

Пайка ПКА припоем на основе меди

Аспирант Юшкевич Д.В., студент гр. 304815 Поболь А.И.

Научный руководитель – Поболь И.Л.

Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси,
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Инструмент с режущими элементами из поликристаллического алмаза (ПКА) все шире применяют при лезвийной обработке высокотвердых и абразивных материалов, в том числе керамических и композиционных материалов, цветных сплавов. Скорость резания при точении алюминиевых сплавов достигает 1000 м/мин, при обработке керамик – 20...60 м/мин. Сплавы Al-Si обладают высокой абразивной способностью и при их резании происходит интенсивный износ инструмента. При таких режимах инструмент подвержен высоким механическим и тепловым нагрузкам, температура материалов в зоне резания достигает 400°C.

Наиболее надежным способом соединения элемента ПКА с корпусом реза является пайка. Мы используем для вакуумной пайки припой на основе медь-олово и медь-серебро. Припой изготовлен из порошков металлов и относится к группе контактно-реактивных. Для пайки СТМ в припой необходимо добавить компонент с высокой активностью – титан. Содержание титана варьировалось в пределах 5-10% (массовые доли). Введение титана позволило снизить температуру плавления припоя и угол смачиваемости составил 18 град.

Режущие элементы требуемого размера вырезаются из пластин марки АТП производства ИСМ НАН Украины диаметром 12,5 мм и из пластин «Comphx» (GE Superabrasives) и «Syndite» (E6) диаметром 58 мм. Эти пластины двухслойные (на основу из твердого сплава нанесен слой поликристаллического алмаза). Корпус режущей вставки изготовлен из стали марки 45. Плоскости элементов ПКА и подложек шлифовали алмазным диском до шероховатости $Rz = 0,12$ мкм. В корпусе вырезан паз под режущий элемент необходимой формы.

Пайка резцов проводилась на электронно-лучевой установке ЭЛА-15 с мощностью луча до 15 кВт. Преимуществом электронно-лучевого нагрева является локальность и точное регулирование подводимой мощности. При пайке резцовых вставок подводимая тепловая мощность составляет 500 Вт. Так как припой содержит в своем составе титан, способный образовывать интерметаллические соединения с железом, то пайка с высокими скоростями нагрева и малым временем выдержки припоя в жидком состоянии позволяет минимизировать толщину слоя образующихся химических соединений и, соответственно, хрупкость паяного соединения. Пайка резцовых вставок проводилась в специальном приспособлении, создающем постоянное давление на режущий элемент независимо от ширины зазора.

Металлографический анализ припоев и паяных соединений проводился на шлифах, плоскость реза, выполнявшегося электроэрозсионным методом, проходила перпендикулярно зоне соединения. Структуру материалов изучали на оптических и растровом электронном микроскопе LEO 1455VP. Микрорентгеноспектральный анализ (МРСА) образцов проводился на рентгеновском микроанализаторе «Cambridge Instruments» с энергодисперсионным детектором «Röntec». Полученная микроструктура припоя представлена на рисунке 1.

В процессе охлаждения припоя из жидкого металла выпали крупные зерна с повышенным содержанием титана (45 %). При последующем охлаждении вокруг зерен образуется твердый раствор олова в меди. Исследования показали, что припои на основе Cu-Sn-Ti и Cu-Ag-Ti обладают хорошей смачиваемостью и пригодны для пайки ПКА. При пайке интенсивно проходит процесс диффузии титана в стальную основу с образованием новых структурных компонентов.

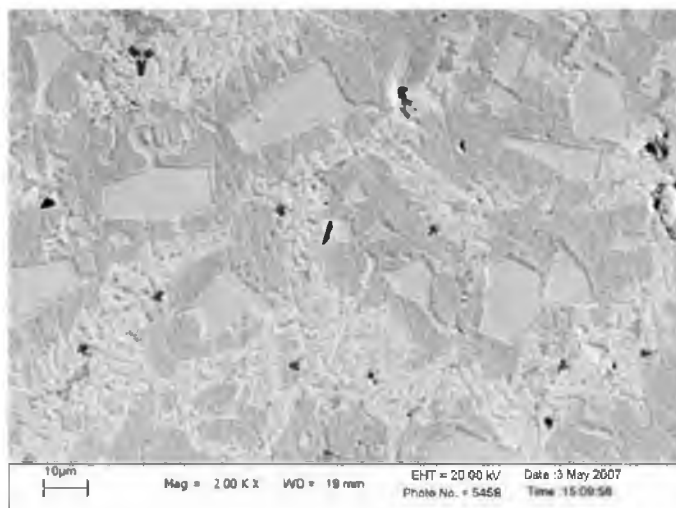


Рисунок 1 – Количественный анализ элементов припоя.

Для Минского моторного завода изготовлены партии инструментов (расточных и канавочных резцов) с элементами из ПКА. На участке поршня при окончательной обработке пальцевого отверстия в поршне 260-1004021-В (материал – АК12М2МгН (АЛ25)) проведены испытания резцов 2146-5128 с режущей частью из ПКА «Компакс». Обработка проводилась по режимам заменяемых резцов 2146-5119 с напайными пластинами из ВК6 при $S=260$ мм/мин; $n=2600$ об/мин; $V=310$ м/мин. По результатам испытания размерная стойкость резцов 2146-5128 до переточки в среднем составила 58000 деталей, что в 20 раз выше, чем стойкость резцов с пластинами из ВК6. Средняя шероховатость обработанной поверхности пальцевого отверстия – $Ra0,44$ мкм (по чертежу - $Ra0,63$ мкм).

Стойкость инструмента, оснащенного СТМ, на 1-2 порядка выше, а возможная скорость резания в 1,5-2,5 раза больше по сравнению с твердосплавным инструментом. Изделия после лезвийной обработки точением или фрезерованием имеют шероховатость поверхности 0,44 - 0,63 мкм и менее, сравнимую с шероховатостью после шлифовки.