DOI: 10.17117/na.2016.06.02.057

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.057.pdf>

Поступила (Received): 01.06.2016

Зыбин И.Н., Коваленко А.С.**Особенности восстановления конических поверхностей
деталей электроконтактной наваркой проволокой****Zybin I.N., Kovalenko A.S.****Features of renewal of conical surfaces of details
by electrocontact welding of the wire**

Рассмотрены существующие технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей электроконтактной наваркой проволокой. Разработаны технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей электроконтактной наваркой проволокой вертикальными и наклонными электродами. При разработке технологических вариантов учитывалось положительное влияние тангенциальной составляющей усилия сжатия электрода

Ключевые слова: конические поверхности, электроконтактная наварка

The existent technological variants of renewal of conical surfaces of details by electrocontact welding of the wire are considered. Technological variants of renewal of conical surfaces of details by electrocontact welding of the wire by the vertical and inclined electrodes are developed. At development of technological variants positive influence of tangential component of effort of compression of electrode was taken into account

Key words: conical surfaces, electrocontact welding

Зыбин Игорь Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Zybin Igor Nikolaevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow state technical university named N.E.
Bauman (branch)
Kaluga, Bazhenov st., 2

Коваленко Антон Сергеевич

Магистрант
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Kovalenko Anton Sergeevich

Master
Moscow state technical university named N.E.
Bauman (branch)
Kaluga, Bazhenov st., 2

В условиях современного ремонтного производства при восстановлении различных деталей машин определяющим в выборе технологии восстановления является обеспечение требуемого качества восстановления при наименьших экономических затратах (наименьшей себестоимости) на выполнение процесса.

Одной из ресурсосберегающих технологий восстановления деталей машин различного назначения (технологического оборудования, сельскохозяйственной техники, путевых машин и т.д.) является электроконтактная наварка проволокой (ЭКНП).

Практический опыт применения ЭКНП для восстановления наружных поверхностей деталей типа “вал” показал, что наряду с цилиндрическими поверхностями деталей возникает необходимость в восстановлении конических поверхностей с углом конуса в большинстве случаев, находящимся в диапазоне от 0° до 30° [1].

В зависимости от угла конуса восстанавливаемой поверхности детали в работе [1] разработаны технологические варианты процесса наварки. При разработке технологических вариантов рассматривался процесс ЭКНП диаметром 1,6 мм с шириной рабочей поверхности роликового электрода 6 мм. При этом получены зависимости, позволяющие при выборе технологического варианта наварки учитывать и проволоки другого диаметра, а также различную ширину рабочей поверхности электрода.

Согласно первому технологическому варианту наварка осуществляется без разворота электродов относительно навариваемой поверхности (при относительно небольших углах наклона рабочей поверхности электрода к поверхности детали). В частности, показано [1], что данный технологический вариант целесообразно выполнять при углах наклона рабочей поверхности электрода к поверхности детали менее 8° (ширина рабочей поверхности электрода 6 мм, диаметр присадочной проволоки 1,6 мм, осадка вблизи большей кромки валика наваренного металла 65%).

Второй технологический вариант также выполняется без разворота электродов относительно навариваемой поверхности, но с незначительным внедрением кромки электрода в деталь в конце цикла наварки, когда валик наваренного металла практически сформирован.

Согласно третьему технологическому варианту осуществляется разворот электродов относительно навариваемой поверхности (при относительно больших углах конуса восстанавливаемой поверхности детали).

В процессе ЭКНП рабочая поверхность электрода постепенно изнашивается, что предопределяет необходимость в ее переточке. К дополнительному износу рабочей поверхности электрода и изменению геометрической формы кромки электрода, как показал производственный опыт восстановления ЭКНП деталей типа “вал”, может приводить даже незначительное внедрение кромки электрода в деталь (согласно вышерассмотренному технологическому варианту). Это требует необходимости в более частой переточки рабочей поверхности электрода, что увеличивает затраты на восстановление деталей.

Анализ процессов внедрения кромки электрода в деталь показал, что возможно появление выплесков металла в месте внедрения электрода в деталь, перенос части металла электрода на деталь, что ухудшает структуру формируемого слоя металла и качество восстановления.

На рис.1 показана макроструктура образца с конической поверхностью в его продольном сечении при наварке с внедрением кромки электрода в деталь. Светлые пятна в макроструктуре по всей длине наварки показывают наличие материала электрода в наваренном слое металла. В качестве материала электрода использовался сплав БрХ1, присадочная проволока – сварочная проволока Св-08Г2С.

Рис. 1. Макроструктура наваренного металла конического образца:
1 – материал электрода; 2 – наваренный металл

Известно [2-4], что наличие тангенциальной составляющей усилия сжатия электрода, действующего вдоль образующей восстанавливаемой поверхности детали, положительно сказывается на условии формирования соединения металлов, а именно, способствует интенсификации процессов схватывания металлов вследствие микроскопических перемещений в зоне контакта металлов, облегчая условия пластического течения металла и увеличивая фактическую площадь контакта металлов.

На основании вышеизложенного разработаны следующие технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей типа “вал”, представленные на рис. 2.

Рис. 2. Технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей ЭКНП

Технологические варианты можно разделить на две группы: без разворота электродов (вертикальными электродами) и с разворотом электродов (наклонными электродами).

ЭКНП вертикальными электродами может выполняться с цилиндрической и конической рабочей поверхностью электрода.

Наварка вертикальными электродами с цилиндрической рабочей поверхностью следует выполнять при малых углах α наклона рабочей поверхности электрода к поверхности детали (рис.3), когда обеспечивается требуемая

осадка проволоки вблизи большей кромки валика наваренного металла при отсутствии соприкосновения электрода с деталью.

Рис. 3. Схема технологического варианта ЭКНП вертикальными электродами с цилиндрической рабочей поверхностью: 1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла; 3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод; P_1 – нормальная составляющая усилия сжатия электрода; P_2 – тангенциальная составляющая усилия сжатия электрода

Отметим, что при использовании данного варианта наварки в зоне соединения металлов действует тангенциальная составляющая усилия сжатия электродов, которая положительно сказывается на условии формирования соединения металлов. Толщина наваренного металла в этом случае будет неравномерной вследствие разной величины осадки проволоки в ее поперечном сечении. Это обстоятельство необходимо учитывать при назначении количества проходов наварки с учетом припуска на последующую механическую обработку восстановленной поверхности детали.

Рис. 4. Схема технологического варианта ЭКНП вертикальными электродами с конической рабочей поверхностью: 1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла; 3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод; P_1 – нормальная составляющая усилия сжатия электрода; P_2 – тангенциальная составляющая усилия сжатия электрода

Данный технологический вариант позволяет исключить отрицательное влияние соприкосновения электрода с предыдущим валиком наваренного металла, связанное с шунтированием тока в конце цикла наварки, а также появлением дефектов наварки, рассмотренных выше.

Поскольку с увеличением угла наклона рабочей поверхности возможно внедрение кромки электрода в деталь, то в этом случае при наварке вертикальными электродами целесообразно рабочую поверхность электрода проточить на конус (рис.4).

При данном варианте наварки валик наваренного металла характеризуется равномерной осадкой проволокой в ее поперечном сечении. Как и в предыдущем технологическом варианте ЭКНП в этом случае наварка выполняется при наличии тангенциальной составляющей усилия сжатия электродов.

Наварку наклонными электродами можно выполнять с цилиндрической (первый и второй технологические варианты) и с конической (третий технологический вариант) рабочей поверхностью электрода.

При наварке наклонными электродами согласно первому технологическому варианту электрод разворачивается относительно детали таким образом, чтобы цилиндрическая рабочая поверхность электрода была параллельна образующей конической поверхности восстанавливаемой детали (рис.5).

Рис. 5. Схема технологического варианта ЭКНП наклонными электродами с цилиндрической рабочей поверхностью:
1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла;
3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод

Для практической реализации данного и последующих технологических вариантов наварки необходимо предусмотреть устройство крепления электродов к клещевинам установки с возможностью поворота электродов относительно навариваемой поверхности. Как и в предыдущем технологическом варианте наварки вертикальными электродами валик наваренного металла характеризуется равномерной осадкой проволокой в своем поперечном сечении.

Согласно второму технологическому варианту выполняется разворот оси электрода относительно образующей навариваемой поверхности детали на угол α , что приводит к появлению угла наклона β рабочей поверхности электрода к поверхности детали (рис.6).

В данном технологическом варианте, как и при наварке вертикальными электродами усилие, действующее на электрод, будет раскладываться на две составляющие: нормальную и тангенциальную. Осадка проволоки является неравномерной в своем поперечном сечении. Как говорилось выше, это необходимо учитывать при назначении числа проходов наварки для обеспечения требуемой толщины наваренного слоя и припуска под последующую механическую обработку поверхности детали.

Рис. 6. Схема технологического варианта ЭКНП наклонными электродами с цилиндрической рабочей поверхностью: 1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла; 3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод; P_1 – нормальная составляющая усилия сжатия электрода; P_2 – тангенциальная составляющая усилия сжатия электрода

Также наварка по данному технологическому варианту характеризуется отсутствием соприкосновения электрода с ранее наваренным валиком металла, что исключает шунтирование тока через зону соприкосновения и характеризуется отсутствием дефектов, вызванных этим соприкосновением.

Согласно третьему технологическому варианту (рис.7) рабочая поверхность электрода имеет коническую поверхность. Ось электрода наклонена к образующей конической поверхности детали на угол β . При этом ось электрода развернута относительно оси детали так, что рабочая поверхность электрода параллельна образующей конической поверхности детали. Это позволяет восстанавливать конические поверхности деталей с равномерным по толщине слоем наваренного металла при наличии тангенциальной составляющей усилия, действующего на электрод.

Наварку конических поверхностей деталей с наличием тангенциальной составляющей усилия сжатия электрода следует выполнять таким образом, чтобы действие тангенциальной составляющей было направлено к ранее наваренному валику металла.

Следует сказать, что в случае отсутствия на установке для ЭКНП устройства для разворота электродов относительно навариваемой поверхности детали целесообразно предусмотреть возможность быстрой смены электрода с узла крепления к клещевине, например, при необходимости замены электрода с цилиндрической рабочей поверхностью на электрод с конической рабочей поверхностью.

Рис.7. Схема технологического варианта ЭКНП наклонными электродами с конической рабочей поверхностью: 1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла; 3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод; P_1 – нормальная составляющая усилия сжатия электрода; P_2 – тангенциальная составляющая усилия сжатия электрода

Это расширит технологические возможности процесса ЭКНП, позволив восстанавливать детали широкой номенклатуры с цилиндрическими и коническими поверхностями при незначительных затратах времени на смену электрода.

Таким образом, предложены технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей ЭКНП вертикальными и наклонными электродами, характеризующиеся как цилиндрической, так и конической рабочей поверхностью. При разработке технологических вариантов учитывалось влияние тангенциальной составляющей усилия сжатия, действующего на электрод, на условия формирования соединения металлов в зоне их контакта.

Список используемых источников:

1. Зыбин И.Н. Разработка процесса электроконтактной наварки проволокой наклонными электродами: дис.... канд. техн. наук. М., 2003. 197 с.
2. Гельман А.С. Основы сварки давлением. М.: Машиностроение, 1970. 312 с.
3. Шоршоров М.Х., Колесниченко В.А., Алехин В.П. Клинопрессовая сварка давлением разнородных металлов. М.: Металлургия, 1982. 112 с.
4. Зыбин И.Н. Особенности формирования соединения при электроконтактной наварке проволокой наклонными электродами // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15574>
5. Юдин И.Е., Боженко Б.Л., Федорущенко Н.Д. Установка для электроконтактной наплавки. А.с. 493310 СССР, опубл. 12.02.76, бюл. №44, 4 с.
6. Андронов С.Ф. Способ электроконтактной наплавки. А.с. 1830325 СССР, опубл. 30.07.93, бюл. №28, 4 с.