

УДК 621.396.6-76

МИРОШНИК М.А., д.т.н. (УкрГАЖТ),

КОТУХ В.Г., к.т.н.,

ПАХОМОВ Ю.В., ассистент (Харьковский национальный университет городского хозяйства)

Исследования влияния технологических режимов импульсной лазерной сварки на надежность корпусных изделий датчиков измерения физических величин

В данной статье рассмотрено применение общей вакуумно-плотной герметизации и заполнение внутреннего объема корпуса датчика нейтральным газом или смесью газов для обеспечения надежности функционирования датчиков и предотвращения воздействия внешних факторов.

Ключевые слова: импульсная лазерная сварка; режимы сварки; надежность датчиков; корпусные изделия.

Постановка задачи

В настоящее время определяющей тенденцией в конструировании регистрирующих устройств, а именно датчиков измерения физических величин, в том числе для газового оборудования и трубопроводных систем (ГОиТС), является комплексная миниатюризация всех этих устройств.

Комплексная миниатюризация, как правило, базируется на интегральной микроэлектронике, позволяющей создавать узлы, блоки и системы различного назначения с высокой степенью функциональной сложности при условии соблюдения требуемой надежности и относительно малых размеров этих устройств. Для обеспечения надежности функционирования датчиков и предотвращения воздействия внешних факторов, таких как влажность, повышенное давление, фоновое излучение, электромагнитные помехи, а также обеспечения заданного рабочего температурного режима применяют общую вакуумно-плотную герметизацию и заполнение внутреннего объема корпуса датчика нейтральным газом или смесью газов.

Требуемая высокая надежность и долговечность датчиков в значительной мере определяется технологичностью конструкции их корпусов и качеством герметизации. При этом степень герметичности должна быть не хуже $5 \cdot 10^{-5} \text{ л} \cdot \text{мм рт.ст./с}$.

В качестве материалов для изготовления корпусов датчиков используют обычно стали 12Х18Н10Т, 36НХТЮ, титан ВТ1-0 или ковар 29НК, а требуемая герметичность обеспечивается импульсной лазерной сваркой [1].

Для проведения комплексных научно-исследовательских работ по определению оптимальных режимов герметизации корпусов датчиков импульсной лазерной сваркой в ГП НИТИП (г. Харьков) были изготовлены различные типы макетов корпусов из стали 36НХТЮ ГОСТ 10994-88, детали которых показаны на рис. 1, 2, 3. Предварительно они подвергались специальной термообработке: закалка - нагрев до температуры $950^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, выдержка - 3 часа, затем охлаждение в воде; отпуск - нагрев до температуры $650^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, выдержка - 3 часа [2].

Однако в последних исследованиях и публикациях не были решены проблемы, которым посвящается данная статья.

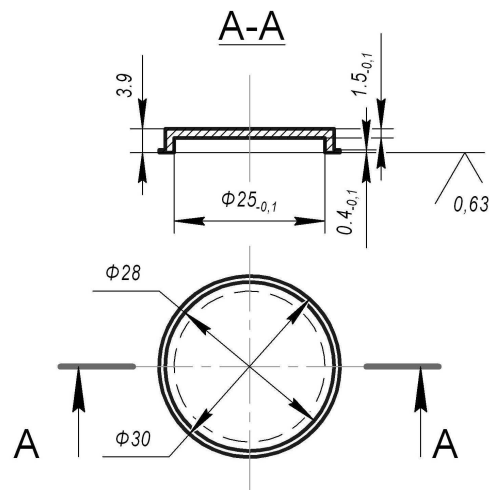


Рис.1. Крышка

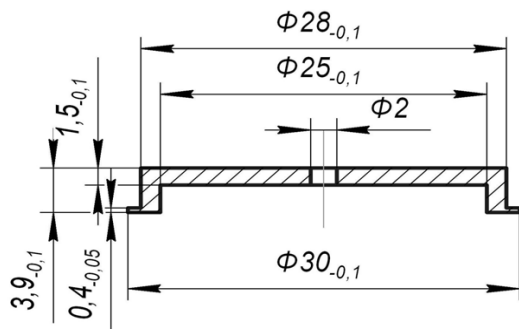


Рис.2. Крышка

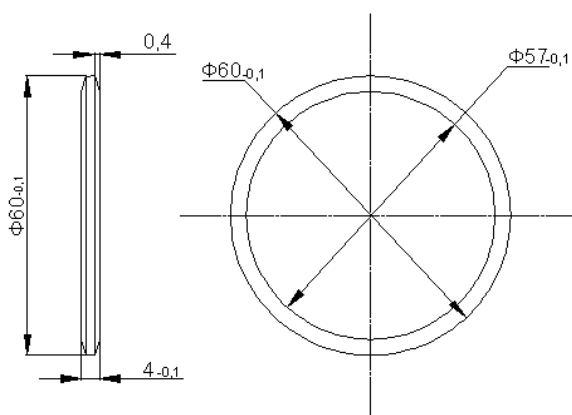


Рис. 3. Кольцо

Целью данной статьи является проведение комплексных научно-исследовательских работ для получения экспериментальных выводов о возможности качественных сварных соединений корпусов макетов датчиков из стали с помощью импульсной лазерной сварки.

Изложение основного материала исследования

Корпус макета датчика 1-го типа был выполнен в виде пустотелых крышек $\text{Ø}28$ мм, сваренных по кромкам, причем кромки крышек под сварку в сечении представляли собой прямоугольник $0,4 \times 0,5$ мм, а в одной из крышек корпуса было предусмотрено отверстие $\text{Ø}2$ мм для контроля качества сварного шва на герметичность.

Корпус макета датчика 2-го типа конструктивно был выполнен в виде двух колец $\text{Ø}60$ мм, сваренных по кромкам корпуса сечением $0,4 \times 0,5$ мм.

Работы по определению оптимальных технологических режимов импульсной лазерной сварки корпусов макетов датчиков 1-го и 2-го типа согласно разработанной методике проводились на лазерной технологической установке «Квант-15» с помощью специально разработанного приспособления, обеспечивающего сварку кольцевых швов этих корпусов.

Конструкция приспособления приведена на рис.4.

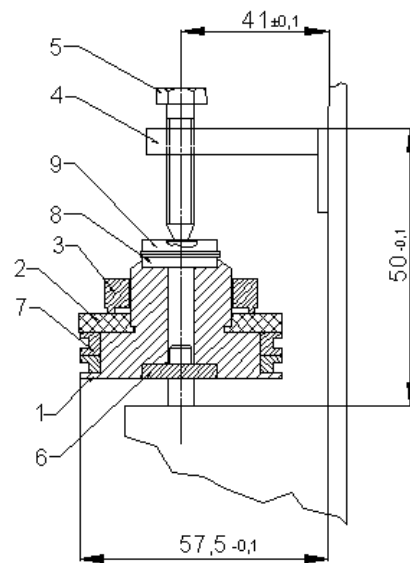


Рис. 4. Конструкция устройства для лазерной сварки кольцевых швов корпусов датчиков на установке «Квант-15»: 1-корпус; 2- шайба; 3- гайка; 4- кронштейн; 5- болт; 6- пружина; 7- кольцо; 8- крышка; 9- крышка; 10- привод (условно не показан)

Приспособление устанавливалось на шестерне стандартного привода подвижного координатного стола установки «Квант-15» и функционировало следующим образом: в корпус 1 приспособления помещали крышки 8 и 9, причем зазор между кромками крышек обеспечивался болтом 5 с шариком и не превышал $0,05$ мм.

Для сварки корпусов макетов датчиков 2-го типа на посадочное место корпуса 1 устанавливались свариваемые кольца 7 макета датчика. С помощью гайки 3 через шайбу 2 вышеуказанные кольца сжимались, обеспечивая зазор не более $0,05$ мм. Приспособление вместе с размещенными на нем корпусами макетов датчиков приводилось во вращение с помощью стандартного привода установки «Квант-15» с обеспечением необходимой для сварки скорости. Совмещение оси лазерного луча со свариваемыми кромками корпусов макетов датчиков, а также регулировка фокусного расстояния осуществлялась подвижным координатным столиком установки «Квант-15».

Подбор оптимальных режимов импульсной лазерной сварки производился по действующей технологии на лазерной установке «Квант-15» в защитной среде аргона - марки А ГОСТ 10157-93 при следующих постоянных параметрах: емкость накопителя, мкФ 2400; частота излучения, Гц 8-10; Длительность излучения, мС 3-4; фокусное расстояние, мм 100; расход аргона, л/мин 7; качество швов проверялось визуально с помощью микроскопа МБС-2, а герметичность - течеискателем ПТИ-10.

Визуальный осмотр качества шва после сварки показал, что его поверхность слегка чешуйчатой формы, имеет чистый металлический блеск, что свидетельствует об удовлетворительной защите шва инертным газом и достаточном перекрытии сварных точек. На поверхности шва отсутствуют окислы, трещины, непровары, раковины и др. дефекты.

Для проверки на герметичность корпуса макетов датчиков устанавливались в приспособление, которое подсоединялось к течеискателю ПТИ-10 и при достижении разрежения $8 \cdot 10^{-2}$ мм. рт. ст они с наружной стороны обдувались гелием.

Результаты проведенных исследований приведены в табл.1. В процессе контроля герметичности корпусов макетов датчиков течей не обнаружено.

Таблица 1

Тип корпуса датчика	№ корп. датч.	Напряж. на накопителе, В	Скор. сварки, мм/мин	Параметр светового пятна в ед. по лимбу	Примечания
1	1	550	100	11	Ширина шва больше нормы (толщ. кромок), недостаточная глубина провара (до 0,3 мм) Шов соответствует норме То же
	2	500	80	8	
	3	650	100	10	
	4	600	120	8	
	5	650	100	12	Ширина шва больше нормы Шов соответствует норме То же
	6	700	120	11	
	7	600	100	10	
	8	700	120	14	
2	1	500	80	8	Недостаточная глубина провара Шов соответствует норме То же
	2	600	120	11	
	3	550	100	10	

Выводы из данного исследования

Таким образом, в процессе проведения комплексных научно-исследовательских работ экспериментально установлена возможность получения качественных сварных соединений корпусов макетов датчиков из стали 36НХТЮ с помощью импульсной лазерной сварки. Кроме того, с использованием корпусов макетов датчиков, выполненных из стали 36НХТЮ, имеющих толщины свариваемых кромок 0,4 мм и высоту 0,5 мм, установлены ниже следующие оптимальные технологические режимы лазерной сварки на установке «Квант-15»: напряжение накопителя, В 600-70; скорость сварки, мм/мин 80-120; диаметр светового пятна, мм 0,7-0,8; длительность импульса, мс 4; частота импульсов, Гц 10.

Следует сказать также, что при проведении импульсной лазерной сварки необходимо использовать объективы с фокусным расстоянием 100 мм с подачей в зону сварки аргона (4-7 л/мин).

Литература

1. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справ / Н.Н. Ракалин, А.А. Углов, И.В.Зуев, А.Н. Кокора. М.: Машиностроение, 1985, 496с.
2. Котух В.Г. Экспериментальные исследования технологических режимов герметизации корпусов микроблоков радиоэлектронной аппаратуры / Технология приборостроения. 1988, №1, с. 27-30.

Мірошник М.А., Котух В.Г., Пахомов Ю.В. Дослідження впливу технологічних режимів імпульсного лазерного зварювання на надійність корпусних виробів датчиків вимірювання фізичних величин. У статті описується використання загальної вакуумно-щільної герметизації та заповнення внутрішнього об'єму корпусу датчика нейтральним газом або сумішшю газів для забезпечення надійності функціонування датчиків та запобігання впливу зовнішніх факторів.

Ключові слова: імпульсна лазерна зварка; режими зварювання; надійність датчиків; корпусні вироби.

Miroschnik M., Kotuh V., Pakhomov Y. Studies of the effect of technological modes of pulsed laser welding on the reliability of the case products of sensors for measuring physical quantities. This article discusses the application of the general vacuum-tight sealing and filling of volume of the internal sensor housing with inert gas or gas mixture to ensure the reliability of the sensors and prevent the effects of external factors.

Key words: pulsed laser welding, welding conditions, the reliability of the sensors; case products.

Рецензент Листровой С.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры СКС (УкрГАЖТ)

Поступила 17.10.2013г.