

В.И. Резниченко, С.Н. Пахомов, С.Е. Мостипан

*Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
им. М.К. Янгеля», Днепропетровск, Украина*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СВАРКИ ВЗРЫВОМ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ЮЖНОЕ» ИМ. М.К. ЯНГЕЛЯ»

Рассмотрены преимущества использования сварки взрывом при создании многослойных металлических материалов, изготовление которых другими методами невозможно. Показаны результаты использования многослойных композиционных металлических материалов, изготовленных сваркой взрывом в разработках ГП «КБ „Южное” им. М.К. Янгеля».

сварка взрывом, экспериментально – промышленная база сварки взрывом, биметаллические заготовки, подшипники скольжения, микролегирование

Государственное конструкторское бюро “Южное” имени М.К. Янгеля (Днепропетровск, Украина) на протяжении многих лет разрабатывает и осваивает ракетно-космические комплексы, в основе производства которых заложены передовые технологии. Значительные перспективы, как в ракетостроении, так и в других областях техники открывает использование принципиально новых композиционных материалов, обладающих целым рядом специальных или даже уникальных свойств [1, 2].

Одним из наиболее перспективных процессов соединения металлов в твердой фазе является сварка взрывом, позволяющая создавать композиционные металлические материалы. Разработанные технологии обеспечивают получение соединений любых разнородных металлов и сплавов, которые традиционными способами получить затруднительно или даже невозможно [2, 3].

При проектировании на предприятии нового ракетного комплекса были предложены технические решения, реализация которых стала возможной только при использовании многослойных композиционных материалов, полученных сваркой взрывом. Крупногабаритный биметаллический пере-

ходник сочетанием слоев 12X18H10T-АМг6 позволил значительно снизить вес конструкции при обеспечении герметичности и надежности соединения двигателя с топливным баком. Введение в конструкцию триметаллического магистрального трубопровода сочетанием слоев АМг6-АД1-АМг6 повысило надежность разделения окислителя и топлива, увеличило полезный объем топливного бака. Работоспособность деталей, полученных сваркой взрывом, подтверждена длительной эксплуатацией, а также успешными пусками ракетного комплекса “Днепр”.

Организация производства магистрального триметаллического трубопровода, а также крупногабаритного биметаллического переходника обусловили необходимость создания специализированного комплекса по сварке взрывом. Эти работы проводились конструкторским бюро “Южное” совместно с институтами АН Украины (Институт электросварки имени Е.О. Патона, Институт металлофизики и др.).

В настоящее время ГП «КБ “Южное” им. М.К. Янгеля» – один из ведущих на Украине изготовитель многослойных металлических композиций. Уникальный экспериментально-промышленный комплекс предприятия включает в себя корпус подготовки заготовок, корпус снаряжения для выполнения взрывоопасных операций, а также взрывные камеры (рис. 1), предназначенные для проведения в них непосредственно операций по обработке металлов энергией взрыва. Максимальный подрываемый вес заряда взрывчатого материала в камере 50 кг. Преимущества комплекса заключаются в том, что все технологические операции (от изготовления специальной взрывчатой смеси до контроля качества готовой продукции) объединены в едином технологическом цикле на одной автоматической и взрывных камерах. Гамма металлов, соединяемых энергией взрыва, достаточно велика и постоянно расширяется. Детали различного назначения плоской и цилиндрической формы – пластины, трубы, кольца (рис. 2, 3), получаемые из многослойных металлических композиций, допускают последующую механическую обработку, штамповку (рис. 4), пресование, и то, что позволяет получать изделия сложной геометрии [2, 4]. При этом толщина металла плакирующего слоя может изменяться от 1 до 50 мм, а основного – от 2 до 100 мм. Технология позволяет сваривать кольцевые детали диаметром от 20 до 1800 мм и трубные диаметром до 650 мм.



Рис. 1. Взрывные камеры экспериментально-промышленного комплекса сварки взрывом

Сваркой взрывом изготавливаются биметаллические и многослойные композиции следующих сочетаний: алюминий-сталь, алюминий-медь, титан-сталь, медь-сталь, латунь-сталь, ниобий-сталь, алюминий-алюминиевый сплав, алюминиевый сплав-алюминий-сталь, титановый сплав-медь-ниобиевый сплав и многое другое.

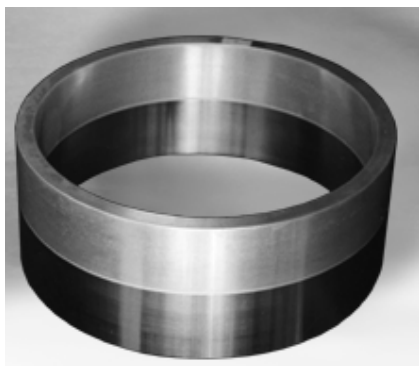


Рис. 2. Трубчатый переходник с сочетанием слоев сталь-алюминий

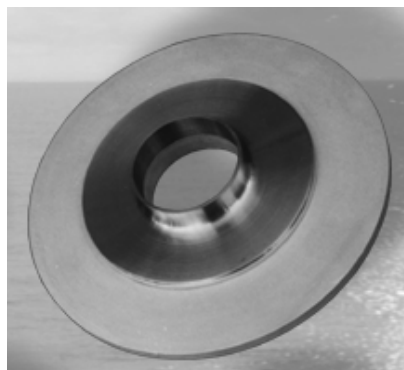


Рис. 3. Биметаллический (плоский) переходник с сочетанием слоев сталь-алюминий

Технические возможности и эффективность применения сварки взрывом реализуются на предприятии в новых разработках как изделий ракетно-космической техники, так и промышленной продукции общего назначения.

В ГП «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля» освоено производство биметаллических заготовок для подшипников скольжения (рис. 4).



Рис. 4. Биметаллический подшипник скольжения

Подшипники скольжения используются в дизелях тепловозов для уменьшения трения системы вал-шатун. Применение биметаллических подшипников скольжения позволяет заменить традиционно используемые подшипники, получаемые литьем дорогостоящих баббит-бронзовых сплавов, а также обеспечивает увеличение гарантийного срока эксплуатации дизеля.

Технология заключается в сварке взрывом биметаллических коренных и шатунных вкладышей (б/м заготовок для подшипников скольжения) путем нанесения алюминиево-оловянного сплава на углеродистую сталь с последующей штамповкой и механической обработкой. При этом, прочность сцепления соединяемых слоев не менее 6 кгс/мм^2 .

Антифрикционный сплав А020 более дешевый, чем применяемые в настоящее время бронза и баббит.

Современный уровень развития энергоемких отраслей производства, таких как цветная, черная металлургии, энергетика и др. предъявляет повышенные требования к показателю затрачиваемой электроэнергии на выпуск единицы продукции. Одним из возможных путей снижения удельного расхода электроэнергии является уменьшение электрических потерь в токоведущих узлах силовых электротехнических устройств (электролизеров, сталеплавильных печей, коммутационных распределителей и др.).

Как правило, внутренние части и выводы электротехнических устройств изготавливаются из электротехнической меди, а силовые магистральные токоведущие элементы (кабели, шины, провода) выполняются алюминиевыми, что обусловлено хорошей электропроводностью, относительно невысокой стоимостью по сравнению с медью и малым удельным весом.

Для соединения разнородных участков силовых цепей широко применяются переходные элементы, изготовленные различными технологическими способами. Из всей гаммы известных способов сварка взрывом, благодаря быстротечности процесса ($t_{\text{св}} \sim 10^{-6}$ с), позволяет получать высококачественные медно-алюминиевые переходные элементы различных типоразмеров и конфигураций. Применение сваренных взрывом медно-алюминиевых композитов (рис. 5) в качестве контакт - элементов сильно-точного оборудования позволяет, во-первых, снизить потери электроэнергии при соединении разнородных участков токоподводящих узлов и, во-вторых, уменьшить материальные затраты за счет экономии дефицитных материалов при монтаже (замене) новой конструкции (узла, секции).

Повышение эксплуатационной стойкости деталей машин и механизмов, инструментов неразрывно связано с увели-

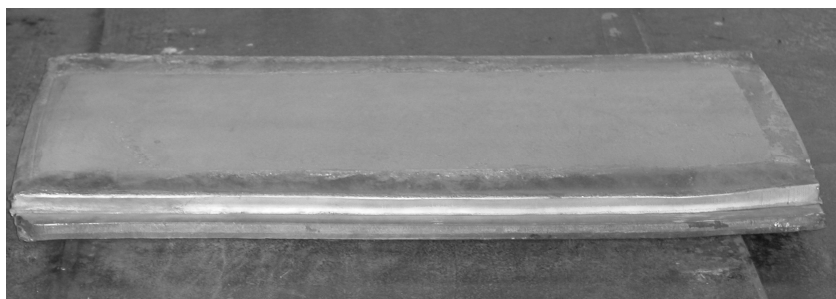


Рис. 5. Медно-алюминиевый композит

чением физико-механических характеристик металла (износостойкость, ударная вязкость, предел прочности при изгибе), так как многие детали работают в условиях абразивного износа, резких температурных перепадов и ударных нагрузок. Комплексное решение вопросов увеличения долговечности изделий является актуальной и важной проблемой для машиностроительной, горной и строительной отраслей народного хозяйства. Повышение износостойкости деталей рабочих органов и инструмента в основном достигается за счет нанесения износостойких защитных покрытий, а также при армировании высокотвердыми вставками.

Существенным недостатком традиционных методов упрочнения является то, что повышение износостойкости изделий, как правило, сопровождается снижением прочности при изгибе и ударной вязкости. Кроме того, при упрочнении используют дефицитные и дорогостоящие элементы (вольфрам, молибден, кобальт и др.).

В настоящее время повышенный интерес представляют нетрадиционные технологии упрочнения металла. Одним из перспективных способов является взрывное микролегирование заготовок инструмента потоком порошковых частиц. Процесс основан на явлении “сверхглубокого проникания”, заключающемся в том, что при определенных условиях соударения потока микрочастиц порошка с металлической заготовкой наблюдается проникание частиц на глубину 10-20 мм. При сочетании обработки потоком порошка и термообработки в структуре быстрорежущей стали, формируются карбидные волокна, направление которых совпадает с направлением введения частиц порошка. Такой материал, являющийся по своей сути композиционным, обладает повышенными механическими характеристиками и может быть использован для изготовления режущих вставок, предназначенных для армирования резцов горных машин (рис. 6).

Образцы композиционных металлических материалов, изготовленные



Рис. 6. Горнопроходческий комбайн; резец

методом сварки взрывом, неоднократно выставлялись на различных международных выставках.

Разработанные в ГП «КБ “Южное” им. М.К. Янгеля» и представленные на 51-й международной выставке изобретений, исследований и промышленных инноваций Eureka-2002, проходившей в Брюсселе, прогрессивные

технологии получения биметаллических и износостойких металлических композитов с использованием сварки энергией взрыва получили европейское признание и награждены “Золотой медалью с отличием”.

Заключение

Разработанный способ соединения разнородных металлов и сплавов сваркой взрывом позволяет решать технологические задачи с достижением значительного технико-экономического эффекта, и открывает новые области её промышленного применения. Сварка взрывом концентрирует в себе оптимальные возможности и значительные преимущества – соединяет разнородные металлы и сплавы, получение которых другими видами сварки затруднительно или даже невозможно, обеспечивает высокую прочность связи составляющих, требуемые механические характеристики и стабильное качество соединений, как при дальнейшем технологическом переделе, так и в условиях эксплуатации

Государственное КБ “Южное” имеет достаточный опыт, теоретические и практические знания в области исследований и разработки многослойных металлических композиций, чтобы предложить заинтересованной стороне услуги по созданию качественно новых материалов с требуемыми характеристиками, а также изготовление деталей из них.

Литература

1. Дерибас А.А. Физика упрочнения и сварки взрывом. Изд.2. – Н-ск: Наука, 1980. – 221 с.
2. Кудинов В.М., Коротеев А.Я. Сварка взрывом в металлургии. – М.: Металлургия, 1978. – 165 с.
3. Пихтовников Р.В., Завьялова В.И. Штамповка листового металла взрывом. – М.: Машиностроение, 1964. – 175 с.
4. Плакирование стали взрывом / Под ред. А.С.Гельмана. – М.: Машиностроение. 1978. – 190 с.

Поступила в редакцию 10.06.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.К. Борисевич, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.