

*Секция 3*  
*Развитие газотранспортной системы Украины*

**ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ  
ГЕРМЕТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ДАТЧИКОВ  
ДЛЯ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ**

И.И. Капцов, д.т.н., В.Г. Котух, к.т.н., Ю.В. Пахомов, М.А. Мирошник\*,  
д.т.н.

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени  
А.Н. Бекетова ул. Революции, 12, 61002, г. Харьков, Украина*

*\*Украинская государственная академия железнодорожного транспорта  
(УкрГАЗТ) ул. Фейербаха, 7, 61002, г. Харьков, Украина*

Определяющей тенденцией в конструировании регистрирующих устройств для газового оборудования и трубопроводных систем (ГОиТС) является комплексная миниатюризация всех устройств, включая и 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 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 регистрирующих устройств 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.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.

Для проведения комплексных научно-исследовательских работ по определению оптимальных режимов герметизации корпусов датчиков лазерной сваркой в ЧАО «Энергоучет» (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].

Корпус макета датчика 1-го типа был выполнен в виде пустотелых крышек  $\varnothing 25$  мм, сваренных по кромкам, причем кромки крышек под сварку в

сечении представляли собой прямоугольник 0,4\*0,5 мм, а в одной из крышек корпуса было предусмотрено отверстие Ø2 мм для контроля качества сварного шва на герметичность.

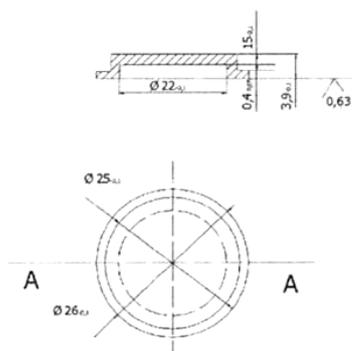


Рис. 1. Крышка

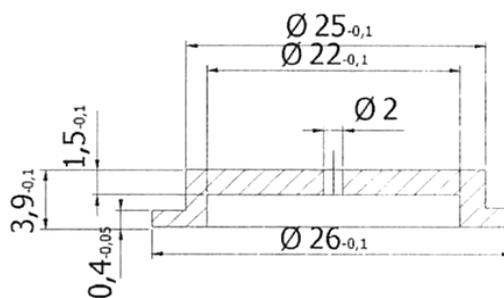


Рис. 2. Крышка

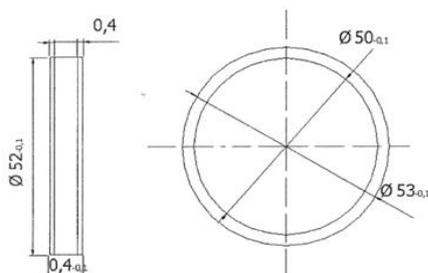


Рис.3. Кольцо

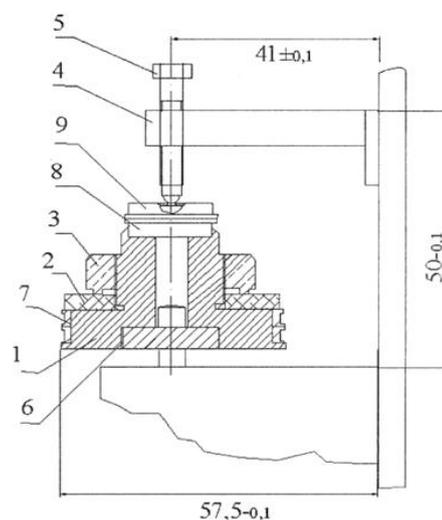


Рис.4 Конструкция устройства для лазерной сварки кольцевых швов корпусов ДА на установке «Квант-15»

Корпус макета датчика 2-го типа конструктивно был выполнен в виде двух колец Ø52 мм, сваренных по кромкам корпуса сечением 0,4\*0,5 мм.

Работы по определению оптимальных технологических режимов лазерной сварки корпусов макетов датчиков 1-го и 2-го 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 0,05мм.

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 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 - 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,	Скор. сварки, мм/мин	Параметр светового пятна в ед.	Примечания

		<i>B</i>		по лимбу	
1	1	580	120	11	Ширина шва больше нормы (толщ. кромок), недостаточ. глуб. провара (0,2-0,3 мм) Шов соответствует норме То же Ширина шва больше нормы Шов соответствует норме То же Шов больше нормы по шир. 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	

1. 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.

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

- напряжение накопителя, *B* 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)