

МЕТОДЫ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Кукин А.В., Кадыров А.Б.

Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет,

423812, г. Набережные Челны, пр. Суюмбике, д.10а.

e-mail: irmaris@yandex.ru

поступила в редакцию 30 октября 2013 года

Аннотация

В статье рассмотрены современные методы обработки материалов высокоэнергетическими концентрированными потоками энергии. Описаны основные достоинства и недостатки современных и традиционных методов обработки. Показано, что объединение плазменной дуги с лазерным пучком в лазерно-дуговом плазмотроне позволяет повысить скорость сварки в 2-3 раза по сравнению с обычной плазменной или лазерной сваркой.

Ключевые слова: *лазер, плазмотрон, лазерно-плазменная обработка, сварка.*

Введение. Механический способ, как наиболее старый и давно известный человечеству, осуществляется при помощи ленточных пил, фрезами либо ножовочным полотном. Этот способ, несомненно, обладает массой достоинств, однако недостатки его достаточно серьёзны и заставляют искать новые технологии в сфере обработки материалов. К главным недостаткам механического способа обработки металлов относятся низкая скорость обработки, высокий уровень износостойкости применяемого инструмента и возможность резки материала только по простым линиям, исключаям изгибы [1].

Основная часть. Толчком для применения новых методов обработки послужило широкое применение в промышленности твердых высокопрочных и термостойких материалов, обработка которых невозможна механическими методами или экономически невыгодна.

В основе высокоэффективных методов обработки лежит возможность создания высокой плотности энергии, что позволяет получать высокие показатели качества обработанного материала.

С учётом сегодняшних реалий необходимо признать тот факт, что лазерная резка представляет собой наиболее перспективный на данный момент способ обработки материалов. Достоинством использования лазера является высокая скорость обработки материалов, и возможность автоматизации процесса с учётом гибкой системы изменения требований к обрабатываемому изделию.

Сфокусированное лазерное излучение, обеспечивая высокую концентрацию энергии, позволяет разделять практически любые металлы и сплавы независимо от их теплофизических свойств. При этом можно получить узкие резы с минимальной зоной термического влияния. При лазерной резке отсутствует механическое воздействие на обрабатываемый материал, и возникают минимальные деформации, как временные в процессе резки, так и остаточные после полного остывания. Вследствие этого лазерную резку можно осуществлять с высокой степенью точностью, в том числе легкодеформируемых и нежестких заготовок или деталей. Благодаря большой плотности мощности лазерного излучения обеспечивается высокая производительность процесса в сочетании с высоким качеством поверхностей реза. Легкое и сравнительно простое управление лазерным излучением позволяет осуществлять лазерную резку по сложному контуру плоских и объемных деталей и заготовок с высокой степенью автоматизации процесса [2].

Процесс резания идет без образования стружки, а испаряющийся за счет высоких температур металл уносится сжатым воздухом. Сейчас лазеры применяют для сварки, наплавки и разрезания в тех случаях, когда к качеству этих операций предъявляются

повышенные требования. Например, лазерным лучом путем прожигания или испарения режут сверхтвердые сплавы, сотовые титановые панели в ракетостроении, листовой и панельный алюминий, композиционные материалы, изделия из нейлона и твердую древесину. Высокая плотность энергии в зоне нагрева создает дополнительный эффект очистки металла.

Основными недостатками лазерных технологических комплексов являются высокая стоимость оборудования и низкий к.п.д. (7-10%)

Плазменные методы обработки металлов так же по праву считаются прогрессивными. Плазменная обработка получила широкое распространение вследствие высокой температуры плазмы, большого диапазона регулирования мощности и возможности сосредоточения потока плазмы на обрабатываемом изделии. При этом эффекты плазменной обработки достигаются как тепловым, так и механическим действием плазмы. Удельная мощность, передаваемая поверхности материала плазменной дугой, достигает 10^5-10^6 Вт/см², в случае плазменной струи она составляет 10^3-10^4 Вт/см². В то же время тепловой поток, если это необходимо, может быть рассредоточен, обеспечивая равномерный нагрев поверхности, что используется при наплавке и нанесении покрытий [3].

При плазменной обработке изменяется форма, размеры, структура обрабатываемого материала и состояние его поверхности. Плазменная обработка включает: разделительную и поверхностную резку, нанесение покрытий, наплавку, сварку, разрушение горных пород (плазменное бурение).

Плазменная обработка обладает рядом существенных технологических достоинств. К ним относятся:

- возможность получения весьма высокой концентрации тепловой энергии и сосредоточения большой тепловой мощности в небольших объемах материалов;
- возможность использования в качестве плазмообразующего газа воздуха или водяного пара;
- высокая скорость плазменной струи, способствующая удалению расплавленного материала при резке;

Однако плазменному методу обработки материалов присущи и недостатки. Необходимость применения относительно сложного, громоздкого оборудования и более высоких напряжений, чем при обычной дуговой обработке; достаточно быстрый износ электродов.

В последние годы появилось новое техническое направление: лазерно-плазменная обработка. Данная обработка является прогрессивным наукоемким методом обработки, применение которого способствует повышению конкурентоспособности изделий, производительности обработки и качества выпускаемой продукции.

Лазерно-плазменная сварка – это способ сварки, при котором формирование сварочной ванны происходит при одновременном действии луча лазера и плазменной струи.

При совместном воздействии на образование сварочной ванны лазерного луча и плазменной струи реализуется комбинированный лазерно-плазменный процесс сварки. Эта комбинация приводит к улучшению пространственной стабилизации дуги на поверхности металла и к повышению устойчивости ее горения при малых токах и больших скоростях перемещения. Одновременно происходящий нагрев металла плазмой приводит к локальному повышению температуры в зоне обработки и, соответственно, к изменению оптических свойств поверхности и увеличению коэффициента поглощения лазерного излучения металлом. В итоге эффективность лазерной сварки возрастает, что особенно важно при использовании лазеров небольшой мощности. Все это позволяет увеличить скорость и стабильность плазменной сварки, повысить эффективность и снизить себестоимость лазерной сварки.

Исследования показывают, что соосное объединение плазменной дуги с лазерным пучком в лазерно-дуговом плазмотроне позволяет за счет улучшения пространственной

стабильности горения дуги повысить скорость сварки в 2-3 раза по сравнению с обычной плазменной сваркой.

Дальнейшее развитие лазерных и плазменных способов сварки было направлено на создание интегрированных лазерно-дуговых плазматронов.

По аналогии с дуговыми, интегрированные плазматроны могут быть прямого (Рисунок 1а) и косвенного (Рисунок 1б) действия.

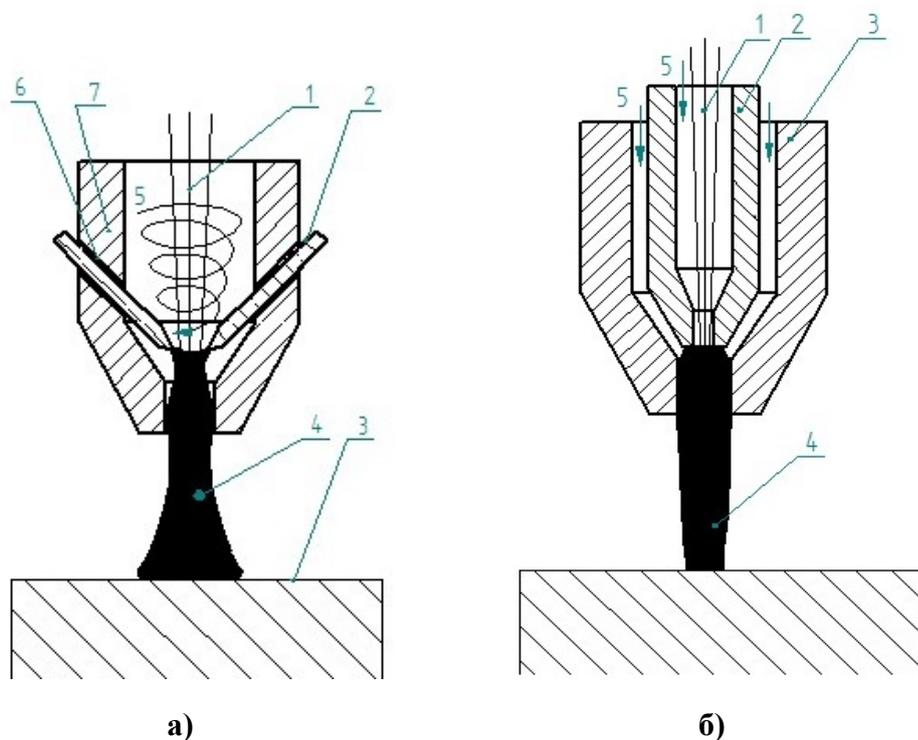


Рисунок 1. – Схемы интегрированных плазматронов прямого (а) и косвенного (б) действия: 1 – лазерный пучок; 2 – катод; 3 – анод; 4 – плазма; 5 – плазмообразующий газ; 6 – изолятор; 7 – сопло.

Интегрированные плазматроны прямого действия можно использовать для лазерно-плазменной сварки, наплавки и резки металлов.

Основными преимуществами лазерно-плазменной сварки являются:

- значительно повышается скорость сварки, при этом скорость сварки становится выше, чем просто арифметическая сумма скоростей лазерной и плазменной сварки;
- процесс практически не зависит от оптических свойств поверхности;
- при лазерно-плазменной сварке алюминиевых сплавов происходит очистка поверхности от окисной пленки Al_2O_3 ;
- при лазерно-плазменной сварке происходит снижение температуры поверхности ванны расплава, при которой начинается переход от теплопроводного режима проплавления к режиму глубокого проплавления.

Заключение. Новые способы обработки металлов выводят технологию изготовления деталей на новую, более высокую ступень по сравнению с традиционными технологиями. Это наиболее эффективная технология, чаще всего безотходная. Общими преимуществами новых способов обработки являются: отсутствие потребности в специальных инструментальных материалах высокой твердости; практическая независимость производительности от твердости и других свойств обрабатываемого материала; снижение необходимого силового воздействия на заготовку в процессе обработки; простота устройства станков; легкость автоматизации процесса обработки и др.

Благодарность. Выражаем искреннюю благодарность научному руководителю кандидату технических наук, доценту кафедры «Высокоэнергетические процессы и агрегаты» НЧИ КФУ, Портнову Сергею Михайловичу.

Список литературы

- 1) Веденов А.А., Гладуш Г.Г. Физические процессы при лазерной обработке материалов. М.: Энергоатомиздат. 1985. 208 с.
- 2) Зувев И.В. Обработка материалов концентрированными потоками энергии. М.: Изд-во МЭИ. 1988. 162 с.
- 3) Коротеев А.С., Миронов В.М., Свирчук Ю.С. Плазматроны: конструкции, характеристики, расчет. М.: «Машиностроение». 1993. 296 с.