

# Технологии сварки несколькими проволоками для повышения экономичности сварки заготовок из пластин и листов

## Расширение функций управления тандемной сваркой

Методика сварки несколькими электродами была разработана в качестве экономически эффективного принципа высокопроизводительной сварки. Однако на практике выяснилось, что пользователи испытывают затруднения с выбором надлежащих параметров. Причина этого заключается в высокой сложности сварочных систем и технологий, существовавших до настоящего времени. Новая тандемная технология СМТ Twin, разработанная компанией Fronius, значительно облегчает работу, поскольку сразу с первых этапов сварочного процесса данная технология обеспечивает возможность управления параметрами сварки, а предоставляемые разработчиком функции значительно упрощают управление. Таким образом, данная тандемная технология позволяет добиться получения более высоких результатов сварки даже при сварке тонколистовых металлов.

Ключевым вопросом при разработке новых сварочных технологий для машиностроения, судостроения и автомобилестроения является необходимость повышения производительности сварки. В прошлом особое внимание уделялось сокращению времени сварки за счет увеличения скорости сварки и/или сведению к минимуму объемов послесварочной механической обработки и работ по правке деталей, необходимых при сварке толстостенных деталей с большими поперечными сечениями. Параллельно с технологиями сварки одной проволокой с обеспечением высокой производительности наплавки, например, технологиями дуговой сварки под флюсом и электрошлаковой сварки, разрабатывались системы сварки несколькими электродами одновременно.

Необходимо понимать различия между технологией сварки двойной проволокой и технологией тандемной сварки. Самым важным преимуществом обоих типов является значительное увеличение производительности наплавки и скорости сварки и соответствующее уменьшение тепловложения. Другое преимущество сварки двумя проволоками в общей сварочной ванне заключается в повышенных размерах сварочной ванны и более позднем её затвердевании. Также технологии сварки двумя проволоками обеспечивают возможность увеличения способности по перекрытию зазора за счёт поперечного поворота сварочной горелки, позволяя расширить зону покрытия боковых стенок при перекрывающем проходе без колебательного перемещения.

## Сварка двумя проволоками

Технология сварки двумя проволоками, также именуемая технологией сварки параллельными проволоками, предусматривает расплавление двух проволочных электродов, обладающих одинаковым электрическим потенциалом, общей горелкой. В зависимости от требований по

мощности, сварка выполняется с применением либо общего источника электропитания, либо с применением двух источников. В любом случае обеспечить независимое управление электродами невозможно, так как единственной регулируемой переменной является напряжение, общее для обоих электродов. Таким образом, два электрода расплавляются при примерно равной скорости подачи. Высокая производительность наплавки в этом случае нужна не для всех сварочных операций. Например, она не требуется для нахлесточных швов при сварке деталей с малой площадью поперечного сечения. Более того, несмотря на повышенную скорость сварки, тепловложение остается по-прежнему высоким, и это может затруднить работу. Также высокая скорость сварки сама по себе может вызвать проблемы, например, образование подрезов. Для предотвращения указанных дефектов необходимо обеспечить минимально возможную длину дуги. С одной стороны, при сварке двумя проволоками невозможно контролировать короткозамкнутые дуги, соответственно данное условие не может быть соблюдено. С другой стороны, чем длиннее дуга, тем больше помех, поэтому при сварке двумя проволоками устранение негативных факторов, таких как образование брызг и прерывания процесса, практически невозможно. В большинстве случаев тандемная сварка является лучшей альтернативой.

## Тандемная сварка

В отличие от сварки двумя проволоками технология тандемной сварки предполагает применение двух независимых источников электропитания и горелки с изолированными токопроводами. Таким образом, с помощью одной системы можно выполнять все традиционные виды дуговой сварки (короткозамкнутой дугой, со струйным переносом и импульсную). Напряжение каждой дуги может измеряться по отдельности и использоваться в качестве управляющей переменной.

Для обеспечения максимальной стабильности процесса сварки, разработанная компанией Fronius прогрессивная технология тандемной сварки TimeTwin, предусматривает синхронизацию двух электрических дуг при импульсной сварке со смещением фаз на  $180^\circ$ . Возможные отклонения скоростей подачи проволоки в данном случае возможны только в относительно узких пределах. Вследствие смещения фаз сварочная ванна при сварке по технологии TimeTwin остается стабильной; брызгообразование меньше, чем при сварке двумя проволоками или при традиционной тандемной сварке. Стабильность дуги также выше. В целом, тандемные технологии отличаются пониженным, по сравнению с технологиями сварки двумя проволоками, тепловложением.

Однако, при выполнении некоторых сварочных работ даже такое уменьшенное тепловложение может создавать трудности. Хорошим примером являются тавровые швы: если сварочная ванна становится слишком текучей, возможно оседание шва при выполнении сварки заготовок с большой площадью поперечного сечения в положении РВ или при работе в неудобном положении. Для сварки в указанных условиях требуется более стабильный процесс с ещё меньшим тепловложением и возможностью точной настройки.

## СМТ Twin – расширенная гибкость и управляемость тандемной сварки

Для областей производства, где необходима повышенная стабильность процесса и непрерывный контроль процесса сварки во всем диапазоне мощности, компания Fronius разработала систему СМТ Twin (рисунок 1).



*Рисунок 1: Система тандемной сварки СМТ Twin производства компании Fronius с двумя независимыми микропроцессорными источниками электропитания.*

Данная сварочная система укомплектована двумя микропроцессорными источниками электропитания, работающими независимо друг от друга. Благодаря этому возможна индивидуальная настройка параметров сварочных процессов в соответствии со специфическими условиями производства. Кроме того, для работы может быть выбрано любое устройство подачи проволоки (с учетом очевидных ограничений физического характера). В результате допускается задание скорости подачи проволоки в очень широком диапазоне. Возможным оказывается даже применение совершенно разных технологий сварки.

Рассматриваемое новое технологическое решение для сварки двумя проволоками обеспечивает пользователям возможность применения двух процессов холодного переноса металла (СМТ) или комбинации процесса импульсно-дуговой сварки GMA (на ведущем электроде) с процессом СМТ (на ведомом электроде) в рамках одной системы (рисунок 2).

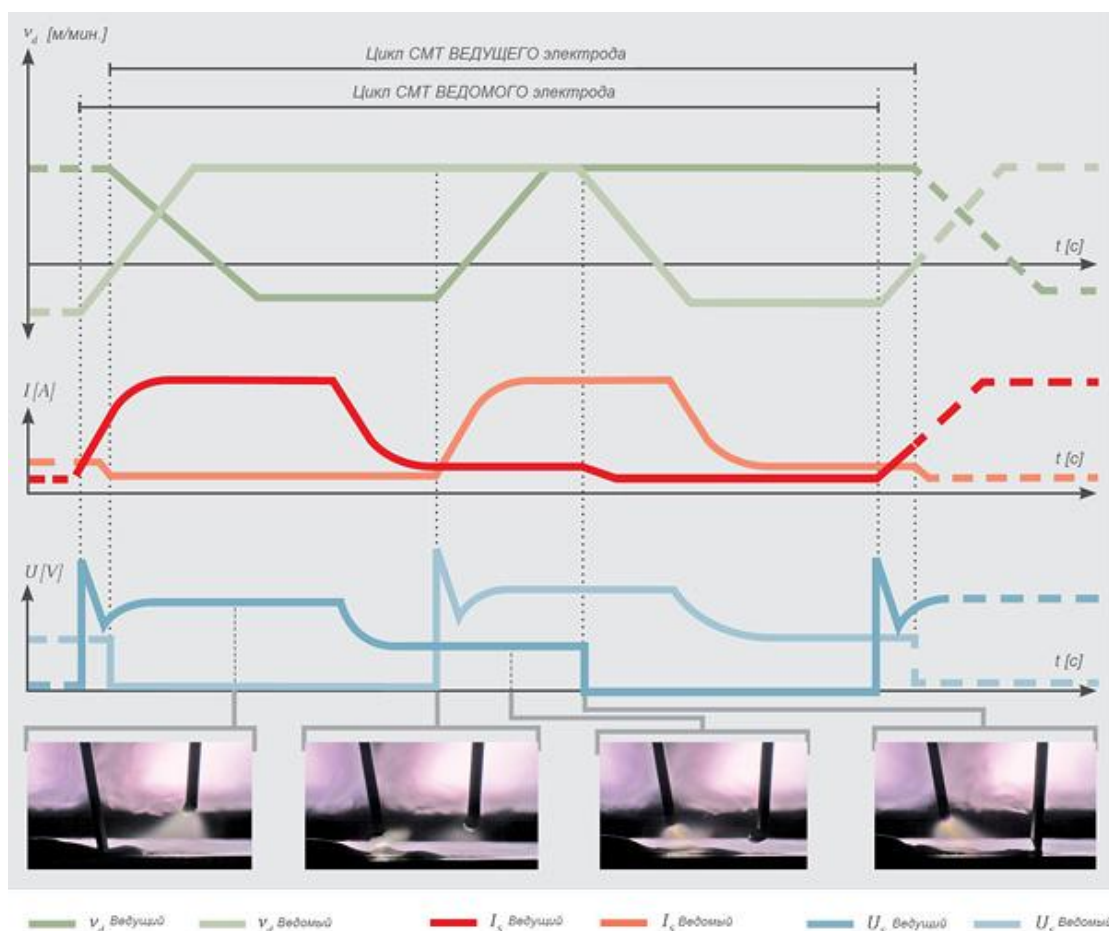
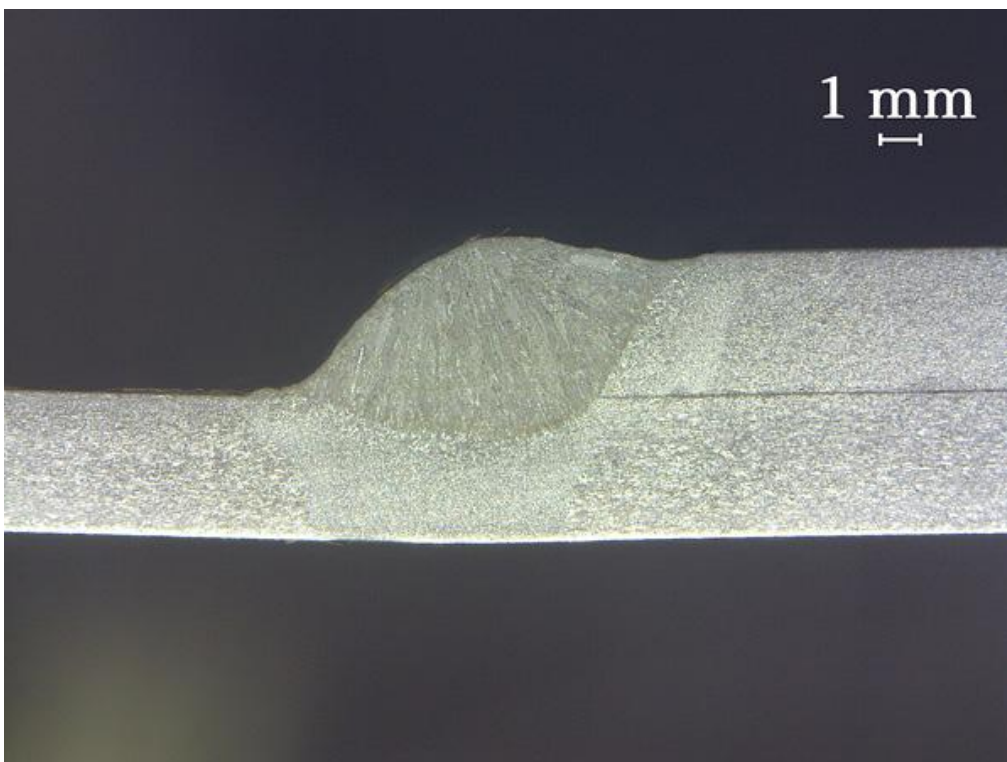


Рисунок 2: Последовательность циклов СМТ Twin при использовании комбинации импульсно-дуговой и СМТ сварки (ведущим и ведомым электродом соответственно).

Отличительной чертой технологии СМТ является быстрое контролируемое возвратно-поступательное перемещение электрода в процессе выполнения сварки. Обратное движение электрода начинается при коротком замыкании (в момент касания электродом сварочной ванны). По истечении определенного периода горения дуги направление перемещения проволоки изменяется, и проволока снова перемещается по направлению к заготовке. В данном случае, в отличие от технологий импульсной сварки или сварки со струйным переносом, отделение капли осуществляется в процессе короткого замыкания при сохранении контроля над процессом. Более того, технология СМТ обеспечивает малую длину и высокую стабильность электрической дуги, поскольку проволока отводится назад на определенное расстояние независимо от скорости подачи. Тепловложение значительно ниже, чем при традиционной сварке короткозамкнутой дугой, поскольку короткое замыкание прерывается не при высоком токе (что наблюдается при традиционной сварке короткозамкнутой дугой), а при низком, в момент отвода проволоки. Управляемый перенос капли в сварочную ванну позволяет добиться малого брызгообразования или его отсутствия, что дополнительно повышает стабильность процесса по сравнению с традиционными технологиями импульсной сварки. Благодаря технологии СМТ Twin эти положительные качества могут быть скомбинированы с преимуществами импульсно-дуговой сварки GMA: например, первый (ведущий) проволочный электрод может осуществить проплавление на большую глубину импульсной дугой и/или благодаря высокому сварочному току, а следующий за ним (ведомый) электрод, работающий в

режиме СМТ, нужным образом осуществит заполнение шва с уменьшенной скоростью подачи проволоки и тепловложением.

Поскольку давление дуги на сварочную ванну при использовании технологии СМТ меньше, то стабильность сварочной ванны выше, а импульсно-дуговой процесс оказывает меньшее влияние на ведомый электрод. Это, в свою очередь, обеспечивает возможность использования более коротких импульсов повышенной мощности для выполнения глубокого проплавления. С учетом вышесказанного допускаются высокие скорости сварки; в случае таврового шва внахлестку на стальных листах толщиной 2 мм скорость может достигать 4 м/мин. (рисунок 3). За счет низкого тепловложения в отношении способности по перекрытию зазора технология СМТ Twin также имеет преимущества по сравнению с традиционными технологиями тандемной сварки.



*Рисунок 3: Благодаря технологии СМТ Twin, тавровый шов внахлестку на стальных листах толщиной 2 мм может выполняться со скоростью до 4 м/мин.*

Выбор оптимальной комбинации процессов для технологии СМТ Twin будет зависеть от условий соответствующей сварочной операции (требуемой скорости сварки, производительности наплавки, способности по перекрытию зазора).

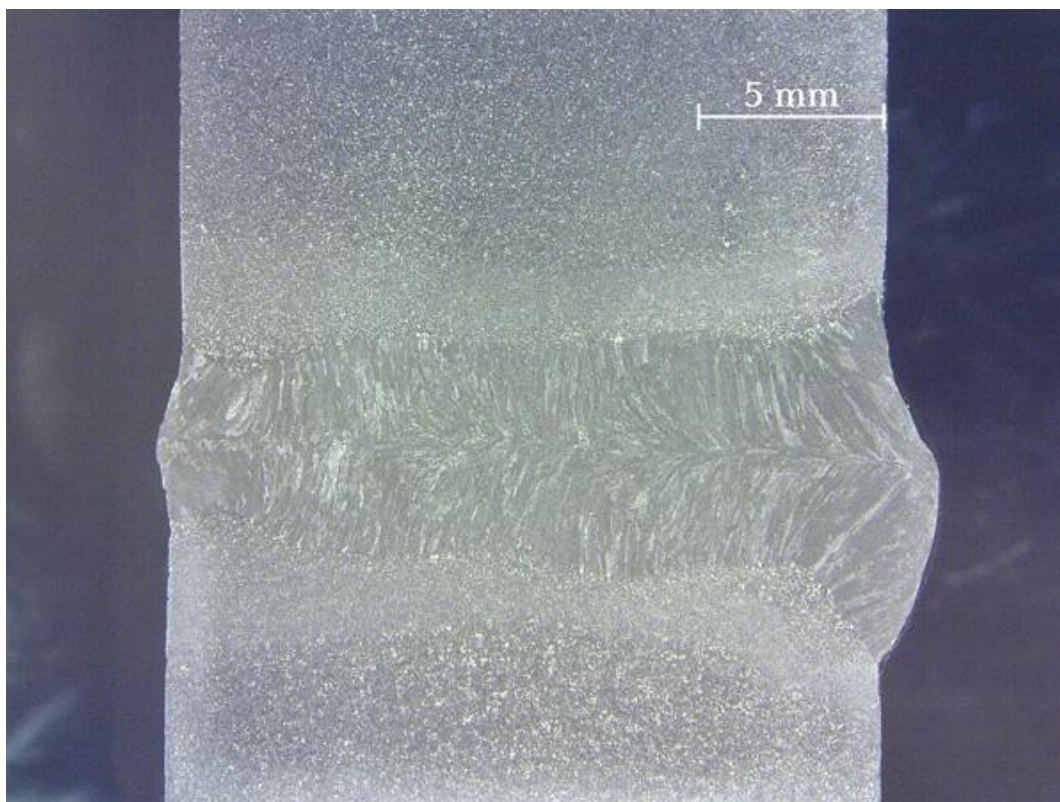
Для тавровых швов, подлежащих выполнению в положении РВ или в неудобном для сварки положении, оптимальной является комбинация импульсной дуговой сварки (ведущим электродом) с технологией СМТ (для ведомого электрода). Эта комбинация позволяет сварщикам добиваться показательных результатов даже при сварке тавровых швов в горизонтально-вертикальном (РВ) положении (рисунок 4).



*Рисунок 4: Технология СМТ Twin позволяет сварщикам добиваться показательных результатов даже при сварке тавровых швов в положении РВ.*

По сравнению с традиционными технологиями тандемной сварки указанная комбинация импульсно-дуговой и СМТ сварки при сохранении всех остальных параметров без изменений уменьшает тепловложение на величину от 10 % до 20 %. Тепловложение для комбинации СМТ-СМТ ещё ниже, благодаря чему для применения технологии тандемной сварки теперь открываются совершенно новые перспективы.

Например, технология СМТ Twin позволяет осуществлять в неудобном положении проварку корня шва (рисунок 5), которая при использовании иных технологий была бы невозможной или экономически невыгодной. Сварка стыковых швов также может осуществляться более эффективно, поскольку сварочная ванна более стабильна, а большая глубина проплавления ведущим электродом уменьшает риск дефектов плавления; таким образом, может быть выбран меньший угол разделки кромок.



*Рисунок 5: Технология CMT Twin opens открывает новые области применения тандемной сварки: в качестве примера на рисунке показан шов на трубопроводе: стальная пластина толщиной 19 мм приварена в положении РВ за три прохода: заварка корня шва сваркой CMT + тандемная сварка CMT.*

## Удобство управления

Для того, чтобы получить совершенный сварной шов с самого начала, ведомый электрод системы CMT Twin не начинает сварку до тех пор, пока не стабилизируется работа ведущего электрода и источник электропитания ведомого электрода не получит сигнал запуска. Высокая стабильность процесса и низкий уровень взаимного влияния электродов позволяет компании Fronius добиваться получения оптимальных характеристик в различных областях применения рассматриваемой технологии. Согласованные параметры процесса предоставляются пользователям, облегчая им выбор правильных настроек. Помимо прочего данная сварочная технология обеспечивает преимущества при сварке на высоких скоростях («Twin Speed»), при соединении листов большой толщины («Twin HD»), при заварке корня («Twin Root») и при наплавке CMT двумя дугами («Twin Cladding») (рисунок 6). Компания Fronius также предоставляет таблицы параметров для высокостабильной сварки с малым количеством брызг в среде CO<sub>2</sub> без примесей. Все это существенно отличает CMT Twin от традиционных технологий сварки двумя проволоками, в которых сварка в экономичном углекислом газе либо ведет к низкому качеству сварки, либо вообще невозможна.



*Рисунок 6: За счет возможности применения комбинаций различных технологий и предоставления специальных таблиц параметров, технология SMT Twin может быть применена в широком ряде отраслей.*

## Заключение

Система SMT Twin сочетает в себе преимущества систем TimeTwin и СМТ. По сравнению с традиционными технологиями сварки двумя проволоками данная технология обеспечивает следующие преимущества: высокая стабильность процесса, способность по перекрытию зазора и скорость сварки, а также высокое качество шва. Кроме того, изделия нуждаются лишь в минимальной послесварочной обработке. Благодаря этим особым функциональным свойствам технология SMT Twin позволяет добиваться более высоких результатов сварки по сравнению с традиционными технологиями сварки двумя проволоками и тандемной сварки. Это особенно заметно при соединении листов малой толщины на высокой скорости при тепловложении, не превышающем оптимального уровня. Компания Fronius предоставляет соответствующие таблицы параметров для использования различных комбинаций процессов в широком ряде отраслей. Помимо прочего технология SMT Twin выделяется также простотой применения. Рассмотренные выше особенности делают технологию SMT Twin идеальной для использования в автомобильной промышленности, судостроении и машиностроении, а также в энергетике.