

## ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Наведена робота присвячена технологіям зварювання з використанням різноманітних джерел енергії.

Представленная работа посвящена технологиям сварки с использованием различных источников энергии.

The paper presents technologies of welding with the use of different energy sources.

Технический прогресс в промышленности неразрывно связан с постоянным совершенствованием сварочного производства.

Нельзя переоценить роль сварочного производства и в железнодорожной отрасли. С реализацией программы о внедрении скоростного движения поездов на территории Украины возникает проблема создания отечественного тягового подвижного состава, к которому будут предъявляться требования высокой эксплуатационной надежности, безотказности, ремонтнопригодности и т.д. Соответственно, всеми этими качествами должны обладать основные несущие узлы (тележки, рамы кузовов) и конструкции (кузова вагонов и локомотивов), которые изготавливаются с использованием электродуговых методов сварки. Современные условия эксплуатации железнодорожного транспорта учтены в нормативно-технической документации на изделие. Важнейшим направлением при разработке конструкций подвижного состава является максимально допустимое снижение массы при сохранении эксплуатационной безопасности. Одним из решений поставленной задачи является использование сталей, обладающих более высоким комплексом свойств по сравнению с используемыми. Примером может быть использование термомеханически упрочненных сталей взамен горячекатаных, либо с особыми свойствами, такими как нержавеющие стали и т.д.

Учитывая, что доля сварочно-наплавочных работ в ремонтных технологиях подвижного состава может достигать 40 %, то использование новых материалов и сплавов с повышенным комплексом свойств потребует если не разработки принципиально новых технологий сварки, то обязательно корректирования используемых в настоящее время [1, 2].

Разработка технологии электродуговой сварки произвела технологическую революцию в промышленном производстве. Однако, рост

требований современного производства ограничивает ее использование. На основании этого технологии электродуговой сварки с относительно небольшой концентрацией энергии в дуге и одновременным несовершенством защиты металла от взаимодействия с атомами газов атмосферы могут рассматриваться как несовершенные. Кроме этого, значительные размеры сварочного шва и зоны термического влияния обуславливают большие потери электрической энергии и, что особенно важно, существенные остаточные деформации в готовых конструкциях. Указанные недостатки в значительной мере компенсируются, при использовании иных источников с высокой концентрацией энергии, таких как лазерный, электронный лучи с вакуумной защитой металла шва, сварка в твердом состоянии и т.д.

Механизированная сварка под флюсом, как разновидность электродуговой, в последние несколько десятилетий получила широкое распространение [1]. Так, производительность работ по сравнению с ручной сваркой возросла в 5...12 раз. Обусловлено это использованием больших значений сварочного тока, что привело к росту глубины проплавления основного металла и, как следствие этого, возможностью сваривания металла повышенной толщины без специальной подготовки кромок. Высокое качество сварочного соединения в этом случае достигается за счет защиты расплавленного металла от влияния окружающей атмосферы, возможности легирования расплавленным шлаком и т.д. Кроме этого, наличие шлака на поверхности шва позволяет варьировать скоростями кристаллизации сварочной ванны и охлаждением металла шва. Постоянное усовершенствование технологии механизированной сварки способствует ее широкому использованию, как пример разработка специальных автоматических и полуавтоматических систем. Вместе с этим не решен ряд проблем, к основ-

ным из которых можно отнести повышенную жидкотекучесть расплавленного металла и, в основном, флюса. На основании этого указанная технология используется, в основном, для сваривания в нижнем положении, при отклонении шва от горизонтали не более чем на  $10...15^\circ$  [1, 3].

Как разновидность механизированной сварки – использование среды защитных газов. Широкий диапазон применяемых защитных газов обуславливает большое распространение этого способа, как в отношении свариваемых металлов, так и их толщин (от 0,1 мм до десятков миллиметров). Основные преимущества – это высокое качество сварных соединений на изделиях из разнообразных сплавов, разной толщины и малого угара легирующих элементов; возможность сварки в различных пространственных положениях; возможность визуального наблюдения за формированием сварочного шва; высокая производительность и возможность автоматизации процесса.

Как и всякий технологический процесс, механизированные способы требуют устранения определенных несовершенств. К основным следует отнести разработку защитных мер против светового и теплового излучений; компенсации возможных нарушений однородности газовой среды и т.д.

Для механизированных видов сварки использование порошковых материалов для изготовления электродов явилось качественно новым технологическим решением. Качество сварного соединения в значительной степени определяется и конструкцией порошковой проволоки, и особенностями ее расплавления. Сердечник проволоки, состоящий на 50...70 % из неметаллических, неэлектропроводных материалов, плавится дугой от металлической оболочки. Ввиду того, что плавление компонентов сердечника может отставать от расплавления оболочки, указанные материалы будут попадать в сварочную ванну в нерасплавленном состоянии, что в целом будет снижать качество сварного шва. Малые толщины оболочек порошковых проволок требуют использования специальных разработанных механизмов подачи, например, с двойным приводом и малым давлением обжатия. Металлургические особенности процесса сварки порошковыми проволоками достаточно чувствительны к незначительным отклонениям технологии, что приводит к снижению качества соединения металла.

В последние десятилетия широкое распространение получили процессы сварки с исполь-

зованием альтернативных (электрической дуге) источников энергии [3]. Примером может служить использование лазерного луча для соединения отдельных элементов при изготовлении изделий, предназначенных для широкого круга потребителей. Лазерный луч при помощи оптической системы может легко передаваться на значительные расстояния с необходимой ориентацией без потерь энергии. Энергетические характеристики луча легко регулируются, процесс лазерной обработки легко управляется и поддается автоматизации.

Лазерная сварка, как и электронно-лучевая, имеет существенные преимущества перед многочисленными разновидностями электродуговых технологий. За счет высокой концентрации энергии объем сварочной ванны в несколько раз меньше, чем для электродуговых. На основании этого формирование тонких швов с полным проплавлением способствует уменьшению остаточной деформации изделия в несколько раз, позволяет исключить дополнительную механическую обработку. Ускоренный термический цикл при лазерной сварке обеспечивает возможность уменьшения зоны термического влияния и, как следствие этого, снизить длительность пребывания металла при высоких температурах. Указанная особенность технологии способствует предотвращению формирования трещин различной природы происхождения.

### Выводы

На основе анализа технологических особенностей процесса сварки с использованием различных источников энергии представляется целесообразным, параллельно с традиционными используемыми технологиями для ремонтно-восстановительных работ изделий железнодорожного транспорта, использовать более прогрессивные на основе лазерного, электронного лучей.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Квасницький, В. В. Спеціальні способи зварювання [Текст] / В. В. Квасницький. – Миколаїв.: УДМТУ, 2003. – 437 с.
2. Сварка и родственные процессы в промышленности [Текст] // Доклады 2-го науч.-техн. семинара. – К.: Экотехнология, 2007. – 94 с.
3. Малышев, Б. Д. Сварка и резка в промышленном строительстве [Текст]: справочник / Б. Д. Малышев. – М.: Стройиздат, 1989. – 590 с.

Поступила в редколлегию 26.08.2008.