

## ФИРМА «ФРОНИУС» ПРЕДСТАВЛЯЕТ

## TIME TWIN — ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ СПОСОБ СВАРКИ

Фирмой «Фрониус» разработан новый высокопроизводительный способ сварки двумя плавящимися параллельно расположенными электродами в защитном газе — Time Twin. При этом используются два источника, устройство для синхронизации их работы и тандем-горелка для подачи двух изолированных друг от друга проволок. По сравнению со способом сварки T.I.M.E. (сварка в четырехкомпонентной смеси газов) Time Twin позволяет повысить производительность процесса сварки, причем с использованием стандартных газов. Кроме того, этот способ удобен для реализации в автоматизированных и механизированных процессах.

Ниже представлена информация об особенностях рассматриваемого способа сварки, оборудования для его реализации и перспективах применения. Она особенно полезна для тех, кто выбирает способ сварки, принимает решения и отвечает за планирование производства и само производство. К этой категории относятся технологи производства, численность которых гораздо шире сертифицированных экспертов в области сварки.

**Преимущества.** Time Twin значительно повышает скорость сварки и количество наплавленного металла при сварке плавящимся электродом в защитном газе. Товарный вид сварных соединений очень высокий, благодаря хорошей воспроизводимости процесса, низкой разбрызгиваемости металла, гладкой поверхности шва в верхней и корневой его части с плавным переходом к основному металлу.

Способ может использоваться как при сварке сталей (от нелегированных до высоколегированных), так и при сварке алюминия и его сплавов. Хороший провар, незначительные деформации, стабильное горение дуги, высокая скорость сварки, использование стандартных газов обеспечивают получение экономической выгоды и высокого качества.

**Область применения.** Она определяется техническими характеристиками оборудования, формой разделки соединяемых кромок, чувствительностью свариваемых материалов к перегреву. Классические области применения способа Time Twin — производство транспортных средств, включая рельсовый подвижной состав, строительные машины и суда, производство аппаратов, судов, стальных конструкций, машин и оборудования. При этом обеспечивается сварка продольных швов в нижнем положении в лодочку, горизонтальных угловых швов в нижнем положении и швов внахлестку при V- и X-разделке, а также наплавка (рис. 1–3). Скорость сварки продольных швов на стали составляет до 250, а кольцевых — до 400 см/мин. Производительность наплавки — до 16 кг/ч. Алюминиевые материалы сваривают

со скоростью 250 см/мин при производительности наплавки 7 кг/ч.

На заводе фирмы «MAN» в Пендберге, выпускающем грузовые транспортные средства, используются два робота, оснащенные источниками питания фирмы «Фрониус» и водоохлаждаемыми сварочными горелками. Каждый робот в месяц сваривает до 4000 опор продольного рычага подвески из мелкозернистой строительной стали. Для сварки угловых швов применяется стандартная электродная проволока, например, Carbotil DIN EN 12534-G3 (Normo1K000Sm43) диаметром 1,2 мм. Защитный газ Corgon 25 или Corgon 18 (аргон соответственно с 25 или 18 % CO<sub>2</sub>). При этом обеспечивается глубокий провар и малое разбрызгивание металла. Особое внимание инженеры фирмы «MAN» уделяют получению оптимальной геометрии шва и плавным переходам от шва к основному металлу (последующая механическая обработка не предусмотрена). По мнению потребителей, вместо 11,5 мин для сварки такой детали с использованием одной электродной проволоки в данном случае требуется 7,5 мин. На заводе способ Time Twin используется только для получения протяженных сварных швов. За год инвестиции на внедрение технологии Time Twin окупились в четырехкратном размере.

По словам Ю. Хвальчика, инженера-сварщика и руководителя отдела фирмы ALSTROM LHB в Зальцгиттере, при производстве алюминиевых конструкций вагонов скоростного поезда ICE фирмой выдвигаются довольно высокие требования к качеству сварных швов, а значит и к соответствующим производственным технологиям. В условиях глобальной конкуренции такое же значение придается и экономическим аспектам. Примером резкого повышения производительности при гарантии качества и надежности процесса может служить способ сварки Time Twin. При сварке элементов пола, крыши и боковых панелей вагонов ICE длиной до 25 м достигается средняя скорость сварки 1,2...1,8 м/мин. Это в 2...3 раза выше, чем при обычной сварке в инертном газе одной электродной проволокой. Кроме того, при толщине профиля 8 мм необходима сварка одного валика, в то время, как при использовании одной проволоки, необходимо 2...3 прохода. В зависимости от толщины шва экономия составляет 25...75 %.

<b>Материал</b> DIN (старый) DIN EN 573	AlMgSi0,5; AlMgSi0,7; AlMg4,5Mn EN AW-AlMgSi (6060); EN AW-AlSiMg (A) (6005A); EN AW-AlMg4,5Mn0,7(5083)
<b>Присадочные материалы</b> DIN (старый) DIN EN 573	S-AlMg4,5MnZr (R-AlMg4,5MnZr)
<b>Защитный газ</b>	Аргон или 50 % Ar + 50 % He с 50 млн <sup>-1</sup> N <sub>2</sub>

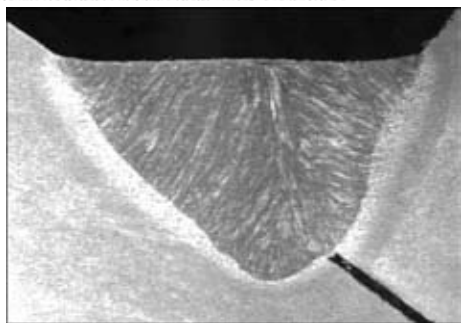


Рис. 1. Шлиф углового шва на продольной опоре двигателя, выполненного способом Time Twin за один проход

Выбор материалов осуществляют в соответствии с таблицей.

Кроме «классической сварки», использование двух проволок открывает дополнительные возможности. Один из субподрядчиков, работающий в автомобильной промышленности, реализовал с помощью фирмы «Фрониус» свою инновационную идею и значительно повысил конкурентоспособность выпускаемой им продукции. Молодой предприниматель Б. Рус производит в Рансбах-Баумбахе наряду с прочими изделиями тормозные цилиндры. При этом важно как соблюдение точных допусков с тем, чтобы подсоединяемые цилиндры точно подходили к системе, так и точное позиционирование привариваемых трубок, положение которых должно оставаться неизменным. Рус установил на работе две сварочные головки и обеспечил сведение двух соединительных операций в



Рис. 2. Сравнительная оценка твердости металла шва при сварке одной электродной проволокой и двумя

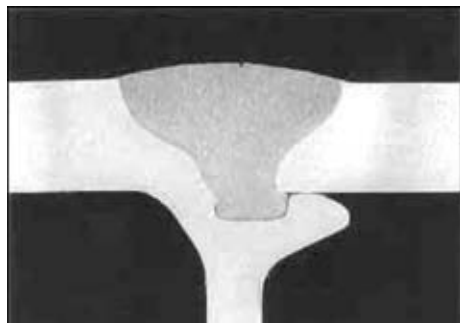


Рис. 3. Макрошлиф V-шва толщиной 8 мм, сваренного способом Time Twin за один проход

одну. Ранее закрепленные тормозные цилиндры нужно было после прихватки расположить по-новому для нанесения припоя. Благодаря горелке Robacta Drive Twin 500/900 удалось исключить дополнительное перемещение. С помощью горелки попеременно выполняют сварку одной электродной проволокой, а затем обеспечивают подачу припоя в измененном рабочем положении (рис. 4). При этом сокращается не только время сварки, но и достигается высокое качество соединения. Процесс контролирует «Q-Master» — система контроля в реальном времени, которая позволяет получить необходимую документацию, гарантирующую ответственность за продукцию.

**Сущность процесса.** Фундаментальные и прикладные исследования, в частности, в области переноса металла лежат в основе современных технологий дуговой сварки. Дальнейшее их совершенствование связано с разработкой источников тока с микропроцессорным управлением. Этому направлению в полной мере отвечает способ Time Twin, при котором две электродные проволоки синхронно плавятся в общей сварочной ванне. После успешного применения МАГ-сварки нелегированной и легированной сталей специалисты фирмы «Фрониус» разработали способ МИГ-сварки для алюминиевых сплавов. Успеху способствовала замена двухэлектродной сварки с общим токоподводом на двухэлектродную сварку с отдельными токоподводами (рис. 5).

При двухэлектродной сварке с общим токоподводом периодически наблюдаются короткие замыкания между электродной проволокой и ванной. При этом гаснет дуга и на второй проволоке. Высокая плотность тока на первой проволоке при-



Рис. 4. Водохлаждаемая горелка Robacta Drive Twin в положении для пайки тормозных цилиндров

водит к взрыву перемычки, что вызывает повышенное разбрызгивание металла, нестабильность процесса и колебание длины дуг. При увеличении длины дуг снижается разбрызгивание и повышается стабильность процесса, но при этом снижается скорость сварки. Благодаря применению горелки с двумя изолированными токоподводящими мундштуками для каждой проволоки отмеченные недостатки устраняются. Этому способствует также наличие отдельных источников питания, регулируемых блоков подачи каждой проволоки. Подача питания на каждую из дуг регулируется с помощью синхронизирующего устройства (рис. 5).

Важной особенностью процесса Time Twin является питание каждой из дуг в импульсном режиме. При установлении оптимальных параметров обеспечивается перенос металла — одна капля за импульс без коротких замыканий и почти без брызг. На полученных с помощью скоростной камеры снимках четко видна последовательность: зажигание — горение дуги — образование капли — отделение капли и переход ее в ванну (на одном электроде, а затем идентично и на втором) (рис. 6).

Подача импульсов тока на каждый электрод независимо от мощности дуги позволяет получать постоянный размер капель. Это благоприятно сказывается на равномерности выгорания легирующих элементов. Так, для алюминиевых сплавов системы Al-Mg оно почти постоянно во всем диапазоне мощностей. Кроме того, при отдельной подаче импульсов тока на каждом из электродов можно поддерживать дуги короткими и к тому же отдельно их регулировать. В результате достигается сочетаемое преимущество: короткие дуги дают небольшие расплавленные ванны, а оставшаяся энергия идет на повышение скорости сварки. Возможность смещения электродов относительно друг друга (временное смещение направления перехода расплавленных капель) позволяет получить более однородную сварочную ванну и лучшее формирование сварного шва по сравнению со сваркой «тандем».

**Надежность оборудования.** Оборудование для сварки Time Twin включает два источника питания, синхронизирующее устройство, два устройства подачи проволоки, два мундштука, встроенных в корпус горелки, с общим соплом для подачи защитного газа.

**Источники тока: Master и Slave.** Для способа Time Twin требуется два источника тока по принципу Master-Slave. Суммарная сила тока обоих источников составляет 900 А при ПВ 100 %. Управление и регулирование мощностью каждого источника тока осуществляется независимо друг от друга с помощью микропроцессора. В зависимости от условий сварки компьютер определяет, какой источник тока берет на себя функцию Master или

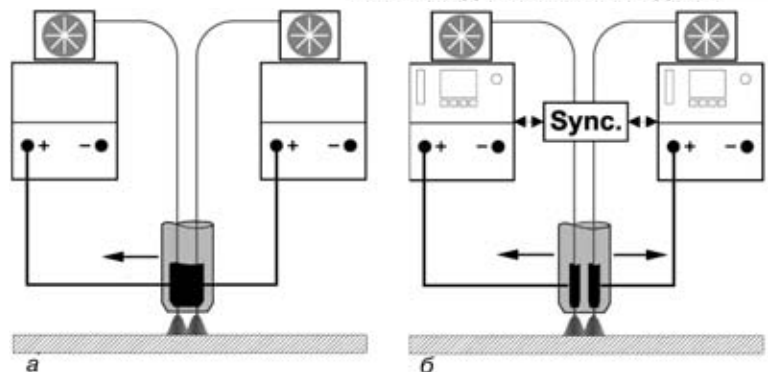


Рис. 5. Принципиальные схемы сварки двумя проволоками с общим (а) и отдельным (б) токоподводом

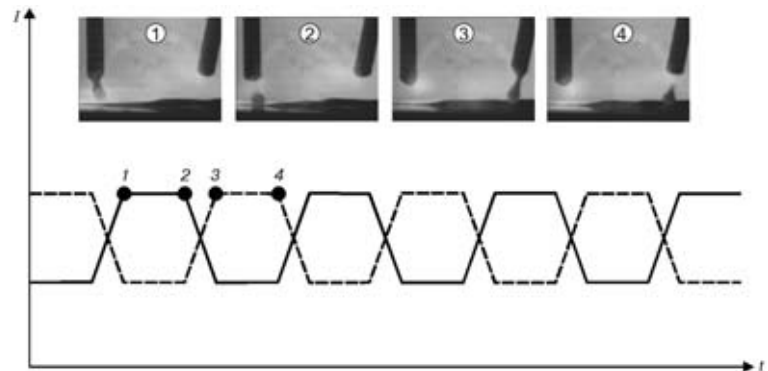


Рис. 6. Установленный по времени перенос материала с 1-го и 2-го электрода в импульсном режиме (снимки выполнены скоростной камерой)

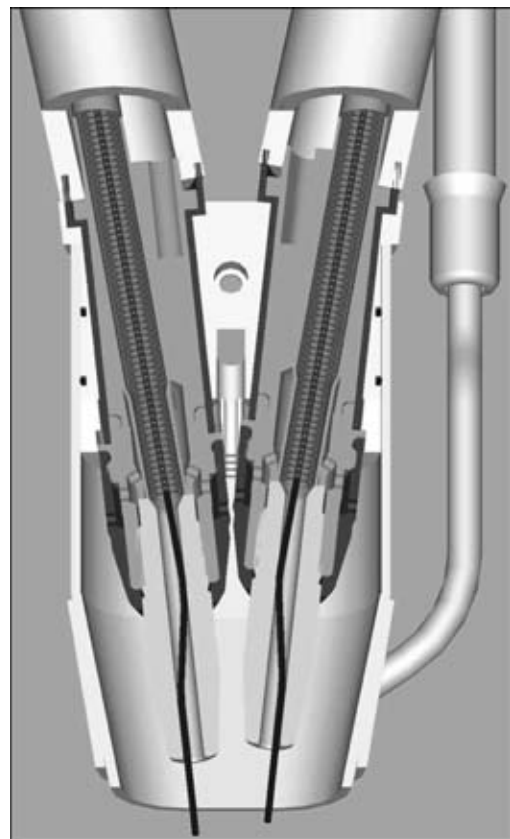


Рис. 7. Горелка Time Twin с принудительным электрическим контактом с двойным охлаждающим контуром и водоохлаждаемым газовым соплом

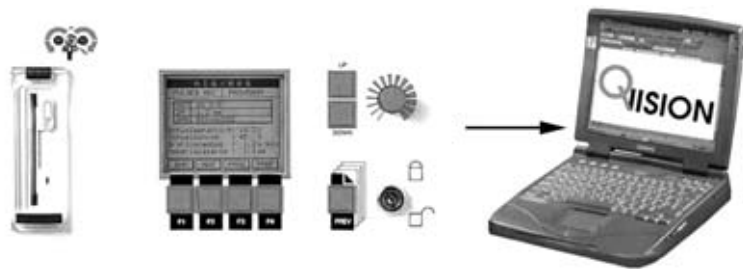


Рис. 8. Системное решение Q-Master и Q-Vision

Slave. Они меняются, например, в зависимости от направления сварки.

Наличие более 30 регулируемых параметров позволяет оператору в каждом случае выбрать необходимый режим работы. Этому же служат дисплей и элементы обслуживания. Серийный интерфейс RS 232 передает при необходимости данные на принтер. Повторяющиеся задачи с полным набором параметров легко вызываются через интерфейс робота или через дистанционный регулятор, так что пользователь может сколько угодно воспроизводить оптимальные режимы сварки. Каждый источник тока снабжен вентилятором для защиты электроники от пыли.

*Синхронизирующее устройство* отвечает принципу «целое больше, чем сумма составляющих». По сути дела оно является посредником между Master и Slave. Каждый из источников «знает», что делает другой в данный момент.

*Устройства подачи проволоки* отвечают принципу «быстро и надежно» и оба представляют собой гармоничное целое. Периодически ими можно управлять совместно или раздельно и использовать их в этом случае как отдельные аппараты для обычной сварки МИГ/МАГ.

Каждое из двух устройств подачи проволоки представляет собой серийный привод с четырьмя роликами. Тахорегулируемые водоохлаждаемые двигатели подают проволоку со скоростью до 30 м/мин. Эти приводы обеспечивают равномерное распределение давления на проволоку и идеальную подачу.

*Горелка* — «активный инструмент» и решающий «интерфейс» между системой Time Twin и соединяемыми деталями, так как от нее зависит качество сварки. Разработчики и конструкторы уделили ей особое внимание. В результате появилась горелка Robacta Drive Twin.

Отличительные особенности горелки: оба проволочных электрода перемещаются в электрически изолированных токоподводящих мундштуках, подача электрического тока на каждый электрод происходит под точно определенным углом через принудительный контакт (рис. 7). Таким образом исключаются случайные точечные контакты между мундштуком и проволокой. Надежная электрическая изоляция электродов одного от другого яв-

ляется обязательным условием безупречного функционирования способа Time Twin. Для повышения надежности работы горелки при продолжительной эксплуатации каждый из токоподводов и газовое сопло охлаждаются водой.

**Системные программы** процесса Time Twin подготовлены для серийного производства в двух различных исполнениях: Q-Master и Q-Vision (рис. 8).

*Q-Master* (сбор информации, контроль, оформление документации) — программное обеспечение, которое пользователь может интегрировать в источники питания Time Twin. Оно представляет собой базу для «запоминания» рабочих параметров оптимальных режимов сварки с целью их последующего воспроизведения с любой периодичностью. Более того, программное обеспечение, интегрированное в процесс управления качеством, непрерывно собирает все релевантные сварочные параметры и регистрирует в документации превышение предельных значений. Особенно это касается сварочного напряжения, сварочного тока, а также скорости подачи проволоки. Анализ данных позволяет получить сведения о переносе материала, оплавлении и стабильности процесса. Отсюда можно быстро и точно сделать выводы о качестве сварного шва. Пользователь определяет для контролируемых параметров максимально допустимые отклонения, которые вместе с соответствующими рабочими точками запоминаются в источниках тока. Их микропроцессоры в реальном времени контролируют параметры и подают сигнал о каждом нарушении предельного значения.

*Q-Vision* (оценка и архивирование) — это программа для персонального компьютера. Она может обрабатывать полученные сварочные параметры, производить расчеты и передавать их в архив. Таким образом, благодаря обширным критериям поиска можно иметь информацию о сварных элементах. К тому же программа помогает специалисту определить предельные значения для функции Q-Master.

**Перспективы.** Разработчики фирмы «Фрониус» особое внимание уделяют конструкции сварочной горелки. Поэтому по-прежнему их целью является создание еще более компактной горелки, которая еще интенсивнее бы охлаждалась для достижения большей производительности при длительной работе, обеспечила бы полную свободу по шести осям, упростила бы подачу расходных материалов и гарантировала бы еще лучшую доступность к изделию. Такая усовершенствованная горелка должна в обозримом будущем заменить сегодняшнюю. В дальнейших совершенствованиях процесса Time Twin будет учитываться опыт практической работы.