

УДК 621.791.13

ПОЛУЧЕНИЕ СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ ТОЛСТОЛИСТОВОГО КОМПОЗИТА МАНЕЛЬ + СТАЛЬ

М. О. Беляков, младший научный сотрудник; А. Н. Лата, студент гр. МС-428, IV курс; Ф. А. Тунгулуков, студент гр. МС-428, IV курс
Научные руководители: С. В. Кузьмин, д. т. н., профессор; В. И. Лысак, д. т. н., профессор, чл. - корр. РАН
Волгоградский государственный технический университет
г. Волгоград

С развитием промышленности, нефтехимического и энергетического машиностроения все большее применение находят биметаллические композиционные материалы с большой толщиной коррозионностойкого лакирующего слоя для работы в аппаратах с агрессивной средой, где скорость коррозии может составлять до нескольких миллиметров в год.

Сварка взрывом является сравнительно недорогим способом изготовления биметаллов, но при толщине лакировки свыше 15 мм получение качественного соединения затруднительно. Рассматривая причины, исследователи расходятся во мнениях: указывают на узкий, сложнореализуемый диапазон параметров режимов [1]; связывают с ростом кинетической энергии отрыва метаемой пластины от неподвижной [2]; объясняют возникновением волн разгрузки, приводящих к появлению за точкой контакта растягивающих напряжений [3 - 5] и другими обстоятельствами.

Так при производстве крышек реактора для завода «Моршанскхиммаш» потребовалось изготовить две биметаллические заготовки, лакирующим слоем которых был сплав монели марки НМЖМц 28-2,5-1,5, поскольку он обладает отличной коррозионной стойкостью (на воздухе, в воде, во многих кислотах и крепких щелочах), высоким пределом прочности и хорошей пластичностью в холодном и горячем состояниях, жаростойкостью до 500 °С. За основу была взята конструкционная низколегированная сталь для сварных конструкций 09Г2С.

При отработке технологии получения биметалла использовалось несколько схем сварки взрывом. Первая предполагала получение соединения монели со сталью напрямую на режимах, обеспечивающих значения энергии, затрачиваемой на пластическую деформацию порядка 1,8 МДж/м², достаточной для установления прочной металлической связи ($V_k=2450$ м/с, $V_c=186$ м/с). Однако получить качественное соединение не удалось, на разрушенном образце вдоль границы соединения наблюдалось большое количество несплошностей и непроваров (рис. 1, а), прочность на отрыв слоев достигла только 200 МПа.

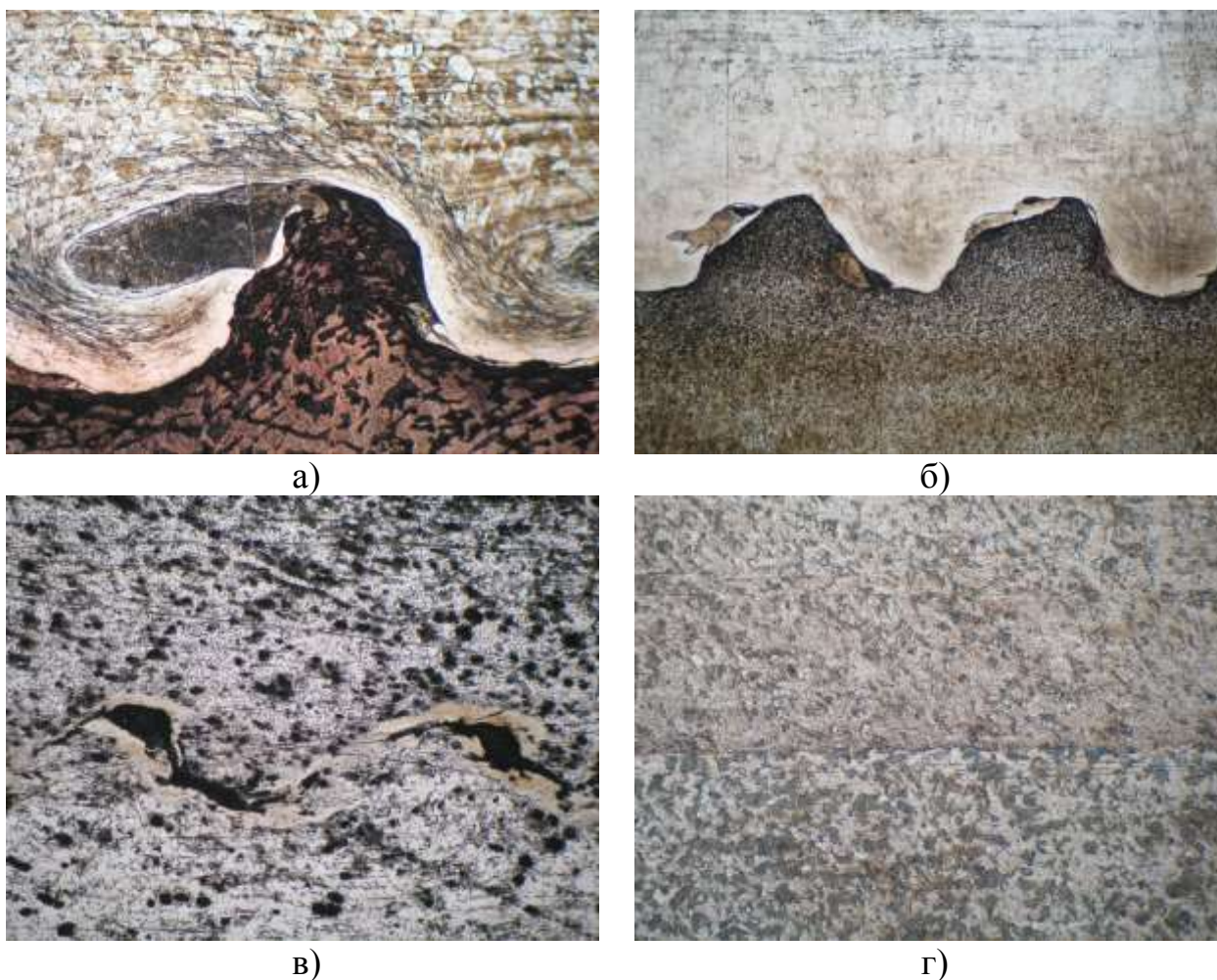


Рис. 1. Зоны соединения сваренных взрывом образцов: а) $V_k=2450$ м/с, $V_c=186$ м/с; б) I граница – $V_k=1850$ м/с, $V_c=411$ м/с; в) II граница – $V_k=2450$ м/с, $V_c=186$ м/с; г) $V_k=2045$ м/с, $V_c=186$ м/с

Вторая схема подразумевала осуществить сварку однородных материалов и проходила в два этапа: сначала стальной прослойкой толщиной 1,5 мм плакировали монель (рис. 2, б) при следующих значениях скоростей контакта и соударения $V_k=1850$ м/с, $V_c=411$ м/с, а затем полученный композит наносили на стальную основу (рис. 2, в) на таких же режимах, как в первой схеме. В результате удалось добиться высокой прочности соединения между стальной прослойкой и монелью на уровне 369 МПа, однако соединение между сталями имело низкую сплошность, на уровне 50%, что в дальнейшем могло привести к разрушению соединения.

В третьей схеме было увеличено время действия импульса давления продуктов детонации на зону соединения. Это достигалось на «низкоинтенсивных» режимах за счет использования смеси аммонита с кварцевым песком в соотношении 50/50 при скорости точки контакта $V_k=2045$ м/с и соударения $V_c=186$ м/с. Для отработки режимов по данной схеме использовались уже стальные пластины. После проведения механических испытаний было установлено, что прочность на отрыв слоев составляет 410 МПа, зона соединения

не имеет характерного для сварки взрывом волнообразного вида, дефекты отсутствуют (рис. 2, г).

Одним из обязательных условий образования прочного соединения является реализация достаточного времени действия сжимающих напряжений (время взаимодействия) [5, 6], которое обратно пропорционально скорости точки контакта. Возможно, что при сварке толстолистовых материалов требуется увеличение времени действия давления продуктов детонации, чтобы к моменту прихода волны разгрузки величина давления осталось достаточной для предотвращения разрушения уже сформированного соединения. Вероятно, что снизив скорость детонации взрывчатого вещества с 2500 м/с до 2000 м/с для приваривания стальной пластины толщиной 20 мм, удалось реализовать данные условия. По указанной технологии были сварены две крупногабаритные биметаллические заготовки из монели и стали диаметрами 975 и 1120 мм.

Список литературы:

1. Особенности сварки взрывом толстолистовых сталеалюминиевых композитов / В. В. Литвинов, В. И. Кузьмин, В. И. Лысак, О. В. Строков, А. С. Кузьмин // Известия ВолгГТУ. – Волгоград: ВолгГТУ. – 2010. – С. 44-49.
2. Критические условия образования и разрушения соединений при сварке взрывом / В. И. Кузьмин, В. И. Лысак, А. Н. Кривенцов, М. А. Яковлев // Сварочное производство. – 2003. – №10. – С. 14-19.
3. Дерibas, А. А. Физика упрочнения и сварки взрывом/ А. А. Дерibas. – Новосибирск: Наука, 1980. – 220 с.
4. Кудинов, В. М. Сварка взрывом в металлургии / В. М. Кудинов, А. Я. Коротеев. – М.: Металлургия, 1976. – 155 с.
5. Захаренко, И. Д. Сварка металлов взрывом / И. Д. Захаренко. – Минск: Наука и техника, 1990. – 205 с.
6. Ефремов В. В., Захаренко И. Д. К определению верхней границы области сварки взрывом // Физика горения и взрыва. – 1976. – Т. 12. – №2. – С. 255-260.