

Преимущества автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой

Н.Г. Блехерова (Москва, Россия)

mail@nipistroytek.ru

к.т.н., заместитель
генерального директора
по научной работе
ООО «НИПИСтройТЭК»

В.В. Прохоров

ведущий научный сотрудник
ООО «НИПИСтройТЭК»

П.В. Пискорский

научный сотрудник
ООО «НИПИСтройТЭК»

Н.В. Глушак

мастер по сварке
ООО «НИПИСтройТЭК»

**в статье приведены
требования к современным
способам сварки
трубопроводов
и оборудованию для их
реализации**

Материалы и методы

Разработка режимов сварки
и механические
испытания образцов.

Современная динамика развития сварки при строительстве трубопроводов характеризуется внедрением новых высокотехнологичных автоматизированных сварочных процессов и оборудования, значительно повышающих качество получаемых сварных соединений и темп строительных работ. Выпуск оборудования для автоматических способов сварки становится показателем успешности и конкурентоспособности производителя сварочного оборудования.

Основными параметрами, по которым современные производители сварочного оборудования стремятся модернизировать свою продукцию, а соответственно и технологии сварки, являются:

- производительность;
- получение требуемых механических свойств сварных соединений;
- повышение степени автоматизации (и, как следствие, производительности, снижение влияния человеческого фактора);
- безотказность;
- компактность, мобильность.

В связи с увеличением количества входных параметров, за которые отвечает машина, а не человек, оборудование становится все сложнее, а зачастую и больше по габаритам.

На сегодняшний день наилучшим сочетанием перечисленных показателей является технология автоматической сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах (АПГ, ААДП), обеспечивающая высокую производительность для широкого диапазона ти-

поразмеров свариваемых труб, в сочетании с высокими механическими свойствами.

Однако высокая стоимость комплекса оборудования, его квалифицированного обслуживания делает рентабельным его применение при сварке достаточно протяженных участков магистральных нефте- и газопроводов. Необходимость применения защитных газов при сварке создает определенные трудности — сварка осуществляется в специальных защитных палатках, баллоны с защитным газом нужно доставлять к месту производства работ на регулярной бесперебойной основе. Отсутствие необходимого инвентаря может повлечь за собой появление дефектов в сварном шве. В Центрально-Европейском регионе с поставкой газовых баллонов не возникает больших проблем, но в труднодоступных регионах это может существенно повлиять на производительность и работоспособность всей колонны.

В связи с перспективой освоения все более и более отдаленных регионов России, отказ от применения защитного газа, при использовании автоматического оборудования, можно назвать мечтой главного сварщика любой строительной компании.

Отказаться от защитного газа возможно, перейдя или на ручную дуговую сварку покрытыми электродами (РД) или на механизированную сварку самозащитной порошковой проволокой (МПС). При сварке самозащитной порошковой проволокой защита сварочной ванны и застывающего металла шва происходит за счет газа и шлака, образующегося при

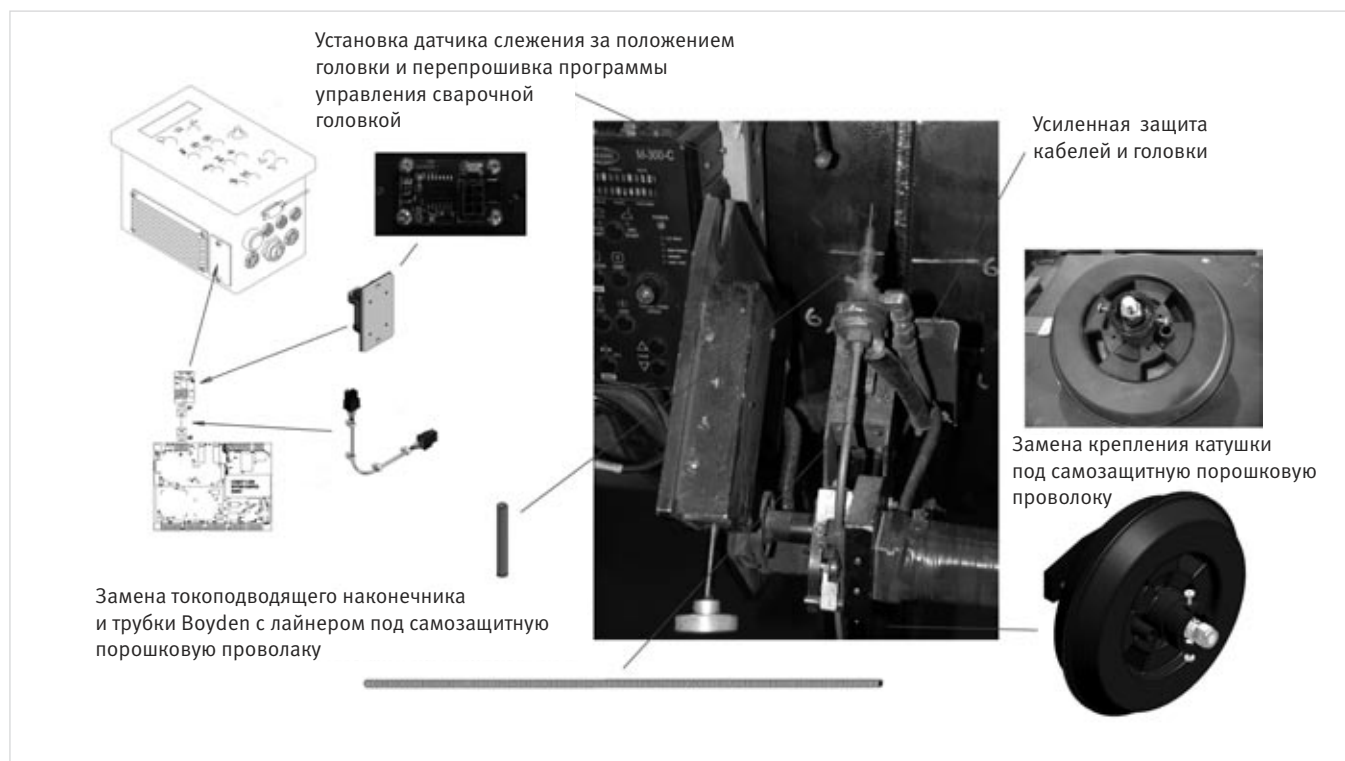


Рис. 1 — Узлы сварочной головки М300-С, подвергшиеся модернизации

плавлении наполнителя, содержащегося в сердечнике проволоки, что дает возможность выполнять сварку без использования инвентарных палаток даже в ветреную погоду. При этом, что сварка самозащитной порошковой проволокой является одним из наиболее производительных способов сварки, ее недостатком является достаточно большая потеря времени на вспомогательных операциях, таких как перемена положения сварщиком и зачистка абразивным кругом потолочной части сварного шва, а также ограничение максимальной толщины стенки свариваемой трубы в 20 мм. В том числе и по причине того, что при большой толщине трубы сварка выполняется по методу «слой в три прохода», что чрезвычайно сложно для сварщика.

Проанализировав отрицательные и положительные стороны технологии механизированной сварки самозащитной порошковой проволоки, было принято решение доработать эту технологию.

Прежде всего, перед разработчиками стояла задача автоматизации процесса сварки стыков самозащитной порошковой проволокой и отработка режимов сварки, особенно в «потолочной» части стыка. Автоматизация, дополнительно ко всем преимуществам сварки самозащитной порошковой проволокой, обеспечивает более высокую стабильность процесса, повторяемость результатов сварки, что обеспечивает постоянство получаемых механических свойств сварных соединений, и снижает требования к количеству сварщиков и уровню их подготовки.

За базовую была взята сварочная головка М300-С, производства фирмы «CRC-Evans AW», США. Причиной такого выбора послужило то, что М300-С является одной из наиболее распространенных сварочных головок, используемых в России. При этом большинство строительных компаний имеет солидный

запас этого оборудования, зачастую лежащего на складе. Модернизация этих головок под возможность сварки ранее не применявшихся сварочными материалами (самозащитной порошковой проволокой) делает их вновь востребованными.

В процессе экспериментов, модернизации подверглись следующие узлы головки (Рис. 1):

1. Из-за различия в катушках с проволокой, изменениям подверглось крепление катушки.
2. Замена токоподводящего наконечника, трубки с лайнером под самозащитную порошковую проволоку.
3. В виду обильных брызг расплавленного металла усовершенствована защита кабелей и головки в целом.
4. Головка оборудована датчиком слежения, позволяющим автоматически менять режимы сварки при достижении определенного угла наклона головки.
5. Изменено программное обеспечение сварочной головки.

В процессе разработки, были выполнены сварные соединения труб с толщинами стенок от 12 до 22 мм классов прочности К52 и К60 (Рис. 2) со стандартной заводской разделкой кромок (Рис. 3). При этом была подтверждена возможность сварки стыков труб с нормативным смещением кромок до 3,0 мм. Также стоит отметить, что технология не требует разработки специализированных сварочных материалов — все эксперименты проводились на серийно выпускаемых самозащитных порошковых проволоках.

Из выполненных сварных соединений труб были вырезаны образцы и проведены механические испытания. Результаты механических испытаний показали, что сварные соединения, выполненные автоматической сваркой самозащитной порошковой проволокой, имеют значения ударной вязкости на

Ключевые слова

автоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой, строительство трубопроводов, ударная вязкость

Benefits of automatic self-shielded flux cored arc welding

Authors

Natalia G. Blekherova (Moscow, Russia)

Ph. D., Deputy General Director for Scientific work, NIPISstroytek

Vitaliy V. Prokhorov

lead scientist, NIPISstroytek

Petr V. Piskorskiy

scientist, NIPISstroytek

Nikolay V. Glushak

welding instructor, NIPISstroytek

Abstract

At the article have been considered shortcomings of using of modern welding methods at the piping and methods of removing shortcomings with the help of using self-shielded flux cored arc welding.

Materials and methods

Bevel designing, experimental searching of welding parameters, machining and mechanical testing of specimens.

Results

New welding method have been developed.

Conclusions

New welding method have a big prospects for using at piping.

Keywords

automatic self-shielded flux cored arc welding, piping, pipeline building, Chirpy V-notch impact test

References

1. F.M. Mustafin, N.G. Blekherova, L.I. Bykov, N.Sh. Dilmiev, I.Sh. Hamburg, G.G. Vasiliev, A.F. Suvorov «Modern technology of welding of pipelines», Saint-Petersburg, «Nedra», 2010
2. F.M. Mustafin, N.G. Blekherova, O.P. Kvitkovsky, A.F. Suvorov, G.G. Vasiliev, I.Sh. Hamburg, YU.S. Spector, N.I. Konovalov, S.A. Kotelnikov, F.M. Mustafin, R.A. Harisov «Welding of pipelines», Moscow, «Nedra», 2002
3. Standard organization of OJSC «Gazprom» «Instructions for welding of trunk gas pipelines with the working pressure of up to 9.8 MPa inclusive», Moscow, 2007
4. Standard organization of OJSC «Gazprom» «instructions welding MG Bovanenkovo-Ukhta with a working pressure of up to 11.8 MPa», Moscow, 2008

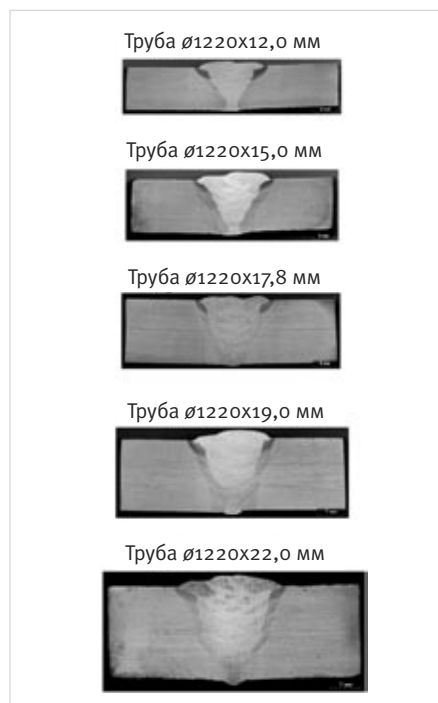


Рис. 2 — Макрошлифы из соединений, выполненных автоматической сваркой самозащитной порошковой проволокой

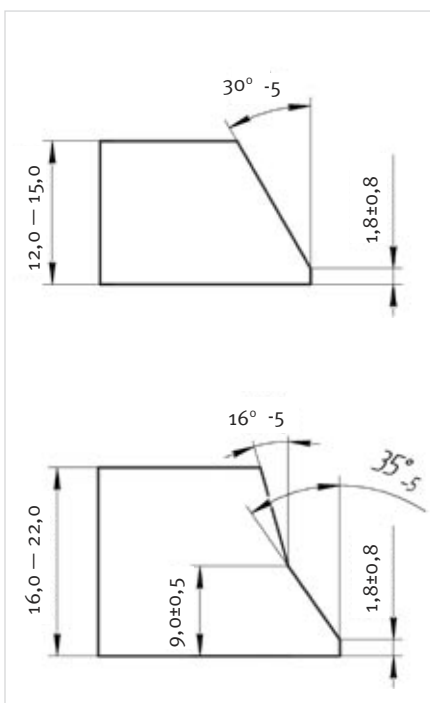


Рис. 3 — Разделка кромок труб, на которой выполнялись эксперименты

Технология	МП+МПС				АПГ+АПС			
	-20 °С		-40 °С		-20 °С		-40 °С	
Температура испытаний								
Место вырезки образцов и нанесения надреза	Нижние слои, шов	Верхние слои, шов	Нижние слои, шов	Верхние слои, шов	Нижние слои, шов	Верхние слои, шов	Нижние слои, шов	Верхние слои, шов
1.	92,9	62,5	34,5	66,0	173,3	222,6	105,4	81,9
2.	98,1	24,9	24,1	31,0	143,9	209,8	69,9	206,4
3.	110,3	99,4	31,6	42,6	140,6	209,5	121,8	57,1
4.	149,0	97,4	37,8	29,5	181,4	200,4	180,3	187,3
5.	-	-	-	-	152,4	161,4	112,5	188,9
6.	-	-	-	-	154,9	181,9	95,3	60,0
7.	-	-	-	-	161,5	182,6	114,6	224,3
8.	-	-	-	-	173,4	190,6	127,0	121,1
Среднее значение, [Дж/см ²]	112,6	71,0	32,0	42,3	160,2	194,9	115,9	140,9
Повышение ударной вязкости, [%]	-	-	-	-	42	174	262	233

Табл. 1 — Сравнение значений ударной вязкости на образцах с V-образным надрезом (по Шарпи) сварных соединений, выполненных сваркой самозащитной порошковой проволокой механизированным и автоматическим способами на трубах диам. 1220х19,0 мм

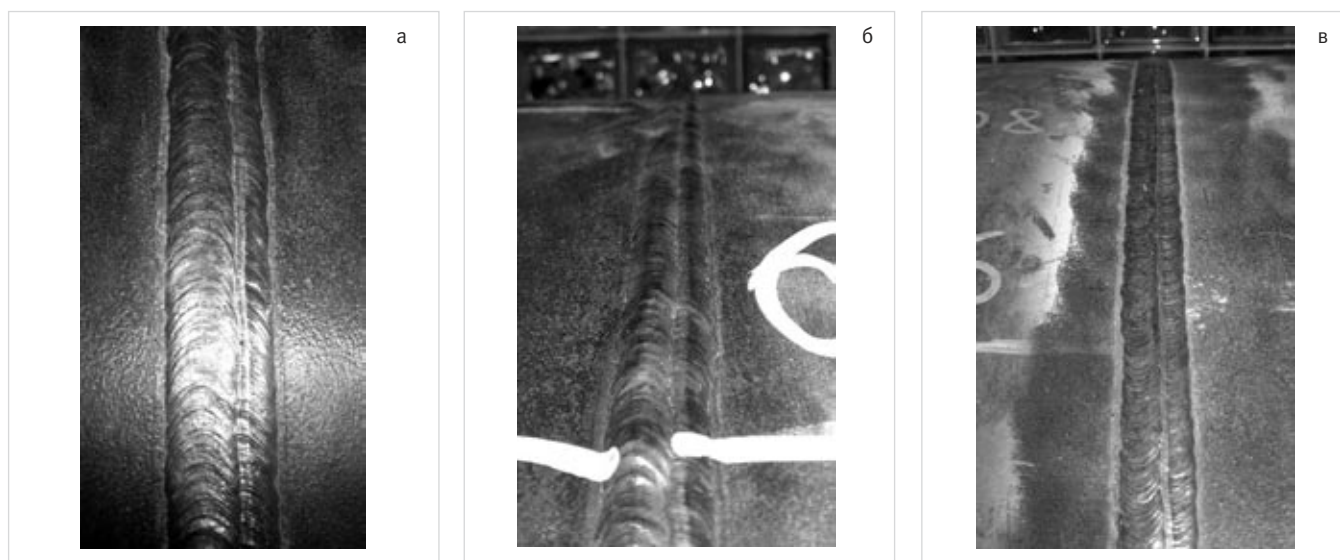


Рис. 4 — Облицовочный слой шва в положении 3 часа на периметре стыка (а) и в положении 6 часов на периметре стыка с толщинами стенок 17,8 мм (б) и 22,0 мм (в)

образцах с V-образным надрезом (по Шарпи) значительно превосходящие значения на образцах из стыков, выполненных механизированной сваркой самозащитной порошковой проволокой в тех же условиях. Кроме того были получены высокие значения по ударной вязкости образцов, испытанных при температуре -40 °С. (Табл. 1)

Внешний вид шва при автоматической сварке самозащитной порошковой проволокой в лучшую сторону отличается от внешнего вида шва, выполненного механизированной сваркой. На рисунке 4 представлены фотографии внешнего вида облицовочного слоя шва стыков труб, выполненных автоматической сваркой, в самом сложном — «потолочном» положении.

Основными преимуществами автоматической сварки самозащитной порошковой

проволокой являются:

1. Автоматизация сварки заполняющих и облицовочного слоев шва.
2. Отказ от использования защитных газов.
3. Возможность модернизации имеющихся в большом количестве головок М300-С для применения с новой технологией.
4. Умеренная по сравнению с другими полностью автоматическими комплексами стоимость оборудования.
5. Легкость обучения (переобучения) будущих сварщиков-операторов.
6. Высокие значения вязко-пластических свойств сварных соединений (в первую очередь ударной вязкости).

В настоящее время проводится подготовка к проведению квалификационных испытаний представленной выше технологии сварки с целью внесения ее в нормативную

документацию по сварке трубопроводов. В развитие этой работы выполняются исследования по оптимизации разделки кромок стыков труб и автоматизации сварки корневого слоя шва. Но уже сейчас можно сказать: автоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой — чрезвычайно перспективный процесс, который непременно займет свою нишу в области строительства трубопроводов.

Итоги

Разработан новый метод сварки.

Выводы

Новый метод имеет огромные перспективы по применению при строительстве трубопроводов.

Список использованной литературы

1. Ф.М. Мустафин, Н.Г. Блехерова, Л.И. Быков, Н.Ш. Дильмиев, И.Ш. Гамбург, Г.Г. Васильев, А.Ф. Суворов «Современные технологии сварки трубопроводов», Санкт-Петербург, «Недра», 2010
2. Ф.М. Мустафин, Н.Г. Блехерова, О.П. Квитковский, А.Ф. Суворов, Г.Г. Васильев, И.Ш. Гамбург, Ю.С. Спектор, Н.И. Коновалов, С.А. Котельников, Ф.М. Мустафин, Р.А. Харисов «Сварка трубопроводов», Москва, «Недра», 2002
3. Стандарт организации ОАО «Газпром»
4. «Инструкция по сварке магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 МПа включительно», Москва, 2007
4. Стандарт организации ОАО «Газпром» «Инструкция по сварке МГ Бованенково-Ухта с рабочим давлением до 11,8 МПа», Москва, 2008