

УДК 621.791

Макаренко Н. А., Грановская Н. А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТОКАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОД НАПЛАВКУ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВИБРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ

Наплавка – эффективный процесс восстановления, упрочнения деталей, нашедшей широкое применение как технологический метод при непосредственном изготовлении новых изделий [1, 2], в связи с чем усовершенствование технологических процессов наплавки является актуальной задачей. Одной из важных технологических проблем наплавки является решение вопросов повышения ее технико-экономических показателей.

Так, особенно важной задачей является уменьшение глубины проплавления основного металла при осуществлении наплавки: бронзы на углеродистую сталь, что связано с ограниченной растворимостью железа в меди [3]; легированных сталей и специальных сплавов (имеющих высокую стоимость), вследствие чего однослойная наплавка данных материалов является предпочтительной. Кроме того, наплавка деталей, имеющих малый диаметр, а также наплавка тонкостенных изделий, требует обеспечения низкого тепловложения в наплавляемые детали.

В настоящее время ряд зарубежных фирм широко пропагандирует и рекламирует использование процессов сварки «холодной» дугой Cold Arc, СМТ (Surface Tension Transfer), СМТ (Cold Metall Transfer). Известно [4, 6], что сходные процессы управления переносом электродного металла, в том числе с переносом металла силами поверхностного натяжения были реализованы в СССР в начале 70-х годов прошлого века, но не получили тогда широкого применения в промышленности из-за отсутствия (в то время) в достаточном количестве необходимых полупроводниковых силовых приборов. Однако в Украине установки, реализующие указанные процессы, в небольших количествах производились опытным заводом «НИИПТМаш» (г. Краматорск, Донецкая обл., Украина).

Известно [4, 6], что наплавка «холодной» дугой позволяет уменьшать глубину проплавления основного металла, снизить тепловложение в него. Однако, импортное оборудование, предназначенное для данного процесса, рассчитано на проведение наплавки в полуавтоматическом режиме, за счет чего имеет низкий ПВ, вследствие чего малопригодно для автоматической наплавки. Кроме того, данное оборудование имеет высокую стоимость, что не позволяет большинству мелких и средних предприятиям внедрять его. Поэтому альтернативным решением проблемы снижения тепловложения в изделие и уменьшения глубины проплавления основного металла является применение на производстве процессов вибродуговой наплавки.

Вибродуговая наплавка получила распространение еще в 60-х годах прошлого века (на многих предприятиях морально устаревшие установки вибродуговой наплавки используются и в настоящее время) [5], а их комплектующие (такие как вибродуговые наплавочные головки) продолжают выпускаться промышленностью на территории постсоветского пространства, что свидетельствует о перспективности использования данного технологического процесса.

Ранее наиболее часто применялась вибродуговая наплавка в струе охлаждающей жидкости (растворы в воде глицерина, кальцинированной соды и др.) [7], однако качество наплавленного металла при этом получалось довольно низким, к тому же наблюдалось резкое снижение усталостной прочности наплавляемого изделия.

Известно, что серийные вибродуговые наплавочные установки были рассчитаны именно на наплавку в среде охлаждающей жидкости, хотя уже были известны и другие разновидности вибродуговой наплавки: в среде защитных газов, пены, под слоем флюса, в струе водяного пара и т. п.

Целью данной работы является повышение технико-экономических показателей наплавки за счет применения процесса вибродуговой наплавки.

Считаем, что наиболее перспективной является вибродуговая наплавка в среде защитных газов, позволяющая изменять параметры режима наплавки в широких пределах, вести наплавку в различных газах: углекислоте, аргоне (сплавы на основе меди, никеля, высоколегированные стали и т. п.), а также – в их смесях. Были проведены промышленные испытания данного процесса (с этой целью применялась стандартная вибродуговая наплавочная головка ОКС6569М конструкции ГОСНИТИ). Вибродуговые головки устанавливались на вышедшие из строя токарные станки, которые были модернизированы следующим образом: для расширения технологических возможностей применения данного процесса высота центров станков была увеличена; скользящий токоподвод (являющийся одновременно подтормаживающим устройством) монтировался на задней части шпинделя; электродвигатели станков были заменены на мотор-редукторы с асинхронными трехфазными двигателями. Регулировка скорости вращения двигателей осуществлялась частотными преобразователями. Так как при подъеме центров станков кинематическая связь между передней бабкой и коробкой подач станка была разорвана, для ее восстановления была использована цепная передача. Кроме того, была модернизирована наплавочная головка ОКС6569М путем установки на нее стандартной горелки, предназначенной для газоплазменной сварки, при этом питание двигателя осуществляли через отдельный преобразователь частоты переменного тока. Для надежной подачи проволоки подающие ролики, имеющие насечку, были заменены на новые – с клиновидной проточкой.

Наплавка проводилась на цилиндрические образцы из стали 20 и 40Х (различных диаметров) с использованием проволоки Св08Г2С (диаметром 0,8-1,2 мм), проволоки марки 12Х18Н10Т (диаметром 1,0 мм) и бронзовой проволоки марки БрКМц-3-1 (диаметром 1,4 мм). Применялись защитные газы: углекислый газ, аргон, смесь газов (80 % аргона и 20 % углекислого газа).

Исследования показали, что при применении в качестве плавящегося электрода проволоки Св08Г2С в среде углекислого газа стабильное протекание процесса обеспечено:

– для проволоки диаметром 0,8мм при $I_{CB} = 22-25$ А;

– для проволоки диаметром 1,0мм при $I_{CB} = 30$ А;

– для проволоки диаметром 1,2 мм – 40 А при соответствующем ему напряжении $U = 17-23$ В.

В процессе наплавки наблюдалось интенсивное разбрызгивание, которое можно значительно уменьшить за счет последовательного включения в сварочную цепь с выпрямителем ВДГ-303 дополнительного дросселя от выпрямителя ВС-600.

Исследования показали, что более интенсивное уменьшение разбрызгивания наблюдается при замене углекислого газа на смесь аргона с углекислым газом (80 % аргона и 20 % углекислого газа).

Установлено, что во всех трех случаях обеспечивается хорошее формирование наплавленного валика и высокое качество наплавленного металла.

При конструировании горелки учитывалось, что при автоматической наплавке даже незначительное разбрызгивание приводит к быстрому налипанию брызг на внутреннюю поверхность сопла, предназначенного для подачи защитного газа, что приводит к дестабилизации технологического процесса. Нанесение защитных средств на поверхность сопла – неэффективно, так как в процессе работы газоплазменная горелка вибрирует, вследствие чего образующаяся корка брызг, достигнув определенной массы, выпадает из сопла в виде кольца и, попадая в дугу, нарушает протекание процесса наплавки. Модернизацию горелки проводили с учетом того, чтобы мунштук для подачи проволоки выступал за срез сопла на величину 6–7 мм (в этом случае защита сварочной ванны, вследствие ее малых размеров, не нарушается при расходе защитного газа, находящегося в пределах 5–7 л/мин, и в то же время,

обеспечивается резкое уменьшение засорения сопла горелки брызгами, а его очистка может быть произведена непосредственно после наплавки очередной детали (т. е. без остановки технологического процесса наплавки)).

Установлено, что проволокой диаметром 0,8 мм целесообразно наплавлять детали диаметром более 10 мм, а при применении проволоки диаметром 1,2 мм за один проход возможно получить слой наплавленного металла до 4,7 мм на сторону. Оптимальная амплитуда вибраций электрода должна составлять 0,7–1,2 мм.

Исследования показали, что важную роль также играет в процессе наплавки угол наклона электрода (α) по отношению к оси наплавляемой детали (оптимальная его величина составляет около 75°) (рис. 1).

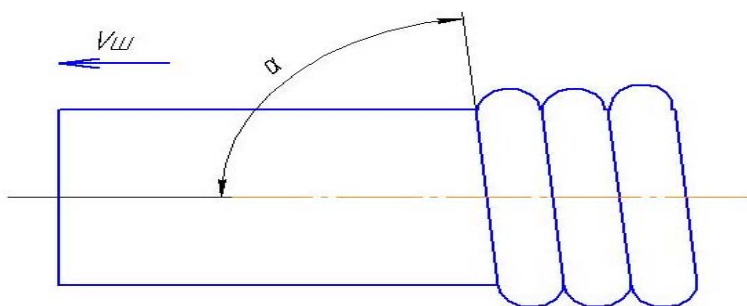


Рис. 1. Схема расположения электрода по отношению к наплавляемой детали:
 α – угол наклона электрода; V_{CB} – направление перемещения суппорта токарного станка

Установлено, что при наплавке необходимо учитывать особенности технологического процесса вибродуговой наплавки. Так, из-за низкого тепловложения в наплавляемую деталь, могут возникнуть дефекты в наплавленном слое в случае необходимости наплавки шейки большего диаметра с переходом на шейку меньшего диаметра (при значительной разнице в диаметрах, например, более 6 мм) возможно не только несплавление наплавленного слоя с основным металлом, но и формирование характерной «втулки» (когда между основным металлом и слоем наплавленного металла формируется кольцевой зазор шириной более 1 мм). Кроме того, низкое напряжение на дуге часто приводит к сбоям в горении дуги (особенно при наплавке в среде углекислого газа), в связи с чем (для поддержания стабильности горения дуги) необходимо подключать параллельно основному источнику питания маломощный источник повышенного напряжения, имеющий крутопадающую ВАХ, с напряжением холостого хода 100–110 В и током короткого замыкания около 10 А, при этом такой источник питания должен автоматически включаться при появлении тока в цепи дуги с помощью токового реле, а при окончании процесса наплавки (во избежание «примерзания» электродной проволоки к изделию) оба источника (основной и вспомогательный) должны выключаться через 2–3 с после выключения двигателя наплавочной головки.

Модернизированная и исследованная технология вибродуговой наплавки позволила обеспечить внедрение двух наплавочных установок (выполненных на базе станков ИК62 и 1М63) на двух промышленных предприятиях Украины.

Промышленное внедрение модернизированного технологического процесса наплавки стали 12Х18Н10Т и бронзы БрКМц-3-1 показали, что необходимо рекомендовать применение аргона в качестве защитного газа, а ведение наплавки осуществлять на обратной полярности (так как за счет эффекта катодной очистки в сварочную ванну обеспечивается непопадание оксидов с поверхности предыдущего наплавленного валика).

Считаем необходимым продолжить исследование технологических особенностей вибродуговой наплавки в среде защитных газов в направлении возможного применения в качестве плавящегося электрода порошковых проволок.



Рис. 2. Вибродуговая наплавка вала

ВЫВОДЫ

Доказано, что вибродуговая наплавка в среде защитных газов позволяет снизить тепловложение в наплавляемое изделие и уменьшить глубину проплавления основного металла.

Установлено, что применение смеси газов (80 % аргона и 20 % углекислого газа) позволяет резко уменьшить потери на разбрызгивание. Рекомендуем с целью снижения потерь на разбрызгивание в сварочную цепь дополнительно включать дроссель.

С целью повышения стабильности протекания процесса вибродуговой наплавки рекомендуем включать параллельно с основным источником питания дополнительный источник питания, имеющий крутопадающую ВАХ и повышенное напряжение холостого хода.

Промышленные испытания показали, что вибродуговая наплавка в среде защитных газов позволяет наплавлять детали диаметром более 10 мм, обеспечив получение за 1 проход наплавленный слой толщиной 4,7 мм на сторону при высоком качестве наплавленного металла.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением* / Под ред. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1974. – 768 с.
2. *Цеков В. И. Ремонт деталей металлургических машин. Справочник* / В. И. Цеков. – М. : Металлургия, 1979. – 320 с.
3. *Гуревич С. М. Справочник по сварке цветных металлов* / С. М. Гуревич. – К. : Наукова думка, 1981. – 607 с.
4. *Потапьевский А. Г. Импульсно-дуговая сварка в CO₂ стали толщиной 0,5–0,8 мм* / А. Г. Потапьевский, М. Г. Лившиц // *Сварочное производство*. – 1980. – № 4. – С. 15–17.
5. *Справочник по сварке. Т4* / Под ред. И. А. Акулова. – М. : Машиностроение, 1971. – 416 с.
6. *Потапьевский А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом* / А. Г. Потапьевский. – К. : Экотехнология, 2007. – 192 с.
7. *Попилов Л. Я. Советы заводскому технологу* / Л. Я. Попилов. – Л. : Лениздат, 1975. – 263 с.

Статья поступила в редакцию 10.10.2011 г.