

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].

Анализ образцов после шлифования (рис.1) показал весьма неравномерный уровень напряжений в поверхностном слое обеих сталей, оцениваемый по физическому уширению  $\beta$  линии (211), что согласуется с результатами работ [2,3]. Микроискажения кристаллической решетки в основном распределяются в тонком (до 15 мкм) поверхностном слое, что приводит к уменьшению его пластичности и повышению твердости. Вместе с тем снижается плотность металла, что вызывается увеличением количества дислокаций и вакансий.

Как показали результаты экспериментов (рис.2) в процессе испытаний имеют место существенные субструктурные изменения в материале поверхностного и приповерхностного слоев, являющиеся следствием упругопластической деформации металла и теплового эффекта. Данные явления непосредственно связаны с осуществлением процессов упрочнения и разупрочнения в контактном слое. Упрочнение, преобладающее, как правило, на стадии установившегося износа, возникает вследствие механического и фазового наклепа. Разупрочнение происходит преимущественно при нагреве деформированного металла или непосредственно при его деформации и способствует переходу материала в стабильное состояние за счет устранения последствий наклепа. На стадии динамического возврата происходит перераспределение дислокаций под действием высоких напряжений и при относительно низких температурах. Проведенные испытания показали, что интенсификация процессов разупрочнения предшествует наступлению стадии ускоренного износа, протекающего, как показали электронномикроскопические исследования, с преобладанием смятия и микротрещинообразования на контактных поверхностях. Таким образом, возникает задача устранения структурных изменений еще до начала ускоренного износа, что может быть реализовано путем проведения дополнительной термической или химико-термической обработки.

Сочетание процессов упрочнения-разупрочнения, как показали проведенные исследования [4], характерно и для развития процесса усталостного разрушения материала, что объясняется накоплением микроразрушений при знакопеременном пластическом деформировании и развитием деструкции материала [5]. Таким образом, способы повышения износостойкости путем промежуточной обработки могут быть реализованы и для повышения циклической прочности деталей машин и элементов конструкций.

**Литература.** 1.Рыбакова Л.М., Куксенова Л.И., Босов С.В. Рентгенографический метод исследования структурных изменений в тонком поверхностном слое металла при трении. Заводская лаборатория, 1973, № 3, с.293-295. 2.Кастыгов В.Т. Дислокационные процессы в механизме разрушения смазываемых поверхностей трения. Трение и износ, 2001, №2, с.186-189. 3.Бельский С.Е., Тофпенец Р.Л. Структурные факторы эксплуатационной стойкости режущего инструмента. Мн., Наука и техника, 1984, 127 с. 4.Довгялло И.Г., Бельский С.Е., Капсаров А.Г. Влияние циклического нагружения на физико-механические характеристики материалов трубопроводов. Труды БГТУ, серия II выпуск IX, Минск, 2001, с.159-162. 5.Рыбакова Л.М., Куксенова Л.И. Структура и износостойкость металла. М., Мишиностроение, 1982, 212 с.

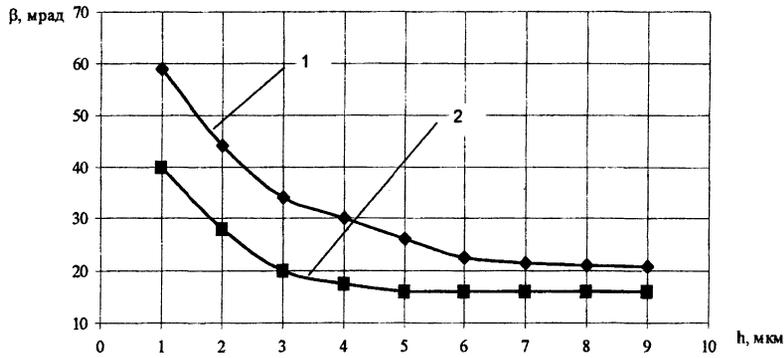


Рис.1. Изменения ширины линии (211)  $\beta$  по глубине  $h$ , мкм шлифованного слоя стали 40X (1) и 30Xгс (2).

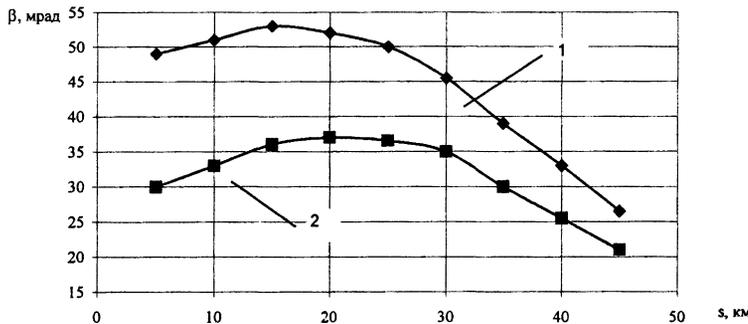


Рис.2. Изменения ширины линии (211)  $\beta$  при износных испытаниях стали 40X на глубине 2.0 мкм (1) и 5.0 мкм (2).

УДК 531.43/46+539.388.1 $\Rightarrow$ 539.43

В.А. Жмайлик

## КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПО КРИТЕРИЯМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ

ПО ГОМСЕЛЬМАШ  
Гомель, Беларусь

Статистические показатели качества, разработанные ранее [1], оказались весьма эффективными [2 - 5] и поэтому методы их оценки были доведены до стандартного исполнения [6]. Ниже обсуждается задача построения системы дифференциальных (единичных) и комплексных (групповых, интегральных) показателей, которая обеспечивает количественную оценку качества не только по одному (любому) механическому свойству, но и по определенному сочетанию таких свойств.

Показатель качества  $\Pi(x_i)$  по данной характеристике  $x_i$  свойств определяется как вероятность того, что случайные значения  $x_{ij}$  не выйдут за нижнюю границу  $x_{ij}^{ГОСТ}$ , определяемую каким-либо нормативным документом (техническими условиями, стандар-