

## **ДУГА И ЛЕД. НОВЫЙ СПОСОБ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ**

**С. Н. Жизняков, Ф. И. Пантелеенко,  
Д. И. Викторовский, Н. И. Урбанович**

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,  
тел.: (+375 17) 331-25-48*

Высокотемпературный нагрев с последующим охлаждением соединяемых элементов при сварке вызывает появление в них напряжений и деформаций, существенно затрудняющих производство сварных конструкций и ухудшающих их качество. С целью снижения сварочных деформаций принимают соответствующие технические решения на стадии проектирования сварной конструкции, а также на операциях, предшествующих сварке и непосредственно во время сварки. Наиболее рациональными средствами, используемыми при сварке, можно считать уменьшение эффективной погонной энергии (тепловложения) и охлаждение свариваемых элементов в зоне сварки, поскольку они сужают до возможного минимума ширину участка сварного соединения, нагреваемого в процессе сварки до критических температур, при которых возникают напряжения сжатия, превосходящие предел текучести свариваемого металла (такие участки можно условно назвать участками пластических деформаций). Появление подобных участков и предопределяет зарождение и последующее развитие остаточных сварочных деформаций. Пределы уменьшения ширины участка пластических деформаций за счет снижения тепловложения ограничены первоочередной необходимостью получения качественного сварного шва, лишенного непроваров, несплавлений и других дефектов, в то время как возможности уменьшения ширины рассматриваемого участка за счет охлаждения зоны сварки не ограничены вплоть до его практического исчезновения. Последнее становится возможным при нахождении низкотемпературной среды на поверхности свариваемого металла вдоль внешнего периметра голов-

ной части сварочной ванны. Применяемые в настоящее время средства отвода теплоты от нагреваемых при сварке участков металла (водоохлаждаемые медные подкладки, массивные прижимные устройства, жидкие охладители, располагаемые на «безопасном» для сварки расстоянии и др.) такими возможностями не обладают.

Выполненные в университете исследования показали, что охладителем, способным отводить теплоту от участков металла, непосредственно примыкающих к сварочной ванне в процессе ее образования, является сухой лед–твердый диоксид углерода с температурой сублимации  $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Уникальное свойство сухого льда – переход в газообразное состояние, минуя жидкую фазу, – предоставляет возможность располагать сухой лед в качестве сверхинтенсивного охладителя практически по границе сварочной ванны, создавая условия, которые препятствуют образованию при сварке участков пластических деформаций. Сублимирующий в зоне дуги лед, выделяя огромную массу чистого углекислого газа, создает надежную защиту расплавленного металла и сварочной дуги от вредного воздействия воздуха.

На основании полученных результатов авторами опробован и предложен принципиально новый способ дуговой сварки. Это дуговая сварка под слоем сухого льда. Сварка выполняется без газовой и шлаковой защиты с использованием в качестве плавящегося электрода сварочной проволоки марок Св-08ГС и Св-08Г2С. Наблюдается стабильное и мягкое горение дуги без разбрызгивания расплавленного металла, хорошее формирование шва, отсутствие в получаемых сварных соединениях недопустимых внешних и внутренних дефектов. Сварные соединения обладают высокими механическими свойствами, не уступающими, а в ряде случаев превосходящими свойства сварных соединений, выполненных другими общепринятыми способами дуговой сварки плавящимся электродом. Одновременно сварные соединения имеют минимальные остаточные деформации.

Предоставляется возможность активного воздействия на проходящие при сварке термомодеформационные процессы, структуру и свойства металла шва и зоны термического влияния сварных соединений.

Проведенные эксперименты позволили установить пригодность дуговой сварки также под слоем сухого льда с другими компонентами, не образующими шлаковой фазы и улучшающими сварочно-технологические свойства и служебные характеристики получаемых сварных соединений.

Выявлена возможность снижения сварочных деформаций с использованием сухого льда при сварке покрытыми электродами, порошковой проволокой, плавящимся электродом в углекислом газе.

Ручную, механизированную и автоматическую сварку под слоем сухого льда без использования какой-либо газовой аппаратуры и баллонов можно применять при изготовлении, ремонте и монтаже стальных конструкций и сооружений различного назначения, особенно объектов из тонколистовой высоколегированной стали аустенитного класса типа 18-8 (12X18H9T, 08X18H10 и т. п.).

## **СПОСОБЫ ВВЕДЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ В СВАРОЧНУЮ ВАННУ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ СВАРКИ**

**С. В. Краснов, М. А. Кузнецов**

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального  
исследовательского Томского политехнического университета,  
Юрга, Россия, тел.: (8 38451) 5-09-06, факс: (8 38451) 5-09-06,  
e-mail: kuznechik\_85@mail.ru*

В настоящее время становится актуальным вопрос о применении наноструктурированных порошков при дуговой сварке плавящимся электродом для изменения структуры и свойств наплавленного металла. Решение данного вопроса находит затруднение при вводе порошков в жидкую сварочную ванну, однако на практике уже существуют некоторые способы. Рассмотрим их.