

Изобретение относится к пайке, в частности к пайке меди, серебра и их сплавов, в электроаппаратостроении и машиностроении, где к паяным соединениям предъявляются высокие требования по площади пропая, а следовательно, и электропроводности

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому припою является припой МФСУ 92-6-2 [4], содержащий фосфор, сурьму и медь при следующем соотношении ингредиентов, мас. %

Фосфор	6,0
Сурьма	2,0
Медь	Остальное.

Недостатком этого припоя является низкая площадь пропая от 40 до 60% и растекаемость.

Известно, что недостатком припоев (сплавов) состава медь-фосфор, медь-сурьма является склонность к ликвации и образованию ликвационной пористости, а следовательно, и непропаев. Объясняется это на уровне межатомного взаимодействия в сплавах.

Сплавы могут быть растворами замещения или внедрения. Обязательным условием в растворах замещения является одинаковый или близкий размер атомов. Только тогда они могут заменять друг друга в узлах кристаллической решетки и образовывать раствор. Характер распределения атомов зависит от температуры и длительности протекания процесса. До 8% разница в размерах атомов не играет роли, но более 12% делает невозможным образование сплавов. В рассматриваемом случае известный припой содержит сурьму, радиус атома которой равен $1,41\text{\AA}$, а радиус атома меди $1,28\text{\AA}$.

Растворителем в системе медь-фосфор-сурьма является медь, т.к. в твердом состоянии сплава сохраняется кристаллическая решетка меди. В данном сплаве может образоваться только твердый раствор внедрения при соблюдении определенных условий - выдержка определенной длительности температуры охлаждения. Такого можно достичь только в литейном сплаве. При пайке такие условия невозможны. Поэтому система не образует ориентированной кристаллической решетки и, как следствие, образуется ликвация, т.е. пористость, паяный шов является несплошным.

В основу изобретения поставлена задача создания такого припоя для пайки, который за счет введения цинка, обеспечивает площадь пропая не менее 90%, в результате чего повышается электрическая износостойкость паяных деталей и изделий в целом.

Поставленная задача решается тем, что в припой для среднетемпературной пайки, содержащий фосфор, сурьму и медь, дополнительно введен цинк при следующем соотношении ингредиентов, мас. %:

Фосфор	5-7
Цинк	3-4
Сурьма	1,5-2,5
Медь	Остальное.

Именно за счет того, что в припой введен цинк в пределах от 3 до 4%, получают припой с высокой смачиваемостью, а паяные соединения с высокой площадью пропая. Достигается это за счет того, что медь и цинк образуют плотную кристаллическую решетку вследствие замещения и внедрения в решетке атомов меди атомами цинка, имеющими радиусы атомов практически одинаковые ($1,27$ и $1,28\text{\AA}$), чего не образуют медь и сурьма, т.к. радиус атома последней равен $1,41\text{\AA}$, т.е. медь с цинком образует твердый раствор, обладающий хорошей смачиваемостью, ликвация в паяном шве значительно ниже, что подтверждается высоким процентом пропая.

Для изготовления припоя применены следующие материалы: медь катодная (электролитическая) марки МО, М1 (ГОСТ 859-78), цинк ЦО, Ц1 (ГОСТ 3640-79), сплав медь-фосфор МФ9, МФ10 (ГОСТ 4515-81), сурьма Су2 (ГОСТ 1089-82).

Шихту готовят из следующего расчета, %:

Cu	25
CuP	69-70
Zn	4
Sb	2

Так, например, при плавке 8 кг припоя готовят: Cu - 2,0 кг, Cu P - 5,5 кг, Zn - 0,32 кг, Sb-0,16 кг.

Порядок плавки следующий. В разогретый до температуры $600-650^{\circ}\text{C}$ графитовый тигель погружают медь катодную и медь Фосфористую. После расплавления этих материалов в расплав вводят цинк и сурьму. После полного расплавления шихты доводят температуру расплава до $850-900^{\circ}\text{C}$ и разливают расплав в подготовленный кокиль. Для изготовления припоя 0 6 мм применяют ручной кокиль, который перед разливкой металла необходимо почистить, покрасить графитосодержащей краской препятствующей прилипанию припоя к металлическому кокилю и подогреть до температуры $250-300^{\circ}\text{C}$. Заливка припоя должна производиться равномерно с целью поддержания стабильной температуры кокиля.

Указанное в формуле процентное содержание цинка в припое является оптимальным. Это подтверждают данные табл. 1 паяных нахлесточных образцов площадью 200 мм^2 , изготовленных пайкой электросопротивлением на контактной точечной машине порошковым припоем.

При содержании цинка менее 3,0% и более 4,0% снижается площадь пропая, а при 4,5%, кроме того, наблюдается интенсивное испарение цинка, чем создаются повышенные вредные условия труда.

Припой изготавливают литьем в прутках и слитках в специальных кокилях и изложницах. Прутки применяют непосредственно при газопламенной пайке. Для получения припоя в порошке слитки и прутки измельчают до необходимой зернистости. Пайку припоем выполняют с применением флюса ПВ-209Х (ГОСТ 23178-78).

Сравнительные испытания паяных методом электросопротивления на контактных точечных машинах нахлесточных соединений в лабораторных и производственных условиях существующими и предлагаемым припоями приведены в табл. 2.

По данным таблицы видно, что качество пайки заявляемым припоем значительно выше, чем существующими.

Кроме того, заявляемый припой позволяет получать паяные соединения высокой электропроводности, чем повышается надежность и предельная коммутационная способность электрических низковольтных аппаратов. Припой является заменителем серебряных припоев, что позволяет исключить применение дефицитного, дорогостоящего серебра.

Т а б л и ц а 1

Паяные материалы	Содержание цинка, %	Площадь пропая, %	Примечание
медь + медь	2,0	75	при пайке наблюдается интенсивное испарение цинка
латунь + латунь	2,5	85	
медь + латунь	3,0	90	
	3,5	92	
	4,0	95	
	4,5	85	

Т а б л и ц а 2

Марка припоя	Паяемые металлы	Площадь нахлестки, мм ²	Площадь пропая, %
Пср 25, Пср 40, Пср 45	медь + серебро	200	50...70
ПМФН 8,5 - 8,5	медь + латунь, латунь	"-	50...80
ПФО-7 (МФОЦ 7-3-2)	"-	"-	40...60
МФСy 92-6-2	"-	"-	40...60
Заявляемый	"-	"-	не менее 90