

СВАРКА ЗА РУБЕЖОМ

Сварка труб в экстремальных условиях

Последние несколько лет мировой энергетический рынок стремительно развивается. И развитые, и развивающиеся страны испытывают большую потребность в энергии для промышленности, жилых помещений и транспорта.

Хотя все в большей мере используются возобновляемые источники энергии, такой ценный источник энергии как ископаемое топливо по-прежнему сохраняет за собой большую долю рынка. Доказано и общеизвестно, что получение энергии из каменного угля наносит ущерб окружающей среде, поэтому весьма привлекательным энергоносителем стал природный газ. Его можно добывать из нефтяных скважин или получать другими способами, например, методом гидравлического разрыва пласта. Большинство месторождений газа и нефти расположены вдали от конечных потребителей и обычно природный газ доставляют по трубам непосредственно до потребителей или до ближайшего порта. Трубопроводы проложены в суровой Сибири, через равнины Центральной Азии и пустыни Ближнего Востока и Африки.

Каждый год тысячи километров труб необходимо прокладывать и поддерживать в рабочем состоянии в экстремальных условиях, ничего общего не имеющих с нормативными заводскими условиями производства. Прокладка и ремонт трубопровода могут выполняться при температуре от -20 до 40 °С. Дополнительную сложность вносят дожди, снегопады, снежные бури.

В первую очередь экстремальные погодные условия осложняют проведение подготовительных и сварочных работ. Для защиты деталей и оборудования можно использовать палатки и переносные сварочные навесы. С их помощью можно выполнять сварочные работы на месте, обеспечивая, по крайней мере, частичную изоляцию от атмосферных осадков. Даже при неблагоприятных погодных условиях необходимо следовать строгим критериям и правилам сварочного процесса. Каждую сварочную операцию тщательно планируют заранее, основываясь на требованиях квалификационных испытаний, в соответствии с технологическими картами сварки, протоколами аттестации сварочных работ и внутренними требованиями компаний. Как правило, все сварные соединения трубопровода должны пройти полную проверку. Сварщик выполняет визуальный контроль, после чего, в зависимости от обстоятельств, проводят радиографическое или ультразвуковое исследование. Когда ответственные сварочные работы ведутся в экстремальных условиях, особые требования предъявляются к мониторингу процесса сварки и к самому сварочному оборудованию.

Хороший пример экстремальных условий для сварки труб — тайга в июне: грунт после зимы мягкий и насыщенный водой, на солнце температура поднимается выше 25 °С.

Предварительно заготовленные секции трубы доставляются на рабочую площадку для монтажа трубопровода. Диаметр трубы более метра, длина секции 12 м. Предварительно заготовленную секцию стыкуют с трубопроводом на неустойчивом вязком грунте, для сварки сооружают защитный навес. Сварочные аппараты и другое оборудование размещено на гусеничном шасси возле места сборки, там же находится генератор, питающий оборудование.

Перед началом сварки область стыка подвергают предварительному нагреву, чтобы обеспечить качественное соединение и избежать дефектов, например, трещин. После предварительного нагрева два сварщика одновременно варят корневой шов с двух сторон трубы. Для выполнения корневого шва применяют специальный процесс сварки короткой дугой с использованием сплошной проволоки. Чтобы выполнить корневой шов, сварщик должен сосредоточиться на ответственной работе, невзирая на то, что ему приходится лежать на сыром топком грунте. Закончив корневой шов, сварщики выполняют визуальный осмотр, а затем другая бригада сварщиков сваривает оставшиеся проходы. Для этого используются орбитальный сварочный аппарат (MAG) и порошковая проволока. Во всех операциях используется один сварочный источник питания, меняются только механизмы подачи проволоки и виды применяемой проволоки. Когда сварное соединение готово, его обследуют и документируют в соответствии с установленной процедурой.

Компания Kemppi совместно со своими клиентами уточняет специальные требования, предъявляемые к сварке в экстремальных условиях, и работает над разработкой соответствующих технологий. В результате этих усилий уже созданы решения, отвечающие специальным требованиям: FastMig X и WiseRoot+ предоставляют клиентам Kemppi блестящие возможности для разработки процессов сварки для экстремальных природных условий.

Разработанный компанией Kemppi процесс сварки короткой дугой WiseRoot+ специально пред-

назначен для MAG-сварки корневых проходов в углеродистой, низколегированной и нержавеющей стали. Этот процесс, для которого применена самая современная технология источника питания, дает лучшие на рынке характеристики производительности, качества и удобства эксплуатации.

Как работает WiseRoot+

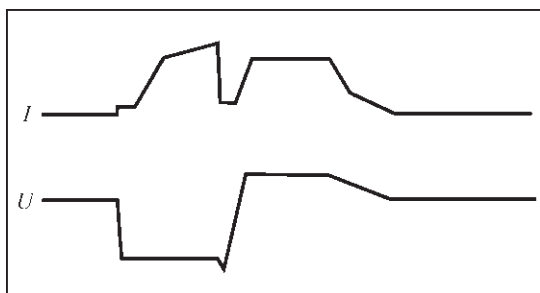


Рис. 1. Характеристики силы тока и напряжения в ходе процесса WiseRoot+ за один цикл короткого замыкания

В процессе WiseRoot+ используется сверхточное измерение напряжения, которое служит в качестве входного сигнала для управления силой тока (рис. 1). После распознавания короткого замыкания источником питания управляемое увеличение силы тока способствует переносу капли присадочного материала с проволоки. В момент, когда сила тока достигает надлежащего значения, она падает, прежде чем капля присадочного материала отделится и возникнет короткое замыкание. Короткое замыкание, возникающее при небольшой силе тока, обеспечивает плавный перенос присадочного материала, исключая при этом разбрызгивание. После разрыва цепи короткого замыкания возникает импульс тока, который разогревает сварочную ванну, но не приводит к переносу присадочного материала.

Оборудование

Процесс WiseRoot+ является стандартной функцией многофункционального решения FastMig X компании Kemppi. Наряду с процессом WiseRoot+, этот аппарат обладает следующими функциями:

- сварка MIG/MAG;
- синергетическая сварка MIG/MAG;
- в качестве дополнительной функции — импульсная сварка MIG/MAG;
- ручная дуговая сварка (ММА);
- режим CV (постоянное напряжение);
- режим CC (постоянный ток);
- при подключении аппарата к устройству Kemppi MasterTig LT 250 также возможна сварка TIG.

Использование WiseRoot+

Процесс WiseRoot+ может использоваться для односторонней сварки стыковых соединений труб и листов без подкладки. Сварка неповоротной горизонтальной трубы выполняется «на спуск» в направлении от точки «12 часов» к точке «6 часов». Сварка вертикальной трубы может выполняться также в горизонтальном пространственном положении. Сварка листов может выполняться в нижнем, горизонтальном, потолочном положении и в вертикальном положении сверху вниз.

Процесс WiseRoot+ чрезвычайно легок в использовании. Подходящая программа сварки выбирается исходя из того, какая присадочная проволока используется и какой защитный газ. Затем пользователь может выбрать скорость подачи сварочной проволоки, а подстройка всех остальных параметров выполняется выбранной программой сварки. Кроме того, сварщик также может воспользоваться функцией точной регулировки, чтобы повлиять на величину тепловложения от дуги на свариваемый металл. Эта точная регулировка влияет на провар корня шва. В частности, при сварке неповоротной трубы в направлении от 3 до 6 часов (рис. 2) при наличии сравнительно большого зазора корня шва может возникнуть недостаточный провар на корневом шве (рис. 3). Причина этого — слишком высокое тепловложение, при котором сварочная ванна смещается внутрь от корневого шва. В такой ситуации точную регулировку можно использовать для подстройки в отрицательном направлении, чтобы снизить тепловложение и качественно выполнить сварку также и на стороне корневого шва (рис. 4). В общем случае настройка «-» используется при сравнительно большой ширине зазора корня шва, чтобы предотвратить слишком сильный разогрев сварочной ванны большей площади. Настройка точной регулировки «+» используется при небольших зазорах корня, чтобы обеспечить проплавление кромок при узкой разделке.

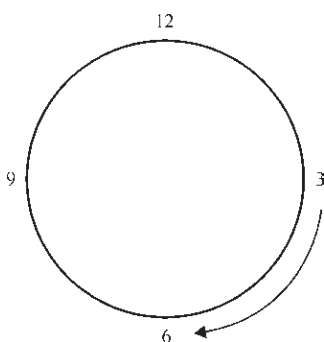


Рис. 2. Пространственные положения сварки для неповоротной трубы

По этим причинам, при изменении пространственного положения во время сварки неповоротно-

го стыка трубы может возникнуть необходимость регулировки настроек режима сварки. При использовании оборудования Kemppi FastMig X это можно сделать, не прерывая процесс сварки. Функция MatchChannel позволяет менять канал памяти «на лету», не останавливая сварку. Оптимальные параметры для разных пространственных положений можно сохранить в памяти MatchChannel. Позволяя варить в каждом положении с оптимальными параметрами, функция MatchChannel повышает качество и производительность. Остановка и возобновление сварки снижает производительность, поскольку необходимо зачистить конец шва, прежде чем продолжить сварку. А поскольку большинство дефектов сварки возникает в местах возобновления, функция MatchChannel повышает также и качество.

Функция MatchChannel также позволяет лучше выполнить начало и завершение сварки, если для параметров нагрева в другом канале памяти были сохранены более высокие значения (с использованием настройки точной регулировки «+»), благодаря чему сокращается риск возникновения дефектов. Если сварка начинается или заканчивается поверх законченного или прихваточного шва, то кромку предыдущего шва необходимо зачистить, чтобы избежать дефектов сварки.

Разделка кромок

Технология WiseRoot+ была разработана для сварки корневых проходов стыковых швов. Размер и тип разделки кромок выбирают в соответствии с толщиной свариваемых деталей. Если толщина не превышает 5 мм, можно не делать скос кромок и использовать зазор 0–3 мм, в зависимости от толщины. При большей толщине основного металла можно использовать различные виды разделки. Если толщина между 10 и 12 мм, используют V-образную разделку (рис. 5) с зазором и притуплением кромок. Одно из преимуществ процесса WiseRoot+ состоит в том, что даже при самых узких зазорах обеспечивается стабильный провар. Можно уменьшить зазор до 2 мм и увеличить притупление до 2 мм. Это улучшает производительность по двум факторам: уменьшается объем шва, и сварку корневого прохода можно вести при более высоких значениях параметров.

При большей толщине соединяемых деталей более экономичным будет использование двойной V-образной или U-образной разделки (рис. 6), что помогает уменьшить объем шва.

Для одинарной и двойной V-образной разделки можно использовать одинаковые величины зазора и притупления кромок. При U-образной разделке зазор обычно равен 0, а притупление кромок составляет 1–2 мм. При такой разделке устанавливаются существенно большие значения параметров сварки и из-за высокой скорости процесса рекомендуется использовать автоматическую сварку.

В некоторых случаях зазор оказывается больше, чем на примерах, изображенных на иллюстрациях. Это не вызывает затруднений для технологии WiseRoot+, которая может работать с большими зазорами.

Разумеется, если зазор больше рекомендованного значения, снижается производительность, поскольку приходится использовать более низкие значения параметров сварки.

Сварочные испытания успешно проходили при величине зазора до 10 мм. Хотя такие широкие зазоры использовать не рекомендуется, они могут встречаться в сложных условиях применения, когда не гарантирована точная подгонка соединений.

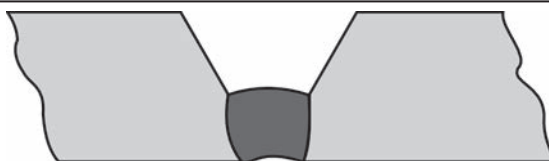


Рис. 3. Недостаточный провар корня шва

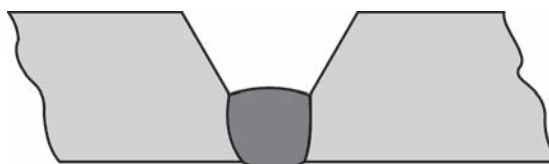


Рис. 4. Достаточный провар

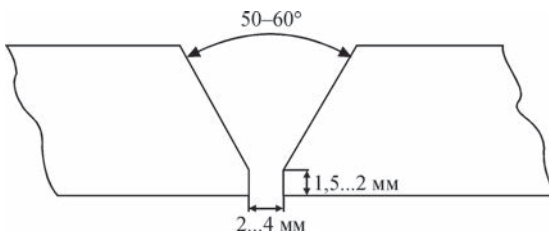


Рис. 5. V-образный шов при толщине основного металла от 10 до 12 мм

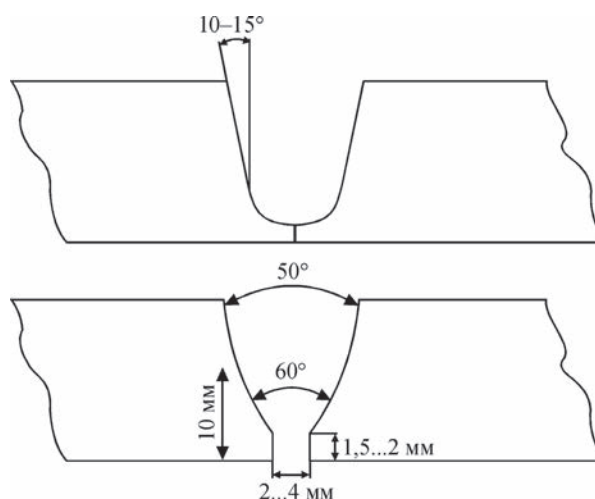


Рис. 6. Примеры разделки кромок стыковых соединений для большой толщины основного металла (>20 мм)

Таблица 1. Программы сварки в пакете сварочных программ для стали

Сварочная программа	Присадочная проволока	Диаметр	Защитный газ
F01	Сплошная железная проволока	0,8	Ar + 18 % CO ₂
F02	Сплошная железная проволока	0,9	
F03	Сплошная железная проволока	1,0	
F04	Сплошная железная проволока	1,2	
F21	Сплошная железная проволока	0,8	100 % CO ₂
F22	Сплошная железная проволока	0,9	
F23	Сплошная железная проволока	1,0	
F24	Сплошная железная проволока	1,2	
M04	Порошковая проволока	1,2	Ar + 18 % CO ₂
M24	Порошковая проволока	1,2	100 % CO ₂

Таблица 2. Программы сварки в пакете сварочных программ для нержавеющей стали

Сварочная проволока	Присадочная проволока	Диаметр	Защитный газ
S01	CrNi	0,8	Ar + 2 % CO ₂
S02	CrNi	0,9	
S03	CrNi	1,0	
S04	CrNi	1,2	

Преимущества

Технология WiseRoot+ позволяет достичь высокой производительности и исключительно высокого качества при сварке корневых проходов. При ручной сварке корня неповоротного стыка трубы может быть использован ток до 200 А и скорость сварки 35 см/мин.

Процесс WiseRoot+ замечательно работает с проволокой диаметром от 0,8 до 1,2 мм. Нет необходимости менять проволоку на более тонкую для корневого прохода, поскольку проволока размером до 1,2 мм вполне для этого подходит. Такая толщина используется повсеместно, проволока доступна по цене и всегда есть в наличии.

При сварке стальной проволокой процесс WiseRoot+ работает с аргоновой смесью в качестве защитного газа с такой же стабильностью и низким уровнем разбрызгивания, как и при работе с углекислым газом. К преимуществам CO₂ как защитного газа, помимо низкой стоимости, относятся:

- ◆ более высокая устойчивость к загрязнениям → достигается более высокое качество;
- ◆ более высокие защитные свойства, в том числе от ветра при работе вне помещения → обеспечивается более высокое качество;
- ◆ более высокое напряжение дуги обеспечивает более глубокий провар → использование более узких зазоров → возможность сокращения объема шва и увеличение производительности.

Другими словами, использование новейшей технологии источника питания Kemppi дает возможность повысить качество и производительность без перехода на более дорогой защитный газ.

Для технологии WiseRoot+ не является препятствием увеличенный и переменный зазор корня шва. Она также дает хорошие результаты и в сложных условиях, где не гарантирована точная подгонка стыковых соединений.

Заключение

Процесс WiseRoot+ — это наиболее совершенная технология MAG-сварки для выполнения корневых проходов. Использование новейшей технологии источника питания позволяет получить высокую производительность сварки и замечательное качество швов также и в сложных условиях применения. Теперь стало возможным сваривать корневые проходы стыков труб с неизменно высоким качеством только с одной стороны без необходимости использовать подкладку или зашлифовывать и шлифовать зазоры. Устойчивый процесс без образования брызг делает работу сварщика более легкой и приятной.

Области применения

Данный процесс идеально подходит для сварки корневых проходов в стали. В таблицах 1 и 2 приведены пакеты программ сварки, которые можно выбирать на аппарате при использовании различных присадочных материалов при сварке конструкционной и нержавеющей стали. Также имеются программы сварки цельной стальной проволокой с размерами в дюймах (1,14 мм) для смеси аргона и CO₂. Этот тип проволоки обычно используется, например, в России при сварке корневых проходов на стыках газопроводов.

Процесс WiseRoot+ был специально разработан для сварки корневых проходов стыковых швов. При разработке этого продукта основное внимание уделялось сварке корневого прохода стыков труб во всех пространственных положениях.

Материал статьи предоставлен представительством Kemppi в Украине фирмой ООО «САММИТ»

РОБОТИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ*

В настоящее время в Украине нет предприятия, на котором бы не возникала задача модернизации и переоснащения существующих производственных мощностей. Все понимают — успешное развитие промышленного сектора зависит от того, насколько быстро и эффективно предприятие сможет пойти по пути 4-ой промышленной революции («Индустрия 4.0»), либо же останется в плену отсталых технологий и морально устаревшего оборудования. При этом страна надолго станет придатком, питающим развитие экономически более сильных стран. Модернизация промышленности — это, в первую очередь, постоянное совершенствование и взаимодействие предприятий малого и среднего бизнеса, способных быстро и эффективно реагировать на вызовы достижений мировой индустрии. Это налаживание узких технологических платформ и системных интеграторов, инжиниринговых компаний, производственных кластеров и т. д., создание общей платформы для их общения, объединения, взаимодействия.

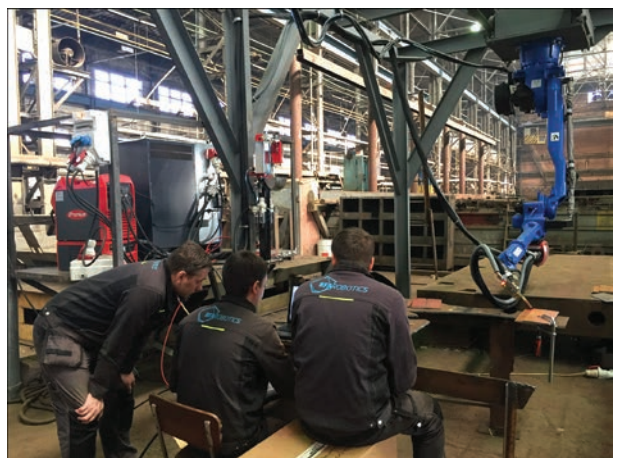
Предприятие «Триада-Сварка» вот уже много лет смело осваивает новое, борясь за него, предлагает, внедряет, не боится ошибиться, рассматривает себя в масштабах всей отрасли, работая в неразрывной связи с остальными предприятиями и отстаивая интересы страны в целом.

Успешно развивается на предприятии «Триада-Сварка» отдел роботизации RFA Robotics.

Компания является официальным интегратором промышленных роботизированных сварочных комплексов YASKAWA MOTOMAN (Япония), комплектует их сварочным оборудованием FRONIUS INTERNATIONAL (Австрия) и периферийным оборудованием ABICOR BINZEL (Германия). Всю оснастку, кондуктора и дополнительное оборудование предприятие RFA Robotics проектирует и производит самостоятельно.

Сегодня компания ведет несколько проектов по роботизации. Так, на завершающей стадии находится реализация проекта по установке, подключению и запуску в производство сварочного робота с самым большим в линейке компании YASKAWA радиусом действия 3106 мм, оснащенного лазерной системой *online* слежения за стыком шва и его корректировкой SCANSONIC. Комплектуется робот сварочной интеллектуальной системой TPS500i на ток до 500 А. Для уменьшения времени программирования и переналадки робота при сварке новых изделий заказчика предложено и поставлено программное обеспечение для написания рабочих программ Offline MotoSimEG VRS компании YASKAWA. Большинство компонентов системы уникальны и используются на украинском сварочном производстве впервые. Вся система подвешена на портал, по которому будет перемещаться в процессе работы.

Одним из последних проектов, реализованных RFA Robotics, стал проект использования робота YASKAWA для воздушно-плазменной резки в комплекте с аппаратом Hypertherm PMX65 и специальным роботизированным резаком. Применение роботизированного комплекса для плазменной резки дает возможность выполнять как обычную резку листа, так и 3D-резку изделий сложной конструкции на объемных заготовках, а оборудование Hypertherm обеспечивает качество реза на высоком уровне. Все программы для резки можно составлять на персональном компьютере с помощью программы для *offline* программирования MotoSimEG VRS



* Статья на правах рекламы.