

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ СЕРЕБРЯНОГО ПРИПОЯ МАРКИ ПСр40

Донецкий научно-исследовательский и проектный институт цветных металлов

Розроблено та впроваджено у виробництво технологію виготовлення напів-фабрикатів із срібного припою марки ПСр40, що важко деформуються у холодному стані. Одержана продукція відповідає вимогам користувачів.

Разработана и внедрена в производство технология изготовления полуфабрикатов из труднодеформируемого в холодном состоянии серебряного припоя марки ПСр40. Полученная продукция удовлетворяет требованиям потребителей.

Введение. Серебряный припой марки ПСр40, выпускаемый по ГОСТ 19738 «Припои серебряные», предназначен для пайки меди и латуни со сплавом «ковар», ни-келем, нержавеющей стали и жаропрочными сплавами, а также пайки свинцово-оловянистых бронз. Полуфабрикаты из него изготавливают в виде различных про-филей, в частности прутков, проволоки и полосы.

Серебряный припой марки ПСр40 относится к сплавам системы «серебро-медь-цинк-кадмий». Широкое применение сплавов данной системы обусловлено сравнительно невысокими температурами плавления (до 595 °С), достаточно высокими значениями прочности и пластичности. Из литературных данных известно [1], что максимуму пластичности соответствует содержание меди в сплавах системы более 25 %, суммарная концентрация меди и кадмия не более 40 % и такое же соотношение меди к содержанию серебра, как в эвтектике системы «серебро-медь». При этом сохраняется преимущественно двухфазная структура припоя. Соединения, паянные припоями системы «серебро-медь-цинк-кадмий», являются теплостойкими до температуры 400 °С.

Серебряный припой марки ПСр40 по ГОСТ 19738 имеет следующий химический состав, % (масс.): 39,0...41,0 Ag; 16,2...17,8 Zn; 16,0...17,4 Cu; 0,1...0,5 Ni; остальное – Cd. Содержание примесей в сплаве составляет, % (масс.), не более: 0,15 Pb; 0,15 Fe; 0,005 Bi; сумма определяемых примесей – 0,3. Плотность сплава составляет 9250 кг/м³, температура начала кристаллизации (ликвидус) – 610 °С, температура конца кристаллизации (солидус) – 590 °С.

При изготовлении полуфабрикатов установлено, что сплав ПСр40 хорошо деформируется в горячем состоянии, но в холодном состоянии является труднодеформируемым из-за низкой пластичности при комнатной температуре. Это затрудняет его обработку традиционными методами холодной деформации, особенно при изготовлении тонкой полосы и проволоки. В связи с этим представляет научный и практический интерес разработка и внедрение технологии производства полуфабрикатов из серебряного припоя ПСр40.

Постановка задачи. Задачей данной работы является:

- изучение особенности изготовления полуфабрикатов из серебряного припоя марки ПСр40 методами холодной и горячей прокатки;
- сравнение структуры и механических свойств горячепрессованного профиля с полуфабрикатом, полученным методом комбинированной прокатки;
- оптимизация режимов прокатки для снижения себестоимости продукции.

Основная часть исследований. Выплавку сплава для изготовления полосы и проволоки осуществляли в электропечи сопротивления. Разливку проводили в чугун-ные кокили. Отливки подвергали механической обработке, порезке на заготовки для горячего прессования и фрезерованию для получения плоского проката. При механической обработке удаляли литейную корку и поверхностные дефекты, возникающие при кристаллизации.

Прессование проволоки выполняли на прессе ДГ2432А. При выборе режима прессования использовали диаграммы состояния двойных и тройных систем [2]. Нагрев заготовок под прессование осуществляли на установке индукционного нагрева ИНУ-20/2,4-И1. Прямое горячее прессование заготовок осуществляли в одноочковую коническую матрицу в режиме «одна за одной» без удаления прессостатка. При этом разовая степень деформации составляла 95...97 %. Для получения проволоки из се-ребяного припоя ПСр40 согласно ГОСТ 19746 прессование выполняли в матрицах, максимально приближенных к номинальному диаметру готовой продукции. Затем проводили калибровку на однопозиционной волочильной машине. Это связано с тем, что, несмотря на довольно высокие значения прочности и пластичности горячепрес-сованной проволоки, при испытаниях на растяжение при комнатной температуре, да-же при заточке, наблюдали расклевывание проволоки. В табл. 1 приведены механи-ческие свойства проволоки из серебряного припоя ПСр40 в разных состояниях.

Таблица 1 – Механические свойства проволоки из серебряного припоя ПСр40 в различных состояниях при комнатной температуре

Состояние материала	Предел проч-ности при рас-тяжении, МПа	Условный предел теку-чести, МПа	Относительное удлинение, %
Горячепрессованное	550	334	18,0
Холоднодеформированное со степенью деформации 10 %	670	-	0,8

Прокатку фрезерованных заготовок припоя ПСр40 проводили на стане ДУО 200. Из-за растрескивания литых заготовок при холодной прокатке даже при малых степенях обжатия, а также исходя из того, что припой имеет различную пластичность при разных температурах, использовали комбинированный метод, заключающийся в совмещении горячей и холодной прокатки.

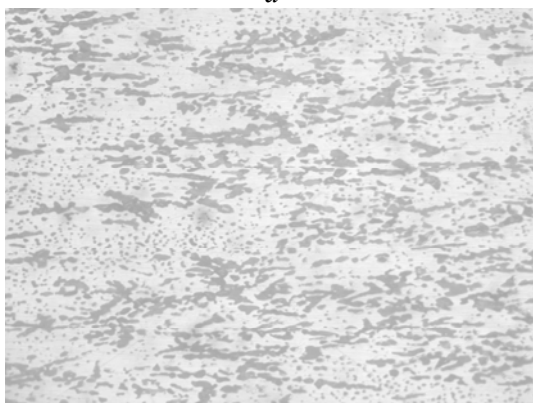
Для этого перед началом работы на стане проводили нагрев заготовок до тем-пературы $0,85...0,9 T_{пл}$, в камерной электропечи. Затем выполняли прокатку в нагретом состоянии. Разовое обжатие составляло порядка 15...20 %, что по сравнению с холодной прокаткой более эффективно, так как при холодной прокатке подобная суммарная деформация возможна лишь в комплексе с термическими обработками. При прокатке серебряного припоя марки ПСр40 в холодном состоянии при степени пластической деформации более 7 % происходит растрескивание и разрушение заго-товок.

Прокатку заготовок в нагретом до температуры $0,85 \dots 0,9 T_{пл}$ состоянии осуществляли до толщины 1,0 мм. В процессе работы периодически проводили разрезку подката на «карты», что связано с технологическими особенностями оборудования.

Прокатку полосы до конечного размера проводили в холодном состоянии. Из-за недостаточной жесткости прокатного стана ДУО 200 при изготовлении тонкой полосы использовали метод прокатки пакетом. Для устранения деформационного упрочнения в процессе работы проводили рекристаллизационный отжиг.



а



б



в

а) литое; б) деформированное при прокатке; в) горячепрессованное

Рисунок 1 – Микроструктура серебряного припоя ПСр 40 в различных состояниях, х 200

Из литературных данных [3] известно, что между порогом рекристаллизации и температурой плавления металлов имеется простое соотношение:

рекристаллизация начинается при температуре, составляющей для всех металлов одинаковую долю от температуры плавления по абсолютной шкале, а именно $T_{н.р.} = (0,3...0,4) T_{пл.}$. Однако при переходе через границу растворимости в двухфазную область температура начала рекристаллизации с увеличением количества второй фазы интенсивно возрастает. Влияние частиц второй фазы зависит от их количества и дисперсности. При небольшом количестве избыточной фазы и невысокой дисперсности ее частиц, имеющих в сплаве до обработки давлением, пластическая деформация по сравнению с деформацией однофазного металла имеет более турбулентный характер. Около частиц, являющихся барьером для движения дислокаций, образуются их скопления, что снижает температуру начала рекристаллизации при последующем отжиге.

При большом количестве частиц второй фазы они служат барьерами для миграции границ зародышей рекристаллизации, и хотя температура формирования центров рекристаллизации может остаться на прежнем уровне, рост их возможен только при более высоких температурах. Таким образом, в двухфазных сплавах формирование центров рекристаллизации и начало их роста могут быть разделены значительными температурными или временными интервалами.

Исследованиями микроструктуры на металлографическом микроскопе «Neophot-30» и микрорентгеноспектральном анализаторе «Сомевах» установлено, что структура сплава ПСр40 в литом состоянии (рис. 1) состоит из двух фаз α_1 и α , где α_1 – твердый раствор на основе серебра, в котором присутствует кадмий, а α – твердый раствор на основе меди, содержащий цинк и никель. Фазы α и α_1 выделяются как в виде дендритов, так и в виде эвтектики ($\alpha + \alpha_1$).

На рис. 1 приведена микроструктура серебряного припоя ПСр40 в литом и деформированном состояниях. Из приведенных данных видно, что после пластической деформации сплав имеет фазовый состав аналогичный литому состоянию. В процессе деформации структурные составляющие вытягиваются вдоль направления деформации.

В связи с тем, что серебряный припой ПСр40 имеет двухфазную структуру, рекристаллизационный отжиг проводили по следующему режиму: температура отжига 525...535 °С, время выдержки в печи – 20 минут, охлаждение в воде. После каждой операции отжига проводили травление металла в 15 %-ном растворе серной кислоты.

Выводы. В результате проведенных исследований предложена и внедрена в производство технология изготовления полуфабрикатов из труднодеформируемого в холодном состоянии серебряного припоя марки ПСр40.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрунин, И. Е. Справочник по пайке [Текст] / под ред. И. Е. Петрунина. – М. : Машиностроение, 2003. – 480 с. – Библиогр. : с. 461-471. – ISBN 5-217-03167-0.
2. Лякишев, Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем [Текст] : справочник ; под общ. ред. Н. П. Лякишева. – М. : Машиностроение, 1996. – 992 с. – Библиогр. : с. 988-991. – ISBN 5-94275-047-5.
3. Новиков, И. И. Теория термической обработки металлов [Текст] : учеб. / И. И. Новиков. – М. : Металлургия, 1978. – 392 с. – Библиогр. : с. 381.

Стаття надійшла до редакції 13.03.2012

р.
Рецензент, проф. Г.О. Колобов