

## Дуговая сварка с импульсной подачей электродной проволоки — процесс СМТ, предложенный фирмой «Фрониус»

**Применение процесса СМТ (Cold Metal Transfer — перенос холодного металла):**

- сварка тонких листов, например, из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной до 3 мм, конструкционных сталей, в том числе нержавеющей, толщиной до 2 мм;
- пайка СМТ.

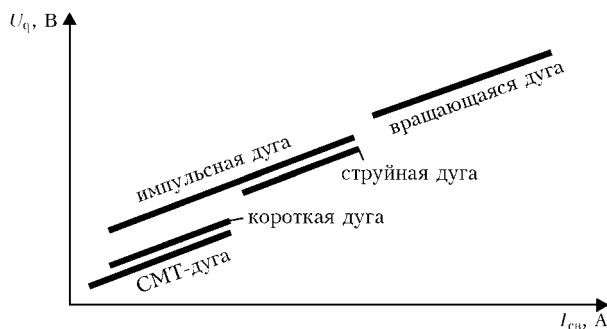


Рис. 1. Эффективная область применения процесса СМТ по сравнению с другими

**Преимущества по сравнению с традиционными технологиями (рис. 1):**

снижение тепловложения одновременно с увеличением усиления шва;

высокая стабильность сварочной дуги, в том числе при резком изменении направления сварки (переориентации робота);

высокие скорости сварки (Al+Al, стыковой шов толщиной 1 мм,  $v_{св}$  до 250 см/мин), а также пайки СМТ (соединение внахлест для листов, оцинкованных электролитическим способом,  $v_{пайки} = 150$  см/мин). Заметим, что скорость сварки, а также склонность к возможному образованию брызг зависит от метода цинкования и толщины покрытия. Например, листы, оцинкованные горячим способом, могут свариваться почти без брызг и с небольшой скоростью пайки;

улучшенное перекрытие зазора (при толщине листа 1 мм возможно перекрытие зазора до 1,5 мм для нахлесточных соединений);

практически отсутствие брызг (почти не требует дополнительной обработки);

предотвращение прилипания электрода (функция Stickout) может обеспечиваться в широком диапазоне режимов без существенного изменения тока, при этом регулируется, главным образом, скорость подачи проволоки, что обеспечивает равномерный провар (CrNi/Fe).

**Изменения в стандартном оборудовании и необходимое оснащение для процесса СМТ:**

**Источник питания:** специальный источник питания (TPS 3200/4000/5000/MV) Remote — исполнение с RCU 5000 i;

возможно управление всеми функциями стандартного источника питания TPS (импульсный режим, стандартный режим, сварка WIG); при использовании процесса СМТ установлен поджиг SFI (поджиг без брызг);

в отличие от стандартного источника питания TPS установлен LHSB; новая плата; на фронтальной панели Remote USB есть разъем для обновления данных; изменения программного обеспечения; со второго квартала 2005 г. можно будет включить эти функции в стандартный источник питания (код свободного включения).

**Механизм подачи проволоки:** VR 7000 СМТ: новая плата; установлено соединение с LHSB; в стандартном исполнении — с подающими роликами 1,2 мм HR.

Шланговый пакет горелки с амортизатором проволоки: длина 4,25 или 6,25 м;

амортизатор проволоки должен быть подвешен на манипуляторе; длина амортизатора проволоки на узле привода 1,2 м (длина постоянная, для того чтобы гарантировать точный режим работы); шланг подачи проволоки;

кабель LHSB, вставленный в шланговый пакет.

**Приводной механизм (рис. 2)** масса 1,6 кг без корпуса горелки;

грузоподъемность робота 6 кг;

конструкцией предусмотрен поворот на 6 осей;

конструкция с бесприводным серводвигателем переменного тока (используется также в роботах);

использование стандартных корпусов горелок;

установка прижимного давления на роликах подачи проволоки при открытом прижимном рычаге.

Оборудование процесса СМТ дает возможность включения в управление сварочным процессом скорости подачи проволоки (как динамического регулируемого параметра). Благодаря этому откры-



Рис. 2. Приводной механизм в процессе СМТ



Рис. 3. История создания процесса СМТ

ваются абсолютно новые возможности регулирования и управления сварочным процессом.

При этом удается, с одной стороны, сделать сварочную дугу более стабильной и независимой от внешних влияний, как например, скорости подачи проволоки, изменений функции Stickout или от состояния поверхности свариваемых деталей, и с другой стороны, обеспечить в ней сварочный процесс без брызг.

#### Горяче-холодный процесс обеспечивает новые возможности

Некоторые материалы и примеры применения не согласуются с воздействием высоких температур, обусловленных сварочным процессом. Во избежание прожогов и образования брызг, а также в целях обеспечения качественных сварных соединений требуются более низкие температуры. Система СМТ дала это возможным. Конечно же, в области сварочных процессов «холодный» является понятием относительным, но по сравнению с традиционным процессом MIG/MAG СМТ обеспечивает меньшую температуру металла. Сварка в режиме горячей-холодный металл стала возможной благодаря технологической разработке фирмы «Фрониус», а именно: включению блоков подачи проволоки в систему регулировки процесса сварки. Результат: роботизированная сварка и пай-

ка MIG/MAG без образования брызг для сверхтонкого металла толщиной 0,3 мм и больше.

#### Новая технология отличается от традиционной

*Сварочный процесс.* Появление процесса СМТ является нововведением. Для предложения ее на рынок понадобилось пять лет исследовательской работы (рис. 3). В стадии разработки находятся и другие перспективные предложения в этом направлении.

*Блоки подачи проволоки включены в систему регулировки процесса.* Данная инновация влияет на весь сварочный процесс, так как впервые блоки подачи проволоки непосредственно включены в систему его регулировки. Цифровая система процесса фиксирует возникновение короткого замыкания и путем отвода проволоки помогает отделению капли (рис. 4). Все это происходит в режиме цифрового управления, в чем и заключается первое значительное различие от традиционной сварки короткой непрерывной дугой.

*Уменьшение ввода тепла.* Второе отличие процесса: перенос металла происходит под действием сил инерции. В условиях короткого замыкания она сразу же автоматически отводится. Таким образом, в течение фазы горения сама дуга вводит тепло только кратковременно, затем ввод тепла уменьшается.

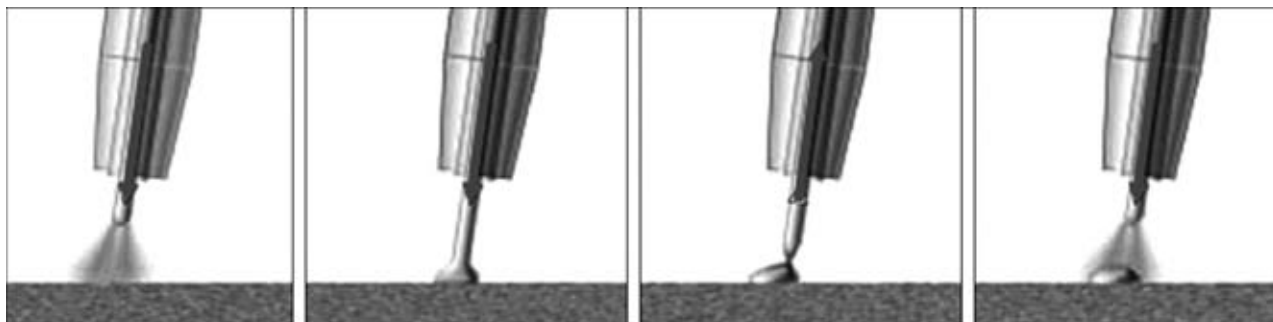


Рис. 4. Обратное движение проволоки, способствующее отрыву капли

*Перенос материала без образования брызг.* Результат достигается отводом проволоки в момент возникновения короткого замыкания, что помогает отделению капли. Короткое замыкание под контролем, ток короткого замыкания незначителен (рис. 5), что обеспечивает перенос материала без образования брызг.

Все эти различия позволяют осуществлять операции, связанные с большими трудностями: сварные и паяные швы без образования брызг; сварное соединение стали с алюминием; сварку сверхтонкого листа с толщиной 0,3 мм даже стыковым швом без технологической подкладки (рис. 6) для сварочной ванны и т. п.

*Вся система приспособлена к оптимизации сварочного процесса.* С целью внедрения этого процесса пришлось разработать новые компоненты системы. Новые решения найдены и для системы подачи проволоки. С одной стороны, работают два блока подачи проволоки: передний (Robacta Drive CMT) подает и отводит проволоку до 70 раз в секунду (SynchroPuls: только до 5 раз); задний блок (VR 7000 CMT) проталкивает проволоку. Оба блока регулируются в цифровом режиме. Передний блок (Robacta Drive CMT) оснащен безредукторным приводом высокочастотным серводвигателем переменного тока, обеспечивающим точную подачу проволоки и постоянное давление прижима. В отличие от традиционных систем кабель-шланговый пакет горелки может быть отсоединен от блока привода, что позволяет осуществлять замену быстро и без необходимости в повторной настройке TCP (Tool Center Point).

С другой стороны, между двумя блоками привода устанавливается проволочный буфер, обеспечивающий их независимость друг от друга и служащий в качестве дополнительного накопителя проволоки. Тем самым, подача проволоки происходит практически без усилий. Проволочный буфер желательно установить на балансире, при невозможности, на третьей оси робота. Компактная и удобная в обращении система позволяет осуществлять и замену фитиля в проволочном буфере без использования инструмента: открыл, снял фитиль, поставил новый, закрыл, и готово.

**Составляющие системы СТМ (рис. 7)**

**1. Источник сварочного тока TPS 3200/4000/5000 CMT**

Полностью цифровой, управляемый микропроцессором и регулируемый в цифровом режиме инверторный источник сварочного тока MSG

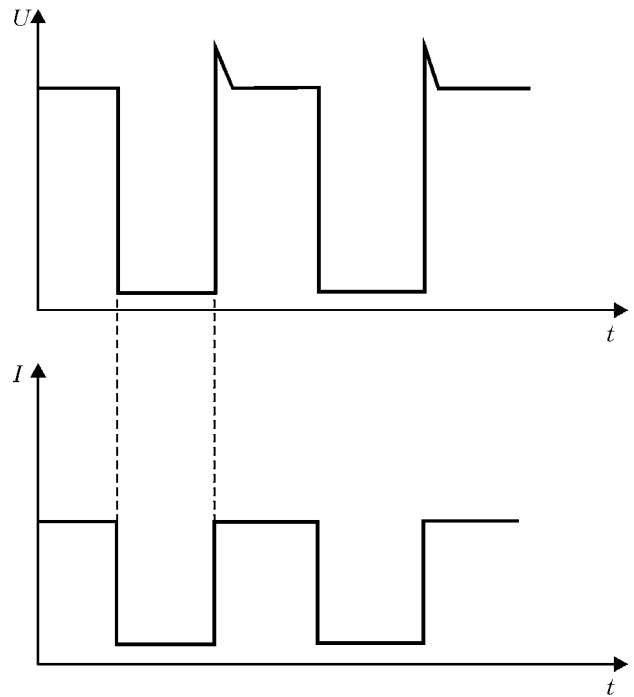


Рис. 5. Переход материала в шов, осуществляемый почти без тока

(320/400/500 А) с интегрированным функциональным пакетом для процесса СМТ.

**2. Дистанционное управление RCU 5000i**

Блок дистанционного управления с дисплеем с полным набором текста; контроль данных сварки с помощью функции Q-Master; простота руководства пользователя.

**3. Блок охлаждения FK 4000R**

Простой и надежный прибор обеспечивает оптимальное водяное охлаждение сварочной горелки робота.

**4. Интерфейс робота**

Пригодный для работы со всеми предлагаемыми на рынке роботами, независимо от принципа управления: цифровой, аналоговый или через шину «field bus».

**5. Блок подачи проволоки VR 7000 CMT**

Регулируемый в цифровом режиме блок подачи для всех принятых видов упаковки проволоки.

**6. Robacta Drive CMT**

Компактная роботизированная сварочная горелка с безредукторным высокочастотным серводвигателем переменного тока цифрового управления.

**7. Проволочный буфер**



Рис. 6. Макрошлифы сварного соединения, выполненного процессом СМТ

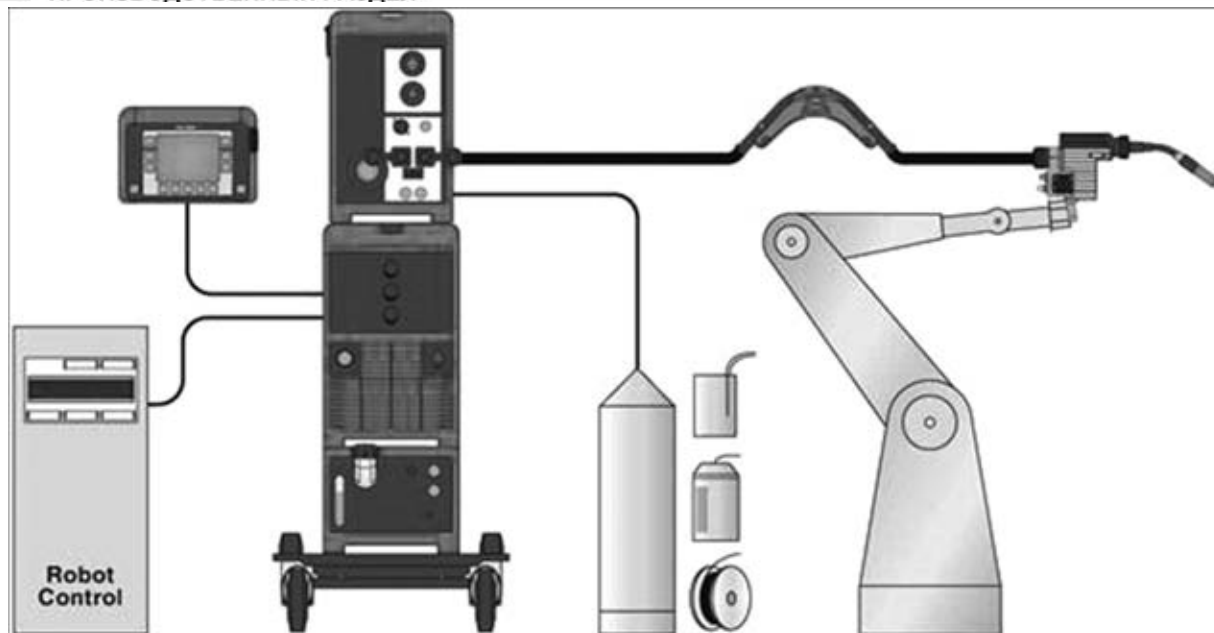


Рис. 7. Сварочная система СМТ

Обеспечивает независимость обоих блоков подачи проволоки друг от друга и служит дополнительным накопителем проволоки. Проволочный буфер желательно устанавливать на балансире, при невозможности — на третьей оси робота.

*Применение.* Сварка любого тонкого или сверхтонкого металла, начиная с толщины 0,3 мм; пайка оцинкованного листа по технологии MIG; соединение стали с алюминием. До сих пор такие операции можно было выполнять только при соблюдении самых сложных условий (например, подкладки для сварочной ванны), или они вообще заменялись другими технологиями соединения при отказе от преимуществ сварного соединения. Процесс СМТ устанавливает новые стандарты сварочной техники. Процесс идеально пригоден для автомобильной промышленности и производства комплектов к ней, авиационной промышленности и аэрокосмической, изготовления металлических и порталных конструкций. С его помощью можно решать все задачи в автоматизированном режиме или с поддержкой робота; возможно применение всех основных и присадочных материалов.

#### **Экономичность, сервис, безопасность**

Отсутствие брызг освобождает от необходимости выполнения дополнительной обработки. Тонкий

металл соединяется стыковым швом, в связи с чем отпадает необходимость в использовании подкладки для сварочной ванны. Процесс стабильно осуществляется в автоматизированном режиме.

Благодаря возможности выполнения самых различных процессов данная разработка позволяет выполнять сварку не только по системе СМТ, но и по стандартной технологии MIG/MAG и технологии сварки импульсной непрерывной дугой. Факторами экономии являются: снижение потерь защитного газа к сварочной горелке, автоматическое отключение блока охлаждения, низкая мощность на холостом ходу, высокий коэффициент полезного действия, модульная и, таким образом, гибкая конфигурация системы и простота выполнения сервисных работ. Все преимущества, характерные для цифровых систем MIG/MAG, присутствуют и в данной системе.

Работа с системами фирмы «Фрониус» — дело безопасное. Система имеет знаки безопасности S и SE, категорию защиты IP23, контроль изоляции относительно земли, терморегулируемый вентилятор. Благодаря отсутствию образования брызг системы СМТ выделяют меньше сварочного дыма и, таким образом, не загрязняют рабочее место.

В. Л. Бондаренко,  
европейский инженер-сварщик