

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

1

DOI: 10.17223/9785946217408/271

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В АУСТЕНИТНОМ СПЛАВЕ 40ХНЮ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

¹Попова Н.А., ¹Никоненко Е.Л., ²Ерболатова Г.У., ³Калашников М.П., ⁴Скаков М.К

¹*Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Россия*

²*Восточно-Казахстанский государственный технический университет*

им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Россия

³*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

⁴*Национальный ядерный центр Республики Казахстан, Курчатов*

Методом просвечивающей дифракционной электронной микроскопии проведено исследование изменений фазового состава и тонкой структуры в сплаве аустенитного класса 40ХНЮ, подвергнутом электролитно-плазменной обработке – электролитно-плазменной нитроцементации. Электролитно-плазменная нитроцементация осуществлялась путем поверхностного насыщения азотом и углеродом в азото- и углеродосодержащем водном растворе (20% карбамид $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ + 15% кальцинированная сода Na_2CO_3 + 10% глицерин + 55% дистиллированная вода H_2O) в течение 5 минут при напряжении 700 В. Исследование стали выполнено в исходном состоянии и после электролитно-плазменной нитроцементации в двух точках: 1) в приповерхностной зоне нитроцементованного слоя и 2) в центральной зоне слоя.

Установлено, что в исходном состоянии сплав 40ХНЮ является многофазным. Матрицей сплава является фаза $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$. Объемная доля матрицы в сплаве – 70%. Фаза $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ обладает гранецентрированной кубической (ГЦК) кристаллической решеткой и является неупорядоченной фазой. Присутствует эта фаза в виде зерен, резко различных по размеру: вдоль границ крупных зерен располагаются мелкие зерна. Установлено, что внутри крупных зерен фазы $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ присутствуют выделения других фаз: 1) выделения ОЦК фазы NiAl в виде параллельных пластин правильной формы и практически одинаковой ширины в пределах одного зерна; 2) выделения ГЦК фазы AlCrNi_2 в виде либо мелких зерен, находящихся внутри матричных зерен $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$, либо в виде отдельно расположенных однофазных зерен; 3) выделения двух фаз (пластинчатых выделений NiAl и зерен AlCrNi_2), одновременно находящихся внутри одного матричного зерна $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$.

Дислокационная субструктура в различных зернах – хаотическая, сетчатая, ячеисто-сетчатая или фрагментированная.

Электролитно-плазменная нитроцементация сплава 40ХНЮ не привела к кардинальным изменениям в структуре – по-прежнему сплав 40ХНЮ остается многофазной смесью, состоящей из крупных и мелких зерен. По-прежнему в сплаве присутствуют фазы $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$, AlCrNi_2 и NiAl . Однако тонкая структура сплава и фазовый состав в приповерхностной и в центральной зоне оказались различными.

В приповерхностной зоне в зернах $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ и AlCrNi_2 присутствует характерный контраст на изображении типа «соль-перец», который постепенно переходит в контраст наноразмерной фазы (нитридов Cr_2N), что подтверждается уже наличием микродифракционных картин, полученных с этих выделившихся частиц.

В центральной зоне обработанного образца происходит дальнейшее расслоение твердого раствора только фазы AlCrNi_2 и дальнейшее выделение частиц нитрида Cr_2N . Вдоль границ пластин NiAl и внутри зерен AlCrNi_2 и $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ происходит выделение карбонитрида $\text{Cr}_{23}(\text{C,N})_6$ в виде отдельно расположенных частиц.

Электролитно-плазменная нитроцементация привела к формированию однотипной дислокационной субструктуре в зернах фазы $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ по всей толщине модифицированного слоя, и к уменьшению скалярной плотности дислокаций. В зернах фазы AlCrNi_2 тип дислокационной субструктуры не изменился, но величина скалярной плотности дислокаций по мере удаления от поверхности образца снижается.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-48-700198.