

CONFERENCE ON FRONTIERS OF SCIENCE AND ENGINEERING • QATAR •

РАДИАЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМГ-2 ПРИ НЕЙТРОННОМ ОБЛУЧЕНИИ

Байтелесов С.А.,
Аликулов Ш.А.,
Таджибаев Д.П.,
Рафиков Э.Р.

*Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан,
Ташкент, Узбекистан.*

Деформируемый нетермоупрочняемый сплав АМг-2 (система Al–Mg) широко используется в качестве конструкционного материала оболочек, вытеснителей и элементов активной зоны исследовательских ядерных реакторов благодаря малому сечению поглощения нейтронов и высокой коррозионной стойкости [1, 2]. При эксплуатации в активной зоне сплав подвергается воздействию быстрых нейтронов, что приводит к образованию каскадов смещений и накоплению точечных дефектов — вакансий и межузельных атомов. Их последующая эволюция сопровождается формированием дислокационных петель и вакансионных пор, выступающих барьерами для скольжения дислокаций [3].

В работе на основе анализа опубликованных экспериментальных данных [1–3] рассмотрена кинетика изменения предела текучести, предела прочности и микротвёрдости сплава АМг-2 в диапазоне флюенсов быстрых нейтронов 10^{16} – 10^{21} н/см² при температурах облучения, характерных для водоохлаждаемых исследовательских реакторов (30–70 °С). Показано, что прирост прочностных характеристик количественно описывается моделью дисперсного барьерного упрочнения $\Delta\sigma_y = \alpha \cdot M \cdot G \cdot b \cdot \sqrt{N \cdot d}$ [3], где определяющую роль играют плотность N и размер d радиационных дефектов, а не флюенс как таковой. Установлено, что упрочнение сопровождается монотонным снижением равномерного удлинения, наиболее выраженным на начальном («переходном») участке дозовой зависимости, с последующим насыщением при высоких флюенсах — эффект, типичный для радиационного охрупчивания алюминиевых сплавов [2, 3].

CONFERENCE ON FRONTIERS OF SCIENCE AND ENGINEERING • QATAR •

Дополнительный вклад в упрочнение вносит трансмутационное превращение $^{27}\text{Al}(n,\gamma)^{28}\text{Al} \rightarrow ^{28}\text{Si}$, приводящее к образованию дисперсных Si-содержащих выделений, взаимодействующих с дислокационными петлями [1]. Сделан вывод о необходимости совместного применения структурных методов (малоугловое рассеяние и дифракция нейтронов, просвечивающая электронная микроскопия) и механических испытаний для построения верифицированной инженерной зависимости $\Delta\sigma$ от флюенса и температуры облучения, что составляет предмет дальнейшего диссертационного исследования.

Список литературы

1. Аликулов Ш.А., Байтелесов С.А., Кунгуров Ф.Р., Таджибаев Д.П., Тожибоев Д.Д. Изменение прочности алюминиевых сплавов САВ-1, АМГ-2, облучённых нейтронами // Вестник НЯЦ РК. — 2023. — № 3. — С. 25–32.
2. Салихбаев У.С., Байтелесов С.А., Хидиров И.Г., Кунгуров Ф.Р., Саидов А.С., Сандалов В.Н. Влияние реакторного облучения на микроструктуру и микротвёрдость алюминиевых сплавов САВ-1 и АМГ-2 // Альтернативная энергетика и экология. — 2008. — № 9 (65). — С. 105–109.
3. Farrell K., King R.T. Radiation-induced strengthening and embrittlement in aluminum // Metallurgical Transactions. — 1973. — Vol. 4, No. 5. — P. 1223–1231.