

ВЛИЯНИЕ БАРОКРИОДЕФОРМИРОВАНИЯ НА АКУСТИЧЕСКУЮ ЭМИССИЮ В ТЕХНИЧЕСКОМ ТИТАНЕ VT1-0

Черняева Е. В., Хаймович П. А. *, Замлер Е. Г. *, Мерсон Д.Л.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
[lena@smel.math.spbu.ru](mailto:lana@smel.math.spbu.ru)

*ННЦ«Харьковский физико-технический институт», г.Харьков, Украина

**Тольяттинский государственный университет, Тольятти

Изучение акустической эмиссии (АЭ) при индентировании образцов стали X18H10T, подвергнутых барокриодеформированию (БКД) при 77 К, т.е. осуществляемому при криогенных температурах продавливанию заготовки через матрицу посредством промежуточной твердой среды, пластичной при температуре деформирования [1], показало существенное изменение спектральных и энергетических характеристик сигналов АЭ в деформированном материале по сравнению с исходным состоянием [2]. Это позволило предположить, что методика неразрушающего контроля состояния металла, совмещающая методы индентирования и АЭ, может быть использована для оценки свойств материалов после БКД. Для проверки данного предположения в настоящей работе аналогичные исследования проводились на образцах технического титана VT1-0 в исходном состоянии и после БКД.

Из полученных барокриодеформированием при 77 К на 20, 45, 55 и 65% экструдатов были изготовлены образцы в виде таблеток толщиной 0,8–1 мм и диаметром 3–4 мм. Как и таблетка из исходного титана, они были механически отполированы до получения ровной блестящей поверхности. Инициирование акустической эмиссии (АЭ) осуществлялось путем внедрения твердосплавного конического индентора на испытательной машине ИМ-4А (рис.1). Максимальная нагрузка на индентор составляла 1000 Н. Для регистрации и преобразования АЭ сигналов в электрические применяли датчик АЭ MSAE-L2 и усилитель MSAE-FA010 с общим усилением 87 dB. Все зарегистрированные сигналы АЭ по методике [3] разбивали на группы по форме кривой спектральной плотности, и анализировали спектральные портреты (усредненная форма кривой спектральной плотности мощности), медианную частоту (частота, делящая площадь под кривой спектральной плотности пополам) и энергию сигналов в каждой группе.

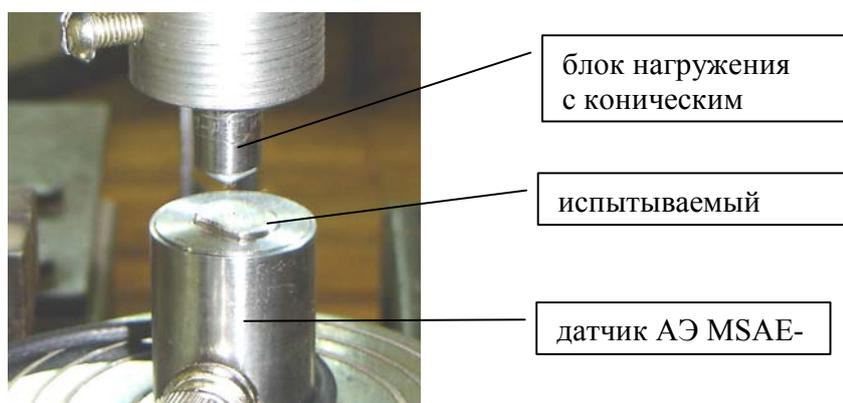


Рис. 1. Внешний вид нагружающего устройства установки

Во всех рассмотренных случаях состав АЭ был практически однородным: 90-99% составляли сигналы одного вида, очевидно, имеющие дислокационную природу. На рис.2 приведены графики усредненных по трем уколам зависимостей общего количества сигналов АЭ (N_{cp}), энергии (E_{cp}) и медианной частоты (F_{cp}) от степени БКД (γ).

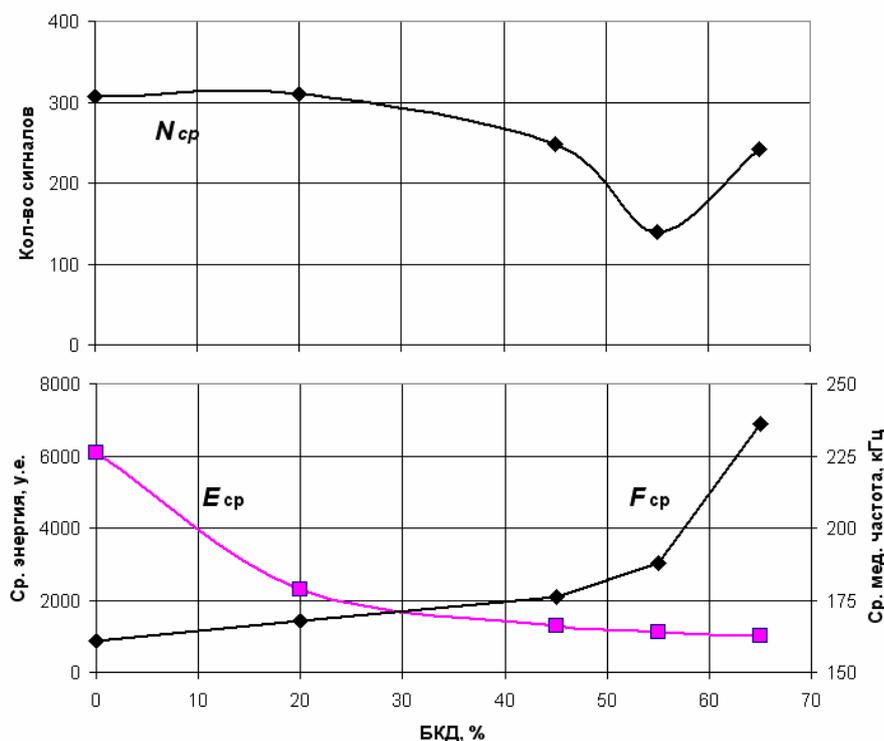


Рис.2. Зависимость общего количества (N_{cp}), энергии (E_{cp}) и медианной частоты (F_{cp}) сигналов АЭ от степени БКД образцов технического титана при их индентировании.

Видно, что с увеличением степени деформирования энергия сигналов уменьшается, а медианная частота увеличивается. Это может быть связано с диспергированием структуры материала, деформированного в условиях всестороннего сжатия при низких температурах [1], что приводит к изменению подвижности дислокаций и, соответственно, характеристик акустического излучения. В результате измельчения структурных составляющих титана после БКД уменьшается длина свободного пробега дислокаций, с чем и связаны монотонное снижение энергии АЭ и рост медианной частоты. Однако, как следует из рис.2, общее количество регистрируемых сигналов АЭ (N_{cp}) имеет немонотонную зависимость от степени БКД.

Спектральный анализ АЭ показал, что закономерности трансформации спектральных портретов сигналов АЭ были также аналогичны изменениям, обнаруженным для стали X18H10T: с увеличением степени БКД высота основных пиков* снижается (рис.3), при этом наиболее заметны изменения кривой спектральной плотности в области низких (100–200 кГц) частот.

Объяснение причины изменения спектрального состава сигналов АЭ от степени БКД пока не найдено. Для решения этого вопроса требуются дальнейшие исследования: не только акусто-эмиссионные, но и с привлечением электронно-микроскопических, рентгенографических и других методов изучения структуры и свойств металлов.

Однако полученные данные подтверждают высокую чувствительность метода АЭ и большие перспективы применения методики, совмещающей методы АЭ и индентирования, для оценки свойств материалов, в частности, после барокриодеформирования.

* Первый пик в области низких частот не анализируется, поскольку он находится на границе полосы пропускания фильтра и может быть сильно искажен условиями нормировки кривой спектральной плотности (приведения площади под кривой спектральной плотности к 1)

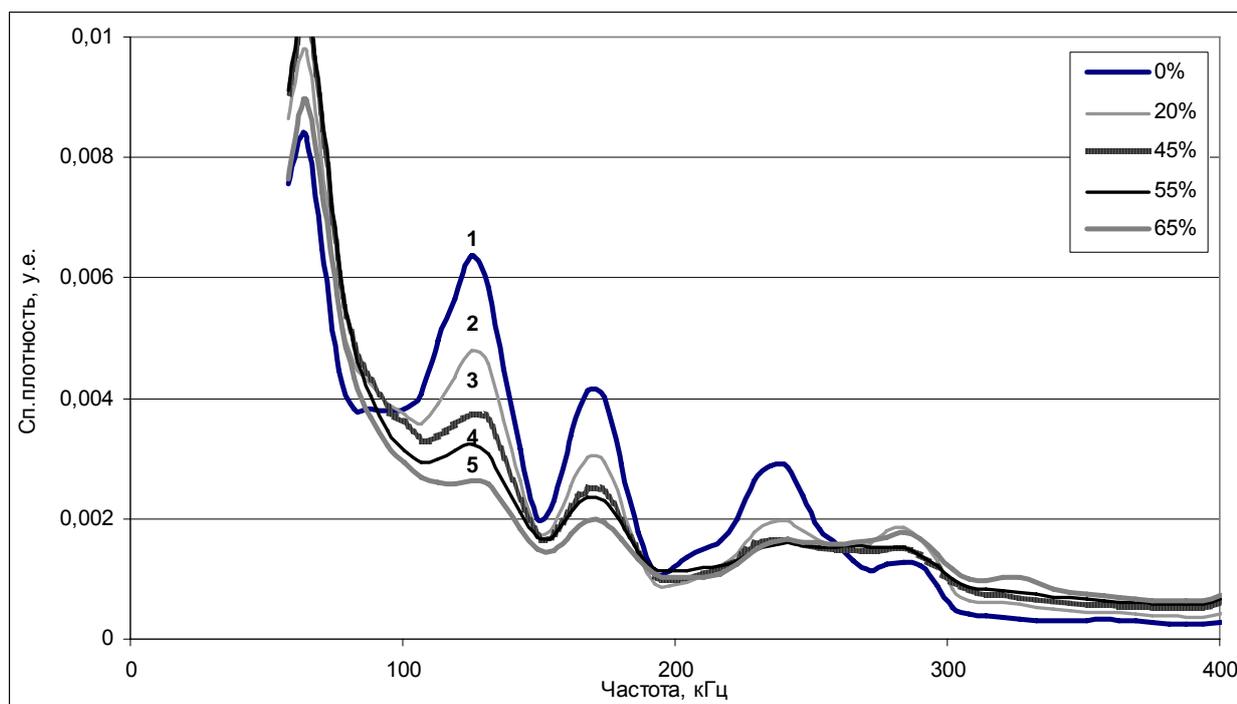


Рис. 3. Спектральные портреты сигналов АЭ при индентировании технического титана в исходном состоянии (1) и после БКД на 20 (2), 45 (3), 55 (4) и 65% (5)

Список литературы

1. П.А.Хаймович. Материалы V Международной научной конференции «Прочность и разрушение материалов и конструкций». (12 - 14 марта 2008 г), Оренбург, Т.1, С.33-39 (2008).
2. Черняева Е.В., Хаймович П.А., Мерсон Д.Л. Влияние барокриодеформирования стали X18H10T на спектральный состав акустической эмиссии при индентировании // Актуальные проблемы прочности: сб. трудов XLVIII Междунар. конф. (15-18 сент. 2009 г., Тольятти). – Тольятти, 2009. – С. 244-246
3. Д.Л.Мерсон, А.А.Разуваев, А.Ю.Виноградов. Применение методики анализа спектральных образов сигналов акустической эмиссии для исследования повреждаемости покрытий TiN на стальной подложке. // Дефектоскопия, 2002. № 7. С. 37-46.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЛЩИНЫ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Мерсон Д. Л., Вагапов М. А., Боброва О. М.

ТГУ, Тольятти, Россия

d.merson@tltsu.ru

Хорошо известно, что такие процессы, как пластическая деформация, хрупкое и усталостное разрушение, ползучесть, коррозия, а также трибологические свойства материала во многом определяются состоянием поверхности. Следовательно, путем создания на поверхности определенных условий существует принципиальная возможность управления физико-механическими свойствами материала в целом, в том числе решать многие технологические задачи, связанные с облегчением процессов деформации, задержкой процессов трещинообразования, повышением усталостной прочности и коррозионной стойкости и др.

Наличие высоких пластических свойств особенно актуально для материалов, работающих в тяжелых условиях радиационного и коррозионного воздействий, когда не-