

УДК 658.012.2

## ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ПРИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВЕСОВ

Смирнов С. А., Резванов А. Д., магистранты гр. РТм-161; I курс.

Научный руководитель: Курьшкин Н. П., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачёва  
г. Кемерово

Кузбасское предприятие «Корпорация «АСИ» является ведущим отечественным разработчиком и производителем промышленного весоизмерительного оборудования и автоматизированных систем весового контроля и учёта. Особое место в номенклатуре продукции предприятия занимают железнодорожные электронные весоизмерительные системы. Первичные преобразователи таких систем монтируются в полости специальных подрельсовых опор (рис. 1), устанавливаемых на весоизмерительном участке железнодорожного пути.

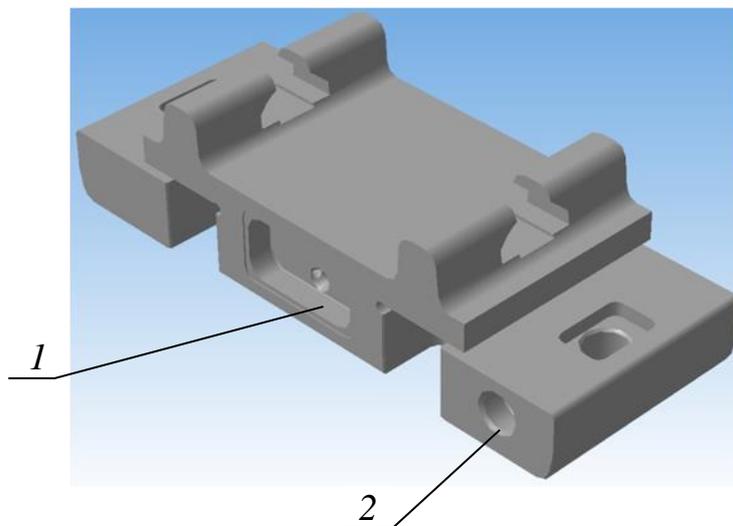


Рис. 1 Специальная подрельсовая опора

Силомоментные датчики и электронные микросхемы монтируются в полости прямоугольной 1 и круглой 2 формы. После монтажа и проверки работоспособности системы эти полости закрываются герметичной крышкой, которая фиксируется болтами.

Опыт эксплуатации показал, что в условиях значительного сезонного перепада температур, повышенной влажности и вибраций основной причиной потери работоспособности таких систем является нарушение герметичности полостей подрельсовых опор и, как следствие, попадание в полость влаги. Заливка в полость специального компаунда, применение различных методов стопорения резьбы результатов не дали.

Применение для герметизации традиционной дуговой сварки в данном случае исключается ввиду недопустимости воздействия на датчики и электронные микросхемы значительных температурных полей, возникающих при сварке [1].

Опыт отечественных и зарубежных фирм показывает, что в настоящее время с изготовлением различных электронных и электромеханических приборов и устройств наиболее широкое промышленное применение получила лазерная сварка [2]. Особенности эксплуатации этих изделий, заключающиеся, например, в одновременном и длительном воздействии вибрационных ускорений и термоударов, выдвигают особые требования и к способам сварки, которые, кроме того, должны обеспечивать надежное соединение энергоемких, разнородных и разнотолщинных материалов. Сварку в большинстве случаев необходимо выполнять вблизи теплочувствительных деталей; при сварке чаще всего недопустимы выплески и испарение материалов.

Лазерная сварка – это высокотехнологичный процесс создания сварных соединений, при помощи нагрева соединяемой поверхности лазерным лучом, который генерируется лазерным генератором. Лазерная сварка относится к термическому классу процессов сварки, для которых получение неразъемного соединения достигается местным расплавлением материалов, с последующей кристаллизацией расплава. При затвердевании расплава между атомами материалов устанавливаются прочные химические связи, соответствующие природе соединяемых материалов и типу их кристаллической решетки.

В месте фокусировки лазера металл нагревается и образуется цилиндрическое отверстие, которое заполняется ионизированным газом. Оно является эффективным поглотителем – захват 95% энергии лазера. В таком отверстии температура может достигать 25000°C, что гарантирует высочайшую степень эффективности сварки лазером при минимальном размере сварочного пятна. Соответственно, напряжения материала и его деформации в процессе сварки являются минимальными. Скорость лазерной сварки составляет до нескольких метров в минуту и более, то есть это наиболее быстрый вид сварки.

Применение лазерной сварки при герметизации полостей силоизмерительной подрельсовой опоры позволяет использовать крышки, изготовленные из тонколистовой стали. На рис. 2 показан общий вид такой крышки, изготовленной из нержавеющей стали марки 12X18H10T толщиной 0,5 мм для герметизации полости 2 (рис. 1).



Рис. 2 Герметизирующая крышка

Осуществляется лазерная сварка при помощи соответствующего аппарата. Для его выбора нужно учитывать, что есть две разновидности, имеющие определенные отличительные особенности. По принципу работы сварочные лазеры разделяют на твердотельные и газовые. Твердотельные лазеры представляет собой трубку, которая внутри покрыта зеркальной поверхностью. В центре трубки находится цилинд-

дрический трубчатый рубин, который и является преломляющей линзой для образования лазерного луча. Рубиновый стержень имеет в торцах зеркала: частично прозрачное и отражающее. Для создания лазерного луча используется лампа возбуждения, которая обеспечивает создание мощных и равномерных световых вспышек. После этого лазерный луч выгоняется направленным излучением, через частично прозрачное зеркало.

Выбирать твердотельный аппарат лазерной сварки нужно при необходимости в сваривании мелких деталей, имеющих относительно небольшую толщину. Такие лазеры нашли активное применение в микроэлектронной промышленности: производство микросхем, микро распределителей, диодов и тиристоров.

Другой тип лазеров – это газовые лазеры. Это более мощное устройство. Такой прибор предполагает использование высоковольтных источников тока. Уровень КПД и мощности газовых лазеров является существенным преимуществом по сравнению с твердотельными. Конструкция таких лазеров представляет собой заполненную газом трубку, с двух сторон ограниченную полупрозрачным и непрозрачным параллельными зеркалами. В трубку введены электроды, под воздействием разряда между которыми возникают быстрые электроны, возбуждающие молекулы газа. При их возвращении в стабильное состояние происходит образование света, который фокусируется на месте сварки.

Такие сварочные аппараты оснащаются водяной системой охлаждения, так как рабочая полость разогревается от импульсного воздействия электронов. Ручная твердотельная установка позволяет точно дозировать энергию. Это гарантирует высокое качество сварочных работ в отношении хрупких и мелких деталей и элементов. Примечательно, что прочность полученного в таком случае соединения будет превосходить все традиционные виды сваривания [3].

Газовый аппарат лазерной сварки позволяет обеспечить большой уровень глубины, на которую изделие проплавляется. При этом образуется малый по ширине шов, а это значительно уменьшает зону воздействия высоких температур. Соответственно, газовая лазерная сварка – это отличный вариант для того, чтобы сократить термическое воздействие на изделие и снизить возможные напряжения при сварке и деформацию.

Однако широкое использование лазеров в промышленности и, в частности для сварки, зависит от результата решения ряда технических и технологических задач:

- нестабильный процесс лазерной сварки может привести к недопустимому изменению глубины проплавления, сильному испарению и выплеску материала;
- при лазерной сварке многих изделий машиностроения и приборостроения возникает необходимость решения проблемы загрязнения изделия частицами свариваемых металлов;
- необходимо обучение сварщика лазерной сварке и приемам работы с агрегатом, которое требует более длительных сроков и знаний, чем при стандартных способах сварки.

Поэтому для решения этих сложных задач и уменьшению влияния человеческого фактора на производство, в настоящее время наиболее актуально применение промышленных роботов на операциях лазерной сварки.

Роботизация производства помогает значительно ускорить процесс изготовления продукции, предупредить появление брака, высвободить работников и задействовать их в более сложных операциях для повышения эффективности труда.

Основные предпосылки к роботизации технологического процесса лазерной сварки на предприятии «Корпорация «АСИ» очевидны. Это:

- серийность производства;
- низкая производительность ручного труда;
- сложность выпускаемых изделий, требующая постоянной точности и производительности;
- строгие требования к качеству и алгоритму производственного процесса;
- отсутствие квалифицированного персонала, постоянные затраты на переобучение и приобретение узкопрофильных навыков;
- опасные условия труда для человека.

Выполнение работы в короткие сроки и исключение из процесса изготовления человеческого фактора определяют высокое качество продукции.

Применение роботизированной лазерной сварки для герметизации полостей силоизмерительных устройств промышленных весов является наиболее оптимальным техническим решением, так как обеспечивает необходимый уровень качества сварочного шва и герметичное соединение без теплового воздействия на датчики и электронные печатные платы. В данном случае, где не нужна большая глубина проплавления металла, можно использовать твердотельный аппарат для генерации лазерного луча. Но во избежание нестабильности процесса сварки, который может привести к сильному испарению, прожиганию или выплеску металла, необходимо работать только в импульсном режиме сварки. Сочетание коротких импульсов излучения с высокой концентрацией энергии в малом пятне облучения — большое преимущество лазерной импульсной сварки, особенно при соединении легко деформируемых деталей. Для обеспечения технической чистоты импульсную сварку чаще всего осуществляют без значительного перегрева материала, т.е. исключая его интенсивное испарение. В этом случае передача теплоты вглубь свариваемых деталей происходит в основном за счет теплопроводности. При использовании данного режима сварочный робот будет формировать непрерывный шов, состоящий из цепочки соединенных между собой микрошвов. Постоянный и стабильный шаг сварочной головки при её обходе по контуру герметизирующей крышки обеспечит промышленный робот.

В результате проведённого авторами поиска фирмы-производителя промышленного робота по соотношению «цена-качество» был выбран промышленный робот китайской фирмы «*HEROLASER*» модели *ML-WF-W200* (рис. 3), имеющий шесть степеней свободы.



Рис. 3 Общий вид робота лазерной сварки «*HEROLASER ML-WF-W200*»

Таким образом, комплексный подход к решению проблемы повышения качества весоизмерительных систем, включающий: изменение конструкции герметизирующих устройств, изменение технологии герметизации на основе использования современной роботизированной лазерной сварки позволит предприятию сделать качественный скачок в экономической и производственной эффективности.

#### Список литературы:

1. Неровный, В. М. Теория сварочных процессов : учебник для вузов / В.М. Неровный и [др.] ; под ред. В. М. Неровного. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 702 с.
2. Малашенко, А. А. Лазерная сварка металлов. Профессиональный портал «Сварка. Резка. Металлообработка». Режим доступа: <http://www.autowelding.ru/index/0-29>, круглосуточно.
3. Григорьянц, А. Г. Технологические процессы лазерной обработки : Учеб. пособие для вузов / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.
4. Курышкин, Н. П. Основы робототехники : учеб. пособ. / Н. П. Курышкин ; Кузбас. госуд. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : Изд-во КузГТУ, 2012. – 168 с.