

болтов и шпилек предусмотрена термообработка на твёрдость 26-32 HRCэ. Для болтов, испытывающих высокие и сложные напряжения в работе, применяют стали 40X и 40XH, термоулучшенные на 32-40 HRCэ.

Часто происходит смятие резьбы болтов из-за наличия обезуглероженного слоя, образующегося в процессе отжига металла и термообработки готовых болтов. Для предотвращения этого применяют безокислительные методы нагрева в защитных средах при термообработке и индукционный нагрев токами высокой частоты.

Имеют место случаи хрупкого разрушения заклёпок по причине присутствия в структуре скоплений структурно свободного цементита. Такая структура обладает повышенной хрупкостью. Пластические свойства заклёпок в этом случае восстанавливаются нормализацией.

УДК 620.722

А.А. Ракицкий, В.В. Малягин

## ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ХРУПКОМУ РАЗРУШЕНИЮ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

*Институт надёжности машин НАН Беларуси  
Минск, Беларусь*

Для целого ряда сталей и сплавов механические характеристики - предел текучести, предел прочности, истинное сопротивление разрушению, относительное сужение и удлинение, полученные в условиях динамического нагружения, существенно отличаются от статических значений. Это обстоятельство может оказывать влияние и на поведение критического коэффициента интенсивности напряжений в зависимости от скорости приложения нагрузки. Следовательно, использование в расчетах несущей способности конструкций при их проектировании, а равно и при выборе материала, значений  $K_{Ic}$  и  $K_c$ , полученных в условиях статического нагружения, может привести к опасной переоценке эксплуатационных свойств материала конструкций, работающих в условиях воздействия динамических нагрузок. Исходя из этого необходимо принимать во внимание динамические значения критического коэффициента интенсивности напряжений  $K_{Ic}$  или  $K_c$ . Этим объясняется повышенный интерес к исследованию трещиностойкости в условиях динамического нагружения. Однако, по имеющемуся к настоящему моменту данным, трудно с полной определенностью судить о характере изменения трещиностойкости с ростом скорости деформирования.

Таким образом, необходимо отметить, что к настоящему времени отсутствуют четкие представления о степени влияния скорости нагружения и скорости деформации на критический коэффициент интенсивности напряжений. Общепризнанным является то, что сопротивление распространению трещины, есть характеристика материала, существенно и неоднозначно зависящая от скорости нагружения.

Исходя из этого при выборе материала для элементов конструкций по трещиностойкости, необходимо проводить оценку  $K_{Ic}$  ( $K_c$ ) при скорости нагружения, соответствующей эксплуатационным условиям.

Трещиностойкость в условиях плоской деформации оценивалась испытаниями ВР-образцов (материал: сталь Ст.3, 50ХНЗМА). Существенным преимуществом ВР-

образцов относительно других типов является возможность распространения измерений  $K_{Ic}$  на материалы с низким пределом текучести.

Таким образом в заключение следует отметить, что трещиностойкость низкоуглеродистой стали Ст.3 и высокопрочной 50ХНЗМА с ростом скорости нагружения уменьшается, как в условиях плоской деформации, так и плоского нагруженного состояния. Полученные значения сопротивления развитию трещины можно использовать при выборе материала и расчетах конструкций, работающих в условиях динамического нагружения.

УДК 621.185.532

Бельский С.Е.

### **ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ**

*Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск, Беларусь*

Важное значение в проблеме повышения надежности и долговечности деталей машин и технологической оснастки имеет борьба с преждевременным износом.

Анализ процесса эксплуатации изделий, работающих в условиях высоких контактных нагрузок позволяет рассматривать их как своеобразную пару трения, работающую в условиях упругопластического контакта, долговечность которой зависит как от режима ее работы, так и от структуры и свойств контактирующих материалов, формирующихся в процессе трения. При такой постановке вопроса необходим металлофизический подход к проблемам изнашивания, предполагающий изучение процесса разрушения на микроскопическом уровне с учетом дефектов кристаллического строения и зависимости сопротивления износу от изменений структуры и субструктуры материалов.

Финишная механическая обработка придающая окончательную форму и размеры высокоточным деталям, а также инструменту, существенно преобразует структуру и свойства их поверхностных слоев. Во многих случаях, особенно при такой обработке как шлифование, эти изменения расцениваются как неблагоприятные, однако их влияние на последующую трансформацию поверхностных слоев изучено недостаточно. Весьма противоречивы данные о влиянии режимов обработки на структуру и свойства поверхностного слоя, не изучен в полной мере механизм развития процессов износа и усталостного разрушения поверхностей.

Целью настоящей работы явилось исследование изменений структуры и свойств материалов, происходящих в процессе эксплуатации деталей машин и технологической оснастки, работающих в условиях интенсивного трения.

Моделирование условий работы деталей проводилось с использованием образцов из сталей 40Х и 30ХГС на экспериментальной установке, обеспечивающей при различных условиях нагружения развитие механизмов износа, характерных для эксплуатации ряда деталей машин и технологической оснастки. Исследование напряженного состояния поверхности осуществлялось на дифрактометре ДРОН-3 с использованием скользящего пучка рентгеновских лучей [1].