

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА**

**Брюханов С.С., Зеер Г.М., Носков Ф.М., Баяндина О.В.,**

**Руководители: канд. техн. наук Новосельцев Ю.Г.,**

**д-р физ.-мат. наук Квеглис Л.И.**

*Сибирский федеральный университет*

Энергия взрыва давно привлекала внимание исследователей и инженеров-сварщиков своими колоссальными возможностями. Если в специальном гидропрессе давление может достигать максимально нескольких тысяч атмосфер, в центре земного шара  $3 \cdot 10^6$  атм., то при взрыве атомной бомбы, в центре давление в 70 млн. раз больше. Возможность получения энергии такой мощности позволяет соединять не свариваемые обычными способами сварки металлы и керамику, получать многослойные композитные материалы, производить упрочнение изделий и т.д.

Так, при производстве электротермического оборудования с применением сварки взрывом стали получать биметаллические водоохлаждаемые своды руднотермических печей, стойкость которых возрасла в несколько раз. Биметаллические панели для изложниц электрошлаковых печей позволили получать стальные слитки весом до 150 т и т.д. упрочнительный эффект взрыва позволил создать специальный цех по упрочнению взрывом стрелок для железной дороги. Ценной особенностью сварки взрывом является возможность регулирования структуры металла и его механических свойств. Таким образом, решение специальных задач позволяет применять разом до тонны и более взрывчатых веществ на площади в 15-20 м<sup>2</sup>.

Использование сварки взрывом позволяет получать коаксиальные токоподводы компактными, что дает возможность подключать их к агрегатам повышенной мощности, а композитная броня танков повысила защитные свойства корпуса машины при уменьшении веса.

При изготовлении контактных щек из меди весом до 1 т руднотермических печей водоохлаждаемые трубки впаивались с нагревом щеки газовыми горелками до 800 °С, шнуровой заряд позволил выполнить эту задачу моментально (рис. 1).

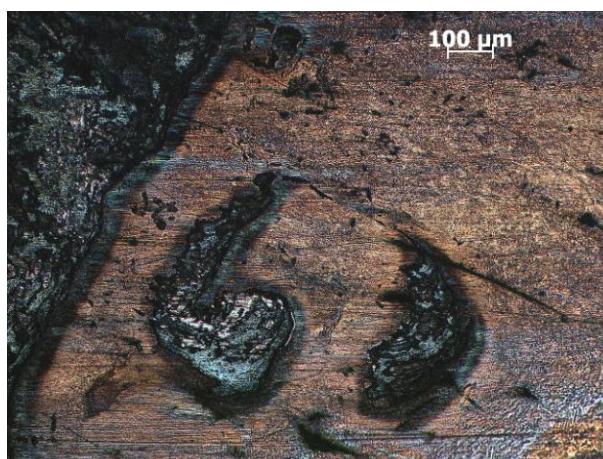


Рис. 1. Общий вид исследованного образца.

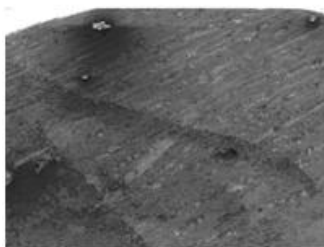
Целью данной работы было исследование процессов структурообразования в сварном шве «медь-сталь», полученном сваркой взрывом в кумулятивном снаряде. Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Проводились исследования структуры поверхности сварного шва методами металлографии;
2. Исследовалась микроструктура сварного шва в сканирующем электронном микроскопе с использованием рентгеновского микроанализа.

По проведенной работе были получены следующие результаты, которые можно наблюдать на рисунке 1.



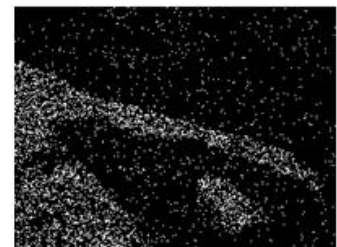
Рисунок 2 – Микроструктура, полученная в оптическом микроскопе от участка сварного шва.



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Изображение сварного шва полученное в сканирующем электронном микроскопе и рентгеновском микроанализаторе:

- а – микроструктура участка сварного шва;
- б – изображение того же участка методом картирования в лучах  $Fe$ ;
- в – изображение участка в лучах  $Si$ .

Анализируя изображение, показанное на рис. 2 и 3 можно сделать вывод, что в сварном шве произошло туннелирование кусочков стали в медь. На рис.3 б,в видно, участок показывающей трек железа, а так же крупное включение железа в медном слое. Рис. 2 и 3 полностью дополняют друг друга.

Макроскопическая миграция более твердой стали в мягкую медь произошло при формировании на границе сталь-медь турбулентного движения свариваемых

компонентов. На рис. 4 приведена оптическая фотография иллюстрирующая детали такого турбулентного движения.

Следует отметить, что при давлении порядка 50 ГПа, которое развивается в кумулятивном снаряде, как и железо, так и медь становятся жидкоподобными. Тем не менее, на рис 2 и 3 видно, что при снятии давления в образцах не происходит взаимного растворения меди и железа.

Вывод: при изучении структуры шва обнаружена макроскопическая миграция кусочков стали в медь.