

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ТИТАНА МАРКИ ВТ1-0 В ПРОЦЕССЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И РЕЛАКСАЦИОННОГО НАГРУЖЕНИЯ

Камышанченко Н. В., Кунгурцев М. С., Никулин И. С., Кузнецов Д. П.

Белгородский государственный университет, Россия

Интенсивное деформирование титана ковкой, прокаткой или волочением приводит к существенному отклонению внутреннего напряжения от стабильного состояния при одинаковых температурах.

В технически чистом титане, каким является титан марки ВТ1-0, где фазовые преобразования в процессе полиморфного превращения не играют заметной роли в изменении физико-механических характеристик, наиболее эффективным способом снятия внутренних напряжений является отжиг.

Целью данного исследования является изучение влияния температуры отжига и релаксационной нагрузки на механические и акустические характеристики титана, прошедшего предварительную горячую деформацию прокаткой при 500⁰С с остаточной деформацией 75%.

В таблице 1 приведены механические характеристики титана, подверженного отжигу при различных температурах.

Таблица 1.

Материал	Твёрдость, HV 0,1	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Предел прочности σ_b , МПа	Деформация ϵ , %
ВТ 1-0 горячая прокатка (500С) с остаточной деформацией 75%	235	623	669	19,1
ВТ 1-0 горячая прокатка (500С) с остаточной деформацией 75%+ неполный отжиг (550С)	220	430	508	22,2
ВТ 1-0 горячая прокатка (500С) с остаточной деформацией 75%+ полный отжиг (700С)	170	350	423	23,8

Температура отжига влияет не только на механические характеристики исследуемого титана [1], но существенно изменяются и акустические параметры – активность и плотность (рис. 1.) [2].

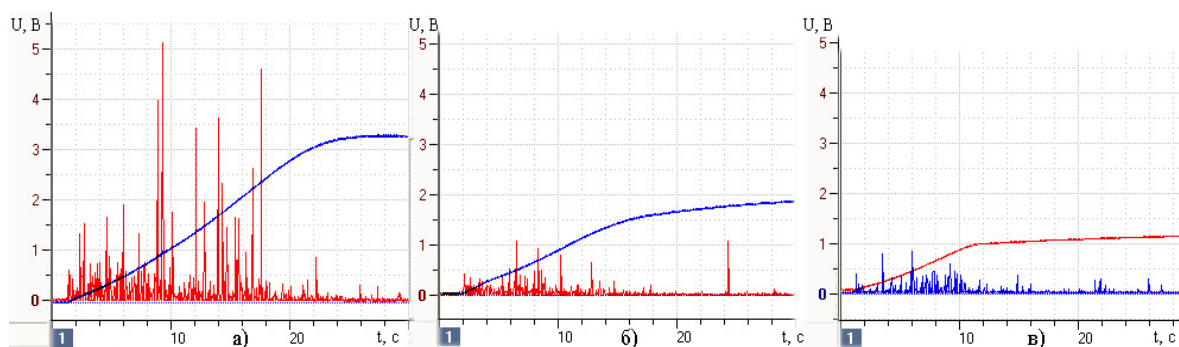


Рис. 1. АЭ после температурного отжига: после прокатки (а), после 550⁰С (б), 700⁰С (в).

Проведенные дополнительные исследования релаксации напряжений [3] при нагрузке $\sigma_n = 0,6 \sigma_{0,2}$ соответственно при температуре 550°C и 700°C обнаружили закономерности акустических процессов в отожженных образцах (рис. 2).

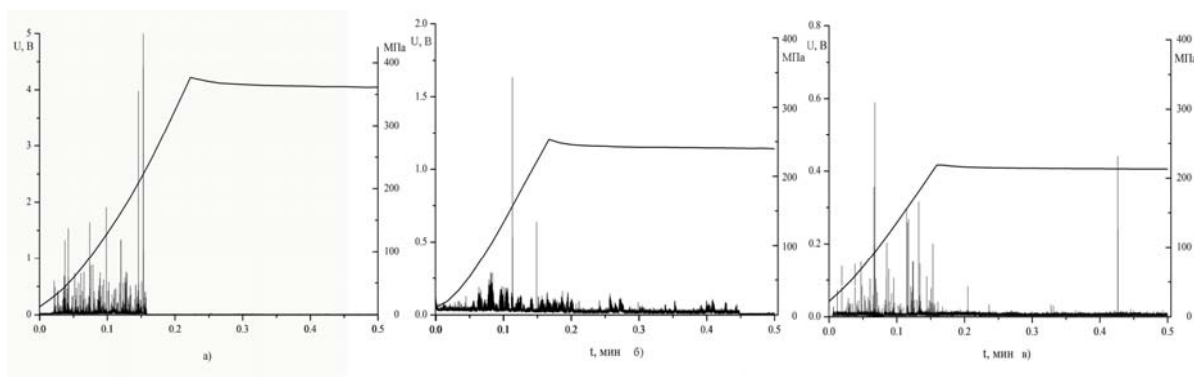


Рис. 2. АЭ после релаксации напряжений при $\sigma_{\text{нагр}} = 0,6\sigma_{0,2}$ прокатанного титана (а) и температурного отжига при 550°C (б), 700°C (в).

Сигналы акустической эмиссии, главным образом, проявляются в период нагружения образца до заданной нагрузки в упругой области. При этом степень активности и плотность акустических сигналов уменьшается с увеличением температуры предварительного отжига. С выходом на участок с установившейся скоростью релаксации акустические сигналы не фиксируются установкой регистрации АЭ, что соответствует преобладанию второго типа релаксации напряжений – индивидуальному перемещению отдельных атомов, как у границы зерен основной структуры, так и по всему объему поликристалла.

Выводы

1. С увеличением температуры отжига до температуры полиморфного преобразования величина внутренних напряжений уменьшается с одновременным уменьшением механических характеристик.
2. В исследуемом диапазоне 550°C - 700°C температур полного отжига внутреннего напряжения не происходит, а примененный релаксационный процесс создает условия для уменьшения нестабильного состояния структуры титана.

Список литературы

1. Камышанченко Н. В., Кузьменко И. Н., Никулин И. С., Кунгурцев М. С., Неклюдов И. М., Волчок О. И. “Температурная зависимость механических свойств титана марки ВТ1-0”. Упрочняющие технологии и покрытия № 7, 2010
2. Семашко Н. А., Шпорт В. И., Марьин Б.Н. и др. “Акустическая эмиссия в экспериментальном материаловедении” под редакцией д. т. н., проф. Н. А. Семашко. – М. Машиностроение, 2002.
3. Воротников Г. С., Ровинский Б. М. “Релаксация напряжений в металлах и сплавах”/ труды IV Всесоюзной научной конференции “Релаксационные явления в твердых телах”, под редакцией В. С. Постникова. – М. Металлургия, 1968, с. 44-56.