

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНЫХ ПРОВОДНИКОВ МЕДЬ-МАГНИЙ

Калонов А.А.^{1*}, Волков А.Ю.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт физики металлов УрО РАН им. М.Н. Михеева,
г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: azambek-k@mail.ru

DEVELOPMENT OF COMPOSITE COPPER-MAGNESIUM CONDUCTORS

Kalonov A.A.^{1*}, Volkov A.Yu.²

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²⁾ M.N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch of RAS, Yekaterinburg, Russia

There were developed techniques to obtain high-strength Cu-Mg composite wires. Hydrostatic extrusion method was used to obtain the Cu-Mg composite wire with lots of magnesium fibers. Also there were conducted experiments to acquire a composite wire from the mixture of copper and magnesium powders. Electrical and mechanical properties of this composites were investigated.

Медь и ее сплавы нашли большое применение в промышленности в качестве проводов электрического тока. По сравнению с другими металлами, медные проводники имеют ряд преимуществ: низкое удельное сопротивление, высокая стойкость к коррозии и хорошая деформируемость до микронных размеров. Основным недостатком меди является ее невысокая прочность. Поэтому в настоящее время рассматриваются различные методы упрочнения медных проводников без ухудшения проводимости. Например, введение небольшого количества магния (не более 3 ат. %) приводит к увеличению прочности меди более чем в два раза с сохранением проводимости на высоком уровне. Целью настоящей работы является создание технологии получения композита Cu-Mg с последующим изучением прочностных и электрических свойств.

Композитный материал был получен методом гидроэкструзии на лабораторной установке М-20 в ИФМ УрО РАН. Для его формирования магниевый пруток Ø 14 мм помещался в медный контейнер Ø 20 мм, после чего эта заготовка подвергалась интенсивной пластической деформации до получения тонкой проволоки Ø 0,5 мм. Набор из 400 таких проволок (рис. 1) вновь помещался в медный контейнер, и процесс повторялся. Таким образом была отработана технология получения композита, медная матрица которого содержит от 400 до нескольких миллионов тонких магниевых волокон. На каждом из этапов проводилось изучение прочностных и проводящих свойств образцов композита.

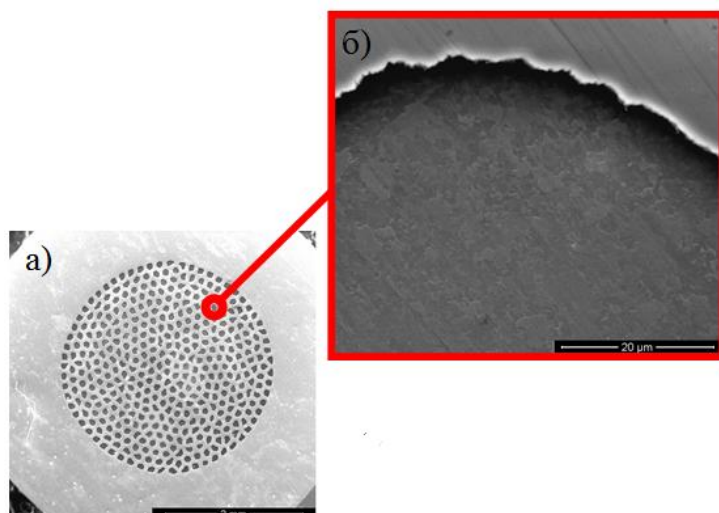


Рис. 1. Структура композита Cu-Mg: а) композитный провод, содержащий 400 магниевых волокон; б) граница магниевое волокна и медной оболочки

На основании полученных результатов в технологию получения композита было внесено изменение: вместо магниевой заготовки, в медный контейнер было решено помещать смесь из порошков меди и магния. Содержание магния в порошковой смеси изменяли от 8,1 до 23,0 ат.% [1]. Такой способ позволяет легко изменять соотношение компонентов, влияя тем самым на функциональные характеристики материала. Контейнер с находящейся внутри него смесью порошков подвергался гидроэкструзии при комнатной температуре, в результате чего диаметр исследуемого образца уменьшался от 20 мм до 6 мм. Далее деформация осуществлялась волочением: от диаметра 6 мм до 1,5 мм (образцы для механических испытаний) и до диаметра 0,22 мм (для измерения электрических свойств). Промежуточные отжиги проводились при температуре 200°C в течение 1 часа. Заключительная термообработка осуществлялась при температуре 700°C в течение от 5 до 15 минут. Температура 700°C была выбрана для максимального растворения магния в меди [1]. При такой обработке на границе интерфейса порошков образуются интерметаллиды Cu_2Mg и Mg_2Cu , а также эвтектика, что может привести к увеличению прочности композита.

Механические испытания помогли найти условия получения композита с набором оптимальных свойств. Удельное электрическое сопротивление материала $\rho = 2,22 \times 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, что составляет 77% IACS. По результатам работы можно сделать вывод о том, что разработанная технология имеет перспективы с точки зрения формирования высокопрочных проводников электрического тока.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема «Деформация», № 01201463327).

1. Gorsse S. Microstructural design of new high conductivity – high strength Cu-based alloy/Gorsse S., Ouvrard B., //Journal of Alloys and Compounds, № 633, – p.42-47 (2015).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПЛАВОВ WC-TiC-Co ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Артамонов Е.В., Тверяков А.М., Штин А.С.*

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

*E-mail: shtin92@mail.ru

DETERMINATION OF THE MAXIMUM EFFICIENCY OF THE ALLOY WC-TiC-Co FOR ELECTRICAL CONDUCTIVITY.

Artamonov E.V., Tveryakov A.M., Shtin A.S.*

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Results, definitions of conditions of the maximum operability of alloys of group of WC-TiC-Co are given in work.

В машиностроении работоспособность металлорежущего инструмента играет одну из самых важных ролей. Известно, что в процессе нагрева физико-механические характеристики материалов изменяются [1,2]. Исследования влияния этих характеристик на работоспособность твердого сплава позволит увеличить ресурс режущих инструментов и эффективность механической обработки.

Существуют несколько способов определения условий максимальной работоспособности твердых сплавов на основе их физико-механических характеристик в зависимости от температуры. [3]

Наиболее эффективной является методика на основе определения зависимости электрической проводимости твердого сплава от температуры [4]. Авторами данной методики проведены испытания твердых сплавов группы ВК и определены температуры соответствующие условиям максимальной работоспособности.

Для расширения номенклатуры твердых сплавов нами были проведены испытания сплавов группы ТК. Работа проводилась на специально разработанной установке.

По результатам кратковременных испытаний нескольких стандартных твердосплавных пластин определяют электрическую проводимость $G(10^{-2}\text{См})$ при различных температурах $\Theta(^{\circ}\text{C})$. Далее строят график $G=f(\Theta)$ в диапазоне от 400 до 1000 $^{\circ}\text{C}$. Анализируя данные графика, определяют температурный интервал, в котором значения электрической проводимости минимальны [4,5].