

Быстрее благодаря использованию двойных сварочных проволок. Сварка алюминиевых изделий плавящимся электродом в среде защитных газов

Использование одновременно двух сварочных проволок при сварке плавящимся электродом в среде защитных газов открыло новые возможности повышения производительности данной версии технологии. Первоначальные успехи, достигнутые при одновременном расплавлении нелегированной стали двумя электродами, позволили продолжить исследование данной технологии, применив полученные результаты в технологии MIG сварки алюминиевых материалов.

Однако, в ходе первых испытаний технологии сварки двумя проволоками (примечание: различные версии MAG сварки несколькими проволоками указаны в источнике [1]) достичь серьезного увеличения скорости сварки не удалось. Небольшая длина двух дуг неоднократно вызывала короткие замыкания между одним или другим проволочным электродом и сварочной ванной. Это также приводило к гашению дуги второго проволочного электрода. Высокая плотность тока, образующаяся после этого на первом проволочном электроде, очень быстро прерывала короткое замыкание. Результатом было большое количество сварочных брызг и нестабильность обеих дуг, вызванная резкими колебаниями длины дуги. Несмотря на то, что разбрызгивание и нестабильность удалось минимизировать за счет увеличения длины дуги, это также снизило скорость сварки. Именно поэтому в новой серии испытаний использовался аппарат совершенно иного типа.

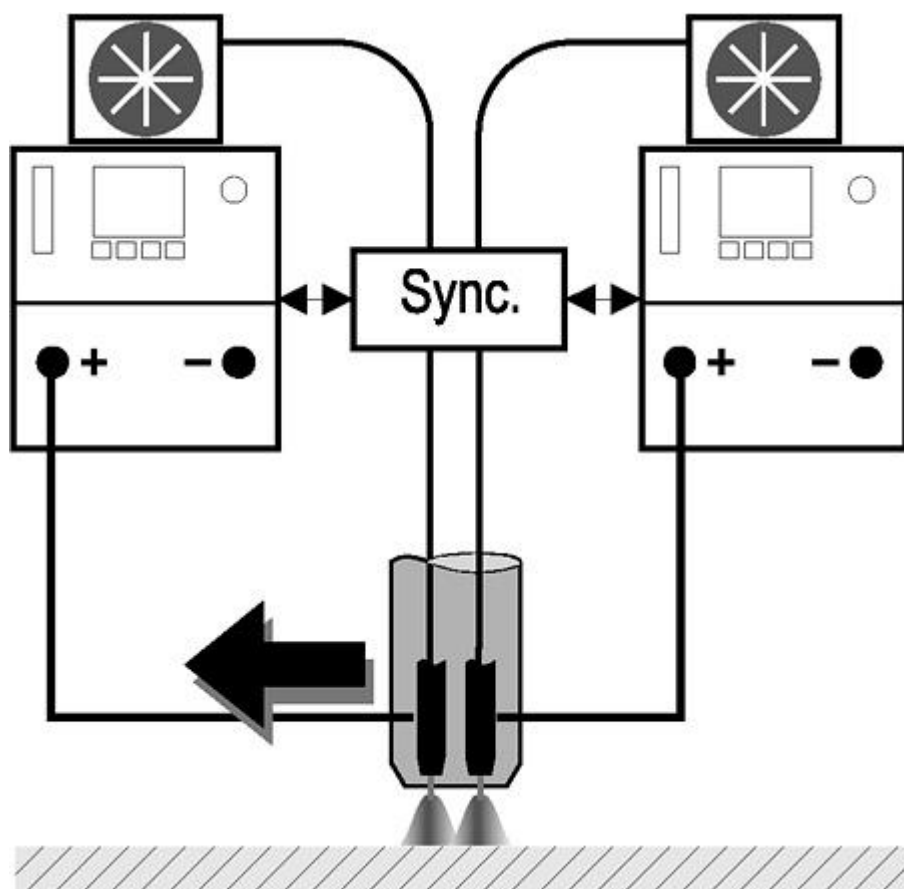


Рис. 1. Принцип сварки плавящимся электродом в среде защитного газа с использованием двух электроизолированных электродов и с синхронизацией источника питания.

Доработанная концепция

Вместо использования общего контактного наконечника для обоих проволочных электродов, здесь применяется тандемная технология (при которой используются два изолированных контактных наконечника в общей среде защитного газа) (Рис. 1). В данном варианте технологии, каждый источник питания имеет собственную систему управления и контроля, независимо управляемый блок подачи проволоки и графическую среду пользователя, управляемую с помощью меню. Устройство синхронизации, подключенное к обоим источникам питания, позволило синхронизировать время переноса металла каждого проволочного электрода в процессе импульсно-дуговой сварки таким образом (Рис. 2), что возникновение эффекта магнитного дутья было исключено.

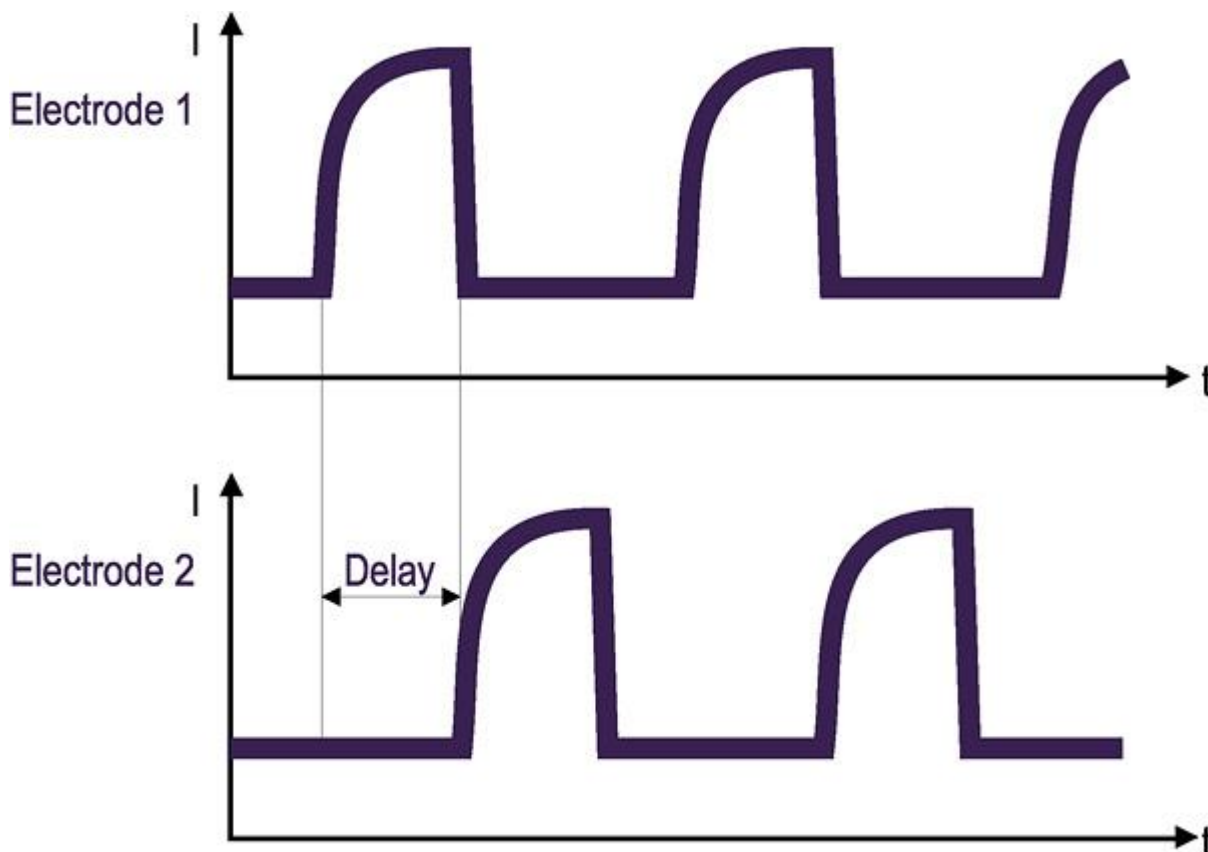


Рис. 2. Хронологически расположенные кривые сварочного тока проволочных электродов в процессе импульсно-дуговой сварки.

При условии оптимальной настройки параметров (примечание: источники питания обеспечивают возможность плавной регулировки большого количества параметров), пульсирующая дуга обеспечивает перенос металла с низким уровнем разбрызгивания и отсутствием коротких замыканий, при котором за импульс от проволочного электрода отделяется одна капля присадочного металла, которая затем попадает в сварочную ванну. Импульсная технология позволяет установить практически постоянный размер капли, вне зависимости от мощности дуги. Это особенно важно в случае выгорания магния, уровень которого таким образом может оставаться практически постоянным во всем диапазоне мощности.

В случае MIG сварки лишь ограниченная величина мощности дуги может быть сохранена при более высоких скоростях сварки. Причиной является то, что при увеличении мощности давление дуги растет очень быстро, что затрудняет управление ванной. При использовании проволочного электрода из сплава AlMg толщиной 1,2 мм, критический предел контроля сварочной ванны лежит в диапазоне от 320 до 350 А, при скорости подачи проволоки от 20 до 22 м/мин. Это наглядно демонстрирует преимущество использования отдельно регулируемых процессов переноса металла, когда два проволочных электрода

расплавляются в общую сварочную ванну — таким образом можно поддерживать короткую дугу. При использовании короткой дуги, сварочная ванна остается узкой. Благодаря удлинению сварочной ванны за счет использования последовательно расположенных дуг, большая часть доступной энергии может быть использовано для повышения скорости сварки.

Как правило, на ведущую дугу подается несколько большая мощность. Благодаря этому холодный основной металл полностью расплавляется и за счет этого обеспечивается полное проплавление в корне. Наплавленный металл со второго электрода заполняет сварочную ванну. Кроме того, ведомая дуга удлиняет время дегазации сварочной ванны, снижая возможность порообразования.

Использование электроизолированных контактных наконечников позволяет обеспечить точно контролируемое распределение тока по обоим проволочным электродам. Одинаковый размер капель обеспечивается за счет заранее точно определенного момента отделения присадочного металла, что позволяет минимизировать разбрызгивание металла при сварке и гарантировать высокую стабильность процесса. Это хорошо видно на представленных на Рис. 3 фотографиях переноса металла, сделанных методом высокоскоростной съемки.



Рис. 3. Контролируемый перенос капли с использованием синхронизированных проволочных электродов из сплава AlSi5 (диам. 1,2 мм)

Используемое оборудование

Для выполнения описанных ниже сварочных операций использовались проверенные инверторные источники питания (Рис. 4). Вместе они обеспечивают сварочный ток силой 900 А при 100% коэффициенте нагрузки. Каждый источник питания имеет встроенные системы контроля качества, дисковод для гибких дисков для хранения сварочной документации и интерфейс для связи со сварочным роботом.



Рис. 4. Скоординированные инверторные источники питания для MIG сварки алюминиевых материалов с использованием двух проволочных электродов.

В этой связи, необходимо отметить, что сварка с использованием двух проволочных электродов в общей сварочной ванне возможна только при использовании полностью автоматизированных конфигураций. Если бы сварочная горелка направлялась вручную, было бы невозможно обеспечить её точное положение относительно сварного шва — не говоря уже о сильном напряжении, которое бы испытывал сварщик из-за высокой скорости сварки, а также сильного тепла, выделяющегося от заготовки. По этой причине конструкция горелки (см. Рис. 5) должна обеспечивать высокую скорость наплавки — именно поэтому она снабжена особо мощной системой охлаждения. Она обеспечивает хорошее охлаждение газовой насадки и контактного наконечника. Поскольку соединения, обеспечивающие подвод и отвод охлаждающей среды от газовой насадки, расположены снаружи, конструкция может не предусматривать использование уплотнительных колец (поскольку существует риск их повреждения с течением времени), так как даже небольшие утечки влаги могут спровоцировать образование пор в наплавленном слое.

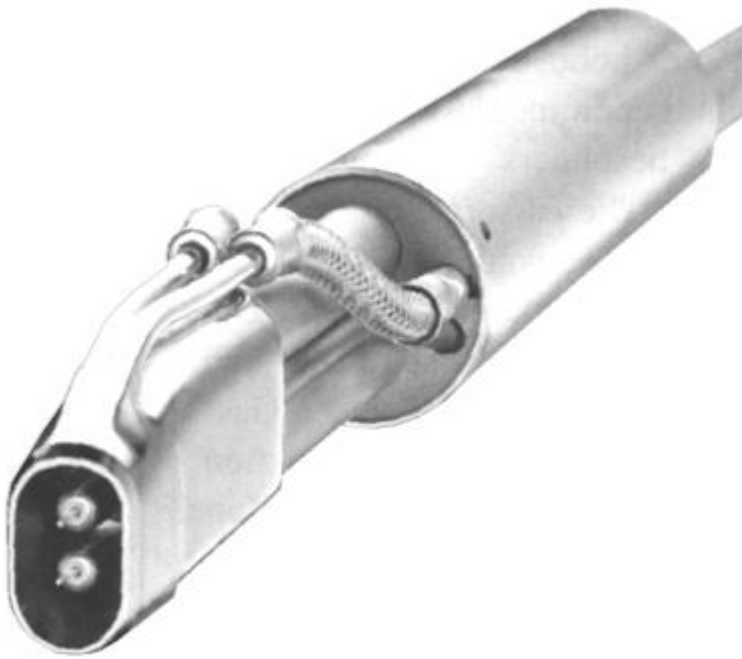


Рис. 5. Наконечник сварочной горелки с двумя изолированными контактными наконечниками и системой охлаждения для газовой насадки и контактных наконечников

Важным фактором, влияющим на перенос сварочного тока на проволочный электрод, является конструкция механизма подачи проволоки. Здесь используется специальная схема для направления проволоки в контактный наконечник таким образом, чтобы обеспечить принудительный контакт с заданными параметрами. Это обеспечивает надежный перенос тока на проволочный электрод. Алюминий, будучи хорошим проводником тепла, как правило, провоцирует нежелательное несплавление в начале сварки. Для предотвращения этого в источнике питания предусмотрена специальная функция, которая обеспечивает повышенную сварочную мощность на начальном этапе сварки. Это означает, что основной металл начинает плавиться уже на этапе зажигания. Как только необходимый уровень тепловложения в сварочную ванну будет достигнут, мощность сварки будет снижена до номинального уровня. При приближении к концу сварного шва возникает риск деформации или проплавления сварочной ванны в результате воздействия «опережающего» тепла в заготовке. Противодействовать этому можно путем снижения мощности сварки для заполнения кратера шва.

Примеры практического применения

Представленный вариант технологии тандемной сварки изделий из алюминия (т.е. с использованием двух сварочных проволок и отдельных контактных наконечников) применяется, например, в автомобильной промышленности и поставщиками комплектующих для нее. В примере, представленном на Рис. 6 — колесный диск, изготовленный из сплава AlMg4.5Mn, — сварной шов был выполнен в среде аргона при скорости 130 см/мин. Этот шов, выполненный с низким уровнем разбрызгивания, имеет хороший внешний вид, благодаря чему никакая послесварочная обработка не требуется. При осмотре таврового шва, соединяющего две половины обода, можно наблюдать, достаточный провар сплавного перехода на боковине. При этом на нем отсутствуют задиры, что хорошо видно на поперечных разрезах шва.



Рис. 6. Сварной шов, выполненный при скорости 130 см/мин., на внутренней поверхности обода диска легкового автомобиля

Устройство для плавления двух проволочных электродов с использованием одной горелки также открывает обширные возможности для совершенствования производства сварных деталей для железнодорожного подвижного состава, в судостроительной сфере, в машиностроении, котлостроении, а также в сфере производства строительного оборудования. На рис. 7 показан полностью автоматизированный комплекс для производства железнодорожного подвижного состава. Для синхронной сварки двух швов здесь одновременно используются две горелки.



Рис. 7. Одновременное использование двух горелок при производстве железнодорожного подвижного состава

Другие примеры швов, выполненных методом сварки в среде аргона с использованием проволочных электродов диаметром 1,2 мм, представлены на Рис. 8 и 9. Поперечное сечение таврового шва, выполненного в горизонтальном положении (Рис. 8), демонстрирует, что даже при наличии воздушного зазора шириной 2 мм между пластинами толщиной 6 мм можно добиться высоких результатов сварки. Для сварки основного металла, представляющего собой сплав AlMg3, использовались проволочные электроды из сплава AlMg5. Пробные швы, представленные на Рис. 9, были выполнены при скорости сварки 200 см/мин. на экструдированном профиле, изготовленном из сплава AlMgSi0.7. Достаточное проплавление кромок основного металла было обеспечено как в нижнем положении, так и в горизонтальном и вертикальном положении. Что касается именно этих швов, в сквозном проплавлении до подкладки сварочной ванны необходимости не было. По этой причине образование корневого слоя шва не должно рассматриваться в качестве дефекта плавления.



Рис. 8. Поперечный разрез таврового шва внахлестку с 2 мм воздушным зазором, выполненного на скорости 100 см/мин. в горизонтальном положении

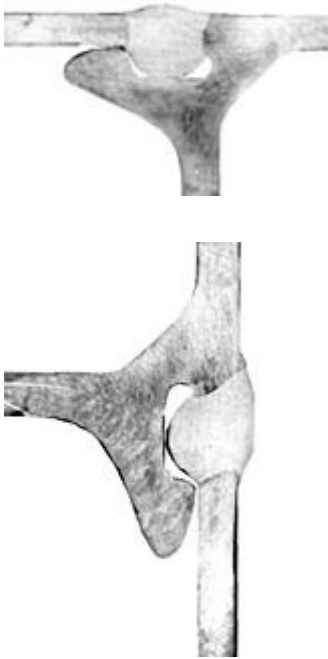


Рис. 9. Стыковое соединение без скоса кромок экструдированного профиля из сплава $AlMgSi0.7$, выполненное на скорости 200 см/мин. в нижнем положении (1) и горизонтальном и вертикальном положении (2).

Библиография:

- [1] Р. Киллинг (R. Killing): MAG сварка несколькими проволоками — как это работает? (Оригинальное название: «Das MAG-Mehrdrahtschweissen — Wie funktioniert es?»). в изд. «Praktiker» 49 (1997), II.6, стр.243