



УДК 621.791.94.(204.1)

ВЛИЯНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПОДВОДНОЙ МОКРОЙ СВАРКЕ НА СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В. С. БУТ, С. Ю. МАКСИМОВ, кандидаты техн. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Рассмотрено влияние глубины погружения и температуры испытаний на ударную вязкость участков сварного соединения стали 17Г1С.

Ключевые слова: мокрая дуговая сварка, металл, ударная вязкость, прочность, хрупкость, ЗТВ, гидростатическое давление, порошковая проволока

Мокрую подводную сварку выполняют непосредственно в воде. При этом электрод, дуга и изделие не защищены от влияния окружающей среды, что сказывается как на характере протекания металлургических процессов, так и на формировании структуры металла сварных соединений.

Одной из наиболее важных проблем мокрой дуговой сварки является закаливающий эффект воды, что приводит к охрупчиванию металла шва и ЗТВ, и как следствие — к значительному снижению пластичности металла в указанных зонах. Скорость охлаждения при подводной сварке в среднем в три раза выше, чем на воздухе [1]. Кроме того, существенными факторами, оказывающими наибольшее влияние на скорость охлаждения сварных соединений, являются гидростатическое давление и погонная энергия сварки [2].

Данные работы [3] свидетельствуют о наличии затруднений при попытке легировать сварные швы с целью существенного повышения показателей их прочностных характеристик в процессе сварки непосредственно в воде, что обусловлено значи-

тельным выгоранием легирующих элементов, возрастающим по мере увеличения глубины погружения.

В ИЭС им. Е. О. Патона удалось оптимизировать состав шлако- и газообразующих составляющих порошковой проволоки, что позволило обеспечить удовлетворительные сварочно-технологические свойства при сварке на глубине 20... 100 м и по показателям прочностных характеристик металла шва достичь уровня основного металла стали типа 17Г1С.

С учетом информации о недостаточно высоком уровне ударной вязкости металла сварных соединений, выполненных под водой [3], изучали влияние глубины погружения при мокрой сварке на ударную вязкость металла различных участков сварных соединений.

Исследования проводили в гидробарокамере типа ГК-80 при внутреннем давлении 0,2; 0,5 и 1,0 МПа, что соответствовало 20, 50 и 100 м глубины в водной среде. Сварные швы выполняли в канавки U-образной формы глубиной 5 мм на пластинах из стали 17Г1С толщиной 14 мм порошковой проволокой диаметром 1,6 мм с шихтой системы $TiO_2-SiO_2-Fe_2O_3-FeO-MnO_2$ на следующих режимах: $I_{св} = 180...200$ А; $U_{д} = 29...32$ В; $v_{св} = 18$ см/с. Погонная энергия сварки составляла 32...33 кДж/см.

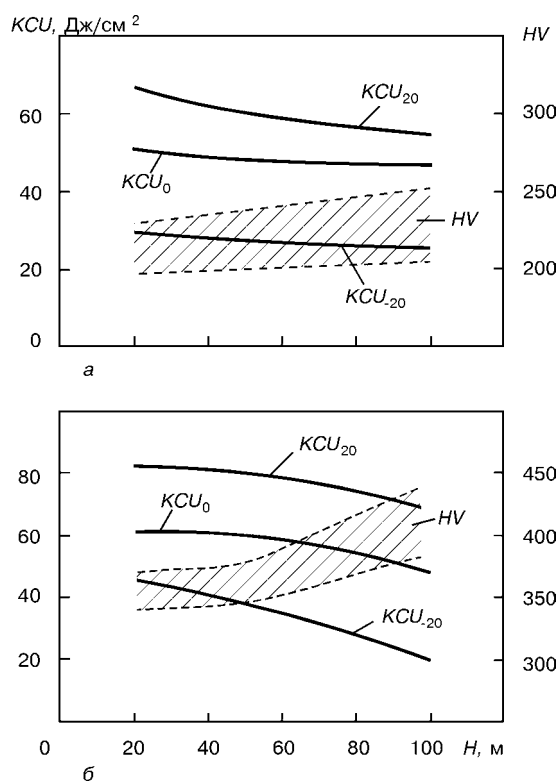


Рис. 1. Влияние глубины погружения при подводной мокрой дуговой сварке на показатели ударной вязкости металла шва (а) и участка крупного зерна (б); H — глубина погружения

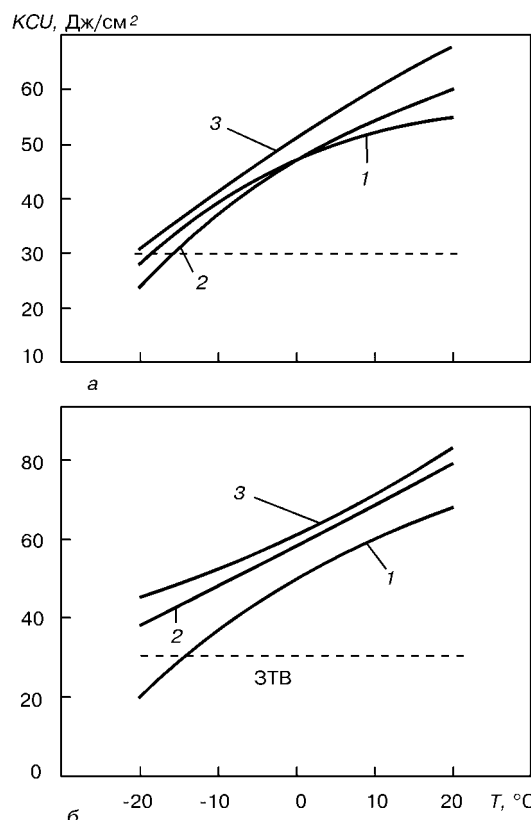


Рис. 2. Характер изменения ударной вязкости в зависимости от температуры испытаний металла шва (а) и ЗТВ (б) при сварке на разных глубинах: 1 — 100; 2 — 50; 3 — 20 м

© В. С. Бут, С. Ю. Максимов, 2003



На вырезанных из пластин с наплавками темплетов после шлифовки и соответствующего травления контуров швов выполняли разметку линий нанесения надрезов таким образом, чтобы вершина надреза размещалась в исследуемой зоне, т. е. в шве или на участке крупного зерна ЗТВ (ГОСТ 13585). Затем из темплетов изготовляли образцы для испытаний на ударный изгиб типа Менаже (ГОСТ 6996, тип VIII). Для оценки сопротивляемости металла ЗТВ хрупкому разрушению при одной и той же температуре изготовляли по 6...7 образцов с учетом сложности нанесения надреза механическим способом в указанной зоне. По результатам испытаний выбирали наименьшие значения ударной вязкости металла ЗТВ при конкретной температуре. Наиболее хрупкий металл в сварном соединении расположен на участке крупного зерна. Характер же разрушения образца при ударном нагружении определяется свойствами металла, находящегося у вершины надреза [4].

Графическая интерпретация полученных результатов, а также зоны распределения максимальной твердости в исследуемых участках сварных соединений, определенные на приборе Виккерса при нагрузке 50 Н (ГОСТ 2999), показаны рис. 1 и 2.

Очевидно, что ударная вязкость металла шва незначительно изменяется в зависимости от глубины, на которой осуществляется сварка, и при испытаниях образцов при комнатной температуре имеет неплохие значения (как для подводной мокрой дуговой сварки). Однако при отрицательной температуре ее показатели не отвечают нормативным требованиям гарантированного сопротивления хрупкому разрушению (меньше 30 Дж/см²). Для металла ЗТВ более заметно охрупчивание в зависимости от глубины

погружения, особенно при испытании образцов при -20 °С. Факт охрупчивания металла ЗТВ подтверждается результатами измерения твердости, которая в указанной зоне может достигать HV 430.

На рис. 2 показан характер изменения сопротивляемости хрупкому разрушению в зависимости от температуры испытаний как металла шва, так и металла ЗТВ. Из рисунка следует, что требуемая ударная вязкость металла на указанных участках сварных соединений, выполненных мокрой дуговой сваркой порошковой проволокой на глубинах 20...100 м, обеспечивается при температурах эксплуатации конструкций, превышающих -10 °С. А это удовлетворяет требованиям строительства подводных трубопроводов и позволяет расширить область применения подводных ремонтных технологий мокрым способом.

1. Грецкий Ю. Я., Максимов С. Ю. Структура и свойства соединений низколегированных сталей при подводной мокрой сварке покрытыми электродами // Автомат. сварка. — 1995. — № 5. — С. 7-11.
2. Грецкий Ю. Я., Максимов С. Ю. Металлургические особенности подводной мокрой сварки покрытыми электродами // Там же. — 1994. — № 12. — С. 10-14.
3. Properties of wet welded joints / P. Szlagowski, H. Stugff, P. Loebel et al. // 21st Annual OTC. (Houston, May 1-4, 1989). — Houston, 1989. — P. 5-13.
4. Иващенко Г. А., Новикова Д. П. Структурная и механическая неоднородность ЗТВ и ударная прочность сварных соединений конструкционных сталей // Автомат. сварка. — 1988. — № 12. — С. 5-9, 15.

The effect of dipping depth and test temperature on impact strength value of 17G1S steel welded joint regions is considered.

Поступила в редакцию 03.10.2002,
в окончательном варианте 13.11.2002

РАЗРАБОТАНО В ИЭС

МНОГОЦЕЛЕВОЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ДУГОВЫХ СПОСОБОВ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

Дуговые способы сварки и наплавки плавящимся электродом в машиностроительных отраслях промышленности являются ведущими среди всех известных способов как по объему и стоимости продукции, так и по количеству занятых рабочих и действующих установок. Широкая номенклатура свариваемых материалов, высокие требования к качеству сварочных и наплавочных работ вызывают необходимость в применении различных способов дуговой сварки и наплавки.

Разработанный в ИЭС им. Е. О. Патона многоцелевой источник питания пригоден при осуществлении всех известных

способов автоматической, механизированной, ручной электродуговой сварки и наплавки плавящимся электродом изделий из различных материалов с высоким качеством. Перечень способов электродуговой сварки и наплавки, для которых предназначен разработанный многоцелевой источник питания, видов свариваемых материалов и обеспечиваемых им преимуществ по сравнению с известными источниками приведен в таблице.

Способ дуговой сварки	Свариваемые материалы	Преимущества по сравнению с известными источниками
Механизированная и автоматическая в CO ₂ постоянным током	Стали	Сокращение потерь на разбрызгивание электродного металла на 40...50%, уменьшение зарызгивания изделий, повышение производительности и снижение стоимости работ за счет уменьшения затрат на зачистку изделий от брызг и расхода сварочной проволоки
Механизированная и автоматическая в CO ₂ модулированным током	»»	Управление размерами, формой и внешним видом швов, улучшение механических свойств металла шва, околошовной зоны и служебных характеристик сварных соединений
Механизированная и автоматическая сварка в смесях газов Ar + CO ₂ , Ar + CO ₂ + O ₂ , Ar + O ₂ , Ar + N ₂ постоянным и модулированным током	»»	Расширение диапазона сварочных токов со стабильным устойчивым процессом без разбрызгивания металла, уменьшение требований к точности сборки; сварка по увеличенным зазорам и превышениям кромок, улучшение товарного вида и служебных характеристик сварных соединений