

Коррозионное поведение сплава системы TiNi в различных структурных состояниях

Э.М. Каюмова², А.А. Чуракова^{1,2,3}, О.Р. Латыпов²

¹ Институт физики молекул и кристаллов УФИЦ РАН, г. Уфа, Россия

² Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

³ Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия

Введение

Сплавы на основе никелида титана (TiNi) принадлежат к классу функциональных материалов с эффектами памяти формы (ЭПФ), обусловленными термоупругими мартенситными превращениями «B2-B19'», протекающими в диапазоне температур, близких к комнатным. Сплавы с памятью формы обладают уникальной способностью восстанавливать значительную неупругую деформацию. Коррозионная стойкость во многом определяется степенью дефектности материала. Поэтому важно знать особенности коррозионного поведения, влияющие на эксплуатацию материала. Использование сплавов на основе никелида титана в медицине и технике стимулировало широкие исследования электрохимического поведения и коррозионной стойкости этих материалов в различных агрессивных средах.

Материалы и методика исследования

В качестве материала исследования был выбран застехиометрический сплав Ti49Ni51. Сплав – имеет ОЦК решетку, упорядоченную по типу B2 и фазу, обогащенную никелем Ti2Ni3, с крупнозернистой структурой (КЗ) и ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой.

Основные структурные параметры были определены с помощью растровой электронной микроскопии (РЭМ).

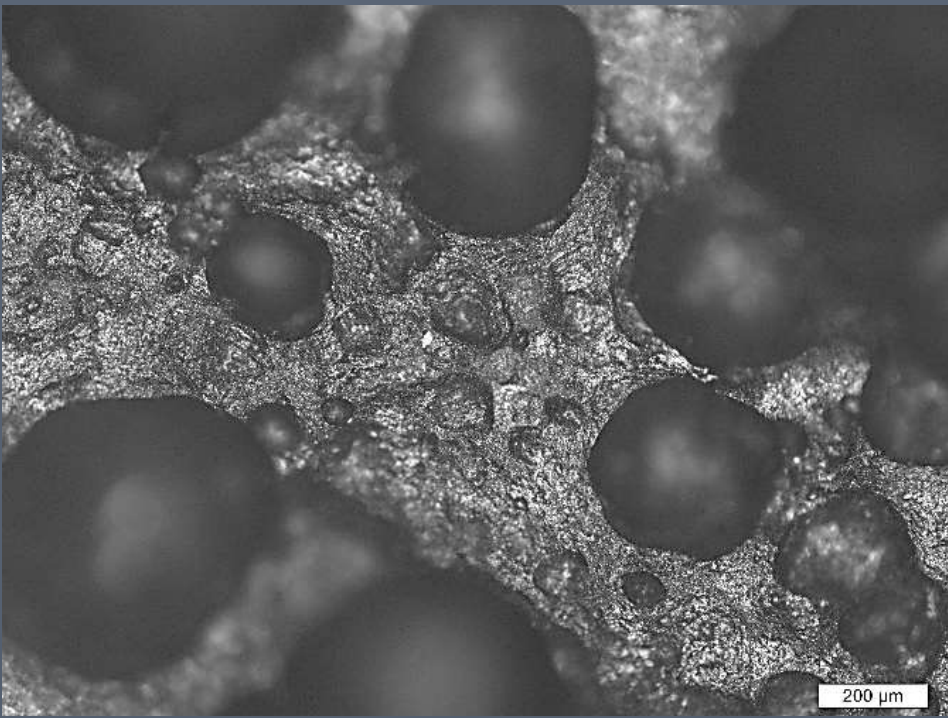
Для качественного и количественного анализа макроструктуры сплава TiNi использовался металлографический микроскоп OLYMPUSGX51 с программным обеспечением. Для выявления структуры использовали травитель с составом 60%Н2О + 35%ННО3 + 5%HF.

Структурные исследования методом просвечивающей электронной микроскопии проводили на микроскопе JEOL - 2100 с ускоряющим напряжением 200 кВв большом диапазоне увеличений, получая светло- и темнопольные изображения, а также картины микродифракции. Заготовки для тонких фольг, вырезанные электроэрозионным методом, изготавливали струйной двусторонней электролитической полировкой на установке Тепирол-5 в растворе 10% хлорной кислоты (HClO4) и 90% бутанола (CH3(CH2)3OH) с напряжением 50В и при температуре 25 °С.

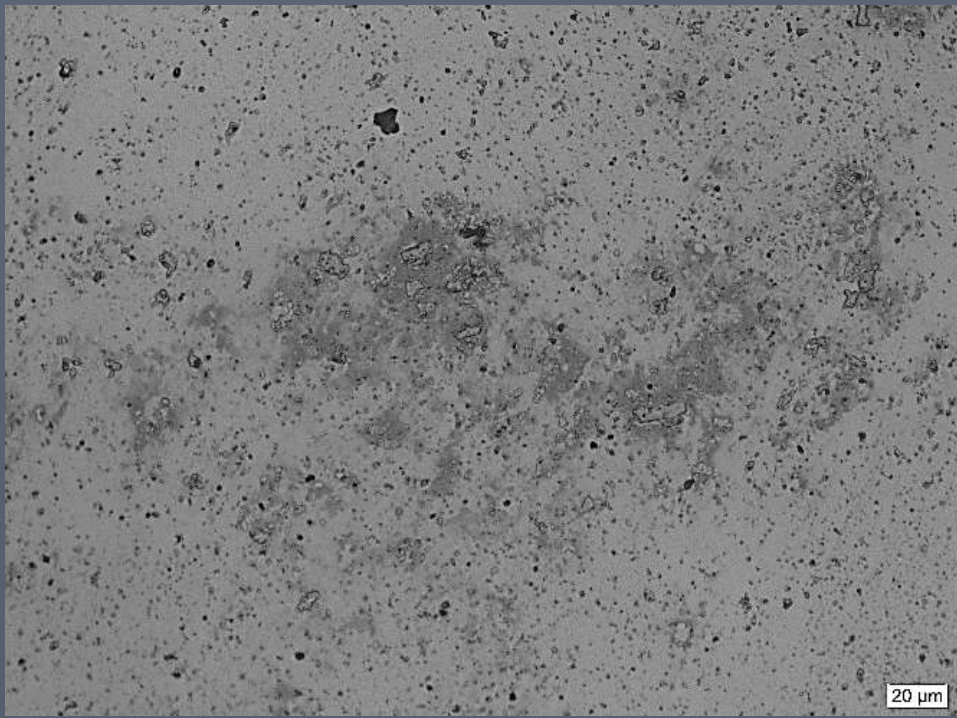
Исследование коррозионного поведения проводились гравиметрическим методом, образцы выдерживались в водном растворе NaCl и H2SO4 в течение месяца.

Результаты исследования

На рисунке 1 показана структура образцов сплава TiNi после контакта с агрессивной средой - раствором NaCl и H2SO4.



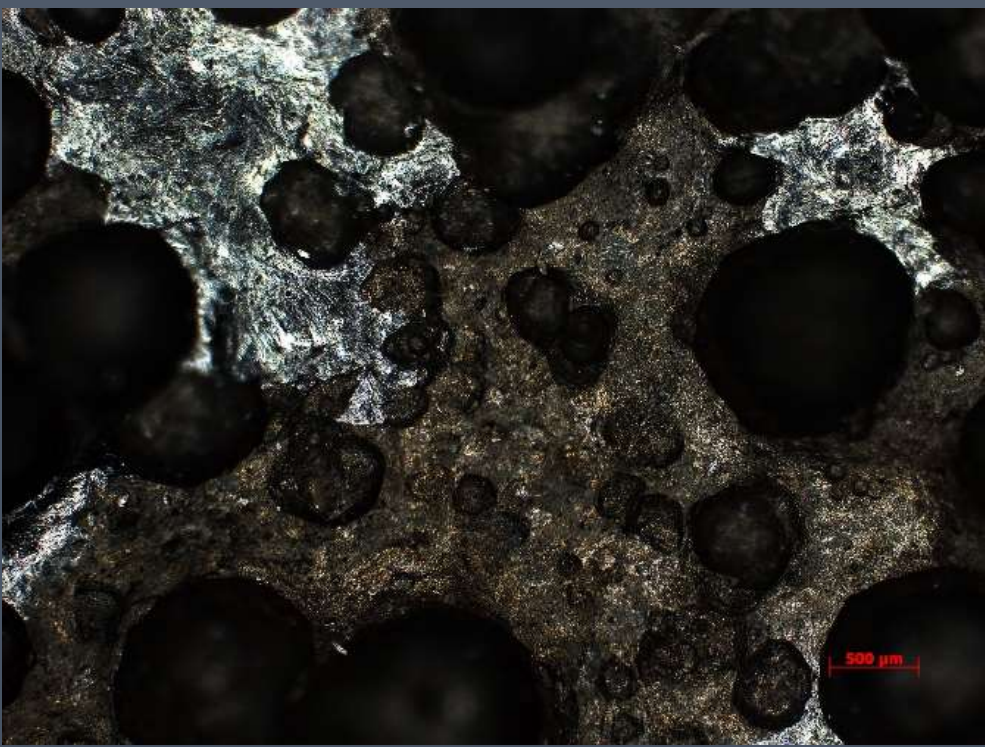
а)



б)

РИСУНОК 1. Фотографии поверхности образцов сплава Ti49.0 Ni51.0 после коррозионных испытаний:
(а) крупнозернистое состояние (б) ультрамелкозернистое состояние

Обследование образцов на инвертированном микроскопе (рис. 2) позволило более четко определить характер коррозионных повреждений. В случае крупнозернистого состояния наблюдаются глубокие ямы, занимающие более 50% поверхности образца, в то время как в ультрамелкозернистом состоянии продукты коррозии наблюдаются равномерно распределенными по поверхности без повреждения образца.



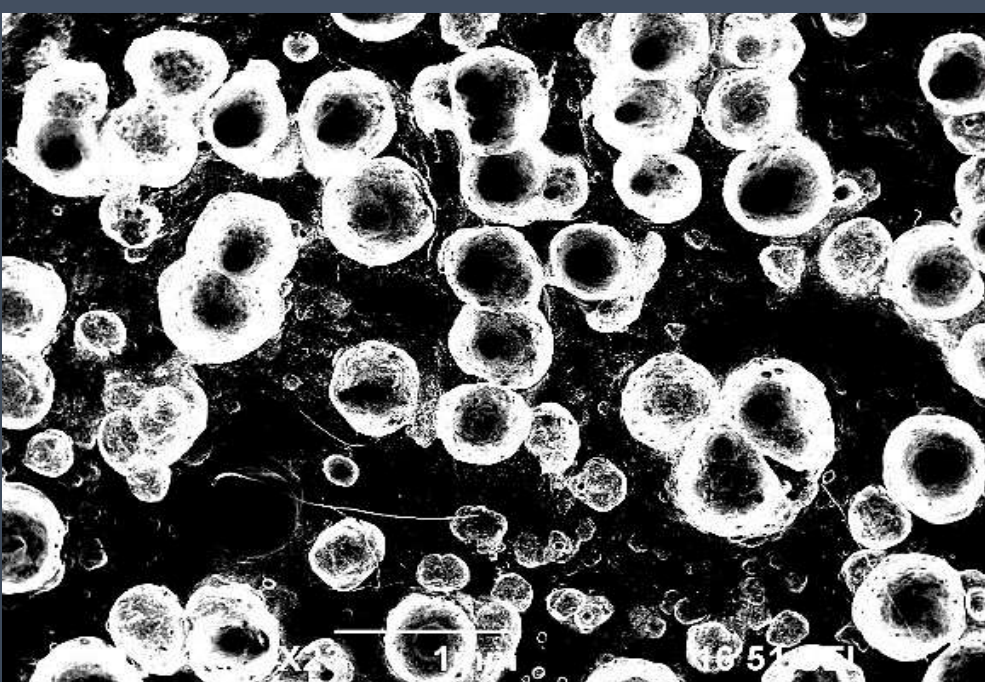
а)



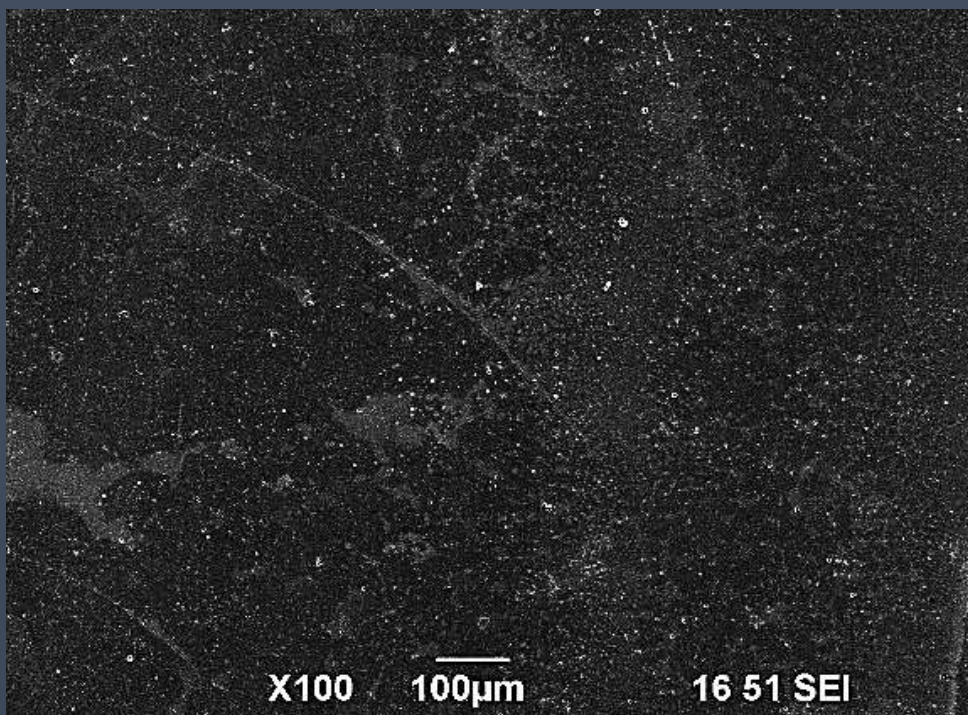
б)

РИСУНОК 2. Структура образцов сплава Ti49.0 Ni51.0 на инвертированном микроскопе: (а) крупнозернистое состояние (б) ультрамелкозернистое состояние; темное поле

Исследования с использованием сканирующей электронной микроскопии также позволили оценить средний размер и глубину ям точечной коррозии в крупнозернистом состоянии (рис. 3, а). Средний размер ям составляет около 400 мкм, глубина в среднем составляет 500 мкм.



а)



б)

РИСУНОК 3. Структура поверхности образцов сплава Ti49.0 Ni51.0 в крупнозернистом (а) и ультрамелкозернистом (б) состояниях после коррозионных испытаний. Рентгенофазовый анализ позволил определить наличие большой объемной доли (более 50%) нитрида TiNi в крупнозернистом состоянии после коррозионных испытаний, в то время как в ультрамелкозернистом состоянии только фаза TiNi.

Заключение

Исследования показали, что в крупнозернистом состоянии коррозионное растворение происходит гораздо интенсивнее, чем в ультрамелкозернистом состоянии. Таким образом, на поверхности образца отчетливо видны следы точечной коррозии, в то время как в ультрамелкозернистом состоянии наблюдаются лишь незначительные следы продуктов коррозии. Рентгенофазовый анализ позволил определить наличие большой объемной доли (более 50%) нитрида TiNi в крупнозернистом состоянии после коррозионных испытаний, в то время как в ультрамелкозернистом состоянии только фаза TiNi.