



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА МОЩНОСТЬЮ 10 кВт

П. ЗАЙФФАРТ, проф. (SLV, г. Росток, Германия)

Описан принцип действия и приведены основные технические характеристики оптоволоконной лазерной установки мощностью 10 кВт. Представлены примеры использования данной установки для лазерной обработки материалов (сварки, резки, модификации поверхности).

Ключевые слова: оптоволоконный лазер, лазерная обработка материалов, сварка, резка, модификация поверхности

В современной промышленности, кроме маркировки деталей, важнейшими процессами лазерной обработки материалов являются сварка, резка, а также модификация поверхностей (закалка, легирование, переплав и наплавка). Наряду с получившимися широкое распространение CO₂-лазерами, мощность излучения которых составляет несколько (часто свыше десятка) киловатт, на протяжении последних лет успешно внедряются Nd:YAG-лазеры мощностью до 5 кВт. Основным достоинством последних является возможность гибкой передачи излучения по оптическому волокну, что упрощает их эксплуатацию (например, делает возможной автоматизацию с использованием антропоморфных роботов). Вместе с тем Nd:YAG-лазеры как с ламповой накачкой, так и с диодной из-за своих габаритов и сравнительно низкого КПД (полный КПД до 6%) не могут в полной мере обеспечить преимущества твердотельного лазера по отношению к газовым.

Данная проблема решена немногим более двух лет назад. Группой ученых под руководством В. Гапонцева разработаны оптоволоконные иттербиевые лазеры высокой (единицы и десятки киловатт) мощности с длиной волны излучения 1070 нм. Благодаря малым размерам, высокому (более 15%) полному КПД, надежности, длительной работе без профилактических ремонтов и другим преимуществам они могут использоваться в

тех случаях, когда, кроме высокой мощности и гибкости передачи излучения, требуется мобильность самого лазерного источника (рис. 1).

Принцип работы оптоволоконного лазера показан на рис. 2. Излучение отдельных многомодовых диодных источников со значительной расходимостью с помощью оптических волокон собирается и передается к торцам иттербиевого оптоволоконна, являющегося активной средой. Брэгговские зеркала пропускают излучение накачки и создают резонатор, позволяющий выводить когерентное излучение с длиной волны 1070 нм с одного из концов активной среды. Выведенное излучение передается по оптическому волокну и посредством выводного коллиматора и фокусирующего объектива может быть подведено к месту использования (обрабатываемой детали, анализатору излучения, измерителю мощности и др.).

Основными преимуществами такого лазера по сравнению с диодным являются наличие излучения с одной длиной волны и отдельное расположение диодов накачки. Последнее важно с позиций надежности, поскольку охлаждение отдель-

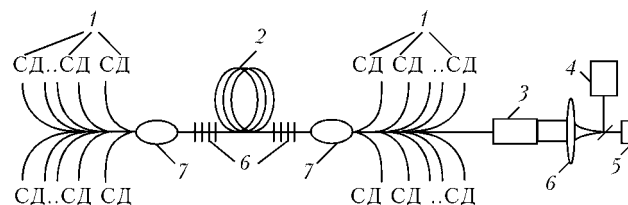


Рис. 2. Принцип работы волоконного лазера: 1 — многомодовые диоды для накачки активного волокна; 2 — активное волокно; 3 — коллимированный выходной лазерный пучок; 4 — оптический измеритель мощности; 5 — анализатор луча; 6 — линза; 7 — многомодовое устройство ввода-вывода; 8 — волоконные брэгговские зеркала; СД — светодиод



Рис. 1. Общий вид волоконной лазерной установки

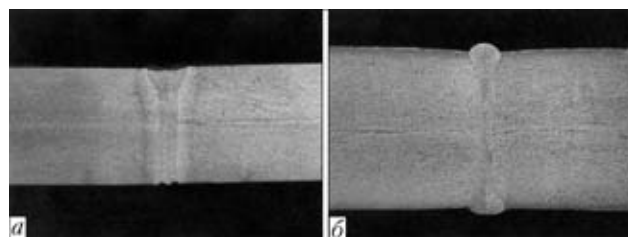


Рис. 3. Примеры использования оптоволоконного лазера мощностью 6,9 м/мин для сварки стыкового шва на стали 1.4301: а — макрошлиф соединения толщиной 5 мм, скорость сварки 4 м/мин, один проход; б — макрошлиф соединения толщиной 10 мм, скорость сварки 3 м/мин, сварка двухсторонняя

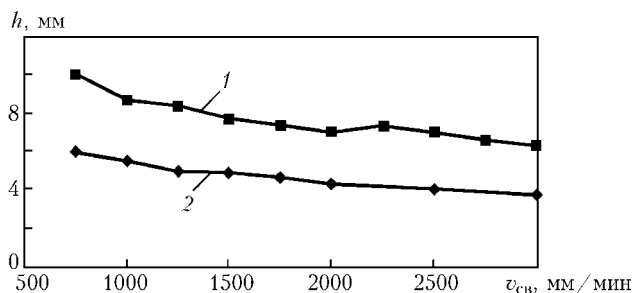


Рис. 4. Влияние скорости сварки на глубину проплавления в стали 1.4301 толщиной 10 мм: 1 — оптоволоконный лазер мощностью 6,9 кВт; 2 — Nd:YAG-лазер мощностью 4 кВт; положение фокуса — 0; диаметр фокального пятна — 0,4 мм

ных диодов лучше, чем торцов диодов, набранных в матрицы.

В Учебно-исследовательском центре земли Мекленбург Форпоммерн (г. Росток) с сентября 2004 г. впервые в мире эксплуатируется технологическая установка на основе иттербиевого волоконного лазера мощностью 10 кВт с весьма небольшими для своего уровня мощности габаритами (1600×1200×790 мм) и массой всего 900 кг. Элек-

тропитание осуществляется от трехфазной сети, минимальный ток составляет до 63 А.

Примеры лазерной сварки листов металла про-резными швами показаны на рис. 3, 4. Наряду с технологическими исследованиями по сварке, резке и модификации поверхностей в лаборатории изучали возможности применения этого лазера в составе мобильного комплекса непосредственно на территории заказчика. С этой целью разработали необходимую технологическую оснастку. Для стационарной работы в качестве обрабатывающих головок использовали имеющуюся головку для сварки и нанесения покрытий фирмы «Precetec» и головку для резки фирмы «Permanova». Сварочную головку можно адаптировать соответствующим образом для гибридной сварки. Наряду с обрабатывающими головками для стационарных систем имеется лазерная головка фирмы «Mobil-Laser-Tec» для ручной сварки и резки.

На основании предварительных экспериментов можно сделать вывод о целесообразности технологического использования волоконных лазеров и их предпочтительности по сравнению с диодными и Nd:YAG-лазерами.

The operating principle of a fiber-optic laser is described, and the main technical characteristics of a fiber-optic laser unit of 10 kW power are given. Applications of this unit for laser treatment of materials (welding, cutting, surface modifying) are presented.

Поступила в редакцию 17.12.2004

УДК 621.791.629.12.011

ПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА ДЛЯ СВАРКИ В СУДОСТРОЕНИИ

Л. Н. ОРЛОВ, канд. техн. наук, А. А. ГОЛЯКЕВИЧ, В. Н. УПЫРЬ, С. П. ГИЮК, инженеры (ООО «ТМ. ВЕЛТЕК», г. Киев)

Описана самозащитная порошковая проволока для широкого использования в судостроении. Приведены химический состав и механические свойства наплавленного металла, а также условия поставки проволоки.

Ключевые слова: дуговая сварка, порошковая проволока, судостроение, условия поставки

Анализ состояния сварки в мировом судостроении показал устойчивый и динамичный рост применения механизированной и автоматизированной сварки порошковой проволокой. Верфи крупнейших судостроительных компаний Японии, Южной Кореи, Финляндии около 80 % всего объема сварочных работ выполняют газозащитными порошковыми проволоками малого диаметра (1,0...1,2 мм). Преимуществами применения порошковой проволоки являются высокая производительность работ, товарный внешний вид шва и высокие сварочно-технологические характеристики; упрощение техники сварки в различных пространственных положениях и легкость ее освоения; возможность обеспечения необходимых механических свойств. Эффективность применения порошковых проволок необходимо

оценивать не по отдельным этапам, а по повышению общей производительности технологического процесса изготовления металлоконструкций. В судостроении стран СНГ преобладает ручная сварка покрытыми электродами и механизированная сварка в защитном газе проволокой сплошного сечения. В последние годы наблюдается заметный рост использования импортных порошковых проволок малого диаметра. Последнее связано прежде всего с отсутствием эквивалентного отечественного аналога, а также наличия ряда факторов, затрудняющих применение порошковых проволок отечественного производства. Среди них отсутствие надежного специализированного сварочного оборудования; вероятность появления пористости; проблема подаваемости по шлангам; повышенное выделение сварочного аэрозоля; недостаточные механические свойства сварных швов. В последние годы в судостроении России и