

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ГЕРМЕТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОРПУСОВ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Вступление

Определяющей тенденцией в конструировании современной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) является комплексная миниатюризация всех ее устройств, включая датчики. Комплексная миниатюризация в основном 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 этой аппаратуры. Для обеспечения надежности функционирования изделий РЭА 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 [1].

Требуемая высокая надежность и долговечность изделий РЭА в значительной мере определяется технологичностью конструкции корпусов датчиков и качеством их герметизации. При этом степень герметичности должна быть не хуже $5 \cdot 10^{-5}$ л*мкм рт.см/с., в качестве материалов для изготовления корпусов датчиков используют стали 12Х18Н10Т, 36НХТЮ, титан ВТ1-0 или ковар 29НК, а требуемая герметичность обеспечивается импульсной лазерной сваркой [2].

Описание лабораторной установки и методики проведения исследований

Для проведения комплексных научно-исследовательских работ по определению оптимальных режимов герметизации корпусов датчиков лазерной сваркой в ГП НИЦНТМТ (г.Харьков) были изготовлены различные типы макетов корпусов из стали 36НХТЮ ГОСТ 10994-88, детали которых показаны на рис. 1–3. 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 [3].

Корпус макета датчика 1 типа был выполнен в виде пустотелых крышек $\text{Ø}25$ 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.

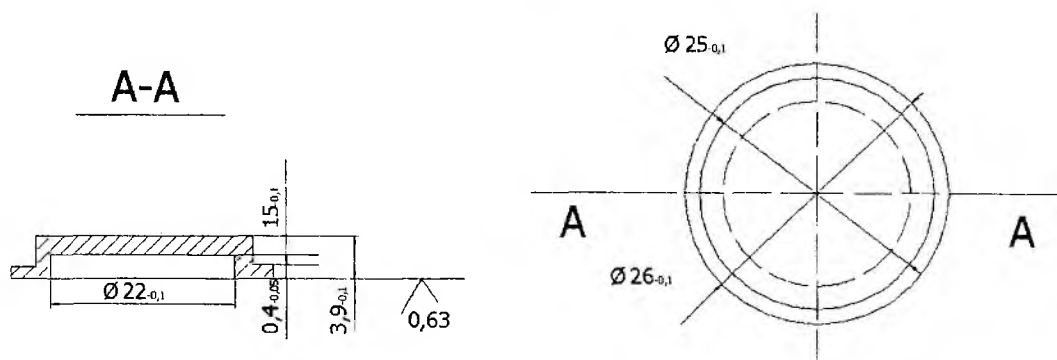


Рис. 1. Крышка

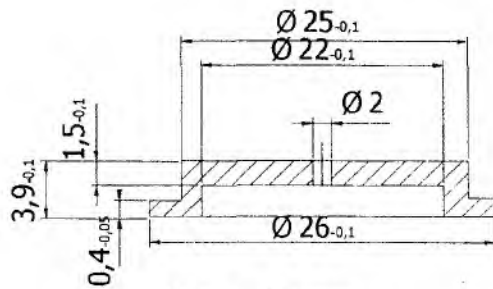


Рис. 2. Крышка

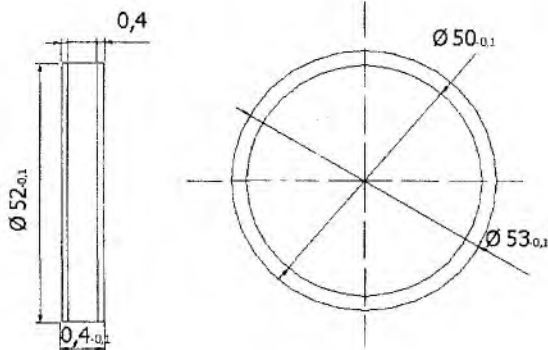


Рис. 3. Кольцо

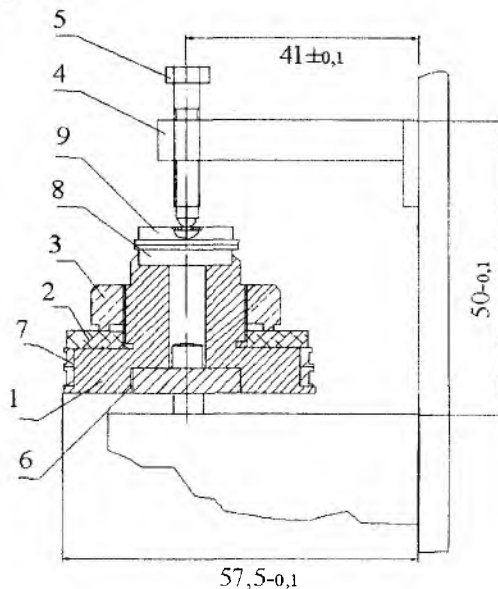


Рис. 4. Конструкция устройства для лазерной сварки кольцевых швов корпусов ДА на установке «Квант-15»

Корпус макета датчика 2 типа конструктивно был выполнен в виде двух колец $\text{Ø}52$ мм, сваренных по кромкам корпуса сечением $0,4 \times 0,5$ мм.

Работы по определению оптимальных технологических режимов лазерной сварки корпусов макетов датчиков 1 и 2 типа согласно разработанной методике проводились на лазерной технологической установке «Квант-15» с помощью специального приспособления, обеспечивающего сварку кольцевых швов корпусов макетов датчиков. Конструкция приспособления приведена на рис. 4, где 1 – корпус; 2 – шайба; 3 – гайка; 4 – кронштейн; 5 – болт; 6 – пружина; 7 – кольцо; 8 – крышка; 9 – крышка; 10 – привод.

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 типа на посадочное место корпуса 1 устанавливались свариваемые кольца 7 макета датчика. С помощью гайки 3 через шайбу 2 указанные кольца сжимались, обеспечивая зазор не более $0,05$ мм. Приспособление вместе с размещенными на нем корпусами макетов датчиков приводилось во вращении 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 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.....	10
Длительность излучения, мС.....	4
Фокусное расстояние, мм.....	100
Расход аргона, л/мин.....	6

Качество швов проверялось визуально с помощью микроскопа МБС-2, а герметичность – телеискателем 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 другие дефекты.

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

Результаты исследований приведены в таблице.

В процессе контроля герметичности корпусов макетов датчиков течей не обнаружено.

Тип корпуса датчика	Номер корпуса датчика	Напряжение на накопителе, В	Скорость сварки, мм/мин	Параметр светового пятна в ед. по лимбу	Примечание
1	1	580	120	11	Ширина шва больше нормы (толщина кромок) Недостаточная глубина провара 0,2-0,3 мм Шов соответствует норме То же Ширина шва больше нормы Шов соответствует норме То же Шов больше нормы по ширине и глубине провара То же
	2	500	80	8	
	3	650	100	10	
	4	600	120	8	
	5	700	120	12	
	6	700	120	14	
	7	600	120	8	
	8	600	120	8	
	9	700	120	16	
	10	700	120	16	
2	1	500	80	8	Недостаточная глубина провара Шов соответствует норме То же -
	2	600	120	11	
	3	550	100	8	
	4	550	80	4	

Выводы

1. В процессе проведения комплексных научно-исследовательских работ экспериментально установлена возможность получения качественных сварных соединений корпусов макетов датчиков стали 36НХТЮ с помощью импульсной лазерной сварки.

2. С использованием корпусов макетов датчиков, выполненных из стали 36НХТЮ, имеющих толщины свариваемых кромок 0,4 мм и высоту 0,5 мм, установлены оптимальные технологические режимы лазерной сварки на установке «Квант-15»:

- напряжение накопителя, В 600-650
- скорость сварки, мм/мин 100-120
- диаметр светового пятна, мм 0,7-0,8
- длительность импульса, мс 4
- частота импульсов, Гц 10

3. При проведении импульсной лазерной сварки необходимо использовать объективы с фокусным расстоянием 100 мм с подачей в зону сварки аргона (4-6 л/мин)

Список литературы 1. Львович Я.Е., Фролов В.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности РЭА. М.: Радио и связь, 1986. 192с. 2. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник / Н.Н. Ракалин, А.А. Углов, И.В. Зуев, А.Н. Кокора. М.: Машиностроение, 1985. 496 с 3. Котух В.Г. Экспериментальные исследования технологических режимов герметизации корпусов микроблоков радиоэлектронной аппаратуры // Технология приборостроения. 1998. №1. С. 27-30.

*Харьковский национальный
университет радиоэлектроники,
ГП НИЦНТМТ (г. Харьков)*

Поступила в редколлегию 05.09.2009