

Лазерная сварка: преимущества, спектр применений, оборудование

Анна Кудрявцева (Москва)

В данной статье описаны основные преимущества использования технологии лазерной сварки как при производстве крупногабаритных изделий, так и при работе с миниатюрными компонентами; рассматриваются основные виды оборудования, применяемого для силовой и высокоточной сварки различных материалов.

Лазерная сварка обеспечивает высокопроизводительный процесс соединения различных материалов толщиной от нескольких микрон до десятков миллиметров в широком диапазоне режимов. За счёт целого ряда технологических преимуществ лазерная сварка эффективно применяется во всех отраслях мировой промышленности – от производства электронных компонентов до сварки деталей обшивки самолетов, позволяя выходить на принципиально новый уровень, создавать компоненты нового поколения, а также эффективно заменять другие методы сварки. Преимущества лазерной сварки:

- возможность выполнять точную сварку различных металлических де-



Рис. 1. Сварка разнородных материалов – меди и алюминия



Рис. 2. Сварка кругового шва

талей с получением аккуратного и герметичного сварного шва малой ширины;

- широкий спектр свариваемых материалов: от высоколегированных высокоуглеродистых марок стали до сплавов меди и титана, керамики и стекла; возможность сварки разнородных материалов, например, вольфрам с алюминием, медь со сталью, бериллиевая бронза с другими сплавами, (см. рис. 1);
- зона термического влияния ограничена площадью лазерного пятна, скорости нагрева и охлаждения высоки, что обеспечивает высокую технологическую прочность и пластичность сварных соединений, минимальные деформации и остаточные напряжения. Например, лазерная сварка вилки с карданным валом автомобиля по сравнению с дуговой сваркой увеличивает срок службы карданной передачи в три раза, потому что более чем вдвое уменьшается площадь сечения сварного шва и в несколько раз – время сварки. Деформации вилки, вызывающие преждевременный износ, практически отсутствуют;
- хорошая управляемость и гибкость процесса, перемещение луча по поверхности детали по любой траектории;
- процесс может осуществляться в ручном, автоматическом, полуавтоматическом режимах;
- в сравнении с другими методами – невысокая стоимость и простота модернизации станков;
- процесс, в отличие от электронно-дуговой и аргоновой сварки, не требует вакуумной камеры, на луч не влияют магнитные поля, что обеспечивает стабильное формирование шва;

- лазерный луч управляется с помощью зеркальных оптических систем или оптических световодов и легко транспортируется в труднодоступные места. Таким образом, становится возможной сварка крупногабаритных конструкций, проведение сварки в местах за пределами прямой видимости, сварка тел вращения и сварка по контурам любой сложной формы, сварка через прозрачные материалы и в жидких средах (см. рис. 2);
- чистота процесса определяется, в частности, отсутствием флюсов и других сварочных материалов.

ОБОРУДОВАНИЕ: ТИПЫ И ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящее время для лазерной сварки используются установки с различными типами лазеров разной мощности. Наибольшее распространение в области сварки получили станки на базе CO₂-лазеров, импульсных твердотельных лазеров с ламповой накачкой, а в последнее время – на основе волоконных лазеров. В данной статье мы будем подразделять системы на мощные – от 1 кВт – и станки на лазерах до 500 Вт.

СИСТЕМЫ НА ЛАЗЕРАХ МОЩНОСТЬЮ ОТ 1 КВТ

Использование таких станков в основном связано с отраслями крупного массового производства – самолётостроением и автомобилестроением. Здесь часто требуется сваривать достаточно крупные конструкции на большую глубину.

Внедрение лазерных технологий вместо традиционных позволяет получать продукцию с принципиально улучшенными, а зачастую и новыми свойствами. Например, в самолётостроении внедрение силовой лазерной сварки вместо клёпки в изготовлении фюзеляжа позволило уменьшить вес летательных аппаратов Airbus A380 на 15%.

С самого начала внедрения лазерных технологий для этих целей начали использоваться мощные CO₂-лазеры. Мощность их излучения со-

ставляет до десятков киловатт. На российском рынке представлены системы и российских, и зарубежных производителей, среди них: ЗАО «Технолазер» и ЗАО «Лазерные комплексы» (Шатура, Московская обл.), Trumpf и Rofin-Sinar (Германия) и др.

Недостатком газовых лазеров является, прежде всего, невысокий КПД. Например, для лазера мощностью 5 кВт, обеспечивающего сварку стали на глубину 5 мм, потребляемая мощность составит десятки киловатт.

Сегодня, когда волоконные лазеры мощностью до десятков киловатт начали использоваться для сварки, в этом сегменте рынка происходят существенные изменения. Это связано с тем, что достигнутые параметры мощности позволяют сваривать материалы толщиной до 20...30 мм. За счёт высокого КПД существенно снизилось энергопотребление и упростилось обслуживание систем, уменьшились весогабаритные параметры. Однако стоимость таких станков сравнительно высока.

СИСТЕМЫ НА ЛАЗЕРАХ МОЩНОСТЬЮ ДО 500 Вт

Прежде всего, среди лазеров этой группы следует выделить установки с импульсными твердотельными лазерами с ламповой накачкой, с длиной волны излучения 1,06 мкм.

Применение импульсных лазеров обеспечивает минимальную зону термического влияния на материал, что позволяет сохранить геометрию свариваемых изделий практически без изменений. Установки с твердотельными лазерами нашли широкое применение в производстве приборов электронной техники, точного приборостроения, ювелирных и медицинских изделий, ремонта и восстановления пресс-форм. Эти установки используются для изготовления сложных и ответственных изделий в атомной, аэрокосмической, электронной, оборонной отраслях промышленности.

Использование импульсных твердотельных лазеров позволяет реализовывать такие технологии микрообработки, как сварка единым импульсом. Данная технология позволяет добиться минимальной длительности про-

цесса (<200 мс), минимальных деформаций и термического воздействия (даже в сравнении с точечной и шовой лазерной сваркой).

В настоящее время на российском рынке предлагается широкий спектр современных моделей установок – от компактных моноблочных комплексов для ручной сварки до широкоуниверсальных лазерных машин с четырёхкоординатными столами. В частности, такой спектр оборудования для сварки серийно производится НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ» (г. Зеленоград). Станки для сварки также производит и реализует в России ОКБ «Булат». Из зарубежных производителей можно выделить Rofin-Sinar и LASAG AG.

Кроме установок с твердотельными лазерами с ламповой накачкой, в последние годы также активно развивается производство станков с волоконными лазерами. Однако при сварке на небольшую глубину (глубина провара до 2 мм) эффективнее использовать станки с лазерами с ламповой накачкой – по причине высокой энергии в импульсе. ©

Реклама