

УДК 621.791.75.042

Пресняков В. А., Волков Д. А.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ ПРИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ НАПЛАВКЕ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ С ОПЛАВЛЕНИЕМ ОБОЛОЧКИ

Электроконтактная наплавка порошковой проволокой (ЭКНПП) является одним из перспективных способов упрочнения поверхности деталей машин [1, 2]. По сравнению с широко применяющимися технологиями восстановления и упрочнения (дуговая наплавка, напыление, гальваническое осаждение) данный способ имеет ряд преимуществ, которые позволяют получать биметаллический слой металла, состоящий из пластичной прослойки и износостойкой фазы [3]. До настоящего времени предлагалось осуществлять соединение присадочного и основного металлов исключительно в твердой фазе, однако прочность сцепления оказывается сильно зависимой от состояния соединяемых поверхностей и состава окружающей среды [4].

Целью данной работы является повышение качества электроконтактной наплавки путем формирования соединения с оплавлением оболочки порошковой проволоки.

Для получения прочного соединения в режиме сплавления необходимо определить условия нагрева оболочки до температуры плавления.

При ЭКНПП предварительный нагрев присадочного материала осуществляется теплом, идущим от источника тепла по металлической оболочке. Причем величина предварительного подогрева зависит от положения присадочного материала перед входом в зону деформации и нагрева. Он может находиться либо в контакте с деталью (рис. 1, а), либо с электродом (рис. 1, б). В первом случае происходит дополнительный подогрев присадочного материала нагретой деталью, во втором – охлаждение наплавляющим электродом [5].

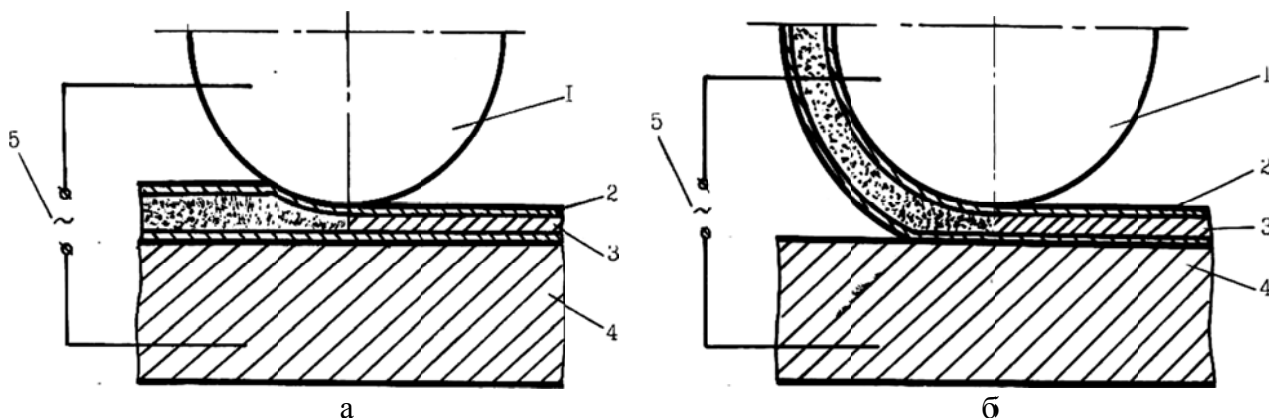


Рис. 1. Варианты расположения присадочного материала перед зоной деформации:

1 – ролик-электрод; 2 – металлическая оболочка; 3 – порошковый материал; 4 – деталь; 5 – источник питания

Исследования показали, что для достижения температуры плавления в зоне контакта необходимо вести процесс по первому варианту.

Экспериментальная реализация исследований осуществлялась путем определения температуры нагрева присадочного материала на модернизированной точечной машине МТ-1222-У4. Температура измерялась с помощью хромель-алюмелевых термопар, расположенных в центре порошкового материала и в зоне контактов между оболочкой и деталью (рис. 2). Регистрация сигнала осуществлялась шлейфовым осциллографом К12-22.

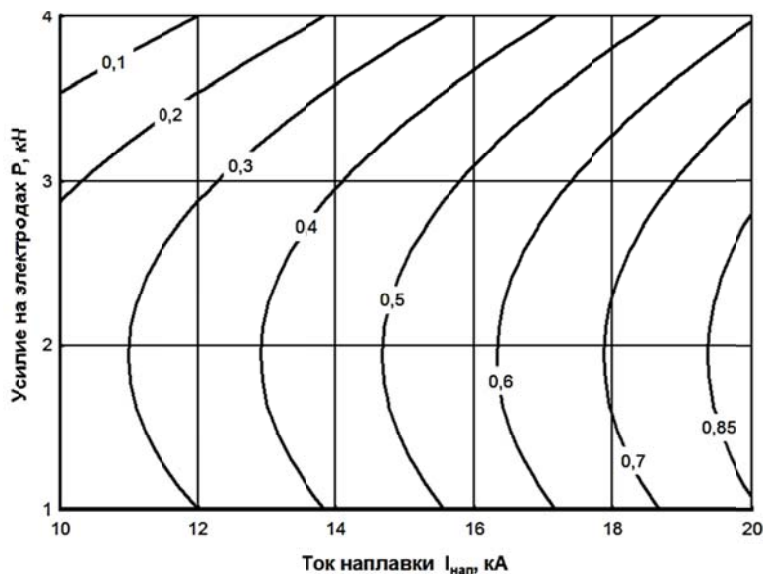


Рис. 2. Контурный график зависимости температуры нагрева порошковой проволоки от усилия на электродах и тока наплавки

Температура в зоне контакта между оболочкой и деталью достигала температуры плавления материала оболочки 1530–1550 °С. Как видно из рис. 2, сердечник порошковой проволоки нагревался до температуры 0,85 $T_{пл}$. Следовательно образование порошкового слоя биметалла происходит в режиме спекания, что позволяет получать максимальную прочность и износостойкость.

Для определения прочности сцепления и износостойкости наплавку производили на шовной машине МШП-100-1. Параметры режима наплавки были следующие: ток наплавки $I_H = 12,5$ кА; время импульса тока $t_H = 0,85$ с; давление на электродах P изменялось в пределах от 0,25 кН до 1,5 кН. Прочность сцепления определяли при испытании на срез специально изготовленных образцов на разрывной машине УММ-5 (ГОСТ 7855–98) по методике, изложенной в [6]. На рис. 3 и 4 показаны результаты проведенных экспериментов.

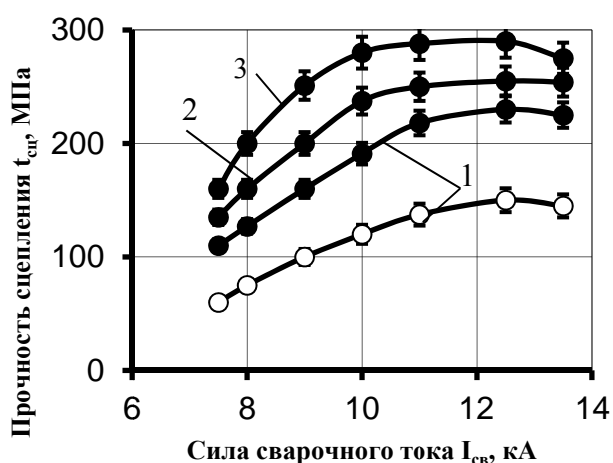


Рис. 3. Зависимость прочности сцепления покрытия с основным металлом от тока и усилия на электроде:

- 1 – $P = 3,2$ кН; 2 – 2,3 кН; 3 – 1,7 кН;
- – ЭКНПП с оплавлением оболочки;
- – без оплавления оболочки

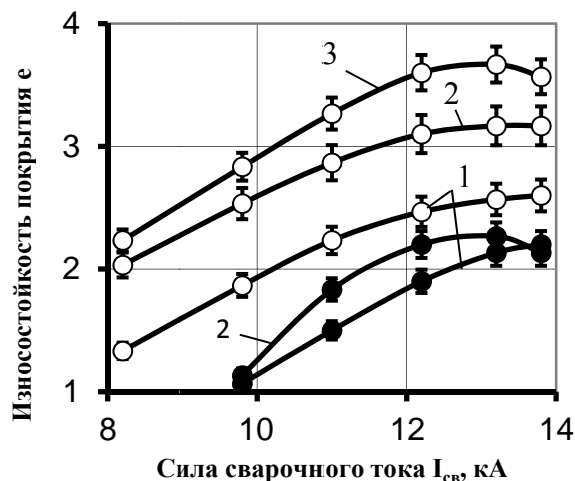


Рис. 4. Влияние параметров режима наплавки на износостойкость покрытий из ПГ-С1 + ФХ800. Усилие на электроде:

- 1 – 1,7 кН; 2 – 2,3 кН; 3 – 3,2 кН;
- – порошок без оболочки;
- – порошок в оболочке

В биметалле, полученном способом электроконтактной наплавки порошковой проволокой, практически отсутствует выкрашивание износостойких частиц из матрицы. Повышение прочности сцепления между частицами порошкового материала объясняется более благоприятными условиями уплотнения и спекания порошка, создающимися при наличии оболочки. Оболочка предохраняет порошковый материал от чрезмерного окисления при нагреве, создает напряженное состояние близкое к всестороннему сжатию, предотвращает электроразрядный процесс, а, следовательно, перегрев и расплавление частиц. Сама оболочка прочно приваривается к основному металлу благодаря наличию жидкой фазы в случае применения оптимальных режимов наплавки (см рис. 5).

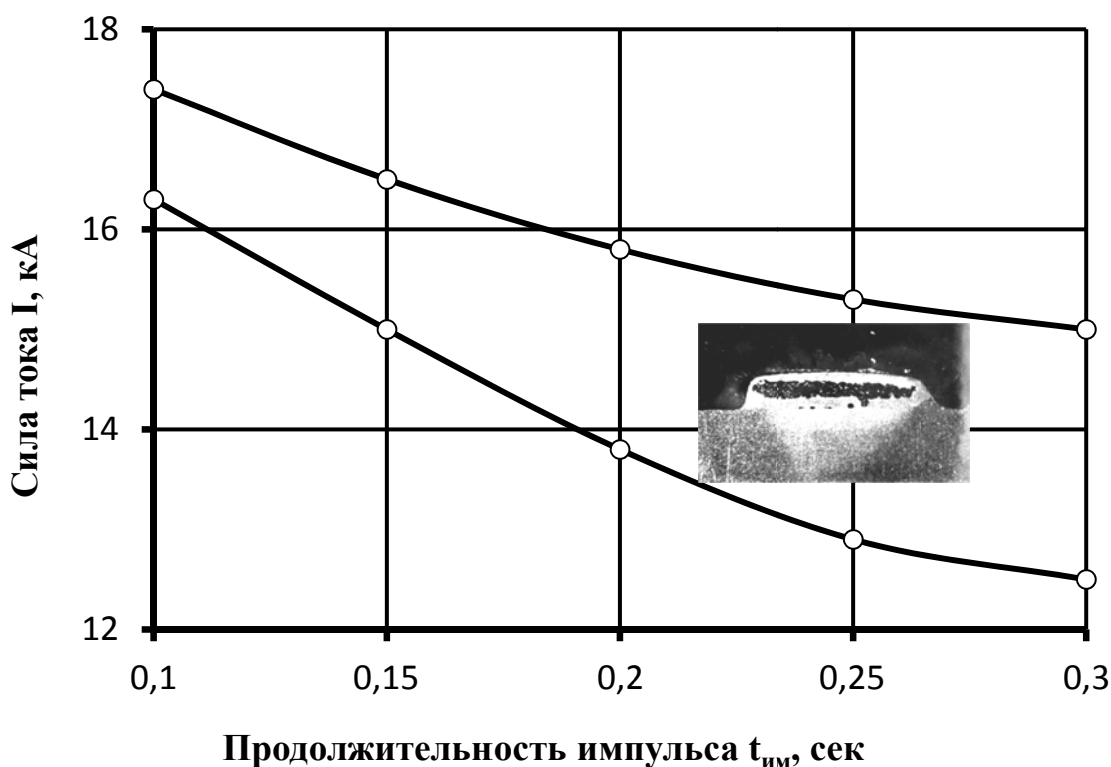


Рис. 5. Область оптимальных режимов при ЭКНПП

Предложенный способ ЭКНПП с локальным подплавлением соединяемых металлов в зоне их контакта значительно расширяет технологические возможности способа электроконтактной наплавки и качество получаемого биметаллического слоя. Это позволило, например, освоить процесс многослойной наплавки и обеспечить возможность наращивания слоя металла толщиной до нескольких мм [7]. Возникающая в зоне контакта присадочной проволоки и детали жидкая фаза выдавливается в процессе осадки проволоки из зоны соединения, способствуя активации и очистке поверхностей металлов от окисных и гидроокисных пленок и обеспечивая, тем самым, условия для образования прочного соединения присадочного и основного металлов.

Наваренный порошковый слой характеризуется отсутствием неблагоприятной литой структуры, что имеет место при дуговой наплавке. Отсутствуют также такие характерные дефекты, как поры и трещины. Структура наваренного металла неоднородна – закаленные участки чередуются с частично отпущенными зонами. Эта структура характерна для многих импульсных технологий и объясняется особенностями их термических циклов. Как показали исследования, такая структура не оказывает негативное воздействие на износостойкость восстановленной поверхности.

В результате проведенной научно-исследовательской работы разработан способ электроконтактной наплавки порошковой проволокой с оплавлением оболочки (ЭКНППО), позволяющий повысить прочность соединения присадочного и основного металлов и износостойкость металлопокрытий со специальными эксплуатационными свойствами.

Проведена наплавка опытно-промышленной партии противорежущих брусов стелле-протягивающих вальцов комбайна КСКУ. Эффективность упрочнения доказана сравнительными испытаниями брусов с биметаллическим слоем и без него.

При наплавке с оплавлением оболочки в 1,5–2,0 раза возрастает износостойкость изделия, в 2 раза снижается расход наплавочных материалов, отсутствуют остаточные деформации детали, улучшаются условия работы сварщиков в связи с отсутствием вредных газовойделений и ультрафиолетового излучения сварочной дуги.

ВЫВОДЫ

Предложенный способ ЭКНПП с локальным подплавлением соединяемых металлов в зоне их контакта значительно расширяет технологические возможности способа электроконтактной наплавки и качество получаемого биметаллического слоя.

Температура в зоне контакта между оболочкой и деталью достигает температуры плавления материала оболочки 1530...1550 °С, а сердечник порошковой проволоки нагревается до температуры $0,85 T_{пл}$, что позволяет получать порошковый слой биметалла в режиме спекания.

Оптимизированы режимы наплавки (сварочный ток 13...17 кА при длительности импульса 0,1...0,3), при которых возникающая в зоне контакта присадочной проволоки и детали жидкая фаза выдавливается в процессе осадки проволоки из зоны соединения, способствуя активации и очистке поверхностей металлов от окисных и гидроокисных пленок, обеспечивая, тем самым, условия для образования прочного соединения присадочного и основного металлов.

Прочность сцепления и износостойкость при ЭКНПП с оплавлением оболочки в 1,5...2,0 раза выше, чем при наварке порошковой проволоки без оплавления оболочки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пресняков В. А. Особенности электроконтактной наплавки порошковых материалов в металлической оболочке / В. А. Пресняков // *Состояние и перспективы развития электротехнологии : сб. статей.* – Иваново, 1987. – С. 36–37.
2. Карпенко В. М. Электроконтактная наплавка порошковых материалов в металлической оболочке / В. М. Карпенко, В. Т. Катренко, В. А. Пресняков // *Автоматическая сварка.* – 1989. – № 5. – С. 34–35.
3. Дорожкин Н. Н. Упрочнение и восстановление деталей машин металлическими порошками / Н. Н. Дорожкин. – Мн. : Наука и техника, 1975. – 152 с
4. Волков Д. А. Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин электроконтактной наплавкой / Д. А. Волков, В. Т. Катренко, В. А. Пресняков // *Современные сварочные и родственные технологии и их роль в развитии производства : материалы Международной научно-технической конференции.* – Николаев : УГМНТУ им. адмирала Макарова, 2003. – С. 90.
5. Волков Д. А. Особенности нагрева присадочного материала при электроконтактной наплавке порошковой проволокой / Д. А. Волков, В. А. Пресняков // *Вісник ДДМА : зб. наук. праць.* – Краматорськ : ДДМА, 2011. – № 1 (22). – С. 34–39.
6. Чигарев В. В. Методика определения прочности сцепления композиционного покрытия с основой детали при электроконтактной наплавке / В. В. Чигарев, В. А. Пресняков, Е. В. Бережная // *Сварочное производство в машиностроении : материалы II Международной научно-технической конференции, 5–8 октября 2010 г.* – Краматорськ : ДГМА, 2010. – С. 36–37.
7. Пресняков В. А. Разработка технологии упрочнения рабочих органов кукурузоуборочного комбайна / В. А. Пресняков, Д. А. Волков // *Вісник ДДМА : зб. наук. праць.* – Краматорськ : ДДМА, 2011. – № 1 (22). – С. 138–141.