

**АНАЛИЗ ПРИСАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКЕ****Блохина И. О.**

Произведен анализ широко применяемых в промышленности присадочных материалов при плазменной наплавке. Выяснили основные преимущества методов плазменного нанесения покрытий перед другими, а также выяснили, что при восстановлении деталей наиболее распространенными являются: плазменная наплавка проволокой или прутками; наплавка по неподвижной присадке, закрепленной на наплавляемой поверхности; наплавка порошком. Доказано, что наиболее оптимальной является плазменная наплавка с применением в качестве присадочного материала порошка. При данном способе наплавки высокая температура плазменного потока позволяет расплавлять и наносить самые тугоплавкие материалы. Плазменная наплавка с применением в качестве присадочного материала порошка не вызывает особых затруднений, и данный способ плазменной наплавки особенно эффективен в условиях серийного производства. Определили, что применение в качестве присадочного материала порошка улучшает качество наплавленного металла, снижает расход наплавочных материалов и значительно повышает производительность труда.

Проведено аналіз широко застосовуваних у промисловості присадних матеріалів при плазмовому наплавленні. З'ясували основні переваги методів плазмового нанесення покриттів перед іншими, а також з'ясували, що при відновленні деталей найбільш поширеними є: плазмова наплавка дротом або прутками; наплавка по нерухомій присадці, закріпленій на наплавлюваній поверхні; наплавка порошком. Доведено, що найбільш оптимальною є плазмова наплавка із застосуванням в якості присадочного матеріалу порошку. При даному способі наплавки висока температура плазмового потоку дозволяє розплавляти та наносити самі тугоплавкі матеріали. Плазмова наплавка із застосуванням в якості присадочного матеріалу порошку не викликає особливих труднощів, і даний спосіб плазмового наплавлення особливо ефективний в умовах серійного виробництва. Визначили, що застосування в якості присадочного матеріалу порошку покращує якість наплавленого металу, знижує витрату наплавочних матеріалів і значно підвищує продуктивність праці.

The analysis of filler materials at plasma-jet hard-facing widely used in the industry is made. The main advantages of the plasma coating method over the others are revealed. It is also discovered that the most common methods of parts reduction are plasma welding by wire or by rods; surfacing of fixed additive attached to the welded surface; powder surfacing. It is proved that plasma welding using powder as a filler material is the most optimal one. With this method of welding high temperature of plasma flow allows of melting and applying the most refractory materials. Plasma welding using powder as a filler material does not cause any difficulties, and the plasma welding process is particularly effective in full-scale production. It is determined that the applying powder as a filler material improves the quality of the welded metal. It also reduces the consumption of coating materials and significantly improves labour productivity.

Блохина И. О.

аспирант ДГМА  
djachenkoinna@mail.ru

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

УДК 621.791.92

**Блохина И. О.**

### **АНАЛИЗ ПРИСАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКЕ**

Нанесение покрытий плазменной наплавкой – современный технологический процесс повышения качества, надежности и долговечности машин, оборудования и механизмов, метод их ремонта и восстановления, а также один из эффективных способов получения материалов и покрытий с новыми физическими и механическими свойствами. Учитывая то, что наплавка является самым распространенным способом восстановления деталей, ее широкое применение объясняется высокими технико-экономическими показателями. Ввиду этого, области производственного применения плазменной наплавки постоянно расширяются, совершенствуются сам процесс и его технологические операции.

Известно, что плазменная наплавка является прогрессивным процессом, имеющим широкие технологические возможности. Следовательно, возможности наплавки еще более расширяются с применением различных присадочных материалов. Основными присадочными материалами, нашедшими широкое применение в практике восстановления деталей, являются: проволоки, порошки, литые прутки, пасты и др.

Целью анализа является выбор наиболее оптимальных присадочных материалов для плазменной наплавки, позволяющих повысить производительность труда.

Отметим основные преимущества методов плазменного нанесения покрытий перед другими (гальваническим, вакуумным, кислородно-ацетиленовым и др.):

- высокая температура плазменного потока позволяет расплавлять и наносить самые тугоплавкие материалы;

- поток плазмы дает возможность получать сплавы различных по свойствам материалов или наносить многослойные покрытия из различных сплавов. Это открывает широкую возможность получения покрытий, сочетающих разнообразные защитные свойства;

- возможности этого способа не ограничены формой и размерами обрабатываемого изделия;

- плазменная дуга – наиболее гибкий источник нагрева, позволяющий в широких пределах регулировать его энергетические характеристики.

Однако некоторые особенности наблюдаются при наплавке на тела вращения. Как правило, такую наплавку следует вести по спирали, что обеспечивается непрерывным вращением изделия. Скорость вращения изделия устанавливается такой, чтобы линейная скорость точек, находящихся на поверхности наплавляемого изделия, соответствовала скорости наплавки на пластину такой же толщины. При наплавке на тела вращения величину амплитуды колебаний головки целесообразно устанавливать несколько меньшей, чем в случае наплавки на пластину – до 25–30 мм. С уменьшением диаметра наплавляемого изделия величину амплитуды также следует уменьшать [1].

По виду применяемого присадочного материала известные способы плазменной наплавки можно разделить на три основные группы:

- наплавка проволокой или прутками;

- наплавка по неподвижной присадке, закрепленной на наплавляемой поверхности;

- наплавка порошком.

Плазменная наплавка проволокой (прутками). Наплавку плазменной струей с токоведущей присадочной проволокой (рис. 1) выполняют постоянным током прямой полярности. Дуга горит между вольфрамовым катодом и присадочной проволокой, подаваемой сбоку под прямым углом к оси плазматрона. Между катодом и соплом плазматрона постоянно горит также слаботочная (15–25 А) дежурная дуга (на схеме не показана), которая обеспечивает надежное возбуждение и устойчивое горение рабочей дуги.

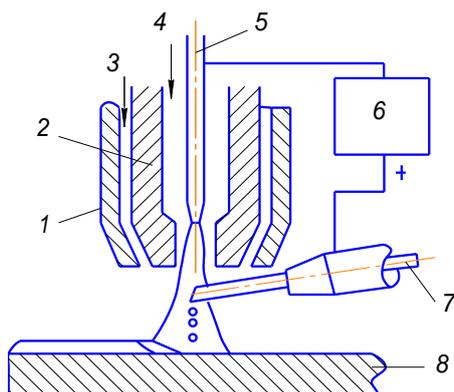


Рис. 1. Схема плазменной наплавки струей с токоведущей присадочной проволокой:  
1 – защитное сопло; 2 – формирующее сопло; 3 – защитный газ; 4 – плазмообразующий газ; 5 – электрод; 6 – источник питания косвенной дуги; 7 – проволока; 8 – изделие

Основной металл нагревается за счет теплового воздействия струи плазмы и теплоты, переносимой каплями присадочного металла. Эффективная тепловая мощность такого источника нагрева зависит от тока дуги и расстояния между проволокой и основным металлом. Сохраняя ток и, следовательно, скорость плавления присадочной проволоки неизменными, можно в довольно широких пределах изменять мощность, расходуемую на нагрев основного металла. Благодаря этому при наплавке плазменной струей можно регулировать тепловые и диффузионные процессы на границе сплавления.

В качестве присадочного материала используют проволоку сплошного сечения, порошковую проволоку или литые прутки. Плазмообразующим газом служит аргон или аргоногелевая смесь, защитным – аргон, азот, смесь аргона, содержащая 5–8 % водорода, и другие газы и смеси в зависимости от наплавленного металла [2].

Наплавка комбинированной плазменной дугой с присадкой двух проволок показана на рис. 2.

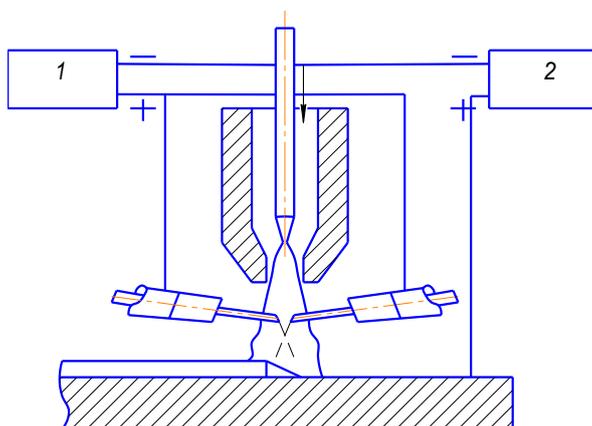


Рис. 2. Схема плазменной наплавки с присадкой двух проволок:  
1 – источник питания дуги электрод-проволока; 2 – источник питания дуги электрод-изделие

Благодаря применению двух присадочных проволок, подаваемых в столб плазменной дуги прямого действия навстречу друг другу, компенсируется их магнитное дутье и повышается производительность наплавки. Толщину наплавленного слоя можно регулировать в пределах 3–8 мм независимо от производительности наплавки. Наплавка ведется с поперечными колебаниями наплавочной головки (размах колебания до 70 мм). Защитный газ – аргон или аргоногелевая смесь.

Наплавка по неподвижной присадке. Характерная особенность этой группы способов плазменной наплавки состоит в том, что в процессе наплавки присадка неподвижна относительно изделия. Присадочный материал укладывается, насыпается, наклеивается или иным способом наносится заранее на подлежащую наплавке поверхность изделия или же подается на нее в процессе наплавки, перед дугой. В качестве присадки используют кольца или пластины, форма и размеры которых соответствуют разделке под наплавку, пасты, порошки и другие материалы.

Наплавка с применением компактной присадки (колец и пластин) требует изготовления соответствующей присадки для каждого типоразмера наплавляемых деталей, что является технически и экономически оправданным только в условиях серийного производства [3].

Не вызывает особых затруднений плазменная наплавка с применением в качестве присадочного материала порошка. В этом случае сначала при помощи высокочастотного разряда осциллятора возбуждается малоамперная вспомогательная дуга между электродом и соплом плазменной головки, а затем уже возбуждается дуга между электродом и изделием. Слой уложенного на изделие порошка должен иметь одинаковую ширину и высоту по всей наплавляемой поверхности. Колебания плазменной головки включаются вместе с возбуждением стабилизированной дуги электрод – изделие.

Защита наплавляемого слоя от воздействия окружающей среды обеспечивается потоком инертного газа, окружающим дугу и подаваемым в наружное сопло плазмотрона. Присадочный порошок подается также инертным транспортирующим газом из специального порошкового питателя.

Плазменную наплавку порошком выполняют плазменной дугой прямого действия или двумя плазменными дугами прямого и косвенного действия с общим электродом. При этом используют различные схемы ввода порошка в дугу, которые можно разделить на две большие группы, отличающиеся тем, что в одном случае порошок вводится в дугу внутри плазмотрона, а в другом – вне его. В плазмотронах с внутренним вводом порошка в дугу создается, как правило, более благоприятные условия для его нагрева плазмой. При внешней подаче порошка его нагрев менее эффективен, зато надежность работы плазмотрона несколько выше. Плазмотроны с подачей порошка через осевое отверстие в катод пока не нашли практического применения вследствие трудностей изготовления электрода с отверстием и сложностями, связанными с подачей порошка через отверстие относительно малого диаметра [4].

Схема плазменной наплавки с вдуванием порошка в дугу показана на рис. 3.

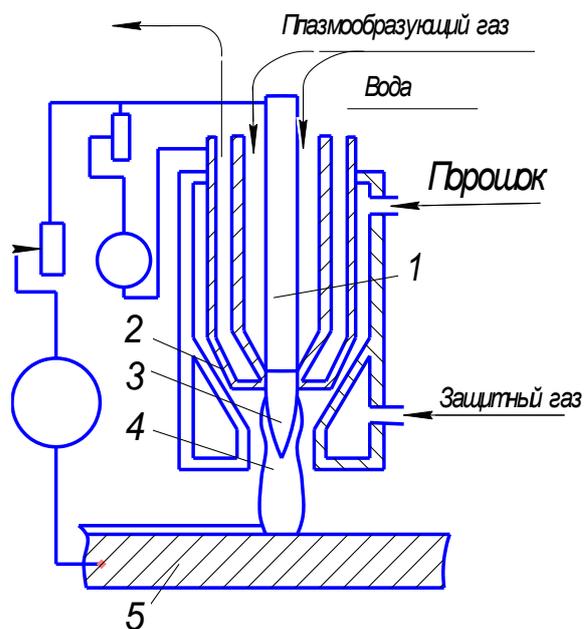


Рис. 3. Схема плазменной наплавки с вдуванием порошка в дугу

Между вольфрамовым электродом 1 и внутренним соплом 2 возбуждают дугу. Плазмообразующий газ, проходя через нее, создает плазменную струю 3 косвенного действия, которая обеспечивает расплавление присадочного порошка.

Другая дуга 4 прямого действия, горящая между электродом 1 и основным металлом 5, совпадает с плазменной струей прямого действия. Последняя создает необходимый нагрев поверхности, обеспечивая сплавление порошка и основного металла. Изменяя значение силы тока сжатой дуги прямого действия, можно достичь минимальной величины проплавления основного металла. Толщину наплавленного слоя можно изменять в пределах 0,3–10 мм с разбавлением основным металлом от 3 до 30%. При плазменной наплавке с присадочной проволокой косвенная дуга горит между вольфрамовым электродом и соплом, а дуга прямого действия – между вольфрамовым электродом и присадочной проволокой. От этих дуг получает теплоту и основной металл. Изменяя силу тока, регулируют долю основного металла и производительность наплавки. Наплавляемое изделие в этом случае в сварочную цепь не включено [5]. Максимальная производительность плазменной наплавки порошком составляет 4–10 кг наплавленного металла в 1 ч. Реальная производительность наплавки зависит от размеров и формы изделия, толщины наплавленного слоя, типа присадочного порошка и других факторов и находится в пределах 0,8–6 кг/ч. Этот способ наплавки обеспечивает значительное повышение производительности труда, снижение расхода наплавочных материалов и улучшение качества наплавленного металла. Наибольшее применение получила наплавка этим способом кобальтовых и никелевых сплавов. В меньших объемах используют для плазменной наплавки порошки сплавов на основе железа и меди.

Плазменная наплавка порошком особенно эффективна в условиях серийного производства. Ее широко применяют при изготовлении замков и муфт бурильных труб, центраторов и других деталей бурового оборудования, прокатных валков и др. [6].

### ВЫВОДЫ

1. В работе рассмотрены различные присадочные материалы для плазменной наплавки, при восстановлении деталей наиболее распространенными являются: наплавка проволокой или прутками; наплавка по неподвижной присадке, закрепленной на наплавляемой поверхности; наплавка порошком.

2. Анализ приведенных способов наплавки показал, что оптимальной является плазменная наплавка с применением в качестве присадочного материала порошка.

3. Выяснили, что применение в качестве присадочного материала порошка значительно повышает производительность труда, улучшает качество наплавленного металла и снижает расход наплавочных материалов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переплетчиков Е.Ф. Способы плазменной наплавки, применяемые в странах СНГ / Е. Ф. Переплетчиков // Сварщик. – 2004. – №3. – С. 9–14.
2. Сидоров А. И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А. И. Сидоров. – М. : Машиностроение, 1987. – 192 с.
3. Страхова Е.А. Анализ качества кольцевой плазменной наплавки на основе компьютерного моделирования / Е.А. Страхова, В.А. Ерофеев, В.А. Судник // Известия ТулГУ. Технические науки. 2010. – Вып. 4. – С. 200–210.
4. Макаренко Н.А. Исследование и разработка порошковой проволоки, обеспечивающей высокую стойкость наплавленного металла к абразивному износу / Н.А. Макаренко / Вісник Приазовського державного технічного університету. – Мариуполь : ПДТУ. – 2004. – №14. – С. 245–248 (фахове видання).
5. Либенсон Г. А. Процессы порошковой металлургии : учебник. В 2 т. Т. 1. Производство металлических порошков / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. – М. : МИСИС, 2001. – 368 с.
6. Переплетчиков Е.Ф. Плазменно-порошковая наплавка клапанов двигателей внутреннего сгорания / Е. Ф. Переплетчиков // Автоматическая сварка. – 2002. – №1. – С. 45–46.