

## МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАЯННОГО СОЕДИНЕНИЯ СИСТЕМЫ «ПЕНОМЕТАЛЛ-МОНОЛИТНЫЙ МЕТАЛЛ»

Растовцев П. А.

Научный руководитель - канд. техн. наук, Казаков В. С.

*Сибирский федеральный университет*

Пенометаллы – это новые материалы с уникальными комбинациями физических и механических свойств, такими как высокая прочность в сочетании с малым удельным весом, высокая энергетическая поглотительная способность.

Пенометаллы, находят свое применение в промышленности, но их широкое внедрение в настоящее время ограничено отсутствием отработанных технологий позволяющих, получать надежные соединения элементов конструкций из пористых металлов.

Перспективными методами получения соединений пенометалла с монолитным материалом (позволяющим сохранить исходную структуру пенометалла) является диффузионная сварка и диффузионная пайка.

В результате проведенных экспериментальных исследований получены образцы композиционных материалов системы пенометалл-монолитный металл методом низкотемпературной диффузионной пайки композиционным припоем. Преимущество данного метода (по сравнению с диффузионной сваркой) заключается в том, что процесс происходит при меньших значениях температуры и давлении, а также не требуется высококачественная обработка торцов соединяемых материалов, возможно получение соединения в окислительной атмосфере.

В процессе работы были проведены металлографические и рентгеноструктурные исследования экспериментальных образцов системы «пенометалл–монолитный металл».

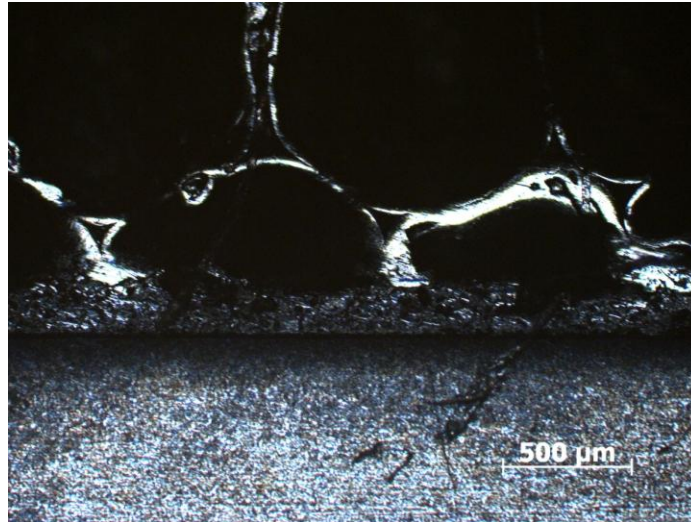
Исследования микроструктуры проводили путем визуального наблюдения и фотографирования микроструктуры непрозрачных объектов в отраженном свете на металлографическом микроскопе Carl Zeiss Axio Observer Z1 m. Фотосъемку проводили при помощи специального устройства цифровой визуализации изображений AxioCam MRc5.

Шлифы изготавливались по поперечному сечению образцов. В процессе изготовления темплетов, их шлифования и полирования не допускался нагрев выше температуры 50 °С, так как это могло привести к искажению фазового состава исследуемых слоев. Для выявления микроструктуры основного металла и образовавшихся фаз использовали различные травители.

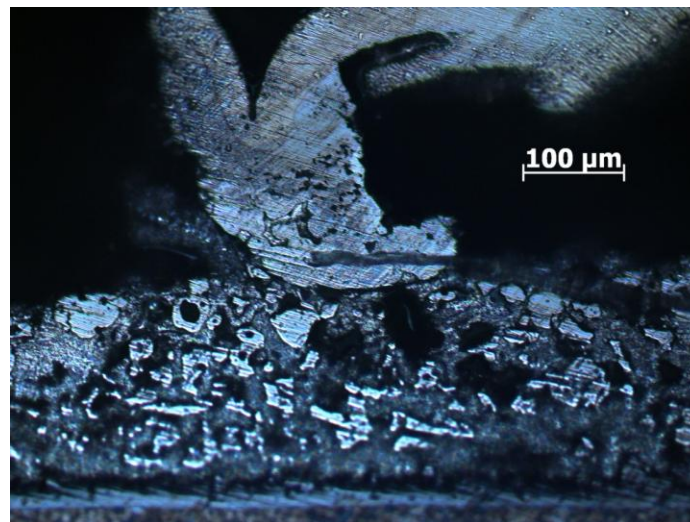
В результате металлографического анализа получены снимки характерных микроструктур паяных соединений. На рисунке 1 представлены микроструктуры паяного соединения пеноникель (40-ppi) – Ст3. Пайка образцов выполнялась композиционным припоем состава: жидкая фаза: 50% по массе; твердая фаза (наполнитель): Л68 – 50 % по массе. Диффузионная пайка образцов выполнялась при температуре 200 °С, с последующей термообработкой спая при температуре 500 °С. В процессе предварительного лужения пластины пеноникеля в поры наносилась паста-припой на глубину около 200 мкм.

На снимках (рис. 1) в нижней части показан основной металл (Ст3) с образовавшимся на нем слоем промежуточной фазы. Промежуточная фаза на основе железа переходит в паяный шов, представляющий собой дисперсную смесь промежуточных фаз на основе никеля.

Анализ микроструктуры показал, что паяный шов состоит из нескольких слоев. На основном металле (Ст3) образуется монолитный диффузионный слой, имеющий четкую границу раздела, толщина данного слоя уменьшается с увеличением температуры изотермической выдержки. На рисунке 1 толщина данной фазы составляет около 25–35 мкм. Промежуточная фаза на основе железа переходит в паяный шов, представляющий собой дисперсную смесь промежуточных фаз на основе меди и никеля. Среднее значение толщины паяного шва составляет 250–350 мкм.



*a*



*b*

Рисунок 1 – Микроструктуры диффузионного соединения «пеноникель–Ст3»  
( $a \times 34$ ,  $b \times 140$ )

Эксперименты по использованию низкотемпературной диффузионной пайки для соединения пенометалла со сталью показали, что предложенная технология позволяет получать композиционные материалы (сохраняющие исходную структуру пенометалла в месте соединения) на основе монолитных и пенометаллических элементов.