

Alstom — роботизация сварочных работ

Применение промышленных роботов для автоматизации сварочных работ позволяет существенно повысить производительность труда и качество сварки, в том числе при изготовлении крупногабаритных конструктивных элементов подвижного состава. Это подтверждено положительным опытом компании Alstom.

Компания Alstom Transport приобрела и начала использовать уникальный в масштабах Европы лазерный сварочный робот, применяемый, в частности, в процессе изготовления крупногабаритных конструктивных элементов кузовов пассажирских вагонов. Этот робот, получивший название Alstom Laser Hybride Innovation (ALHIN; рис. 1) и установленный на заводе Alstom в Решоффене (Франция), обеспечивает в 10 раз большую производительность по сравнению с ручной сваркой и открывает новые перспективы для разработки

прогрессивных железнодорожных конструкций.

Метод так называемой гибридной лазерной сварки (Laser Hybride) обеспечивает более высокое качество сварных соединений по сравнению с получаемыми традиционным методом дуговой сварки в среде инертного газа (MIG), а также уменьшает деформацию заготовок в ходе сварочных операций, улучшает внешний вид изделий, повышает скорость выполнения сварочных работ и в значительной мере устраняет необходимость в предварительной и последующей обра-

ботке свариваемых деталей. Применение этого метода оказывает непосредственное влияние и на проектирование подвижного состава, позволяя использовать более тонкую листовую сталь, а также создавать новые, более совершенные конструкции со сложными очертаниями.

Еще одним заслуживающим внимания достоинством метода Laser Hybride, подчеркивающим реальный прогресс, достигнутый компанией Alstom в производстве подвижного состава, является резкое сокращение объемов трудоемких работ на кузовах вагонов, как непосредственно сварочных, так и последующих правительных, поскольку эти работы связаны не только со значительными затратами, но и с опасностью для здоровья персонала, так как зачастую выполняются на высоте и сопровождаются повышенным уровнем шума.

Сварка Laser Hybride

Благодаря применению сварки по методу Laser Hybride можно в значительной мере пересмотреть технологию серийного производства железнодорожных конструкций, основу которой составляют сварочные работы.

Этот процесс является как бы сочетанием двух технологий:

- традиционной дуговой сварки в среде инертного газа, которая более чем за 30 лет применения доказала свою эффективность на различных материалах (сталь, алюминий, нержавеющая сталь). Однако этот метод имеет существенные недостатки, заключающиеся в больших деформациях свариваемых деталей, малой скорости процесса сварки и связанном с этим процессом интенсивным выделением дыма;
- лазерной сварки, которая обеспечивает высокую скорость и точность сварочных работ за счет автоматизации процесса. Однако этот метод требует тщательной предва-



Рис. 1. Сварочный робот ALHIN (фото: Alstom Transport/AIRDIASOL.ROTHAN)

рительной обработки соединяемых деталей и не может применяться для соединений всех типов.

В принципе, лазерная сварка уже в течение нескольких лет используется на заводе Alstom в Зальцгиттере (Германия), где строят вагоны для поездов региональных сообщений с кузовами из крупноформатных панелей, материалом которых по преимуществу является хромоникелевая сталь, предъявляющая весьма строгие требования к сварочным технологиям.

Здесь в основном применяется метод сварки с холодным переносом металла (СМТ). Автоматизация процесса обеспечивается с помощью сварочного трактора, оснащенного горелкой типа TransPuls Synergic 4000 компании Fronius. Длина свариваемых деталей (например, боковой стенки и крыши кузова вагона) и, следовательно, выполняемых швов достигает 18 м. Перед основным сварочным процессом в отдельных местах выполняется предварительная угловая дуговая сварка с защитой зоны сварки (GMAW), играющая роль прихваточной; впоследствии эти угловые швы удаляются. Итоговый шов получается точным, плоским и, что самое важное, строго прямолинейным. Выделение тепла в процессе сварки незначительное, и благодаря этому деформации свариваемых деталей весьма малы.

Сварка по методу Laser Hybride воспринимает у этих процессов их достоинства, по возможности ограничивая присутствие им недостатки. В данном процессе используется закрепленная на «руке» робота сварочная головка, в которой совмещены источник лазерного излучения, испускающий фокусированный пучок с высокой энергией для создания сварочной ванны, сварочная горелка, сквозь которую пропускается проволочный электрод для выполнения собственно сварки по технологии MIG, и устройство слежения.

Сварной шов образуется за счет комбинированного взаимодействия узкой сварочной ванны, создаваемой под интенсивным воздействием лазерного излучения, и расширенной зоны расплавленного электрической дугой металла в верхней части шва. Это позволяет использовать преимущества двух процессов с улучшением таких характеристик, как скорость сварки, глубина проплавки, точность шва и уменьшение деформаций.

Роботизированная сварка Laser Hybride уже довольно давно применяется в автомобилестроительной промышленности. Компания Alstom начала исследования и испытания этого метода применительно к железнодорожному подвижному составу в 2005 г.

Основные преимущества метода:

- уменьшение на 30 % деформации свариваемых деталей;
- сокращение на 10 ч длительности правильных работ при изготовлении вчерне цельнонесущего кузова вагона для поездов региональных сообщений (из общего бюджета времени 30 ч);
- снижение уровня шума, связанного с выполнением правильных работ;
- улучшение внешнего вида кузова за счет получения ровных сварочных швов;
- практически полное упразднение работ по шлифованию (зачистке) сварочных швов и, следовательно, отсутствие шума и загрязнений металлической пылью, связанных с выполнением таких работ;
- повышение скорости сварки в 3 раза по сравнению с роботизированной сваркой и в 10 раз по сравнению с ручной сваркой по методу MIG;
- практически полное упразднение таких работ по подготовке заготовок к сварке, как разделка скошенных кромок, выравнивание краев листов металла и т. п.;
- устранение риска воздействия на сварщиков сварочного дыма и

шума (при предварительной и последующей механической обработке мест сварки уровень шума достигает 100 дБ, что можно сравнить с шумом, излучаемым копром для забивки свай или самолетом при взлете).

Реализация проекта

Проект внедрения технологии лазерной сварки по методу Laser Hybride с использованием сварочного робота ALHIN разрабатывался совместно с региональным центром инноваций и передачи технологий провинции Южные Пиренеи CRITT, консультационным центром по лазерным технологиям IREPA Laser, компанией CLOOS Schweissttechnik (Германия), специализирующейся в области автоматизации сварочных технологий, а также компанией TRUMPF Machines (Германия), специализирующейся в области источников лазерного излучения.

Собственно робот, который предстояло оснастить оборудованием для сварки Laser Hybride, поставила компания KUKA Robotics (Германия).

Бюджет проекта в размере 250 тыс. евро был профинансирован администрацией провинции Эльзас в рамках региональной программы исследований и разработок. Большую часть средств, необходимых для приобретения, монтажа и испытаний робота, а также обустройства установки для сварки деталей подвижного состава в заводских условиях, выделила компания Alstom. Кроме того, власти Эльзаса предоставили центру IREPA Laser грант в размере 132 тыс. евро.

Компания Alstom при разработке технологии роботизированной лазерной сварки по методу Laser Hybride сотрудничала с центром IREPA Laser по следующим позициям:

- проверка надлежащего функционирования пучка лазерного излучения;

- проверка системы слежения за выполнением сварочного шва;
- определение основных параметров сварки;
- создание системы моделирования деформаций на базе результатов экспериментов, проводимых в течение 3 лет на заводе в Решоффене.

В ходе испытаний сварочный робот ALHIN подтвердил ожидаемые параметры работы, и с его использованием были изготовлены первые конструктивные элементы нового подвижного состава.

Проект был реализован в течение 4 лет:

- 2005 г. — оценка технологии на моделях, подготовка технических требований;
- 2005 – 2006 гг. — исследования и консультации с промышленными компаниями относительно разработки технологии и оборудования;
- 2006 г. — уточнение основных направлений разработок совместно с компаниями TRUMPH и CLOOS;
- 2007 г. — проектирование и создание установки для сварки в про-

изводственных условиях в рамках партнерства с центром IREPA Laser;

- 2008 г. — проведение 6 и 7 мая первых испытаний на заводе в Решоффене, ввод установки в промышленную эксплуатацию (рис. 2).

Внедрение роботизированной сварки по методу Laser Hybride изменило подход к разработке конструктивных концепций железнодорожного подвижного состава. В случае использования традиционной сварки по технологии MIG исследователи и проектировщики должны были принимать во внимание неизбежные деформации, связанные со сварочным процессом, и поэтому предусматривать использование в конструкциях заготовок из листового металла большей толщины. Это непосредственно отражалось, например, на конструкции кузовов вагонов ограничением разнообразия технических решений и увеличением общей массы.

Новая сварочная технология позволяет уже в настоящее время применять более тонкую листовую сталь, повышает производительность и точность процесса и, следовательно, открывает новые перспективы в области проектирования и изготовления подвижного состава.



Рис. 2. Установка для роботизированной сварки деталей подвижного состава (фото: Alstom Transport/AIRDIASOL.ROTHAN)

Завод Alstom в Решоффене

Предприятие в Решоффене, городе в провинции Эльзас недалеко от границы с Германией, ведет свою историю от кузнечно-литейных мастерских, основанных семьей Де-Дитрих (De Dietrich) в 1767 г. В 1837 г. производственный профиль мастерских был расширен путем открытия отделения механической обработки. Через 11 лет, в 1848 г., предприятие приступило к изготовлению различного оборудования для железнодорожного подвижного состава.

В 1905 г. было создано промышленное объединение Société Lorraine-Dietrich. Затем из промышленной

Основные сведения об установке для роботизированной сварки деталей подвижного состава	
Интегратор проекта	CLOOS Schweisstechnik
Источник лазерного излучения	TRUMPH, 4 кВт
Робот	KUKA Romat 400
Сварочная горелка	GLS 603 MC3
Устройство слежения	Servi Robot TX/S
Максимальные размеры свариваемых деталей (длина × ширина × высота), м	25 × 4 × 1
Толщина сварного шва, мм	1,5 – 16
Максимальная скорость сварки, м/мин	4
Свариваемые материалы	Сталь конструкционная и нержавеющая, алюминиевые сплавы

группы De Dietrich выделилась компания De Dietrich Ferroviaire, специализировавшаяся на выпуске вагонов. В 1921 г. из цехов разросшегося завода в Решоффене вышел первый грузовой вагон, в 1923 г. — первый моторный вагон электропоезда, в 1932 г. — первый рельсовый автобус с дизельным тяговым приводом. Начиная с 1978 г. завод выпускает прицепные промежуточные вагоны для высокоскоростных электропоездов семейства TGV.

В 1998 г. De Dietrich Ferroviaire вошла в состав концерна Alstom в качестве одного из подразделений компании Alstom Transport.

В настоящее время завод в Решоффене (рис. 3) занимает территорию площадью 190 тыс. м². На нем трудятся 780 чел., из этого числа 23 % приходится на административный персонал и сотрудников конструкторско-технологического бюро, 34 % — на инженеров и техников, 43 % — на рабочих. В декабре 2008 г. завод получил сертификат качества Международной организации по стандартизации в железнодорожной промышленности (IRIS).

Осуществляемые на заводе исследования направлены на разработку технологий капитального ремонта вагонов и локомотивов (с модернизацией), а также на создание и испытания систем пассивной безопасности подвижного состава.

К числу наиболее значимых среди выполненных в последние годы можно отнести заказы Национального общества железных дорог Франции (SNCF) и железнодорожных администраций других стран на поставку:

- 50 хвостовых с кабинами управления и 47 промежуточных двухэтажных пассажирских вагонов для челночных поездов на локомотивной тяге (заказ железных дорог Нидерландов, 1993 – 1996 гг.);



Рис. 3. Общий вид завода Alstom в Решоффене

- 331 рельсового автобуса типа TER X 73500 (заказ SNCF, 1997 г.);
- 204 промежуточных пассажирских двухэтажных вагонов для высокоскоростных электропоездов типа TGV Duplex (заказ SNCF, 2001 – 2009 гг.);
- 27 двухэтажных вагонов для электропоездов Coradia Duplex (заказ железных дорог Швеции, 2004 г.);
- 57 хвостовых пассажирских вагонов типа Corail с кабинами управления для челночных поездов на локомотивной тяге (заказ SNCF, 2006 – 2008 гг., модернизация).

В настоящее время в стадии реализации или подготовки к реализации находятся заказы на поставку:

- 811 вагонов для региональных электропоездов увеличенной пассажироместимости типа AGC (заказ SNCF, 2004 – 2011 гг.);
- 56 промежуточных пассажирских двухэтажных вагонов для высокоскоростных электропоездов типа TGV Dasye (заказ SNCF, начало в 2009 г.);

- 18 электропоездов типа Regio Citadis для обслуживания сообщений «трамвай-поезд» (заказ транспортной администрации НТМ, Нидерланды, завершение в 2011 г.);
- 100 электропоездов типа Coradia Polyvalent для обслуживания региональных сообщений (заказ SNCF, начало в 2013 г.).

Кроме того, выполняются заказы транспортной администрации Metrorex, Румыния, на модернизацию электропоездов метрополитена Бухареста (начало в 2010 г.), а также Национального общества железных дорог Франции и Автономного транспортного управления Парижа на поставку 119 комплектов оборудования для модернизации пригородных электропоездов типа MI79.

B. Ciry. Revue Générale des Chemins de Fer, 2009, № 4, p. 50 – 53; материалы компаний Alstom (www.transport.alstom.com) и CLOOS (http://www.cloos.de/img/Newsletter/2008_Newsletter/03-2008_News/Alstom_E.pdf).