

УДК 621.762
ОСНОВНЫЕ СПЛАВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ И
ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

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

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Минск, Беларусь

Развитие таких важнейших отраслей, как энергетическое машиностроение, автомобилестроение, авиастроение, промышленное и др., явилось причиной расширяющегося с каждым годом серийного производства отдельной группы медных сплавов — низколегированных. Низколегированными следует называть такие медные сплавы, суммарная концентрация легирующих элементов в которых (примерно до 5 %) обеспечивает сохранение на достаточно высоком уровне всех положительных свойств меди при существенном увеличении температуры ее разупрочнения (рекристаллизации).

В литом состоянии подобные сплавы не применяют вследствие низких физико-механических свойств. Исходя из способа упрочнения, их разделяют на две группы – упрочняемые холодной пластической деформацией и дисперсными частицами.

К первой группе относят латуни и бронзы, которые представляют собой двух- или многокомпонентные твердые растворы. Холодная пластическая деформация со степенью 70–80 % повышает твердость и прочность сплавов, но снижает электропроводность и пластичность. Поэтому недостатком материалов этой группы является возможность их упрочнения только при производстве полуфабрикатов простых конфигураций, невозможность сохранения упрочнения при нагреве в условиях эксплуатации или при изготовлении изделий, повышенное электросопротивление, связанное как с составом этих сплавов, так и с их деформированным состоянием.

Ко второй группе относят дисперсно-упрочненные и дисперсионно-твердеющие сплавы. Разработан ряд методов получения и достаточно широкая номенклатура сплавов с дисперсным упрочнением: дисперсионно-упрочненные гранулированные сплавы; дисперсно-упрочненные композиционные материалы; внутреннеокисленные сплавы; сплавы, получаемые механическим смешиванием дисперсных порошков; механически легированные сплавы. Упрочнение достигается либо за счет выделения термостабильных мелкодисперсных частиц при соответствующей термической обработке, или за счет введения подобных частиц в более пластичную основу. Но, при наличии у материалов высокого комплекса физико-механических свойств, из-за сложности технологии и длительности процессов производства, ограничения размеров выпускаемых изделий,

широкого применения в промышленном масштабе они не получили.

Поэтому, наиболее массово используют дисперсионно-твердеющие сплавы, которые представляют собой твердые растворы с ограниченной и изменяющейся с температурой растворимостью. Их упрочнение достигается термической обработкой: закалка для перевода и фиксации легирующих элементов в твердом растворе и старение, при котором происходит распад пересыщенного твердого раствора с образованием дисперсных частиц упрочняющей фазы или фаз. Первое приводит к повышению электро- и теплопроводности, а второе – к упрочнению сплава. В противоположность сплавам, упрочняемым наклепом и дисперсно-упрочненным сплавам, дисперсионно-твердеющие сплавы допускают вначале изготовление из них деталей, а, затем, последующее их упрочнение. Уровень прочности, достигаемый при дисперсионном старении значительно выше, чем при упрочнении наклепом, и может не уступать прочности дисперсно-упрочненных сплавов.

Наиболее популярными сплавами данного типа следует считать хромсодержащие сплавы – хромовые бронзы, в которых упрочнение происходит после закалки и старения в результате выделения хрома или хромсодержащих химических соединений. Из всех хромовых бронз наибольшее применение нашли двойные сплавы системы Cu–Cr и тройные системы Cu–Cr–Zr, производство которых составляет около 90 % от всех хромовых бронз.

Но выпуск подобных бронз в РБ не налажен, так как это требует наличие дорогостоящего специализированного оборудования, что определяется технологическим процессом производства, состоящего из следующих технологических операций: подготовка шихты, плавка, литье и термомеханическая обработка, заключающаяся в закалке, пластической деформации со степенью обжатия не менее 50–60 % и последующем старении. Причем, самым сложным и дорогостоящим является процесс выплавки лигатуры, осуществляемый в вакуумных плавильных агрегатах при температуре 1600–1700 °С. Выплавляемая при этом лигатура содержит всего лишь около 3 % Cr, поэтому каждая 4^{-я} плавка в условиях производства – лигатурная.

Упрощение технологии производства и повышение физико-механических свойств бронз можно достигнуть за счет сочетания технологии реакционного механического легирования, применяемого в этом случае для получения лигатур (Cu–Cr, Cu–Cr–Zr), и литья с последующей переработкой литых заготовок в полуфабрикаты и изделия традиционными методами.