

О ПРИМЕСИ ВИСМУТА В ПРУТКАХ ИЗ БЕСКИСЛОРОДНОЙ МЕДИ

П.А. Головкин

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

БЕСКИСЛОРОДНАЯ МЕДЬ, ПРУТКИ, ДЕТАЛИ, ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ ПРИБОРЫ, ТЕМПЕРАТУРА, ПРИМЕСИ, ВИСМУТ, ПРОВЕРКА МАКРОПЛОТНОСТИ

ON BISMUTHUM IMPURITY IN OXYGEN-FREE COPPER BARS

P.A. Golovkin

KEY WORDS

OXYGEN-FREE COPPER, BARS, PARTS, ELECTROVACUUM DEVICES, TEMPERATURE, IMPURITIES, BISMUTHUM, MACRO-DENSITY TESTING

Производство электровакуумных приборов (далее – ЭВП) показывает падение качества используемых для их изготовления материалов. Так, сложности возникают с прутками из бескислородной меди марки М0б, поставляемых по ГОСТ 10988, по причине наличия в ней примесей легкоплавких и малорастворимых в меди примесей селена, теллура и висмута. Если селен и теллур отличаются малой температурой кипения и потому проявляют себя при проводимой по методике ГОСТ 10988 проверке макроплотности поперечных образцов прутков, в виде пор, различимых при разрешённом этим документом увеличении $17\times$, то примеси висмута, температура кипения которого превышает температуру плавления меди, при таком увеличении увидеть сложно. Висмут образует в меди очень тонкие прослойки, для обнаружения которых нужно применение увеличительных приборов с кратностью не менее $100\times$, а кроме того, эти прослойки могут не попасть в отбираемые в соответствии с ГОСТ 24231 образцы для проверки материала прутков на соответствие требованиям их химического состава требованиям ГОСТ 859.

Особенности расположения в медных прутках прослоек висмута сильно зависят от способа изготовления прутка. Так, в материале прессованных прутков примеси висмута с наибольшей вероятностью могут иметь место в зонах кольцевых и полукольцевых световых оттенков (определение по ГОСТ 10988), возникающих в местах разрыва скоростей деформации материала заготовки прутка при его прохождении через очко матрицы. Малорастворимые примеси вовлекаются в эти зоны наибольшим уровнем растягивающих напряжений в соответствии с принципом Ле-Шателье–Брауна. То же свойственно и пруткам, полученным поперечно-винтовой прокаткой прутках примеси располагаются в тех же местах, а вот в полученных ротационной ковкой – образуют радиально расположенные относительно их поперечного сечения прослойки. При этом важно, что холодная перетяжка исходных прутков не изменяет расположения в них легкоплавких фаз, которые сохраняют свой кольцевой, либо радиальный характер.

При случайном выборе мест взятия пробы материала прутка по методике ГОСТ 24231 на проверку его химического состава, даже применение самых современных методов и дорогостоящего оборудования для проведения масс-спектрометрии высокого разрешения с тлеющим разрядом, либо атомно-эмиссионной спектрометрии с индукционно связанной плазмой, не позволяет обнаружить в нём примесь, неприемлемую для изготовления деталей рабочей зоны ЭВП. Поэтому сплошная проверка металлографических шлифов на отсутствие прослоек висмута при увеличении не менее $100\times$, является верным способом недопущения в производство непригодного материала.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Головкин Павел Александрович – кандидат технических наук, персональный идентификационный код автора (SPIN-код): 8643-2584 Место работы: АО «Плутон», г. Москва; e-mail: p.golovkin@pluton.msk.ru