

УДК 658.012.2

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВЕСОВ**

Смирнов С. А., Резванов А. М., магистранты гр. РТм-161; II курс.

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

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

Силоизмерительные блоки промышленных железнодорожных весов являются одним из важных элементов при производстве промышленного весоизмерительного оборудования и систем весового контроля Кузбасского предприятия «Корпорация АСИ». Весоизмерительные системы состоят из силомоментных датчиков и электронных микросхем, которые монтируются в полости специальных массивных подрельсовых опор. После монтажа полости закрываются специальной крышкой и герметизируются при помощи лазерной сварки по контуру крышки [1].

Однако для того чтобы добиться эффективности лазерной сварки в производстве, для сварочного аппарата необходимо корректно подобрать режим сварки. Наибольшее распространение получил режим лазерной сварки импульсным излучением, который применяется в электронной и электротехнической промышленности, где сваривают угловые, нахлесточные и стыковые швы тонкостенных деталей. Хорошее качество соединений обеспечивается сваркой лазерным лучом тонких деталей (0,05...0,5 мм) с массивными. В этом случае, если свариваемые детали значительно отличаются по толщине, в процессе сварки луч смещают на массивную деталь, чем выравнивают температурное поле и достигают равномерного проплавления обеих деталей. При лазерной сварке нагрев и плавление металла происходят так быстро, что деформация тонкой кромки может не успеть произойти до того, как металл затвердеет. Это позволяет сваривать тонкую деталь с массивной внахлестку. Для этого надо, чтобы при плавлении тонкой кромки и участка массивной детали под ней образовалась общая сварочная ванна. Это можно сделать, производя сварку по кромке отверстия в тонкой детали или по ее периметру [2].

При сварке импульсным излучением малых толщин используют более мягкие режимы, обеспечивающие лишь расплавление металла в стыке деталей без перегрева его до температуры интенсивного испарения. Сварку сталей можно в этом случае выполнять без дополнительной защиты зоны нагрева, что существенно упрощает технологию.

Основные параметры режима импульсной лазерной сварки – это энергия и длительность импульсов, диаметр сфокусированного излучения, частота следо-

вания импульсов, положение фокального пятна относительно поверхности свариваемых деталей. Длительность лазерного импульса для тонких деталей составляют несколько миллисекунд [3].

Длительность импульса зависит от толщины и коэффициент теплопроводности свариваемого материала. Для герметизирующей крышки из стали марки 12Х18Н10Т, при толщине 0,5 мм, длительность импульса должна составлять 0,004 секунды. При увеличении толщины детали более 1,0 мм длительность импульса возрастает и может значительно превосходить достижимую длительность лазерных импульсов. Поэтому лазерная сварка металлов толщиной более 1,0 мм импульсным излучением затруднена [4].

Диаметр сфокусированного излучения определяет площадь нагрева и плотность мощности. При сварке диаметр изменяют от 0,05 до 1,0 мм путем расфокусировки луча. При этом фокальную плоскость, на которой сфокусированный световой пучок имеет наименьший диаметр, располагают выше или ниже поверхности свариваемых деталей. Для герметизирующей крышки толщиной 0,5 мм диаметр сфокусированного излучения должен составлять 0,8 мм, а необходимая мощность излучения лазера 200 Вт [5].

После настройки импульсного режима работы аппарата и закрытия полости герметизирующей крышкой при помощи лазера производится прихватка крышки по её краям в четырёх местах 1 расположенных друг напротив друга (рис. 1). Прихватка – это короткие сварочные швы, которые позволяют избежать деформаций и смещение детали в процессе сварки. Далее производится сварка крышки по ее периметру. Сварной шов при импульсном излучении образуется наложением сварных точек с их взаимным перекрытием на 30...90 % в зависимости от типа сварного соединения и требований к нему.

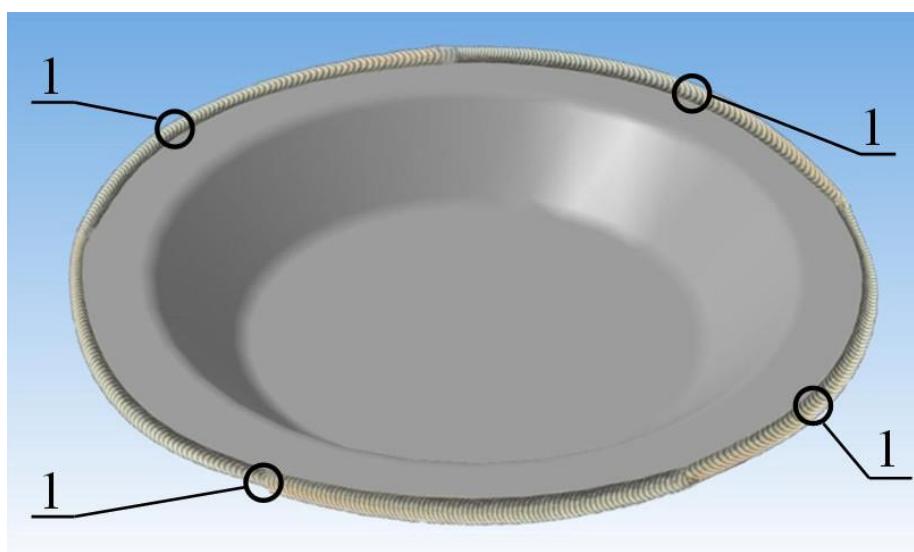


Рис. 1 Сварка герметизирующей крышки

Обеспечить данные требования к сварному шву очень сложно, поэтому для работы в режиме импульсной лазерной сварки на предприятии необходимо использовать сварочный робот.

Оптимальным с позиции соотношения «цена-качество» является использование промышленного робота компании «Fanuc». Анализ размерного ряда роботов этого фирмы позволил выбрать модель M-6iB. По своим техническим характеристикам данный робот соответствует необходимым требованиям и способен выполнить процесс лазерной сварки герметизирующей крышки. Технические характеристики этого робота и сварочного оборудования приведены в табл. 1

Таблица 1  
Технические характеристики сварочного робота Fanuc M-6iB

Название	Параметр
Наименование	Fanuc
Модель	M-6iB
Габариты, мм	1000×600×1500
Длина манипулятора, м	1,4
Использование	сварка
Режим работы лазера	импульсный
Длительность импульса, мс	0,1 – 20
Тип охлаждения	водяное охлаждение
Питание	220 В, 380 В/50 Гц
Мощность лазера, Вт	200 – 240
Длина волны лазера, нм	1064
Диаметр фокусировки, мм	0,2 – 2
Размер сварочного шва, мм	0,1 – 0,8
Точность позиционирования, мм	0,1

Сварочный роботизированный технологический комплекс лазерной сварки проектируется авторами в программном комплексе Roboguide. Этот специализированный комплекс, разработанный компанией Fanuc, выполняет симуляцию, как движений роботов Fanuc, так и технологического и вспомогательного оборудования и обеспечивает значительную экономию времени при создании новых настроек движения. Чтобы сократить время на трехмерное моделирование, модели деталей можно импортировать из ПК в виде данных САПР. Программирование робота выполняется также в этой оболочке. Результат программирования в виде управляющей программы в машинном коде легко переносится в контроллер робота.

В программе робота будут описаны все действия, движения, манипуляции, перемещения, операции, которые робот будет выполнять в определённом порядке для достижения поставленной задачи.

Roboguide является простым и удобным программным обеспечением для разработки программы по изготовлению силоизмерительных блоков промышленных железнодорожных весов «Корпорации АСИ». При помощи данной программы будет задан процесс перемещения манипулятора робота в необходимом направлении и точная настройка движения лазера по периметру герметизирующей крышки с прихваткой и сваркой. На рис. 2 показан интерфейс программного комплекса Roboguide с выбранным роботом Fanuc M-6iB

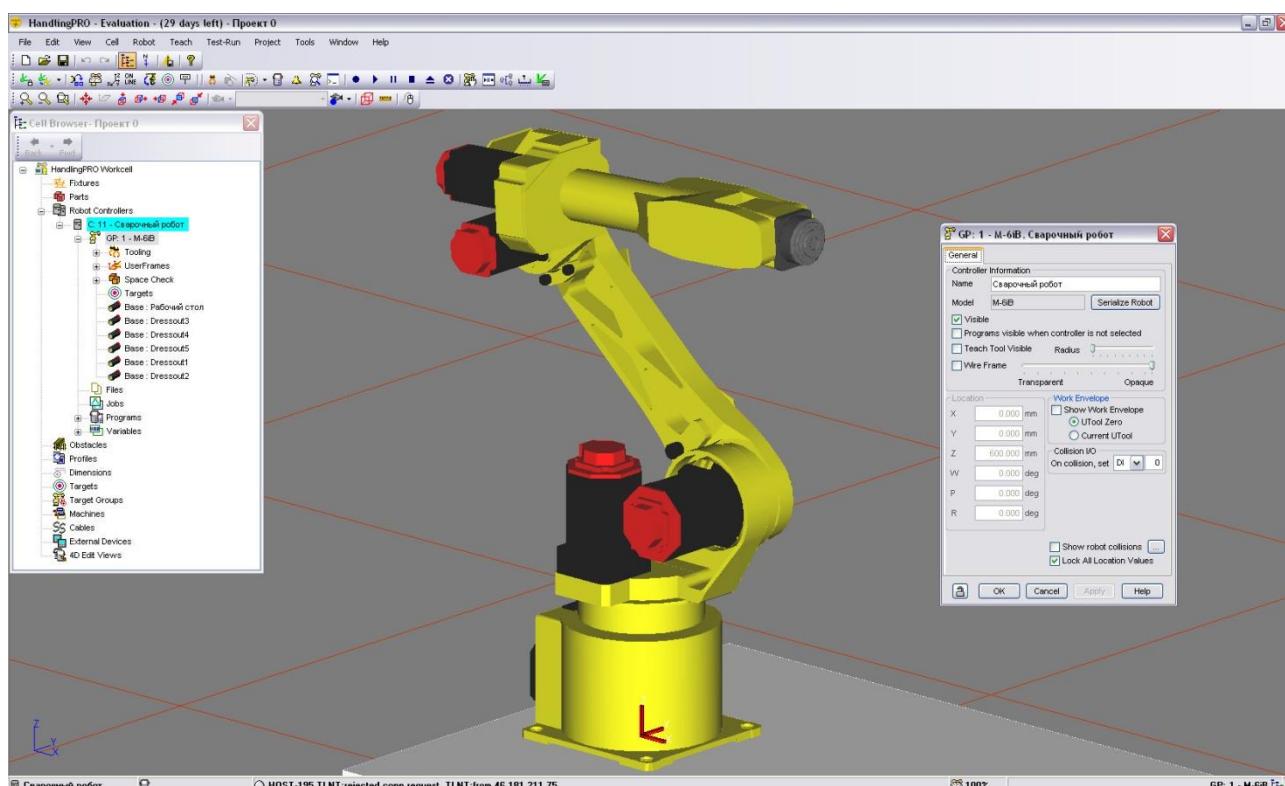


Рис. 2 Интерфейс программного комплекса Roboguide с роботом M-6iB

Предлагаемое техническое решение по использованию лазерной сварки при герметизации полостей силоизмерительного оборудования позволит кардинально решить проблему качества измерений и надёжность железнодорожных весов. Кроме этого, позволит предприятию «Корпорация АСИ» повысить экономическую и производственную эффективность.

### Список литературы:

1. Смирнов, С. А. Применение роботизированной лазерной сварки при герметизации силоизмерительных блоков промышленных железнодорожных весов // С. А. Смирнов и [др.] Россия молодая: Сб. материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. молодых учёных с междунар. участием / Кузбас. госуд. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачёва.– Кемерово, 2017. URL: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2017/RM17/pages/Articles/0305012-.pdf>
2. ГОСТ 28915-91. Сварка лазерная импульсная. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-28915-91> (дата обращения 10.03.2018).

3. Технология лазерной сварки. URL:  
[https://www.autowelding.ru/publ/1/1/tekhnologija\\_lazernoj\\_svarki/2-1-0-515](https://www.autowelding.ru/publ/1/1/tekhnologija_lazernoj_svarki/2-1-0-515) (дата обращения 10.03.2018).
4. Технологические особенности процесса лазерной сварки. URL:  
[https://studopedia.ru/4\\_20541\\_tehnologicheskie-osobennosti-protsessa-lazernoy-svarki.html](https://studopedia.ru/4_20541_tehnologicheskie-osobennosti-protsessa-lazernoy-svarki.html) (дата обращения 10.03.2018).
5. Коновалов, А. В. Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов // А.В. Коновалов, В.М. Неровный, А.С. Куркин. М., Из-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2007, 752 с.