



# ПО СТРАНИЦАМ ЖУРНАЛА «WELDING AND CUTTING» 2008, № 6

*Yapp D., Kong C.-J. ГИБРИДНАЯ ЛАЗЕРНО-ДУГОВАЯ СВАРКА ТРУБОПРОВОДА*

Авторы предполагают, что объемы сооружения новых трубопроводов в последующие 20 лет будут возрастать еще большими темпами в результате увеличивающегося использования во всем мире комбинированных электростанций с циклическим режимом работы, применяющих в качестве топлива природный газ. Сооружение трубопроводов большого диаметра и большой протяженности приводит к необходимости повышения производительности сварки при выполнении кольцевых швов трубопровода. Гибридная лазерно-дуговая сварка с использованием волоконного лазера рассматривается как процесс, имеющий значительный потенциал для сварки трубопровода. Новые лазеры имеют небольшую опорную поверхность при достаточно высокой эффективности (КПД от 20 до 30 %), т. е. их можно рассматривать применительно к использованию в полевых условиях. Про-

ведена оценка гибридной лазерно-дуговой сварки для выполнения корневых проходов кольцевых швов трубопровода и сделан принципиальный вывод, что приемлемые по качеству корневые швы можно получить в диапазоне рассматриваемых условий сварки. Швы хорошего качества были получены при мощности лазерного излучения 4 кВт и скорости сварки 4 м/мин. Эта скорость значительно выше обычной (1,5 м/мин), достигаемой при выполнении корневых проходов дуговой сваркой металлическим электродом в защитном газе. Корневые лазерные швы в сочетании со швами заполнения, полученными дуговой сваркой металлическим электродом в защитном газе, в трубопроводах из стали класса X100 демонстрируют удовлетворительные механические свойства.

*Taban E., Deleu E., Dhooge A., Kaluc E. СВОЙСТВА ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ФЕРРИТНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ с 12 % Cr*

Нержавеющие стали с 12 % Cr имеют потенциально лучшую свариваемость, чем любые другие ферритные или мартенситные стали. Они недорогие, благодаря их достаточно высокой коррозионной стойкости в атмосферных и неагрессивных водных условиях широко используются в оборудовании для добычи угля и золота на сахароперерабатывающих предприятиях, в автодорожном и железнодорожном транспорте и при получении электроэнергии. В реферируемом исследовании для улучшения свариваемости использовали модифицированный тип ферритной нержавеющей стали X2CrNi12, соответствующий 1.4003 в EN 10088 и EN 10028-7 и UNS S41003 в ASTM A240 с более низким содержанием углерода (< 0,01 %). Изучены также свойства пластины из модифицированной стали с 12 % Cr толщиной 20 мм, сваренные дуговой сваркой порошковой проволокой. Соединения были подвергнуты механическим испытаниям на удар Шарпи, испытаниям на вязкость разрушения при раскрытии в вершине трещины, испытаниям на растяжение и изгиб. Выполнен химический анализ металла шва и оценена микроструктура, включая распределения микротвердости, измерения содержания феррита и анализа размера зерна в различных областях шва. Для определения атмосферной коррозионной стойкости выполнены испытания на стойкость к воздействию соляного тумана. Определено соотношение между вязкостью и микроструктурой. Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

Модифицированная нержавеющая ферритная сталь, соответствующая EN 10088, изготовленная экономно с низким уровнем углерода и примесей, может быть соединена безде-

фектным образом с помощью дуговой сварки порошковой проволокой. После гибки дефекты не наблюдаются. Тенденция к укрупнению зерна в термообработанной ЗТВ не имеет никакого влияния на гибочные свойства и свойства растяжения, тогда как ударная вязкость термообработанной ЗТВ в основном понижается и зависит от количества микроструктуры с укрупненным зерном. Тем не менее, вязкость ЗТВ можно улучшить посредством послесварочной термообработки на протяжении 30 мин, что является многообещающим. Если можно было бы ограничить укрупнение зерна, швы имели бы большую ударную вязкость. Твердость в ЗТВ этой стали может быть легко ограничена до  $HV\ 5\ 300$ . Высокая атмосферная коррозионная стойкость обеспечивается покрытием на образцах для испытания на стойкость к соляному туману. Производство нержавеющей сталей с низким содержанием углерода обеспечивает лучшую свариваемость при разумной стоимости и приводит к более низким эксплуатационным расходам, чем применение конструкционных углеродистых сталей. Кроме того, поскольку они дешевле аустенитных марок с привлекательными прочностными свойствами, эту модифицированную углеродистую сталь с 12 % Cr можно рассматривать как рентабельное звено между этими типами. В случае, если улучшенную свариваемость этой модифицированной нержавеющей стали с 12 % Cr, можно было бы обеспечить с помощью контролируемого химического состава и условий поставки (что приведет к повышенной производительности при сварке), то в ближайшем будущем можно было бы значительно расширить область ее применения в качестве инновационного продукта.



*ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО СОЕДИНЕНИЯМ  
В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ В САТТЛЕДТЕ, АВСТРИЯ*

Более 150 специалистов автомобильной промышленности со всего мира, занимающихся производством и разработкой, встретились во «Фрониусе» в Саттледте (Австрия) 1 и 2 октября 2008 г. Повестка дня включала презентации фирм и обсуждение современных направлений в создании технологии материалов и разработке технологий соединения в автомобилестроении, что служит толчком для продолжения и усиления обмена информацией. Доктор Клаус Коглин, директор Центра технических разработок «Ауди», предложил создать рабочую группу с участием представителей из научных институтов, производителей стали и алюминия, промышленных строителей, поставщиков и самих автопроизводителей.

В своем приветственном обращении Клаус Фрониус акцентировал внимание на необходимости устранения ограничений, которые стоят на пути к новым, разумным решениям, примером которых является термическое соединение алюминия и стали. Это открывает интересные возможности для легких конструкций в автомобилестроении, снижения расхода топлива и впоследствии выброса CO<sub>2</sub>. Представители лидирующих брендов как Ауди, БМВ, Форд, Мерседес Бенц, Хьюндай и Фольксваген предоставили отчеты об опыте ос-

воения трудоемких и воспроизводимых процессов соединения, в частности, относительно оптимальных результатов, достигнутых с помощью применения лазерной гибридной сварки и СМТ-процесса (переноса холодного металла).

Исследователи и разработчики Научно-исследовательского института Макса Планка и Университета горной промышленности Лебена (Австрия) отметили такие основные области последних разработок, как соединение неоднородных материалов (алюминий и сталь). Профессор Боюн Ли из Корейского авиакосмического университета рассказал о своем опыте с Хьюндай на Дальнем Востоке и его инновационном процессе СМТ для сварки в CO<sub>2</sub> и пайки МИГ. Представители Магна и БМВ удивили участников своим предложением о практических перспективах планирования качества и процессов обеспечения качества в их компаниях.

Клаус Фрониус с доктором Клаусом Коглиным и Гансом Хорнигом (директором центра процессов соединения в исследовательском и информационном центре БМВ) договорились проводить конференции раз в два года. Клаус Коглин от Ауди будет контактным лицом для заинтересованных лиц до того времени как рабочая группа, основанная в Саттледте, начнет официально существовать.

*СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРИМЫКАЮЩЕГО СОПЛА  
ДЛЯ СВАРКИ МАГ С ДВОЙНЫМ ГАЗОВЫМ ПОТОКОМ*

Представлены исследования по применению примыкающего сопла для сварки металлическим электродом в среде активных газов с двойным газовым потоком. Сопло, прикрепленное к обычному соплу с защитным газом, подает струю защитного газа, которая окружает основную струю газа и состоит, например, из диоксида углерода высокой марки. Таким образом, можно достичь значительной экономии защитного газа для сварочного процесса металлическим электродом в среде активных газов, главным образом состоящего из аргона. Исследования показали, что при выборе правильного примыкающего сопла и установочных параметров сварочный процесс проходит стабильно и достигается удовлетворительное качество шва.

Представленные результаты вытекают из двух диссертаций, подготовленных в Университете прикладных наук Бо-

хума в Германии. Дальнейшие исследования по сварке МАГ с двойной средой защитных газов с примыкающим соплом должны проводиться на широкой основе. Это будет шагом вперед в сварочных технологиях. При этом такие же удовлетворительные результаты сварки могут быть достигнуты при вдвое меньших расходах защитных газов. Существует значительный потенциал использования во многих сварочных установках МАГ, используемых в Германии. Затраты на модифицирование сварочной установки МАГ с примыкающим соплом, установленным на существующей сварочной горелки с дополнительной подачей газа CO<sub>2</sub>, которая контролируется с помощью электромагнитного клапана, относительно низкие и могут быть компенсированы за очень короткий срок.

## НОВАЯ КНИГА

**Кононенко В. Я.** Ручная и механизированная дуговая сварка и наплавка. — Киев: Изд-во университета «Украина». — 2009. — 456 с.

В справочнике систематизированы материалы, отражающие технологии дуговой сварки и наплавки металлов покрытым электродом, в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом, а также приведены основные сведения об оборудовании, инструментах и приспособлениях для реализации этих технологий. Изложены новые системы маркировки электродов и проволок и сложившееся состояние нормативной документации в этом направлении. Дана краткая информация о нормировании процессов сварки, организации рабочего места и технике безопасности.

Предназначен для инженерно-технических работников, мастеров, рабочих, студентов вузов и ПТУ сварочных, металлургических и машиностроительных специальностей.