

# DeltaSpot – Точечная сварка развивается на ваших глазах

Автор: Ing. Mag. Heinz Hackl, Head of R&D and Member of the Management Team of Fronius International GmbH

С DeltaSpot компания Fronius International представила сварочный процесс, способный открыть доселе немислимый потенциал точечной контактной сварки. Процесс заслуживает высоких оценок за его высокую стабильность и повторяемость результатов сварки. Эти необходимые особенности получены в первую очередь за счёт «контактной ленты», которая натягивается на поверхность электрода. Контактная лента не только защищает электроды от загрязнений, но и позволяет увеличить эффективность процесса. Дополнительное тепло, выделяемое на контактом сопротивлении ленты, даёт преимущество процессу за счёт снижения необходимого количества энергии. Величина этого контактного сопротивления может быть подобрана за счёт выбора материала контактной ленты. В зависимости от сварочной задачи, которую необходимо решить, существует набор многочисленных вариантов с учётом требований по размеру и положению литого ядра сварной точки. Программное обеспечение «Fronius Xplorer», наряду с реализацией удобной для пользователя параметрической модели процесса, обеспечивает всесторонний мониторинг и диагностику системы в целом. Кроме того, опционально доступная система обеспечения качества использует процесс обработки изображений для проведения финальной проверки и автоматически документирует и архивирует показатели протекания сварочного процесса.

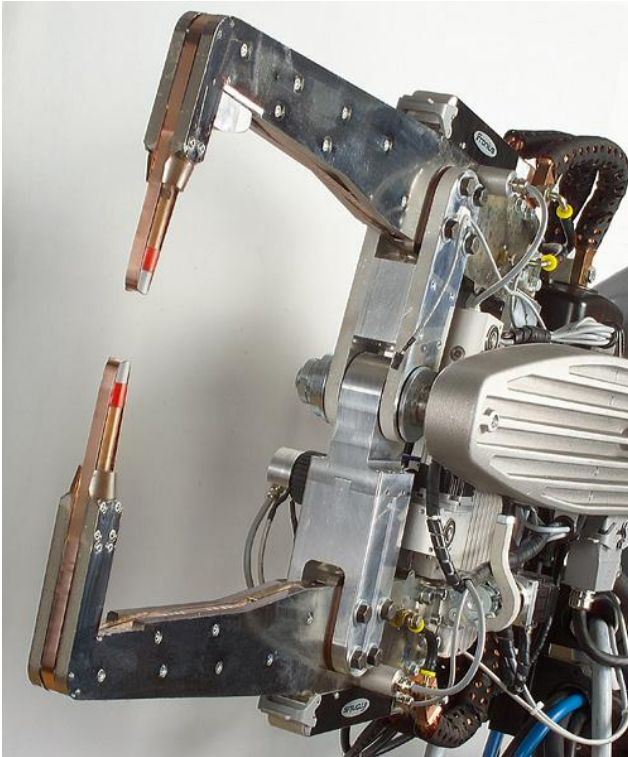
## Ограничения по использованию традиционной точечной сварки

Контактная точечная сварка заслужила широкое признание в промышленности как бюджетный метод соединения стальных листовых заготовок. Процесс подразумевает под собой сжатие двух или более листов с определённой силой при помощи сварочных клещей, которые пропускают через электроды мгновенный импульс тока высокой интенсивности. Результатом является точечное расплавление зоны сварки. Одним из специальных широко распространённых применений точечной сварки является область производства автомобильных кузовов. Описанный процесс долгое время считался «устоявшимся», обладающим незначительным потенциалом к развитию, или даже вовсе такового не имеющего. Для современного автопроизводства особенно характерна потребность в сварке друг с другом листовых деталей различных толщин, кроме прочего изготовленных из сталей различных марок, в том числе высокопрочных. Также наблюдается серьёзная тенденция в сторону соединений из алюминия. Эти требования стоят против ограничений, свойственных традиционной точечной контактной сварки.

По этой причине более требовательные к процессу технологические задачи часто приводят к необходимости обращаться к механическим способам соединения, таких как клёпка или крепление на винтах или саморезах. «Из-за высокой электропроводности алюминия сила тока требуется примерно в три раза выше, чем для стали. По этой причине, а также из-за контакта алюминия с медью срок службы электрода в условиях серийного выполнения сварных точек в настоящее время чрезвычайно мал», – заявляет профессор, доктор технических наук Бернард Лёйсхен, член рабочей партии DVS (германской ассоциации сварки и сопутствующих процессов). Это утверждение – ясное выражение того, насколько высок интерес со стороны профессионального сообщества к оптимизированному процессу контактной точечной сварки для решения технологических задач с высокими требованиями. Fronius обнаружил эту потребность и взял проблему на себя. Результатом явился DeltaSpot, многообещающее решение для задач, прежде неразрешимых с помощью контактной точечной сварки.

## DeltaSpot

Продолжая использовать основные принципы контактной точечной сварки, DeltaSpot нацелена стать экономически целесообразной заменой незаменимых прежде механических видов соединений. Среди уникальных особенностей DeltaSpot можно выделить эргономичный дизайн и удобную для пользователя навигацию по пунктам меню, реализованную в программном обеспечении «Fronius Xplorer».

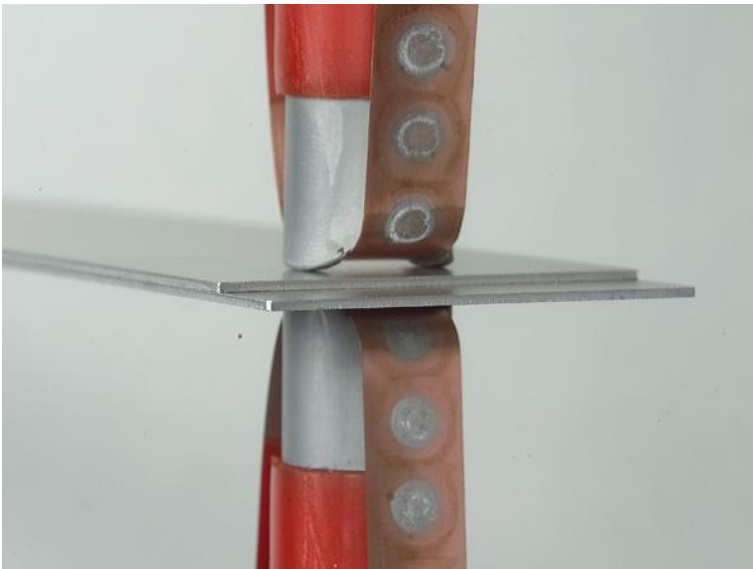


*Рис. 1. Сварочные клещи – новый процесс DeltaSpot для контактной сварки значительно увеличивает срок службы электродов, повышает качество и производительность сварки листовых конструкций.*

Характерным отличием DeltaSpot является инновационная конструкция сварочных клещей с механизмом подачи контактной ленты. Контактная лента располагается между каждой из деталей и соответствующим электродом, обеспечивая эффективную защиту контактных поверхностей электродов. Автоматическая подача ленты создаёт возможность непрерывного выполнения точечных соединений с постоянно высоким качеством на протяжении нескольких рабочих смен. Как результат – беспрецедентная точность протекания сварочного процесса, строгий контроль качества и исключительно длительный срок службы электродов. Благодаря контактной ленте электроды обеспечены наилучшей возможной защитой против износа и отложений от покрытий на поверхности металлических листов.

## **Длительный межсервисный интервал для изнашиваемых частей**

Защита электродов значительно продлевает их срок службы. Тесты на алюминиевых образцах (сплав АМг3) показали чрезвычайно длительное время работы, а именно примерно 30 000 сварных точек без замены электродов. Контактная лента требует замены весьма редко, и этот процесс является весьма простым. Однократное использование контактной ленты позволяет выполнить около 7 000 сварных точек. Если каждый участок ленты используется ещё два или три раза, срок службы увеличивается в соответствующее количество раз. Из-за быстрого износа электродов при традиционной контактной точечной сварке стоимость эксплуатации DeltaSpot в действительности такая же, как и для обычного процесса – разница в том, что замена расходных частей происходит с меньшей периодичностью.



*Рис. 2. Контактная лента и электрод – Контактная лента располагается между каждой из деталей и соответствующим электродом, обеспечивая эффективную защиту контактных поверхностей электродов*

## Контактная сварка без разбрызгивания и выплесков

Тот факт, что контакт с изделием происходит через контактную ленту, предотвращает появление брызг при сварке. Это преимущество освобождает от послесварочной механической обработки поверхности, которая необходима в иных случаях для соответствия новым стандартам качества. Отсутствие брызг при сварке открывает огромный потенциал процесса DeltaSpot, особенно при сварке алюминиевых листовых изделий. При использовании традиционной контактной точечной сварки алюминия это практически неразрешимая проблема. Оксидная плёнка на поверхности алюминия вызывает проблемы в контактных зонах, что в свою очередь ведёт к образованию брызг. В итоге геометрия и состояние электродов не определяют напрямую результатов сварки. В процессе DeltaSpot специальное покрытие на поверхности контактной ленты обеспечивают оптимальный электрический и механический контакт с алюминием, при этом не возникает брызг и загрязнений сварного изделия.

## Меньше энергии, прочнее соединения

Следующим преимуществом DeltaSpot является дополнительное тепловыделение на сопротивлении контактной ленты. Это в свою очередь в значительной степени уменьшает требуемое количество энергии. При традиционной контактной точечной сварке соединения двух листов АМгЗ толщиной 1.0 мм сварочный ток находится в диапазоне 35-40 кА. Для сравнения DeltaSpot позволяет получить литое ядро того же диаметра уже при 16 кА. Так как большая часть тепла выделяется непосредственно на контактной ленте, в значительной мере сокращаются потери от хорошо известного эффекта шунтирования. Это аспект делает серьёзный вклад в обеспечение стабильности процесса.

## Соединение разноимённых материалов

Соединения трёх листовых деталей (два листа большей толщины и один тонкий с одной из сторон) являются серьёзной проблемой для традиционной точечной сварки. Сварная точка образуется в области более толстых деталей и достаточного плавления тонкого листа не обеспечивается. Свойственное процессу DeltaSpot дополнительное тепловыделение на контактной ленте даёт возможность управления положением сварной точки по толщине соединения. Это позволяет скомпенсировать недостаток тепловыделения на тонкой детали за счёт использования контактной ленты с большим сопротивлением. Таким образом, сварная точка может быть в достаточной степени смещена в сторону тонкого листа.



*Рис. 3. Соединение трёх листовых элементов: инновационный процесс контактной точечной сварки DeltaSpot выполняет любые типы сварных соединений. Здесь представлено: три алюминиевых листа (0,3 мм, 2,0 мм и 1,0 мм – сплав АМг3) сварены с помощью контактной ленты с покрытием на следующем режиме: ток 17 кА, 700 мс; сила сжатия 4 кН.*

В случае с алюминием проблема заключается в его высокой электро- и теплопроводности и, как следствие, низком электрическом сопротивлении. Низкое тепловыделение в таком случае может быть также скомпенсировано корректным выбором контактной ленты. По сравнению с контактной точечной сваркой, которая не подходит во многих случаях для сварки алюминия, процесс DeltaSpot предлагает абсолютно надёжную технологию точечной сварки этого материала. Первые же успехи были продемонстрированы на листах из алюминиевых сплавов АМг3 и авиалей (А1МgSi).

Стефан Мюллер, глава отдела технологий формирования соединений на заводе Audi в г. Неккарзульм подтверждает это: «Судя по сварочным тестам, выполненные нами, DeltaSpot обещает стать экономичной альтернативой соединения алюминия и технологией, которая повышает экономическую привлекательность соединений из алюминия». В то же время другое мнение из других представительств VW/Audi указывают на значительный потенциал DeltaSpot: «Процесс подходит для таких металлов, как чистая и гальванизированная стали, алюминий и его сплавы, магний и медь, а также для гибридных соединений оцинкованной стали с алюминием. DeltaSpot также делает возможной точечную сварку соединений из трёх элементов с полным контролем процесса».

## Адаптивность необходима

Новая система контактной сварки DeltaSpot предлагает решения для следующих материалов и применений:

- соединения двух и более листовых элементов из всех наиболее распространённых сталей, как с покрытиями, так и без таковых
- сварка различных комбинаций материалов и толщин (например, стали глубокой вытяжки в соединении с хромоникелевыми сталями или сталями для горячей штамповки Usibor)
- соединения двух или более листовых элементов из всех распространённых алюминиевых сплавов.

Пример того, в каких комбинациях могут свариваться материалы, является соединение деталей толщиной 2 мм из электролитически гальванизированного стального листа TRIP 800 и листа из стали DP 600 с горячим цинкованием поверхности. Сварочное усилие составило 5 кН, сварочный ток – 9 кА. Очень хорошие результаты также были получены при сварке комбинированных соединений элементов толщиной 1 мм, из оцинкованной стали DC01+ZE25/25 со сплавом АМг3.



Рис. 4. Сочетания материалов: электролитически гальванизованный лист из стали TRIP 800, 2 мм (снизу); горячеоцинкованный лист из стали DP 600, 2.0 мм (сверху). Сила сжатия 5 кН, ток сварки 9 кА.

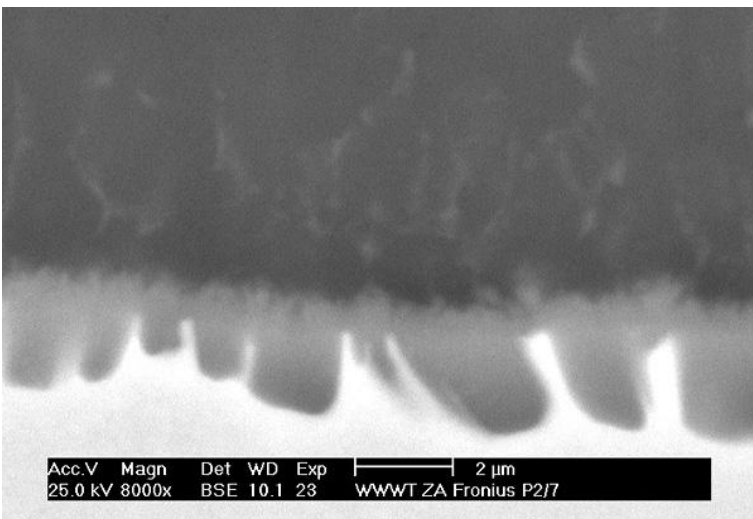


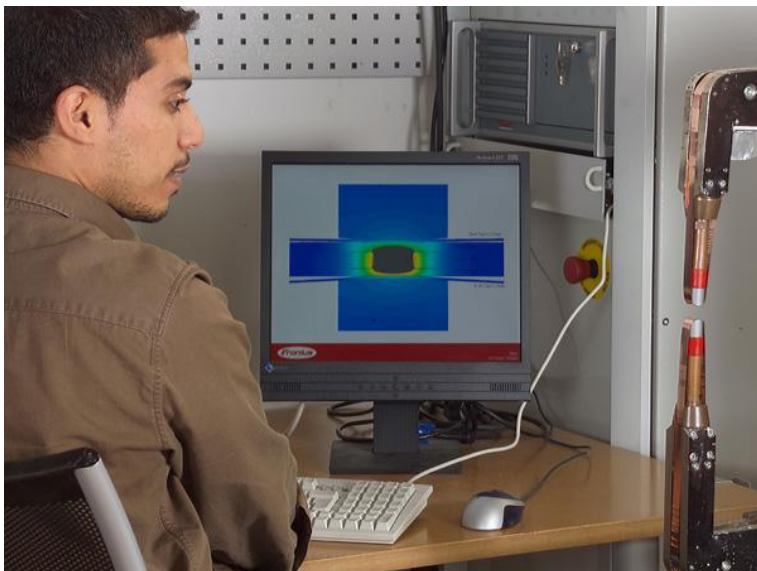
Рис. 5. Комбинированное соединение: на фото снизу стальной оцинкованный лист (DC01+ZE25/25, 1 мм), сверху лист АМгЗ 1 мм.

Технически причина гибкости процесса DeltaSpot кроется в широком диапазоне параметров режима. Сварочный ток и время сварки регулируются с высочайшей точностью. Позволяя точно обеспечивать требуемое контактное сопротивление, подбор контактной ленты позволяет не только управлять размером сварной точки, но и принудительно смещать литое ядро в сторону тонкой детали. Такая адаптивность делает процесс DeltaSpot одинаково эффективным для сварки как сталей с органическими и гальваническими покрытиями, так и изделий из необработанных алюминиевых листов. Подобные возможности означают, что область применения вряд ли ограничится только сектором автомобилестроения. Другое преимущество нового процесса заключается в его отличной универсальности. Непрямое тепловыделение делает возможным применение инверторов и трансформаторов одного класса мощности, как для алюминия, так и для стали. Простая операция по замене электродов и контактной ленты это всё, что нужно, чтобы переключиться со стальных изделий на алюминиевые, используя одни и те же сварочные клещи.

## Уверенность в качестве начинается с оптимального процесса

Отходя от темы революционных технологических возможностей процесса, следует отметить, DeltaSpot также удовлетворяет такому важнейшему требованию автомобильной отрасли, как гарантия качества. Однократное использование контактной ленты обеспечивает протекание сварочного тока при формировании каждой следующей точки через новый участок ленты. Неотъемлемой особенностью

процесса является постоянная оптимизация сварочного тока и силы сжатия. Профиль изменения тока и силы сжатия моделируется для каждого типа соединения для учёта индивидуальных особенностей заготовки и материала. Ключевую роль играет здесь Fronius Explorer, универсальный программный продукт для централизованной параметризации, мониторинга и фиксации данных о протекании процесса для каждой сварочной установки производственной линии. Fronius Explorer – полезный инструмент, упрощающий создание графического профиля изменения сварочного тока и силы сжатия, содержит в себе редактор программ. Этот программный пакет обладает дружественной интуитивной концепцией управления, предоставляющей возможность пошаговой оптимизации профиля изменения тока и силы сжатия посредством простой последовательности действий.



*Рис. 6. Опция Q-Master - Встраиваемая система контроля качества обеспечивает 100% фиксирование показателей сварки. Это означает, что на более поздних стадиях изготовления продукции требуется меньший объём дорогостоящих работ по контролю качества.*

Другим вкладом в обеспечение постоянного качества является возможность Fronius Explorer дистанционного обслуживания с централизованным мониторингом всех подключенных сварочных клещей. При этом не требуется создание отдельной сети в дополнение к внутренней сети предприятия. Если сигнал о готовности оборудования пропадает, Fronius Explorer создаёт автоматический отчёт об ошибках с детальным описанием неполадок. В дополнение сетевое подключение упрощает передачу параметров с компьютера на любую сварочную установку, а также обмен данными между установками.

После завершения сварки на использованной области контактной ленты остаётся полезная информация о протекании процесса. Этот уникальный отпечаток сварной точки фиксируется системой распознавания изображений и обрабатывается с помощью специальных алгоритмов. И здесь Fronius Explorer играет главную роль. Встраиваемая система контроля качества обеспечивает 100% фиксирование показателей сварки. Это означает, что на более поздних стадиях изготовления продукции требуется меньший объём дорогостоящих работ по контролю качества.



*Рис. 7. Камера и система распознавания изображения, фиксирующая форму области контакта на ленте, дают наглядное протекание о протекании процесса.*

«Наряду с аспектом гарантии качества, это также открывает широчайший спектр информативной и содержательной документации. Здесь остаётся серьёзный потенциал в системе DeltaSpot для более интересных применений», - отмечает Хайнц Хакл, глава отдела разработок и член управленческого совета Fronius, суммируя общую картину.



*Рис. 8. Инженер Хайнц Хакль: «Так как DeltaSpot позволяет пользователю управлять размером и глубиной образования сварной точки, мы видим здесь огромный потенциал применения», - отмечает Хайнц Хакль, глава отдела разработок и член управленческого совета Fronius.*