

УДК 621.762

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ ИНИЦИИРУЕМЫХ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИСТЕМАХ Cu–Cr–Zr И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Ф. Г. ЛОВШЕНКО, *Г. Ф. ЛОВШЕНКО, И. А. ЛОЗИКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

* «БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Минск, Беларусь

Основными целями отжига холоднопрессованных брикетов являются дегазация, а также завершение фазовых и структурных превращений, имевших место при механическом легировании, достижение которого обеспечивает стабилизацию фазового состава, структуры и физико-механических свойств материалов.

Термической обработке подвергались брикеты плотностью 70–75 %, полученные холодным прессованием. Отжиг композиций может осуществляться в вакууме или в защитной атмосфере (Ar, H₂). В данном исследовании использован аргон.

Термическое воздействие приводит к фазовым и структурным превращениям. После отжига электронографическим методом (ПЭМ) установлено наличие в материале таких фаз, как Cu₃Zr, ZrO₂, Cr₂O₃, а также Cr, Zr, Fe. Первая группа фаз (Cu₃Zr, ZrO₂, Cr₂O₃) в гранулированных композициях непосредственно после механического легирования не выявлялась, так как механическое легирование к завершению фазовых превращений не приводило. Они заканчивались формированием промежуточных соединений типа зон Гинье-Престона.

Анализ данных по влиянию условий отжига на микротвердость и физико-механические свойства материалов (рис. 1) показывает, что отжиг при температурах, достигающих 750 °С, приводит к некоторому росту твердости и прочности материалов. Дальнейшее увеличение температуры термической обработки вызывает снижение этих характеристик. При этом пластичность материала увеличивается.

Описанное изменение свойств обусловлено фазовыми и структурными превращениями. Термическое воздействие активизирует окислительно-восстановительные превращения, сопровождающиеся образованием ZrO₂, Cr₂O₃ и вызывает распад пересыщенного твердого раствора с выделением фаз Cu₃Zr, Zr и Cr. Формированию этих фаз при термической обработке способствует наличие большого количества центров кристаллизации, которыми являются механически синтезированные ультрадисперсные выделения, имеющиеся в гранулированных композициях. Образованию новых центров кристаллизации при термической обработке способствует высокоразвитая поверхность границ зерен и субзерен. Большая площадь

последних препятствует коагуляции и росту избыточных фаз, которые в свою очередь стабилизируют границы между элементами структуры. Описанное строение определяет высокую стойкость материалов против отжига. Разупрочнение, наблюдаемое при температурах выше 800 °С, указывает на протекание структурных превращений, связанных с некоторым увеличением размера зерен и субзерен, а также коагуляцией и ростом избыточных фаз.

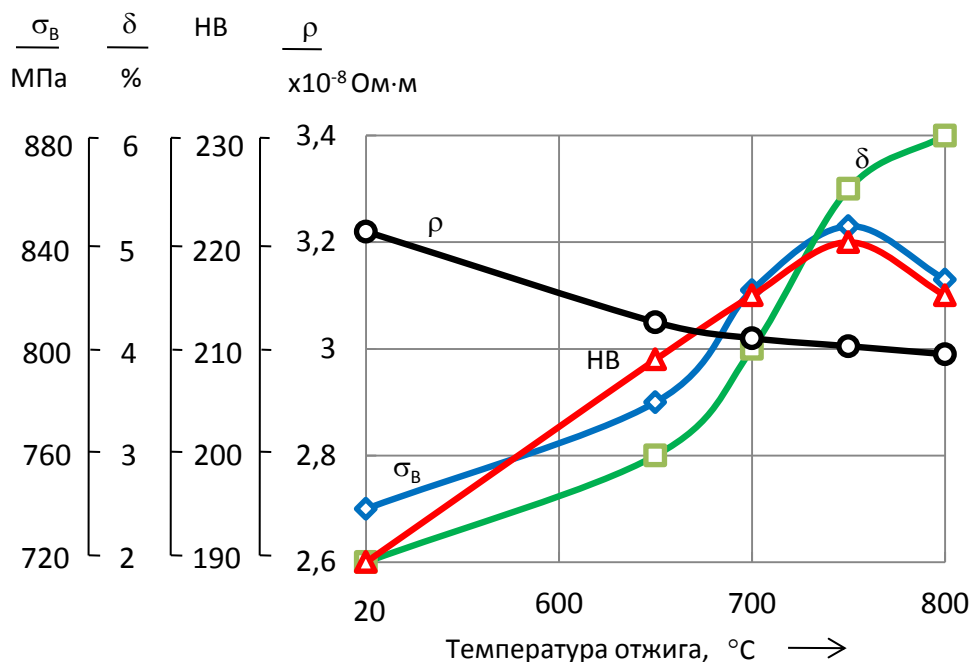


Рис. 1. Влияние температуры отжига брикетов на физико-механические свойства композиции $\text{Cu} + 10\% \text{Cr} + 1,5\% \text{Zr} + 0,1\% \text{Gr}$ при $\tau_{\text{отж}} = 2$ час (условия экструзии: $t_{\text{брик}} = 750$ °С; $t_{\text{инстр}} = 500$ °С; $\epsilon = 15$)

Таким образом, проведенное исследование показывает, что термическая обработка брикетов в интервале температур 600–800 °С приводит к незначительному снижению твердости и прочности и повышению пластичности и электропроводности. Небольшое влияние отжига в этом интервале температур на свойства обусловлено стабильностью структуры, сформировавшейся на стадии механического легирования. Дальнейшее повышение температуры отжига вызывает заметное разупрочнение материалов, вызванное ростом зерен и субзерен.

Проведенные исследования по влиянию отжига на свойства позволяют сделать важный для практики вывод, что температура экструзии полуфабрикатов не должна превышать 800 °С. Основные цели отжига – дегазация и стабилизация структуры достигаются при температуре отжига 700–750 °С и продолжительности 2–3 часа.