

# Дуга MSG, подходящая для любого применения мощная при использовании с EWM-forceArc®, с минимальной теплоотдачей при использовании с EWM-coldArc®.

Хайнц Дитер Кокаб, Мюндерсбах

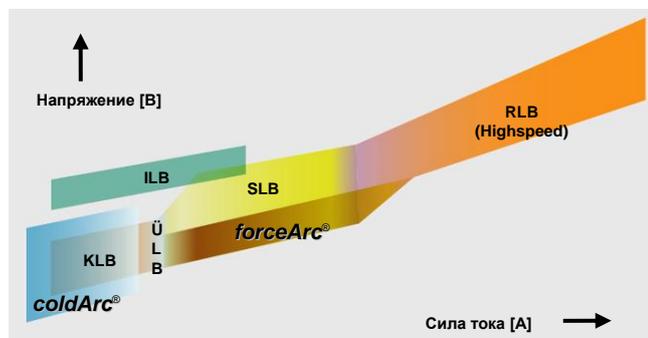
Высокие требования, предъявляемые к эксплуатационной надежности и качеству сварных элементов, предполагают наличие хорошей базы знаний о применяемых и вспомогательных материалах, обрабатывающих устройствах и, не в последнюю очередь, об их обработке с помощью соответствующей технологии сварки. Применение новых, экономичных и управляемых сварочных процессов — это постоянно повторяющийся процесс для обеспечения конкурентных преимуществ металлообрабатывающих предприятий. Свой вклад вносят и новые разработки в области технологий сварки, сварочные процессы MSG «особого вида». Обе технологии, использующие один источник тока, вносят существенный вклад в весь процесс сварки.

## 1 Введение

Постоянно растущая конкуренция в области металлообработки требует высокой экономичности, обеспечиваемой за счет эффективных технологических процессов; производственные процессы постоянно находятся под контролем. Нехватка квалифицированных специалистов и мировое повышение цен на материалы и присадки усиливают это требование.

При выполнении задач сварки, например, в строительстве современных сверхлегких конструкций и трубопроводов, автомобилестроении, машиностроении или при возведении стальных конструкций к сварочной технике предъявляются высокие требования. Необходимо разработать такие варианты надёжной дуговой сварки, которые отличались бы чрезвычайно малым подогревом материала, обеспечивали надёжные соединения и одновременно способствовали сокращению длительности производственных операций. Экономичность швов благодаря адаптированной к способу сварки геометрии сварочного шва, высокая надежность изготовления сварочных швов высокого качества — это результаты применения технологий сварки EWM-coldArc® и EWM-forceArc®.

Технологические процессы, предполагающие обработку различных материалов, стыковых соединений пайкой и/или сваркой, можно оптимально выполнять только с помощью одного источника тока, благодаря использованию различных видов дуг источник тока становится очень гибким рабочим устройством. Обзор видов дуг, от coldArc® и forceArc® до Highspeed, представлен в приведенной ниже таблице, **рис. 1**.



**Рис. 1** Виды дуг

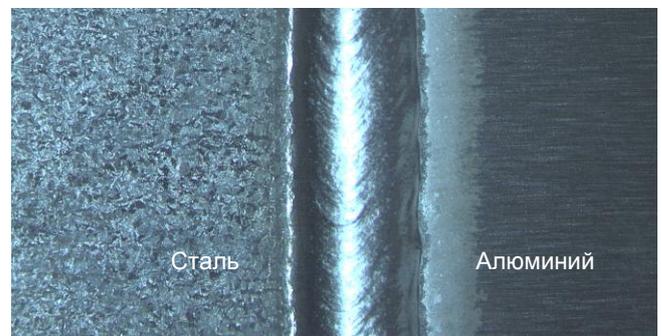
## 2 Технология сварки coldArc®

Первоначально компания EWM применяла способ пайки с использованием проволоки на основе цинка, который привел к разработке технологии сварки coldArc®.

Впервые эта технология была применена в автомобильной промышленности для сварки в среде разных защитных газов. Значительно более холодная дуга позволяет осуществлять механизированную сварку "тонких листов" от 0,3 мм без перекоса и с высокой точностью. Дополнительная обработка мест сварки не требуется.

Эту технологию можно использовать для ручной и механизированной пайки и сварки в тех областях, где применение обычной сварки короткой дугой невозможно. Для листов с покрытием используют не сварку, а дуговую пайку медным припоем, которая позволяет сохранить цинковое покрытие. Пайка с использованием медного припоя имеет интервал плавления около 1 000°C. По сравнению с аналогичной сваркой MAG в данном процессе значительно снижается тепловая нагрузка покрытия. Результат будет еще лучше, если пайка MIG выполняется цинковым припоем, интервал плавления которого составляет около 450°C. Использование этого припоя возможно только при сильно ограниченном токе короткого замыкания и сниженном нагреве.

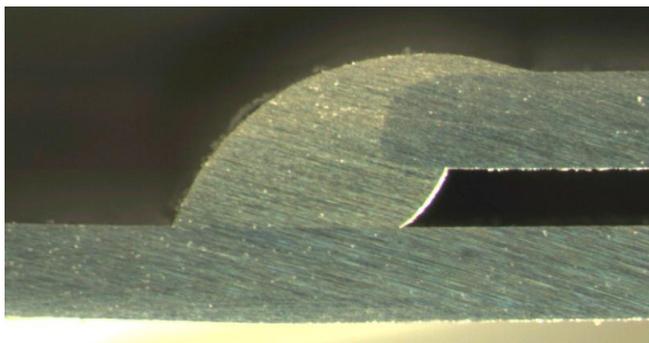
Технология coldArc® позволяет с легкостью выполнить пайку и сварку "тонких листов" из стали, хромоникелевой стали, а также смешанных соединений оцинкованной стали и алюминия, **рис. 2**.



**Рис. 2** Смешанное соединение оцинкованная сталь/алюминий

Подобранные специально для пайки сварочные присадки и защитные газы обеспечивают экономичность соединений. Допуски на обработку большие, воздушные зазоры в месте сварки можно оптимально перекрыть,

это типичное задание для сварочного процесса *coldArc*<sup>®</sup>, **рис. 3**.



**Рис. 3** Перекрытие воздушного зазора

Универсальная технология *coldArc*<sup>®</sup> применяется не только для пайки "тонких листов", но и для сварки "материалов большой толщины". Здесь следует особо выделить возможность перекрытия зазоров, **рис. 4**.



**Рис. 4** V-образный шов

Закрытие зазоров в соединениях, например, при производстве трубопроводов, выполняется во всех положениях сварки. Дополнительная обработка корня шва не требуется. Y-образный шов с воздушных зазором 2-4 мм, высота притупления 1-1,5 мм — это стандартные значения при подготовке кромок под сварку. Более экономичные сварочные швы проходят опытную проверку.

Важное преимущество технологии сварки *coldArc*<sup>®</sup> — возможность использования стандартных сварочных горелок. Можно без проблем использовать имеющиеся пакеты шлангов, специальные горелки с дорогостоящими компонентами для подачи проволоки не нужны.

Достижение отличного качества сварки за счет применения технологии *coldArc*<sup>®</sup>, прежде всего при проварке корня шва и сварке "толстых листов", позволило создать экономичную комбинацию с технологией *forceArc*<sup>®</sup>.

### 3 Технология сварки *forceArc*<sup>®</sup>

Новая технология сварки *forceArc*<sup>®</sup> также используется в верхнем диапазоне мощности, который прежде применялся при сварке струйной или длинной дугой. По

сравнению с обычной сваркой струйной дугой эта технология имеет следующие преимущества:

- хорошие характеристики проплавления за счет высокого давления плазмы в дуге;
- простота обращения при ручной сварке благодаря стабильной по направленности дуге;
- отсутствие подрезов благодаря очень короткой дуге;
- лучшее качество шва в отношении зоны нагрева и коробления благодаря незначительному нагреву;
- адаптированный к процессу малый объем шва;
- более высокая экономичность благодаря сокращению процесса сварки, подготовке кромок под сварку / выполнению швов.

Кроме того, улучшенные характеристики проплавления при выполнении угловых швов обеспечивают надежный охват корня шва, **рис. 5**.

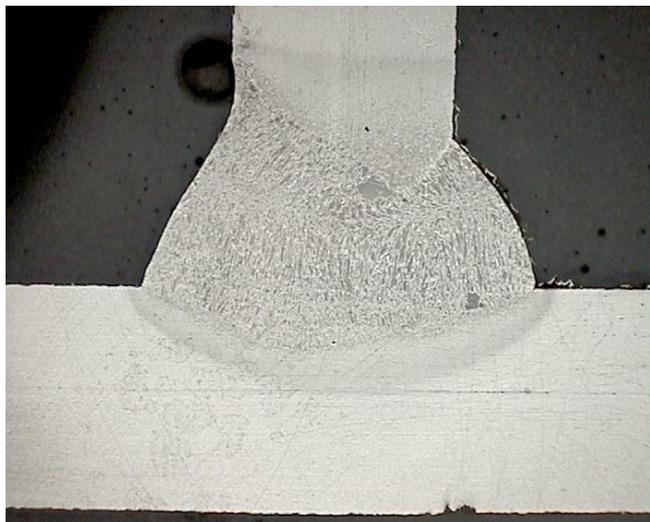


**Рис. 5** Поперечный шлиф, угловой шов, положение сварки РВ

Значительные преимущества усовершенствованной дуги видны при охвате корня, в частности при выполнении тонких и узких швов, при сварке с "большим" вылетом электрода и выражаются в обеспечении качества и экономичности.

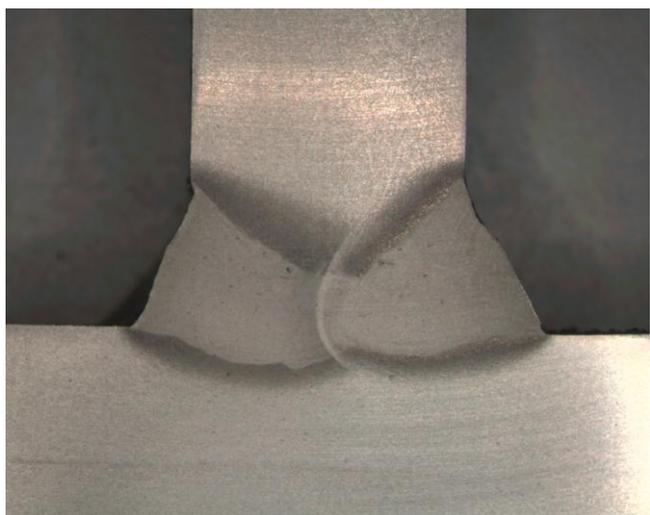
Сварку T-образного соединения с толщиной притупления 8 мм и углом раскрытия кромок 30°, воздушный зазор 0 мм, можно выполнить "с одной стороны" — со стороны открытия кромок. Результатом является полноценное соединение с «обратным угловым швом». На обратной стороне шва можно видеть выраженный сварной шов (корень), образовавшийся без защитного газа. На корне с обратной стороны также отсутствуют непровары, **рис. 6**.

Этот результат позволяет увидеть и другие преимущества. Место сварки можно заново определить и рассчитать при помощи выполненного полноценного соединения, для сварки небольших и недоступных профилей можно использовать "подварочный шов".



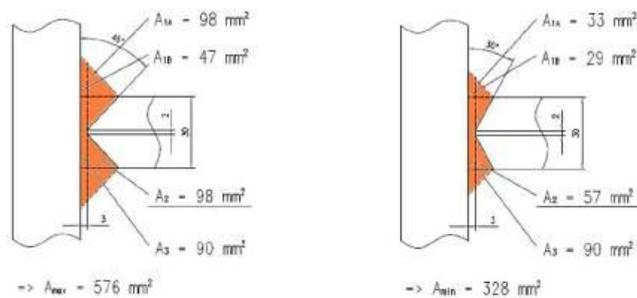
**Рис. 6** Т-образное соединение, выполненное односторонней сваркой, притупление 8 мм, сварочное волокно 30°, механизированная сварка, положение сварки РВ

При сварном соединении и толщине притупления 15 мм также достигается превосходный результат. Без сварочных волокон с помощью слоя шва / подварочного шва в положении сварки РВ можно выполнить сварку полноценного соединения, **рис. 7**.



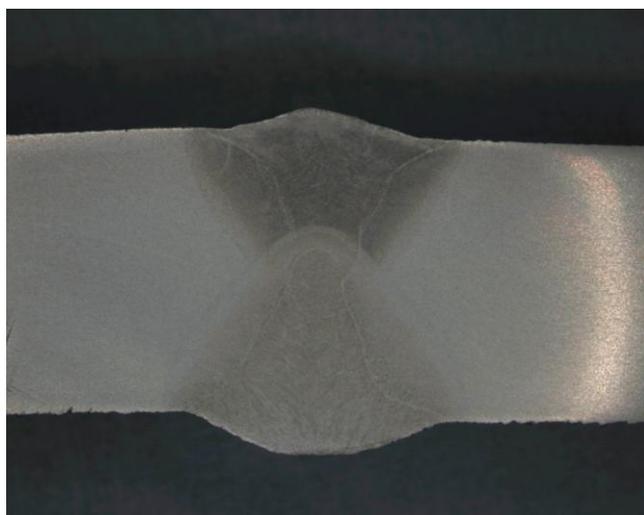
**Рис. 7** Т-образное соединение, слой шва / подварочный шов, притупление 15 мм, без сварочного волокна, положение сварки РВ

Сравнение поверхностей Т-образного соединения,  $s = 30$  мм, показывает значительные преимущества технологии *forceArc*®. Шов поделен на 4 участка, чтобы показать значение и влияние различной величины воздушного зазора / угла скоса кромки. В результате можно видеть значительное уменьшение,  $576:328$  мм<sup>2</sup>. На этом рисунке очень четко видно влияние уменьшения угла скоса кромки, которое позволяет выполнить существенно более короткий угловой шов, экономичность очевидна, **рис. 8**.



**Рис. 8** Сравнение поверхностей выполненных швов, слева угол скоса кромки 45°, справа *forceArc*® - угол скоса кромки 30°

Основными факторами сокращения времени производственного процесса, например, при выполнении соединения встык, являются адаптированные к сварочному процессу типы и размеры сварных соединений. При помощи технологии *forceArc*® можно выполнить сварку листа толщиной 15 мм швом без скоса кромок. Отличительной чертой технологии *forceArc*® является узкий и глубокий профиль провара, **рис. 9**.



**Рис. 9** Толщина листа 15 мм, сварной шов без скоса кромок, ручная сварка, положение сварки РА

При этом экономия обеспечивается не только за счет снижения объема, т. е. уменьшения расхода металла шва и защитного газа, но и при изготовлении сварного шва. Благодаря снижению объема дополнительно уменьшаются тепловыделение и внутренние напряжения, возникающие при сварке.

При большой толщине листа, например, 20 мм, подготовка Х-образного шва и угол раскрытия кромок 30° обеспечивают превосходное наложение шва.

При выполнении шва встык без подготовки кромок при толщине листа 6-8 мм, без сварочных волокон в положении сварки РС также достигается превосходный результат. На верхнем слое и корне усиления шва отсутствуют, **рис. 10**.



**Рис. 10** Шов встык без подготовки кромок, толщина листа 6-8 мм, без сварочных волокон, ручная сварка, положение сварки РС

Дальнейшие исследования "узких зазоров" в соединениях при большой толщине стенок проводились с использованием технологии *forceArc*<sup>®</sup>. Целью являлось создание экономичного сварного соединения для комбинации сварки MSG для поддерживающей подкладки и сварки под флюсом для промежуточных и верхних слоев.

Благодаря адаптированному к сварке *forceArc*<sup>®</sup> сварному шву обеспечивается выполнение экономичного полноценного соединения без применения комбинированного метода сварки под флюсом. Для материала толщиной 40 мм требуется всего лишь 7-8 слоев шва, **рис. 11**.



**Рис. 11** Толщина листа 40 мм, механизированная сварка, положение сварки РА

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что эффективность метода сварки под флюсом по сравнению с технологией *forceArc*<sup>®</sup> является сомнительной.

#### 4 Выводы

Технология *coldArc*<sup>®</sup> идеально подходит для сварки при неудобных положениях корня шва или наличии больших воздушных зазоров. Простая и удобная для использования технология с возможностью моделирования расплава. Этот способ сварки в сочетании с технологией *forceArc*<sup>®</sup> обладает непревзойденными преимуществами для проварки корня шва и сваривания заполняющих и верхних слоев.

Результатом этого является комбинация двух основных технологий сварки с использованием только одного источника тока. Благодаря этому задачи сварки с самыми разнообразными требованиями можно решить экономично и оптимально. Применение всех представленных на рис. 1 видов дуг и их комбинаций в одном сварочном процессе — дополнительное преимущество, обеспечивающее экономичность сварки. Благодаря этому достигается существенное сокращение времени выполнения операций на всех этапах процесса сварки и одновременно уменьшение времени на доработку с минимальными затратами.

Оснащение двумя устройствами подачи проволоки создает дополнительные преимущества для пользователя. В зависимости от задач сварки для материалов в разных комбинациях или разной толщины прямо на рабочем месте обеспечивается подача проволоки разного диаметра или различных расходных материалов для сварки.

Изучение технологий сварки и их применение на практике показали, что сварные стыковые соединения следует выполнять с разделкой или без разделки кромок в зависимости от толщины материала. Наряду с высоким качеством и экономичностью преимуществами также являются уменьшение напряжений, возникающих при сварке, при улучшенной глубине проплавления и увеличение срока службы изделия. Вопрос выполнения сварных швов, от геометрии сварных швов до их расчета и исполнения, находится в стадии проверки.

