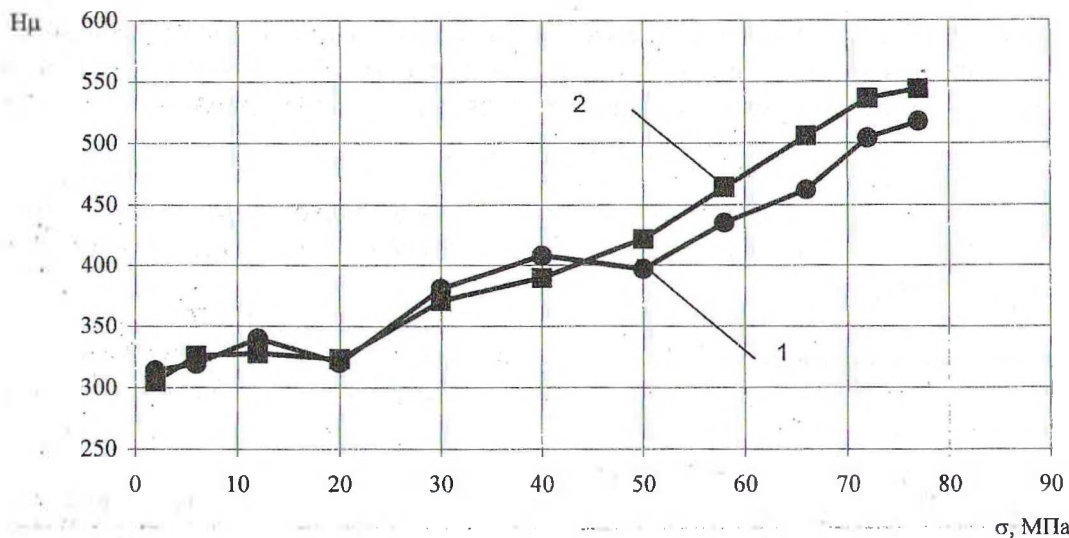


Рис. 2. Зависимость микротвердости от величины циклических напряжений ( $f=18$  кГц):  
1 –  $N=1 \cdot 10^6$ ; 2 –  $N=1 \cdot 10^7$

Анализируя полученные кривые, можно отметить, что база испытаний, как на низкой, так и на высокой частоте, не оказывает влияния на величину пороговых напряжений. В то же время увеличение частоты нагружения с 260 Гц до 18 кГц привело к их росту, это связано с тем, что в области высоких частот необратимые процессы, ответственные за развитие усталостного повреждения, не успевают завершиться из-за малого времени воздействия на материал максимальных циклических напряжений.

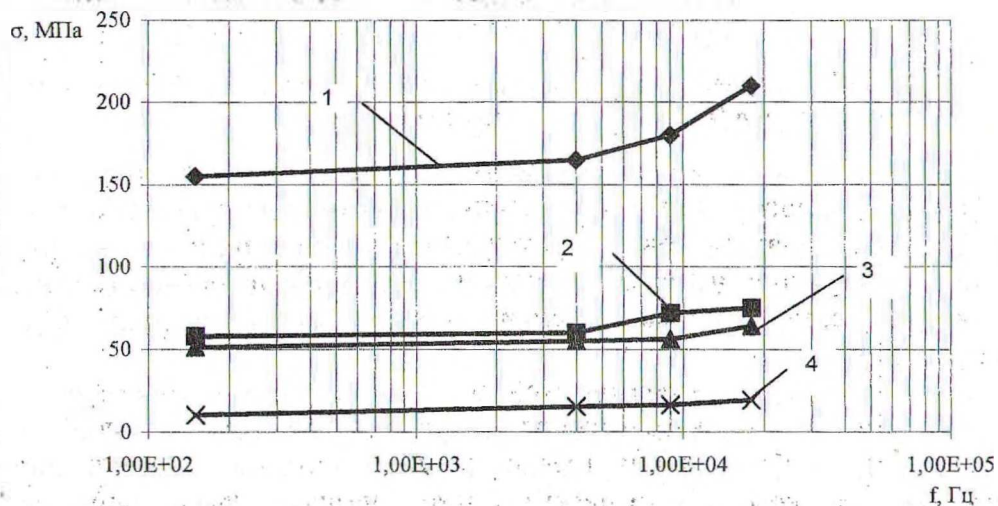


Рис. 3. Влияние частоты нагружения на кинетику пороговых напряжений:  
1 – сталь 20X13; 2 – Д1; 3 – АМг2Н; 4 – медь М1

Аналогичные испытания были проведены и с другими материалами. По результатам испытаний были построены кривые, характеризующие влияние частоты испытаний на величину пороговых напряжений (рис. 3).

Наличие такой величины, как пороговые напряжения, позволяет использовать ее в качестве базовой для определения момента начала усталостного разрушения, а в целом закономерное изменение микротвердости в зависимости от напряжений и базы испытаний позволяет выделить ее как перспективную характеристику для исследования процесса усталостного повреждения при различных параметрах циклического нагружения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Блохин А.В., Царук Ф.Ф., Гайдук Н.А. Комплекс оборудования для усталостных испытаний элементов технологического оборудования // Труды БГТУ. Серия II. – Минск, 2002. Выпуск X. – С. 213–215.
2. Немцов В.Б., Долбин Н.А., Царук Ф.Ф., Довгялло И.Г., Кондеев Ю.Н. К расчету напряженного состояния пластин, колеблющихся на низких ультразвуковых и звуковых частотах // Теоретическая и прикладная механика. Вып. 16. – Минск: Вышэйшая школа, 1989. – С. 113–117.
3. Новицкий А.В., Царук Ф.Ф., Юргилевич А.Н. К расчету напряженного состояния балочных образцов-моделей элементов технологического оборудования при рабочих температурах // Труды БГТУ. Серия II. – Минск, 2000. Выпуск VIII. – С. 213–218.
4. F. Tsaruck, A. Novitskiy. Method of the accelerated prediction of fatigue properties of metals at normal and heightened temperatures by results of high-frequency tests, Proceedings of III international symposium on tribo-fatigue ISTF 2000, Hunan University Press, China. – P. 193–195.

УДК 621.785.532

А.И. Сурус, доцент; С.Е. Бельский, доцент

#### **ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ КАРБОНИТРАЦИИ, НА ЭФФЕКТИВНУЮ ТОЛЩИНУ УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ**

*Influence of mechanical vibrations under low-temperature nitriding on the characteristics of hardening layer of steels is examined.*

Многие детали лесозаготовительных, лесовозных и других машин работают в условиях значительного трения на их рабочих поверхностях при отсутствии либо загрязнении смазочных материалов. Такие условия эксплуатации, особенно при наличии абразивных загрязнений, например от почвы, приводят к ускоренному изнашиванию деталей и необходимости их частой замены, что не всегда осуществимо в условиях работы на лесосеках.

Упрочнение химико-термической обработкой является одним из наиболее простых и дешевых способов повышения ресурса деталей. Такие процессы должны обеспечивать достаточную толщину, твердость и износостойкость упрочненного слоя, быть по возможности экологически чистыми, иметь незначительную продолжительность и энергоемкость. Разработанный в БГТУ процесс низкотемпературной карбонитрации в расплаве азотсодержащих солей с использованием механических колебаний соответствует большинству вышеуказанных требований. Значительным преимуществом такой