

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПЛАКИРОВАНИИ
ЗАКРЫТОЙ ПРОШИВКОЙ**

Ю.Л. Бобарикин, В.Ф. Буренков, Н.И. Базилеева

Гомельский политехнический институт им. И.О.Сухого, Беларусь

Способ плакирования при закрытой прошивке заключается в том, что плакирующий материал размещается в очаге деформации (под торцем пуансона) и при внедрении деформируемого инструмента в основной материал заготовки происходит формирование покрытия на поверхности прошиваемой полости. Данный способ позволяет получить беспористые тонкостенные покрытия из пластичных материалов и их композиций исключая процесс спекания.

Целью исследований является определение механизма образования соединения при плакировании прошивкой для анализа режимов получения качественного работоспособного соединения покрытия с основой.

Для образования соединения разноименных металлов в твердой фазе необходимо обеспечение физического контакта поверхностей, очищенных от адсорбированных ими веществ и окисных пленок с последующей активацией [1]. При механической активации, кинетика роста прочности соединения находится в соответствии с кинетикой развития пластической деформации на контактной поверхности.

Процесс прошивки в закрытой матрице весьма энергоемкий; как показывает теоретический анализ жесткопластической схемы деформации [2], величина удельных усилий в очаге деформации составляет порядка 7,5–8,5 пределов текучести основного материала. Однако, как свидетельствует экспериментальное изучение контактной поверхности разноименных металлов, достижение такого давления не всегда бывает достаточным для обеспечения процесса схватывания и прочного соединения двух металлов. Необходимо реализовать такую схему передачи внешнего усилия на свариваемые поверхности, при которой отношение сдвиговой компоненты напряжений к нормальной было бы максимальным и касательные напряжения были направлены под возможно меньшим углом к поверхности раздела или ей параллельно [3]. При этом происходит интенсификация пластического течения в приповерхностных слоях материала, улучшаются условия выноса за пределы контакта окисных пленок и загрязнений. Увеличение сдвиговых деформаций повышает плотность дислокаций, что способствует активации схватывания деформированных контактных поверхностей.

Экспериментальное исследование процесса плакирования при прошивке показало, что интенсивная сдвиговая деформация протекает ниже так называемой зоны затрудненной деформации (жесткой или мертвой зоны) и вблизи кромок пуансона. На границе соединяемых металлов в зоне затрудненной деформации отсутствуют сдвиговые деформации (материал находится в состоянии объемного сжатия). Основными факторами, определяющими размеры этой зоны являются условия контактного трения, степень деформации заготовки и технологические факторы [4]. На дне полости отсутствует сцепление покрытия с основой, так как на границе имеется прослойка, состоящая из оксидов, неметаллических включений и смазки.

На боковой поверхности имеет место прочное сцепление покрытия с основой,

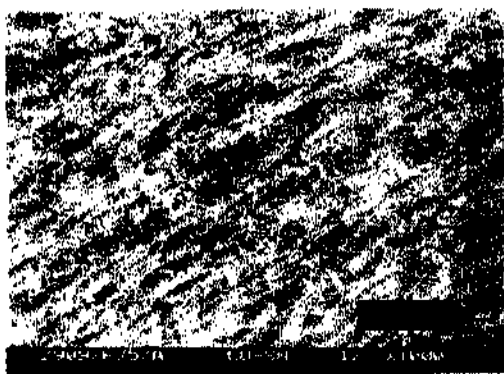


Рис. 1. Микроструктура деформированного металла на боковой стенке полости

т.к. в процессе образования полости на боковой поверхности наиболее полно реализуется сдвиговый механизм деформации. На рис. 1 видна ярко выраженная микроструктура деформированного металла (деформация и ориентированность зерен в направлении течения металла). Интенсивная сдвиговая деформация и образование ковильной поверхности при отсутствии контакта с внешней средой способствует схватыванию разнородных металлов и образованию соединения в твердой фазе.

Для изучения возможности соединения различных пар металлов и оценки качества такого соединения исследовались пары: Cu-Sn и Al-Sn. Строение области соединения основного металла, которая примыкает к полученному покрытию, исследовалось на электронном сканирующем микроскопе Nonolab-7 фирмы «Link Sistems». Локальность микрорентгеноспектрального анализа с применением рентгеновского спектрометра по дисперсиям энергий составила 0.1–0.2 мкм. Для сравнения концентрационных изменений с топо-

графичными деталями кривые γ -модуляции фиксировались наложением на сканограммы поверхности.

Анализ сканограммы соединения пары Cu-Sn (рис. 2а) показывает, что диффузия олова в медь происходит на глубину 3 мкм, а диффузия меди в олово фактически отсутствует.

На сканограмме соединения Al-Sn (рис. 2б) видно, что диффузия Al и Sn друг в друга практически отсутствует, т.к. ее глубина находится в пределах ошибки прибора (порядка 1 мкм). Эксплуатационные испытания покрытия Sn на Al показали его рабо-

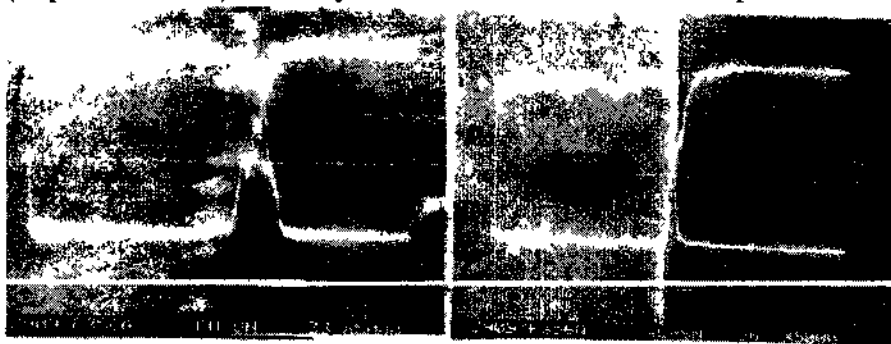


Рис. 2. Область соединения покрытия с основой: а - олово-медь; б - олово-алюминий.

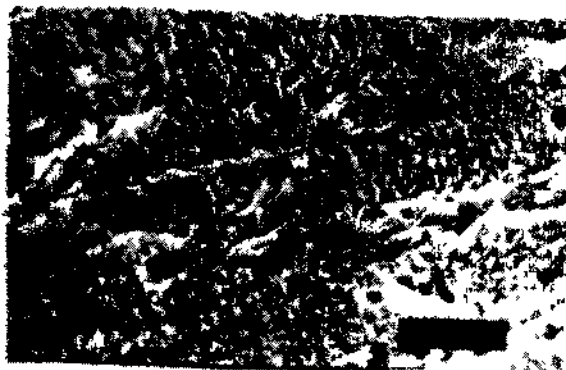


Рис. 3. Микроструктура области соединения алюминия с оловом (x 10000).

Исследование покрытий при закрытой прошивке показало, что для качественного соединения различных металлов в твердой фазе необходима реализация значительных сдвиговых деформаций, что обеспечивает образование в зоне соединения ювенильных плотно контактирующих соединяемых поверхностей, диффузионный перенос металла покрытия в глубь основы и механические условия схватывания за счет поворотов фрагментов структуры, электронное взаимодействие между соединяемыми металлами.

Литература

1. Буше Н.А., Копытько В.В. Совместимость трущихся поверхностей. - М.: Наука, 1981 - 128 с.
2. Буренков В.Ф., Сычев Е.Г. Силовые параметры процесса плакирования при прошивке // Металлургия: Минск, Высшая школа. 1988. Вып. 22, с. 123-126.
3. Красулин Ю.Л., Шоршоров М.Х. О механизме образования соединения разноименных материалов в твердом состоянии // Физика и химия обработки материалов. 1967. - № 1, с. 89-97.
4. Буренков В.Ф., Сычев Е.Г. Экспериментальное изучение характера течения металла при прошивке с плакированием // Кузнечно-штамповочное производство. 1993. № 1, с. 3-4.

тоспособность. Следовательно, образование соединения указанных металлов при отсутствии заметной диффузии осуществляется за счет дислокационного и ротационного механизмов схватывания. Анализ макроструктуры (рис. 3)

выявляет хорошо заметные области экстрезии и энтузии на границе фрагментов, что свидетельствует об их повороте, а, следовательно, реализации ротационного механизма схватывания.

Получение качественного соединения разнородных металлов зависит также от их электронного строения и потенциала ионизации, т.е. наиболее качественное соединения образуется, если заполняется более устойчивая электронная оболочка со сферической симметрией, что наблюдается в паре Cu-Sn.