



Рис.1 Комплекс лазерной резки РИТМ-МА-Лазер



Рис.2 Роботизированный комплекс лазерной резки и сварки



Рис.3 Трехмерная лазерная резка



Рис.4 Гибридная лазерно-дуговая сварка

Современный этап развития машиностроительной отрасли и судостроения в частности характеризуется началом внедрения на ведущих предприятиях мира технологий, кардинально меняющих облик этих достаточно консервативных отраслей. Комплексное применение современных лазерных технологий является одним из путей повышения качества и производительности производства продукции.

АО «Центр технологии судостроения и судоремонта» (АО «ЦТСС») является ведущим проектно-технологическим центром судостроения России, членом Лазерной ассоциации, организацией-координатором рабочей группы №3 «Лазерные технологии и методики в промышленности» технологической платформы «Фотоника», постоянным участником выставки «Фотоника. Мир лазеров и оптики» и организатором в ее рамках научно-практической конференции по применению промышленных лазерных технологий.

Для решения задачи оснащения предприятий судостроения и судового машиностроения технологическими лазерными комплексами в АО «ЦТСС» в 2012 году был создан «Лазерный центр судостроения», с экспериментальной базой для исследований и отработки технологий лазерной резки, гибридной лазерно-дуговой сварки, наплавки, разметки и маркировки. За эти годы специалистам центра удалось не только совершить прорывной скачок в создании целого ряда инновационных технологий и технологического оборудования, но и с успехом организовывать работу по их адаптации к реальному производственному циклу и внедрению на судостроительных предприятиях страны.

Благодаря более чем сорокалетнему опыту по разработке и оснащению судостроительных предприятий машинами термической резки, сотрудниками центра были спроектированы и запущены в производство портальные комплексы лазерной резки «РИТМ-ЛАЗЕР» (рис. 1) различной модификации, в основе которых лежит применение иттербиевых волоконных лазеров производства НТО «ИРЭ-Полус». Промышленные комплексы лазерной резки воплощают в себе передовые решения в части лазерных технологий и координатных систем. В зависимости от исполнения, они предназначены как для раскроя широкоформатного листового металлопроката с максимальной

зоной обработки 4,5x24 м, так и для листов стандартных размеров: 2,5x6 м. Комплексы серии «РИТМ-ЛАЗЕР» позволяют осуществлять прецизионную вырезку деталей из углеродистых и коррозионностойких сталей толщиной до 20 мм, а также выполнять на них автоматическую маркировку и разметку. Благодаря хорошей приспособленности к эксплуатации в тяжелых цеховых условиях основными потребителями данного оборудования являются судостроительные предприятия. Так, за последний год комплексами лазерной резки АО «ЦТСС» были оснащены:

- АО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь», г. Калининград;
- Филиал «Астраханский СРЗ» ОАО «ЦС Звездочка», г. Астрахань.

При разработке промышленных лазерных технологий и оборудования специалистами Лазерного центра судостроения большое внимание уделяется автоматизации технологических процессов, что позволяет снизить до минимума влияние человеческого фактора на качество выпускаемой продукции.

Для изготовления судостроительных конструкций сложной геометрии был разработан роботизированный комплекс лазерной резки и сварки в различных пространственных положениях (рис. 2). Уникальность комплекса заключается в использовании 25-киловаттного волоконного лазерного источника ЛС-25 и оптического переключателя, благодаря которому излучение может поочередно передаваться по оптическому волокну к одному из двух лазерных модулей и осуществлять, таким образом, лазерную резку (рис. 3) и сварку (рис. 4) на одной позиции, без перестановки обрабатываемого изделия. Робот-манипулятор, на который устанавливается сменный лазерный модуль, перемещается по рельсовому пути, что позволяет увеличить зону обработки до 8x3,5 м. При этом благодаря высокой мощности лазера существенно расширяется диапазон толщин свариваемых за один проход материалов. Такой подход в конечном итоге существенно сокращает срок изготовления объемных сварных конструкций. Роботизированный комплекс лазерной резки и сварки может успешно применяться не только в судостроении, но и в смежных отраслях, таких как: нефтегазовая промышленность, автомобилестроение и вагоностроение, химическое машиностроение.

В тесном контакте со специалистами АО «Завод «Буревестник» ведется активная работа по внедрению технологии лазерной сварки элементов теплообменного оборудования, с целью модернизации существующего производства. Предложенная технология позволяет

проводить лазерную сварку труб различного поперечного сечения с трубной доской и реализована на базе созданного в АО «ЦТСС» роботизированного комплекса для лазерной сварки изделий судового машиностроения (рис. 5). Комплекс оснащен волоконным лазером мощностью 8 кВт и высокотехнологичной оптической головкой с управляемыми гальванометрическими отражателями, которые позволяют производить позиционирование лазерного луча по заранее заданной траектории. Основными преимуществами разработанной технологии по сравнению с традиционными способами являются: высокоточное позиционирование теплового источника (до 0,05 мм), высокая скорость сварки (до 20 м/мин), полная автоматизация процесса, гарантированное качество сварных соединений. Все это существенно сокращает временные и материальные затраты при изготовлении теплообменного оборудования.

В рамках сотрудничества АО «ЦТСС» с одним из ведущих ВУЗов Санкт-Петербурга - ФГАОУ ВО СПбПУ была спроектирована и изготовлена оптическая головка для лазерной сварки в труднодоступных местах «ЛЦС-ПП». Головка предназначена для изготовления и ремонта насосов, двигателей и других цилиндрических изделий машиностроения с использованием лазерной сварки внутренних поверхностей, вварки тонкостенных стаканов в корпус изделия и заварки внутренних дефектов. В 2015 году по итогам конкурса на лучшую отечественную разработку в области лазерной аппаратуры и лазерно-оптических технологий данная разработка была отмечена дипломом Лазерной ассоциации в номинации «Лазерные технологические комплексы и технологии для обработки промышленных материалов».

Еще более масштабным проектом, реализованным специалистами центра, является разработка промышленной лазерной технологии изготовления плоских секций. Менее чем за три года был создан опытный образец автоматизированной поточной линии сборки и сварки плоских секций (рис. 6), позволяющий изготавливать секции размером до 12x12 м из листов толщиной от 4 до 20 мм поточно-позиционным методом, с использованием технологических решений, впервые реализованных в мировом судостроении. Инновационным является решение совместить на одной позиции подготовку кромок лазерной резкой и укрупнение полотнищ гибридной лазерно-дуговой сваркой. Реализован принцип многопостовой эксплуатации одного лазерного источника за счет применения волоконного лазера мощностью 16 кВт с четырехканальным оптическим переключателем. Линия состоит из двух независимых порталов и установщика набора. На первом портале производится лазерная резка и разделка кромок листов (рис. 7) с их дальнейшей гибридной лазерно-дуговой однопроходной сваркой. На укрупненное полотнище производится автоматизированная установка набора главного направления. Далее на втором портале выполняется двухсторонняя гибридная лазерно-дуговая

приварка набора к полотнищу за один проход. Благодаря более высокой (в 1,5-3,0 раза) производительности процесса, минимальному уровню остаточных сварочных напряжений и деформаций свариваемых конструкций применение лазерных технологий позволило изготавливать плоские секции с требуемыми геометрическими параметрами, что выгодно отличает их от секций, изготовленных дугowymi методами сварки.

На типовой технологической процесс гибридной лазерно-дуговой сварки полотнищ и набора судовых корпусных конструкций толщиной до 20 мм с интегрированной подготовкой кромок под сварку с использованием лазерной резки получено одобрение Российского морского регистра судоходства (рис. 8), что значительно упрощает процедуру внедрения лазерных технологий в отечественном судостроении.

Развитие и совершенствование отечественного судового машиностроения требует разработки принципиально новых подходов к созданию, эксплуатации, обслуживанию и ремонту деталей и изделий. В настоящее время изготовление множества рабочих узлов осуществляется с использованием технологий, основанных на механической обработке литых заготовок. При этом может удаляться до 90% дорогостоящего материала. Также значительны длительность цикла изготовления, трудоемкость и, соответственно, себестоимость детали.

Необходимыми условиями создания новой технологической базы являются использование современных технологий и разработка для них новых подходов к конструированию и производству деталей. Такими технологиями в настоящий момент являются аддитивные технологии, а применительно к судовому машиностроению – технологии прямого лазерного выращивания. Потенциальные возможности и преимущества использования этих технологий в судовом машиностроении огромны. Их применение позволит устранить из технологического цикла промежуточные операции, например фрезеровку и шлифовку. Снижение числа технологических операций при изготовлении деталей и конструкций сложной формы значительно повысит производительность изготовления при меньших материальных и трудовых затратах.

С целью развития аддитивных технологий в судовом машиностроении и перехода производства на качественно новый уровень технического оснащения в АО «ЦТСС» создается пятикоординатный роботизированный комплекс порошковой лазерной наплавки для отработки технологий прямого лазерного выращивания изделий сложной геометрии из сталей, титановых и никелевых сплавов.

Сегодня сложились все предпосылки для дальнейшего развития лазерных технологий в российском судостроении. АО «ЦТСС» готово к взаимовыгодному сотрудничеству со всеми заинтересованными партнерами как в России, так и за рубежом.



Рис.5 Роботизированный комплекс лазерной сварки изделий судового машиностроения



Рис.6 Лазерная линия изготовления плоских секций



Рис.7 Лазерная резка кромок под гибридную сварку



Рис.8 Свидетельство о типовом одобрении технологического процесса гибридной лазерно-дуговой сварки