

РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СЕРЕБРЯНОГО ПРИПОЯ ТИПА ПСР-40, НЕ СОДЕРЖАЩЕГО КАДМИЙ

Виноградов О.О., Усков Д.И.

**Научные руководители – д-р. техн. наук, профессор Беляев С.В.,
к.т.н., доцент Усков И.В.**

Сибирский федеральный университет

Объектом исследований являются среднетемпературные припои на основе серебра, предназначенные для использования в виде деформируемых изделий в виде проволоки, применяемых для пайки изделий в машиностроении, электроаппаратостроении и других отраслях.

Цель работы – разработка новых составов припоев на основе серебра типа стандартного припоя ПСр40, но не содержащего кадмия, включая разработку технологических принципов получения проволоки.

Настоящая работа выполнена в связи с настоятельной потребностью промышленных предприятий, использующих среднетемпературный припой ПСр40, в исключении из состава припоя токсичного компонента – кадмия, оказывающего негативные воздействия на работающих с указанными припоями и на окружающую среду. В соответствии с поставленными задачами, в работе выполнен анализ фазового и структурного состояния припойных сплавов на основе серебра, с целью установления возможных заменителей кадмия в их составе, предложены новые составы для экспериментальных припоев и припоев промышленного назначения, изучены их температуры плавления, проведена оценка способности к растеканию припоя по паяемой поверхности, определена способность к пластической деформации полуфабрикатов для получения проволоки.

Подходы к решению поставленных задач для приближения значений интервала кристаллизации и электрофизических свойств сплавов, не содержащих кадмия, к наилучшему из всех среднетемпературных припоев ПСр40 определены на основе анализа фазового и структурного состояния сплавов в системах на основе серебра, легированного большими количествами таких компонентов, как медь, цинк и кадмий, составляющих известный припойный сплав ПСр40, и другие сплавы аналогичного состава, на основании чего, предложен новый состав, в котором кроме 40 % серебра содержится 35 % меди, 20 % цинка и 5 % индия. Сплав относится к сплавам эвтектического типа с образованием при кристаллизации эвтектик скелетного типа. Соотношение между серебром и медью 40:35 соответствует несколько заэвтектическому положению сплава на двойной диаграмме Ag-Cu. Поэтому, структура припоя в литом состоянии содержит достаточно пластичные избыточные кристаллы твердого раствора компонентов системы на основе меди и эвтектику между твердыми растворами на основе меди и серебра. Цинк и индий находятся в составе указанных твердых растворов, не образуя самостоятельных интерметаллидных фаз.. Пластическая деформация таких эвтектических структур серьезно затруднена тем, что для реализации сдвиговых деформаций в таком гетерогенном кристалле потребуется преодолеть в первую очередь сопротивление скелетных решетчатых структурных образований наиболее прочной фазы в то время, когда остальная часть объема не будет участвовать в осуществлении микроперемещений по своим плоскостям скольжения.

При этом пластическая деформация будет концентрироваться в ограниченном числе направлений и узких полосах, что будет вызывать образование грубых концентраторов напряжений, на которых возможно зарождение микротрещин, способствующих разрушению материала при малых суммарных пластических деформациях. Пластическая деформация вносит существенные изменения в строение металла. Кристаллическая структура пластически деформированного металла характеризуется не только искажением кристаллической решетки, но и определенной ориентировкой зерен, текстурой. Беспорядочно ориентированные кристаллы под действием деформации поворачиваются осями наибольшей прочности вдоль направления деформации. С нарастанием суммарной степени деформации, уменьшается роль макроэлементов недеформирующихся фрагментов литой структуры. С увеличением степени деформации возрастает и степень текстурированности. При больших степенях деформации она может достигать значений, близких 100%, когда почти все зерна оказываются одинаково ориентированными. Для характеристики структурного состояния в литом состоянии и по ходу деформации были исследованы структуры ПСр40М35Ц20И5 отлитых в изложницы без термической обработки и подвергнутые гомогенизации 400°С, 30 мин. Преобразования структуры при отжиге заключаются, преимущественно, в делении структурных составляющих в эвтектиках, образующих непрерывные объемные решетки, что облегчает образование дополнительных полос скольжения при деформации, увеличивая запас пластичности на первых этапах деформации. Микротвердость припоя в литом состоянии составляет 85.1 кгс/мм², а после отжига - 96 кгс/мм².

Экспериментально определено удельное электросопротивление припоя типа ПСр40М35Ц20И5 7,2 мкОм·м, теоретически рассчитана плотность данного сплава, которая составляет 9,145 г/см³. Механические свойства сплава в литом и деформированном состояниях приведены в Таблице.

Таблица. – Экспериментальные данные сплава ПСр40М35Ц20И5.

Состояние образца	Диаметр образца, мм	Длина рабочей части образца, мм	Длина рабочей части после разрыва, мм	Площадь поперечного сечения образца, мм ²	Относительное удлинение, %	Усилие разрыва образца, кН	Временное сопротивление разрыву, МПа	Степень деформации, %
Литой	5,0	20,0	23,7	19,62	18,5	10,4	530,0	0
После прокатки	3,9	20,0	22,1	15,21	10,5	10,0	657,4	22,5
	3,9	20,0	21,1	15,21	5,5	8,6	565,4	22,5
	3,4	20,0	20,6	11,52	3,0	8,00	694,4	40,0
	3,4	20,0	20,5	11,52	2,5	6,9	598,9	40,0

Итогом работы явилась разработка нового среднетемпературного припоя с высокими технологическими свойствами, не содержащего вредный компонент –

кадмий. По результатам работы получен акт опытно-промышленного опробования в заводских условиях, на состав припойного сплава получен Патент РФ №2367553.
УДК 622.7