

УДК 539.4, 537.31, 669

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОЛЕГИРОВАННОГО СПЛАВА Al-Cu-Zr

Садыков Д.И. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д. ф.-м. н, профессор Орлова Т.С.

(Университет ИТМО)

Исследовано влияние микродобавки Cu на прочность, пластичность и электропроводность сплава Al-1.47Cu-0.34Zr (далее Al-Cu-Zr) в ультрамелкозернистом (УМЗ) состоянии, полученном методом интенсивной пластической деформации (ИПДК). Исследовано влияние кратковременного низкотемпературного отжига и дополнительной ИПДК-деформации на физико-механические характеристики сплава (электропроводность, прочность, пластичность). Впервые достигнута комбинация высокой прочности и высокой пластичности при приемлемом уровне электропроводности УМЗ сплава Al-Cu-Zr. Обнаружен эффект пластификации после отжига и небольшой дополнительной деформации для сплава УМЗ сплава Al-Cu-Zr, не характерный для крупнозернистого состояния.

Введение. Сплавы на основе алюминия являются перспективными материалами для применения в области электротехники и электроники благодаря высокой электропроводности, коррозионной стойкости, высокой пластичности и малому удельному весу. Однако для промышленной эксплуатации помимо высокой электропроводности эти материалы должны обладать высокой прочностью и термостойкостью. Целью данной работы является исследование влияния микродобавки Cu на прочность, пластичность и электропроводность сплава Al-Cu-Zr в ультрамелкозернистом (УМЗ) состоянии.

Основная часть. С целью формирования первоначальной равновесной структуры, был проведен длительный отжиг. Для получения ультрамелкозернистой (УМЗ) структуры отожженные образцы подвергались интенсивной пластической деформации кручением на 10 оборотов под высоким давлением – 6 ГПа. Физико-механические свойства (прочность, пластичность, электропроводность) изучались путем одноосного растяжения, измерения микротвердости по методу Виккерса и измерений удельной электропроводности вихретоковым методом. Результаты, полученные после проведения ИПДК, показали значительный рост прочности ($\sigma_{UTS} = 592$ МПа), но резкое падение пластичности до $\epsilon \approx 5\%$, электропроводность составила 45.9%IACS. Для выявления условий достижения оптимального сочетания функциональных свойств УМЗ сплава Al-Cu-Zr далее проведено исследование влияния дополнительных низкотемпературных, кратковременных отжигов при различной температуре, а также небольшой дополнительной ИПДК деформации. Обнаружено, что дополнительная обработка путем отжига при 125 °С в течение 2-4 час и последующей дополнительной ИПДК деформации на 0.25 оборота приводит к значительному увеличению пластичности до 11 %, при этом электропроводность даже возрастает до значений 47.2-47.8 %IACS. Обнаруженный принципиально новый эффект пластификации УМЗ сплава Al-Cu-Zr после низкотемпературного отжига и небольшой пластической деформации не типичен для крупнозернистого состояния.

Выводы. В результате исследования было показано, что обработка сплава Al-Cu-Zr методом ИПДК приводит к увеличению предела прочности в ~ 3 раза. Предложен режим дополнительной термомеханической обработки, состоящий из низкотемпературного отжига и небольшой дополнительной ИПДК, который привел к оптимальному сочетанию физико-механических характеристик: прочности (466 МПа) – пластичности (11 %) – электропроводности (47.2 %IACS). Обнаружен эффект пластификации после отжига и дополнительной небольшой ИПДК деформации УМЗ сплава Al-Cu-Zr, не характерный для крупнозернистого состояния и предполагающий особенности реализации микропластической деформации в УМЗ состоянии.

Садыков Д.И. (автор)

Подпись

Орлова Т.С. (научный руководитель)

Подпись