

## Лазерная сварка в автомобилестроении

С.В. Фаргер , С.Ю. Кайгородов

Омский государственный технический университет, г.Омск, Россия

*Аннотация.* В данной статье представлены области применения лазерной технологии в производстве автомобилей. Рассмотрены типы лазерной сварки и виды сварочных соединений, входящие в технологию лазерной сварки. Перечислены ее преимущества и недостатки по сравнению с другими видами сварки. Приведен пример использования лазерной сварки в изготовлении кузова автомобиля одной из известных компаний Volvo Cars, которое привело к повышению конструкционных и прочностных характеристик автомобиля. Сделаны выводы о том, что лазерная сварка является более совершенной технологией сварочного процесса при поточном производстве.

*Ключевые слова:* кузов, сварочный шов, лазерная сварка, лазерное излучение, угловая жесткость.

Кузов является основным несущим элементом, который воспринимает нагрузку, которая передается от колес через элементы подвески. Кроме этого на кузов действуют силы тяжести самого автомобиля, его двигателя, водителя и пассажиров, а также давление ветра. Кузов в процессе эксплуатации подвергается действию атмосферных осадков. Наряду с этим форма кузова, его поверхность и окраска должны отвечать современным эстетическим требованиям [3].

Усложнение технологии сборки кузова из-за сложности дизайна кузова, необходимости в улучшении внешнего вида шва, повышении качества детали и т.д, приводит к внедрению новых технологий в поточное производство. Одной из таких технологий является лазерная сварка. Весь процесс сварки исключает человеческий фактор, т.к проходит в автоматическом или полуавтоматическом режиме, что способствует прочному и долговечному шву. Принцип работы лазерной сварки заключается в нагревании металла лазерным лучом, расплавляя его. Отличие лазерной сварки от других видов сварочных технологий – высокая плотность энергии в пятне нагрева, достигает 1 МВт на кв.см. Это обеспечивает высокую скорость разогрева и охлаждения зоны сварного шва, что значительно уменьшает тепловое воздействие на околошовную зону. Поэтому сварочный процесс не вызывает структурных изменений материала, приводящих к разупрочнению, деформации и образованию трещин.

Технология лазерной сварки включает два вида сварочного соединения: точечное и шовное. При этом промышленные установки могут генерировать два типа лазерного излучения: непрерывное и импульсное. При точечном соединении обычно применяют только импульсное излучение, а при шовном — как непрерывное, так и импульсное. Во втором случае сварной шов образуется

путем перекрытия зон импульсного нагрева, поэтому скорость сварки зависит от частоты импульсов. Точечную сварку обычно применяют для соединения тонких металлических деталей, а шовную – для формирования глубоких сварных швов [2].

Применение лазера в автомобильной промышленности не ограничивается точечной сваркой кузовных элементов из тонколистовой стали. Для снижения веса в современных автомобилях все чаще применяют детали из алюминиевых и магниевых сплавов. Характерная особенность этих материалов — наличие у них поверхностной оксидной пленки с высокой температурой плавления. Поэтому для их соединения чаще всего применяют лазерную сварку.

Все лазерные установки делятся на два типа: твердотельные и газовые.

Твердотельный лазер используется в связке со специальными электродами. Электроды могут быть рубиновыми, стеклянными, с примесями неодимов. Схема стандартного твердотельного лазера изображен на картинке ниже. Мощность таких лазерных установок крайне мала и не превышает 6 кВт. Поэтому твердотельные лазеры используют для сварки деталей малых толщин. Например, детали, которые необходимы в микроэлектронике. Таким лазером можно сварить детали из золота, никрома или тантала. Также применяется для обработки солнечных элементов для широко распространенных в будущем электромобилей: резка, металлизация, маркировка, лазерное фрезерование и изоляция кромок.

Газовые лазеры более мощные по сравнению с твердотельными, поэтому сфера их применения гораздо шире. Здесь вместо электродов используется защитный инертный газ, зачастую аргон.

Единственный недостаток газовых лазеров — это их немалый размер и вес. Но он вполне оправдан, ведь за громоздким тяжелым корпусом скрывается большая мощность, достигающая 20 кВт. А это значит, что с помощью такого оборудования можно соединить даже самые толстые детали, не сбавляя скорости (средняя скорость сварки газовым лазером — 60 метров в час).

Но самые впечатляющие, конечно, газодинамические лазеры. Для их работы требуется нагреть газ до очень высоких температур. Сам лазер выдает до 100 кВт и сваривает металл со скоростью 200 метров в час. Конечно, такие установки используются только на очень крупных производствах.

С помощью газовой установки любой мощности становится возможна лазерная сварка алюминиевых сплавов, лазерная сварка кузова автомобиля, лазерная сварка нержавеющей стали и даже лазерная сварка стекла.

Основные достоинства лазерной сварки:

1. Высокая скорость сварки (2... 10 м/мин, в зависимости от мощности установки и толщины свариваемого материала). Малое тепловложение и, следовательно, малая деформация сварного изделия (10% от величины деформации при сварке обычными методами). Более простая сварка высокопрочных и специальных сталей (узкая зона термического влияния) [1].

2. Отсутствие или очень малый объем последующей обработки швов. Швы могут располагаться в любом положении (возможна роботизированная пространственная(3D) сварка).

3. Снижение массы сварных конструкций за счет более экономного использования материала (полное проплавление угловых соединений, например). Высокая производительность и стабильное качество сварки [1].

Недостатки лазерной сварки:

1. Большие инвестиции на полностью оснащенную роботизированную лазерную установку.

2. Высокая стоимость работ на подготовку кромок.

3. Специальные меры безопасности.

4. Более высокие требования к допускам свариваемых деталей [1].

Также существует лазерно-дуговая сварка. Это гибрид из лазерной и дуговой сварки, который обладает всеми преимуществами и того, и другого метода соединения металлов. На данный момент набирает все большее распространение. Преимущества гибридной сварки: высокая способность перекрытия зазоров в случае образования зазора на короткое время, более широкого и глубокого проникновения (глубину сварного шва), значительно более широкого диапазона применений и повышенной ударной вязкости.

В основном лазерная сварка применяется для внутренних соединений. Внешние швы требуют большую прочность и косметическую красоту – крыша, багажник и т.д, поэтому применяется лазерная пайка.

Лазерную сварку используют многие известные фирмы: Volvo Cars, Nissan, Toyota, Hyundai, General Motors, Ford Motor Company, DaimlerChrysler, BMW, Volkswagen, Audi. Volvo Cars одна из первых компаний которая начала использовать лазерную сварку при разработки новой модели кабриолета C70. Для создания этой модели была разработана совершенно новая структура кузова, с применением лазерной сварки, которая позволила получить косметически идеальный шов, не требующий шлифовки. Улучшенный дизайн, использование в кузове в качестве конструкционного материала высокопрочной стали, наличие почти 11 метров лазерной сварки и 0,2 метра лазерной пайки – все это позволило добиться поразительных результатов с точки зрения конструкционных и прочностных характеристик автомобиля. Увеличилась угловая жесткость кузова на скручивание в 2,5 раза, общая масса кузов при этом снизилась в 2,7 раз. Основные элементы жесткости – это порог, передняя рама бокового стекла, переднее и заднее ребра жесткости.

Таким образом лазерная сварка является передовой технологией, позволяющая улучшить качество изготовления автомобильных деталей и их внешний вид, полностью механизировать рабочий процесс и сокращает время сборки, что дает лазерной сварке преимущества перед другими видами сварки в поточном производстве таких ответственных элементов автомобиля как кузов.

Библиографический список

1. Блащук В. Е. Металл и сварка: учебное пособие / В.Е. Блащук ; 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 2006. - 144с.
2. Катаяма С. Справочник по лазерной сварке/ под ред. И.Л Истومیной. – М. ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 704 с.

3. Пушков А.Н. Лазерные технологии в автомобилестроении/ А.Н. Пушков, Д.Г Рузаев // Автомобильная промышленность. – 2004. – №12.