

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПОЛУНЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ОЛОВЯННОЙ БРОНЗЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЕРХПРОВОДНИКОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЯ $Nb_3Sn$

*И.М. Абдюханов, Е.А. Дергунова*

*ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов им. акад. А.А. Бочвара», 123060, а/я 369, г. Москва*

В связи с принятием решения о строительстве международного экспериментального термоядерного реактора (ИТЭР) в г. Кадараш (Франция), исследования с целью оптимизации «бронзовой технологии» изготовления композиционных  $Nb_3Sn$  сверхпроводников стали особенно актуальными. Известно, что для достижения высоких токовых характеристик необходимо использовать в качестве матрицы сверхпроводников высокооловянную бронзу с содержанием олова не менее 14 мас.%. Изготовление слитков такой бронзы с равномерным распределением олова и отсутствием рассеянной пористости и крупных частиц эвтектоида (более 80-100 мкм) является технически сложной задачей из-за склонности бронзы к неравновесной кристаллизации.

Перспективным для получения бронзовых полуфабрикатов с равномерной микроструктурой является метод полунепрерывного литья, данные о применении которого для изготовления сверхпроводников практически отсутствуют. Поэтому целью работы явилась оценка возможности получения этим методом бронзовых полуфабрикатов для  $Nb_3Sn$  сверхпроводников.

В работе представлены результаты разработки процесса получения полунепрерывным литьем бронзовых полуфабрикатов в виде прутков диаметром 8 мм с  $14^{+0,3}$  мас.% олова и исследования их структуры и свойств. Было показано, что полученная бронза отвечает предъявленным требованиям по однородности распределения олова и содержанию примесей, а также по комплексу механических свойств и микроструктуре. Установлено, что возможно сократить длительность гомогенизирующего отжига бронзовых прутков при 650 °С в два раза (до 12 часов) по сравнению с обычно используемым режимом. Показано, что использование метода полунепрерывного литья для получения бронзовых полуфабрикатов требуемого качества приводит к значительному сокращению технологического передела, что делает этот способ экономически выгодным.

Полученные прутки были впервые использованы для изготовления  $Nb_3Sn$  сверхпроводников. В результате был получен композиционный сверхпроводник диаметром 0,81 мм с 50% стабилизирующей меди, в котором общее количество волокон диаметром около 2 мкм составило 14482. Образцы проводника были подвергнуты диффузионной термообработке по режиму ИТЭР и измерены их критические свойства. Показано, что проводник, полученный с использованием бронзы изготовленной методом полунепрерывного литья, не уступает по свойствам проводникам, полученным традиционным методом.