ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/441

ВЛИЯНИЕ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ АУСТЕНИТНОГО СПЛАВА

¹Попова Н.А., ^{1,2}Никоненко Е.Л., ³Ерболатова Г.У., ⁴Калашников М.П., ⁵Никоненко А.В.

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

²Национальный исследовательский Томский государственный политехнический университет, Томск

³Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск

⁴Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

⁵Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

Методом просвечивающей дифракционной электронной микроскопии проведено исследование изменения фазового состава и тонкой структуры сплава аустенитного класса 40ХНЮ под действием химико-термической обработки – электролитно-плазменной нитроцементации. Электролитно-плазменная нитроцементация проводилась путем поверхностного насыщения азотом и углеродом в 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 температуре 700 С. Изучение образцов проводилось в двух состояниях: 1) до модификации (исходное состояние) и 2) после модификации (нитроцементации) в приповерхностной зоне образца.

Установлено, что в исходном состоянии сплав 40ХНЮ является многофазным. Матрицей сплава (основной фазовой составляющей) является фаза $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$, **объемная** доля которой – 70%. Фаза $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ – это твердый раствор атомов Al, Cr и Ni (основа – атомы Ni) с ГЦК кристаллической решеткой и ближним атомным порядком в расположении атомов (неупорядоченная фаза). Присутствует эта фаза в виде зерен, резко различных по размеру: вдоль границ крупных зерен (4-12 мкм), составляющих основу материала, располагаются мелкие зерна (1-4 мкм), объемная доля которых – не более 5% от общей доли зерен в сплаве. Мелкие зерна, как правило – однофазные, крупные – двух и трехфазные. Двухфазные зерна – это зерна $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$, внутри которых присутствуют либо пластинчатые выделения ОЦК фазы NiAl, либо в виде мелких зерен ГЦК фаза AlCrNi₂. Трехфазные зерна – это зерна $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$, внутри которых присутствуют одновременно фазы и NiAl, и AlCrNi₂.

Дислокационная субструктура в двухфазных зернах с пластинчатыми выделениями фазы NiAl – хаотическая и сетчатая; в однофазных и двухфазных с зернами фазы AlCrNi₂ – ячеисто-сетчатая; в трехфазных зернах – фрагментированная. В зернах фазы AlCrNi₂ дислокации образуют сетчатую субструктуру.

Нитроцементация привела к созданию на поверхности образца модифицированного слоя. В приповерхностной зоне, как и в исходном состоянии, матрицей является фаза $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$. Тем не менее, произошло изменение фазового состава на поверхности образца и, соответственно, вида зеренной структуры. А именно, в трехфазных зернах $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$, NiAl и AlCrNi₂, которые присутствовали в исходном состоянии сплава, нитроцементация привела к образованию в матрице $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ наночастиц Cr_2N округлой формы и Al_2Ni_3 игольчатой формы. В двухфазных зернах $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ и AlCrNi₂ – в зернах AlCrNi₂ образовались наночастицы Cr_2N округлой формы.

Кроме того, установлено, что нитроцементация привела к неоднородности по концентрации твердых растворов $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ и AlCrNi₂. Об этом свидетельствуют нарушения дифракционных картин, полученных с соответствующих участков структуры (появление вблизи основных рефлексов сателлитов, тяжей, контраст на изображении в электронном микроскопе типа «соль-перец», хорошо заметный на темнопольных изображениях).

Тип дислокационной структуры в зернах фазы AlCrNi₂ не изменился, в зернах $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{Ni}_3$ – присутствуют только хаотически распределенные дислокации.