



CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED SCIENCES

Volume: 02 Issue: 12 | Dec 2021 ISSN: 2660-5317

Применение Электроконтактного Припекания При Восстановлении И Упрочнении Деталей

Эргашев Махмуд, Садуллаев Зарип Шарипович

Старший преподаватель, Алмалыкский филиал Ташкентского Государственного технического университета имени Ислама Каримова

Абдувалиев Убайдулла Абдуллаевич, Рахмонкулов Раимкул

Доцент, Алмалыкский филиал Ташкентского Государственного технического университета имени Ислама Каримова

Received 30th Oct 2021, Accepted 27th Nov 2021, Online 30th Dec 2021

Аннотация: В статье рассмотрены используемые в настоящее время способы восстановления и упрочнения поверхностей деталей машин. Показано преимущество способа электроконтактного припекания при восстановлении и упрочнении малых толщин различными материалами

Ключевые слова: наплавка, упрочнение, покрытие, электроконтактное припекание, композиционные материалы, прочность сцепления.

В процессе эксплуатации оборудования происходят различные виды износа рабочих поверхностей. Для восстановления изношенных размеров и упрочнения поверхностей деталей используются наплавка электродами со специальными свойствами, газотермическое напыление порошковых материалов, осаждение металлов и другие способы [1].

Наплавка и напыление, их разновидности являются наиболее гибкими и технологичными не только при восстановлении изношенных размеров и упрочнении рабочих поверхностей деталей, но и способствуют сокращению ремонтного периода в целом [1,8,9].

В настоящее время универсальным и распространенным способом при восстановлении размеров изношенных поверхностей и упрочнения рабочих поверхностей остаются электродуговые способы наплавки. Это объясняется простотой применяемого оборудования, возможность проведения сварочных работ в труднодоступных участках деталей, широкой номенклатурой сварочных материалов.

Дуговые способы восстановления, обладая вышеперечисленными преимуществами ограничены технологическими возможностями:

- для обеспечения перекрытия металла покрытия необходимо наложение нескольких слоев валика;
- повышается припуск на механическую обработку;

- значительное тепловыделение и большая ширина зоны термического влияния;
- деформации и изменения геометрических размеров деталей требуют дополнительных расходов и времени на обработку.

Применение дуговых способов не обеспечивает сохранение исходных «наследственных» структур и свойств применяемого материала, так как в процессе наплавки происходят существенные изменения структуры и свойства металла покрытия, основы. Температура процесса наплавки дуговыми способами превышает температуру плавления материала покрытия, в частности порошков, что приводит к изменению свойств, заложенных в материале.



Рис.1. Самопроизвольное
отслоение покрытия, нанесенного
плазменным напылением

Покрyтия, полученные газотермическими способами, характеризуются пористостью, при нанесении порошковых покрытий толщиной 2 мм и более, из-за разностей коэффициентов теплового расширения с подложкой покрытия склонны к самопроизвольному отслоению, рис. 1. Для повышения прочности сцепления с подложкой, которое является определяющим показателем эффективности применяемого способа, материал

покрытия подвергается последующему оплавлению.

Оплавление в значительной мере приводит к потере свойств порошковых материалов.

Использование способов восстановления или упрочнения с минимальным тепловым воздействием в зоне соединения, повышенные требования к увеличению ресурса работы оборудования, обеспечение малых величин припуска на финишную обработку остаются проблемой при организации ремонтных работ. Практически ни один из способов восстановления или упрочнения в настоящее время не может обеспечить комплекс необходимых свойств покрытия и зоны соединения.

Одним из перспективных способов получения тонких слоев упрочняющих покрытий из различных материалов является электроконтактное припекание

(далее ЭКП), которое является одним из видов сварки давлением. Растет количество публикаций, полученных авторских свидетельств и патентов по применению ЭКП в различных отраслях, совершенствованию технологии.

Следует отметить, что ЭКП является одним из большинства методов, связанных с использованием электрического тока для получения покрытий, обработки поверхностей [2,4].

В последнее время проявляется повышенный интерес исследователей этому способу, где применяется прямое воздействие электрического тока большой величины с одновременным приложением усилия прижатия.

При пропускании электрического тока между покрытием и подложкой, т.е. в зоне соединения выделяется джоулево тепло, обеспечивающий высокую скорость нагрева (до $10^3 - 10^4$ К/с). Равномерно распределенное тепло имеет малую глубину зоны термического влияния в пределах 0,2-0,5 мм, что на порядок меньше, чем при дуговых способах.

Присадочные материалы могут быть в виде проволок сплошного сечения, порошковой проволоки или ленты, биметаллических материалов, металлических порошков и их композиций.

В качестве присадочного материала применяется так же стальная отожженная лента, которая в процессе ЭКП упрочняется. Интенсивное упрочнение наблюдается в зонах, где отсутствует повторное термическое воздействие последующих импульсов [4].

Металлические порошковые ленты в своем составе имеют сердечник из порошков определенного состава, обеспечивающего получение на поверхности детали прочный и пластичный слой наплавленного металла.

Имеются так же порошковые ленты, состоящие из полимерной оболочки и сердечника. В качестве материала оболочки применяется полиэтилен или полимоформальдегид, армированный частицами шихты [2,4].

Порошковые материалы могут подаваться в зону соединения в свободном состоянии. Из-за больших потерь материала этот способ не нашел применения.

Процесс образования соединения покрытие-подложка обеспечивается при совместном воздействия температуры (0,85-0,95 температуры плавления применяемого материала) и усилия прижатия (20-60 Мпа). Образование соединения покрытие-подложка происходит в твердом состоянии.

Использование способа ЭКП вместо дуговых способов улучшает износостойкость покрытия, сохраняются свойства, заложенные в материале. Для улучшения адгезионных и когезионных свойств газотермически напыленные покрытия можно подвергать последующей поверхностной пластической деформации способом ЭКП, что дает возможность получения композиционных покрытий с заранее известными и требуемыми свойствами.

При электроконтактном припекании, которое является одним из видов сварки давлением, отмечаются следующие этапы образования соединения покрытие- деталь [4,5]:

- сближение атомов материалов покрытия и подложки за счет воздействия деформации покрытия при приложении усилия прижатия;
- термическая активация контактных поверхностей - активные центры при этом образуются на поверхности более твердого материала, активация происходит в момент подачи импульса тока;
- образование общих зерен, которое обеспечивается релаксацией напряжений, рекристаллизацией.

Прочность сцепления с подложкой является одной из важнейших характеристик, обеспечивающий долговечность восстановленной или упрочненной поверхности детали. Использование режима спекания и припекания обеспечивает сохранение заложенных в композиции порошков комплекса свойств, такие как износостойкость, коррозионная стойкость, твердость и др.

Основными параметрами ЭКП, влияющие на качество получаемого покрытия являются величина тока и время его действия, усилие прижатия и скорость припекания. На рис.3,4 показано влияние параметров припекания на прочность сцепления с подложкой.

На прочность сцепления оказывает воздействие скорость припекания – чем меньше скорость, тем выше значение прочности сцепления. Повышение скорости припекания больше 0,6 м/мин даже при больших значениях усилия прижатия не обеспечивает получение качественного покрытия. При больших скоростях нанесенный слой не успевает уплотниться, электрическое сопротивление между частицами порошка способствует увеличению плотности тока на отдельных участках и появлению большого количества тепла в местах контакта.

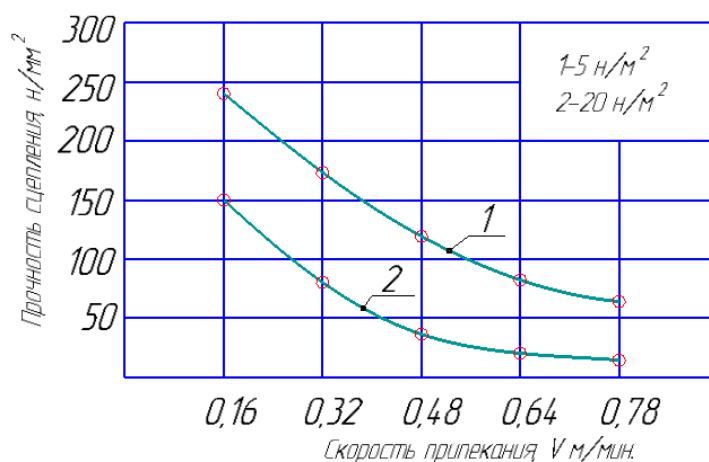


Рис. 3. Зависимость прочности сцепления от скорости припекания и усилия прижатия электрода-ролика

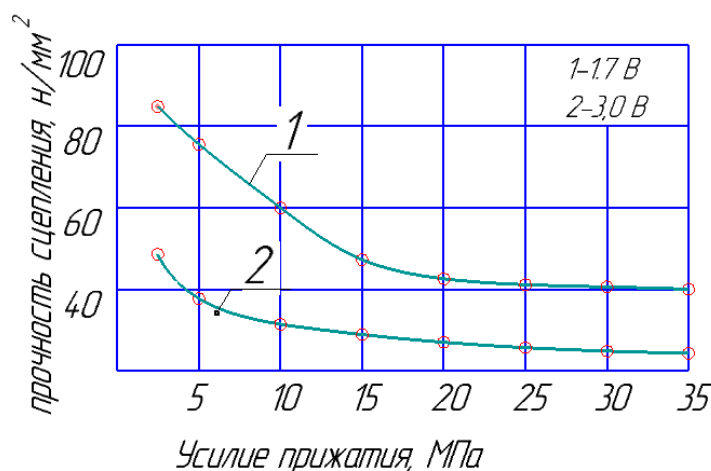


Рис. 4. Зависимость прочности сцепления от усилия прижатия и напряжения холостого хода трансформатора

Технология ЭКП применяется для восстановления и упрочнения деталей сельхозтехники, автомобильного транспорта, химической и нефтегазовой отраслей, горнорудной техники. Номенклатура материалов, выпускаемых промышленностью, позволяет нанесение покрытий практически для большинства деталей машиностроения и других отраслей производства и применять ЭКП как способ нанесения покрытий при значениях величины износа до 2,0 мм.

Преимущества ЭКП

- короткое время действия импульса тока в течении 0,2-1,0 с, основного источника тепла, что исключает деформацию детали,
- глубина зоны термического влияния находится в пределах 0,1-0,5 мм;
- отсутствие образования жидкого металла в зоне соединения покрытие-подложка, получение покрытий в режиме спекания;
- снижение уровня остаточных напряжений, обеспечивается прочность сцепления на уровне основного материала;
- высокая производительность процесса, низкая энергоемкость – в среднем 0,40 кВт/час/м, экономия расходных материалов;
- минимальные припуски для окончательной обработки;

При использовании в качестве материалов для покрытий проволок сплошного сечения из низкоуглеродистых сталей и их последующее прокатка ЭКП (практически поверхностное пластическое деформирование), и одновременное термодиффузионное насыщение улучшают эксплуатационные детали. Поверхностная пластическая деформация покрытий, нанесенных газотермическими способами стабилизирует электрическое сопротивление, уменьшает пористость. Плотность по ширине электрода-ролика становится равномерным. Равномерная плотность покрытия позволяет снизить величину усилия прижатия на 10-15%.

Сердечники присадочных материалов для ЭКП могут состоят из порошков легкоплавких и тугоплавких металлов, карбидов и нитридов, боридов металлов или их композиций. Применение самофлюсующихся сплавов на основе железа и никеля, порошков цветных сплавов, нержавеющей сталей и твердых сплавов показали возможность получения покрытий с необходимыми эксплуатационными свойствами. Состав наиболее распространенных порошковых материалов приведены в таблице 1.

таблица 1. Химический состав порошков, в %

Порошок	C	Cr	Si	Mn	Ni	B	Fe	HRC
ПГ-СР4	0.6-1.0	15-18	3.0-4.5	-	-	2.8-3.8	До 5.0	55
ПГ-СР3	0.4-0.7	13.5-16.5	2.5-3.5	-	-	2.0-2.8	До 5.0	45
ПГ-С1	2,5-3,3	27-31	2,8-4,2	0,4-1,5	3-5	-	Ост-е	51

Критерием качества получения и эксплуатации покрытий и применяемого способа является адгезия–прочность сцепления покрытия с подложкой и когезия–прочность сцепления между частицами покрытия. ЭКП обеспечивает прочность сцепления покрытий с подложкой в пределах 180-260 МПа, что приемливо для удовлетворения эксплуатационных требований большинства оборудования. Наследственная твердость порошковых материалов порядка 25-60 HRC после припекания сохраняется. Толщина покрытий находится в пределах 0,1...2,0 мм и более, достаточная для обеспечения восстановления и упрочнения для деталей типа валов, втулок, посадочных мест, подшипников и др.

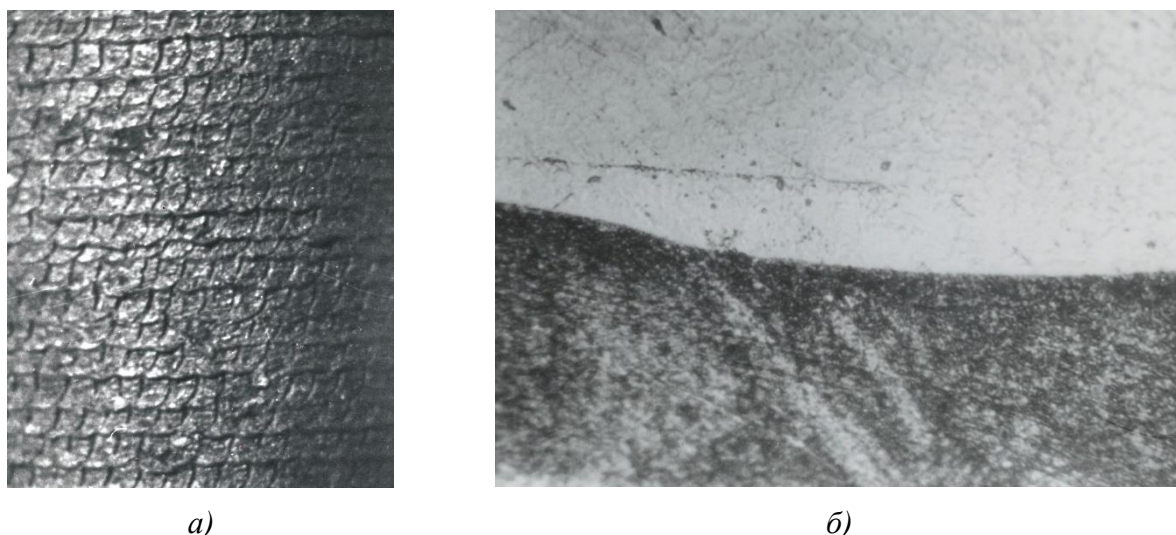


Рис.5. Внешний вид покрытия (а), микрофотография зоны соединения основного металла и покрытия (б)

На рисунке 5 показан внешний вид покрытия и микроструктура зоны соединения восстановленного первичного вала коробки передач. Материал покрытия- порошок ПГ-С1, материал вала - сталь 45.

При малых величинах износа в пределах 0,1-2,0 мм электроконтактное припекание может быть использовано в различных сферах производства:

- технология ЭКП эффективна для восстановления деталей, имеющих износ до 2,0 мм по диаметру и упрочнения рабочих поверхностей новых и реставрированных деталей.
- для восстановления и упрочнения деталей типа тел вращения – валы, втулки, оси, посадочные места посадки подшипников, изготовленных из различных марок сталей;
- для упрочнения и повышения прочности сцепления с подложкой предварительно нанесенных покрытий газотермическими, детонационными и другими способами (последующая поверхностно-пластическая деформация ЭКП);
- для восстановления и упрочнения деталей горнорудной промышленности, сельхозтехники, энергетической и химических отраслей, изготовленных из легированных сталей и сталей с особыми свойствами;

Проведенные исследования процесса ЭКП показывают, что ЭКП имеет технологические возможности получения покрытий из порошковых материалов, которые невозможно получить традиционными методами сварки, наплавки и напыление. Проводятся работы по разработке расчетных методов прогнозирования свойств покрытия, математическое моделирование тепловых процессов ЭКП [6,7,8]. Ведутся исследования по изучению влияния охлаждающих жидкостей на свойства покрытий, изменение угла наклона электрода-ролика на качественные показатели покрытия.

Выводы:

Нанесенные покрытия электроконтактным припеканием могут быть как восстанавливающие изношенных поверхностей до чертежного размера, так и упрочняющими, которые обладают необходимыми комплексными эксплуатационными свойствами.

Электроконтактное припекание можно применять для повышения служебных характеристик покрытий, предварительно нанесенных газотермическими способами.

Необходимо дальнейшее совершенствование расчетных методов исследования тепловых процессов ЭКП, изыскание путей повышения прочности сцепления покрытия с подложкой с применением охлаждающих жидкостей.

Список литературы:

1. Иванов В.П. Восстановление и упрочнение деталей. Справочник / В.П. Иванов, В.С. Ивашко, В.М. Константинов и др; под. ред. Ф.И. Пантелеенко. – М.: Наука и технология, 2013 – 368с.
2. Ярошевич В.К. Классификация методов активирования процессов получения покрытий припеканием металлических порошков./ В. К. Ярошевич, Т.М. Абрамович // Математические модели физических процессов. Материалы 11-й Международной конф. –Таганрог: Изд-во ТГПИ. 2005. –с.44-50.
3. Чигарев В.В., Пыс Е.А. Способы электроконтактного упрочнения деталей. Вестник Приазовского технического университета, вып.24,стр.174-177 Серия : Технические науки.
4. Клименко Ю.В. Электроконтактная наплавка. – М.: Металлургия. – 1978. – 128с.
5. Каракозов Э.С. Сварка металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1986 – 280с.
6. Ульрих Т.А., Колмогоров Г.Л., Ошивалов М.А. Анализ теплового и термонапряженного состояния оснастки при контактной точечной сварке.//Сварочное производство, 2000, №3 с. 19-23
7. Рахмонкулов Р., Эргашев М. Моделирование тепловых полей при сварке композитных материалов на основе математической закономерности // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 4(73). URL
8. Mahmud Ergashev, Jakhongir Butunov, Mamasodikov Xumoyun. The Experience of Using Polymer Coolant in Electrical Contact Baking // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 7, Issue 6, June 2020. URL:
9. Эргашев М., Ходжибекова Ш.М., Рауфов Л.М. Повышение Ресурса Службы Рабочих Колес Грунтовых Насосов Комбинированной Наплавкой.// CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES 2 (4), 107-114.