



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1311881 A1

(5D) 4 В 23 К 3/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3856732/31-27

(22) 20.02.85

(46) 23.05.87. Бюл. № 19

(71) Белорусский политехнический институт

(72) В.К.Станишевский, А.А.Кособуцкий, А.Э.Паршутто, В.А.Крапивницкий и В.Л.Ланин

(53) 621.791.3(088.8)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПАЙКИ ТРУБ

(57) Изобретение касается пайки, в частности устройств для ультразвуковой пайки труб. Целью изобретения является увеличение производительности и повышение качества паяных соединений. В устройстве ванночка с припоем выполнена разъемной, одна

половина ее жестко связана с волноводом, а другая - с отражателем и образует при смыкании единую акустическую систему. Центр ванночки находится на расстоянии,  $\lambda/4$  от плоскости отражателя. Возбуждаемые упругие механические колебания в единой акустической системе образуют с помощью отражателя в режиме стоячей волны пучность колебаний в зоне пайки трубного соединения. Благодаря разъемному выполнению ванночки повышается производительность труда при пайке труб за счет облегчения процесса сборки труб и съема их после пайки. Режим стоячей волны обеспечивается при размещении центра ванночки на расстоянии  $\lambda/4$  от плоскости отражателя. 2 ил, 1 табл.

(19) SU (11) 1311881 A1

Изобретение относится к области пайки, в частности к пайке трубных соединений, и может быть использовано в холодильной, газовой промышленности, а также в приборостроении и машино-

строении. Цель изобретения - увеличение производительности и повышение качества паяных соединений.

На фиг. 1 показана схема устройства; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1.

Устройство включает отражатель 1, полуформы 2, жестко соединенные с волноводом 3. В свою очередь волновод соединен через акустический трансформатор 4 с преобразователем ультразвуковых колебаний 5 магнитоотрицательного типа. Паяемые участки труб 6 фиксируются оправкой в строго вертикальном положении.

Устройство для ультразвуковой пайки труб работает следующим образом.

Спаиваемые участки труб фиксируются оправкой вертикально, в зону соединения наносится кольцо дозированного припоя. Внутренние элементы трубного соединения обжимаются оправкой без зазора при смыкании полуформ, при этом между наружной поверхностью расширенного участка трубы и внутренней поверхностью образуется замкнутая ванночка, которую после расплавления заполняет припой 7. От источника ультразвуковых колебаний - генератора - электрические колебания ультразвуковой частоты подаются на магнитоотрицательный преобразователь. Возбуждаемые преобразователем упругие механические колебания в единой акустической системе образуют с помощью отражателя в режиме стоячей волны пучность колебаний в зоне пайки трубного соединения. Под действием интенсивных ультразвуковых колебаний припой смачивает соединяемые поверхности и образует паяный шов. Для пайки используется полностью все количество дозируемого припоя, что устраняет потери припоя в процессе пайки.

Благодаря разъемному исполнению ванночки повышается производительность труда при пайке труб за счет облегчения процесса сборки труб и съемки их после пайки. При смыкании полуформ ванночки создается надежный акустический контакт между наружной поверхностью соединяемых труб и внутренней поверхностью полуформ, а так-

же образуется замкнутая полость для жидкого припоя, которая препятствует вытеканию дозированной навески припоя в виде кольца из зоны соединения. Нагрев припоя до расплавления и участков трубного соединения до температуры пайки осуществляется любым известным способом: ИК-нагревом, токами ВЧ или газопламенным нагревом. Наличие отражателя, закрепленного жестко на расстоянии  $\lambda/4$  от спаиваемых деталей, образует режим стоячей волны в единой акустической системе, включающей преобразователь, волновод, ванночку и отражатель. При этом в геометрическом центре ванночки, являющейся зоной пайки трубного соединения, образуется пучность ультразвуковых колебаний, что повышает качество ультразвуковой пайки труб, способствует более полному заполнению припоем зазора между деталями.

Проведенные испытания показали высокую эффективность устройства. При использовании в качестве источника ультразвуковых колебаний генератора мощностью 400 Вт и магнитоотрицательного преобразователя с резонансной частотой  $22 \pm 0,5$  кГц и при температуре пайки 633-653 К оловянно-цинковым припоем время воздействия ультразвуковых колебаний 15-20 с. Извлечение спаянного трубного соединения из оправки осуществлялось после его принудительного охлаждения до 373 К, что гарантировало прочность и герметичность паяного шва.

На устройстве выполнялись соединения алюминиевой трубки диаметром 8,0 мм с медной трубкой теплообменника холодильного агрегата бытового холодильника "Минск-16". Спаиваемые концы труб фиксировались в ванночке устройства, в зону пайки вносилось дозированное количество припоя массой 50 г.

В качестве источника ультразвуковых колебаний использовался генератор 1,5 кВт, с которого напряжение подавалось на магнитоотрицательный преобразователь с резонансной частотой  $22 \pm 0,5$  кГц.

После смыкания полуформ ванночки, соединенных с волноводом и отражателем, осуществлялся нагрев ванночки газовой горелкой до температуры  $360 \pm 10^\circ\text{C}$ . Температура в зоне пайки

измерялась с помощью термопары, соединенной с прибором М303К.

Длительность воздействия ультразвуковых колебаний составляла 25 с. Готовое соединение извлекалось из ванночки путем ее размыкания при 100-120°C.

Полученные паяные соединения испытывались на механическую прочность и герметичность.

Испытания на разрыв паяных образцов труб осуществляли на разрывной машине Р-0,5 при скорости движения захвата 20 мм/мин.

Для проверки на герметичность конца алюминиевых труб заваривались аргонодуговой сваркой, а на медные насаживались специальные муфты для вакуумирования и заправки фреоном. После заправки фреоном образцы погружались в ванну с теплой водой для определения негерметичности по выделению пузырьков, а при их отсутствии проверка производилась теческательем.

Результаты испытаний устройства в зависимости от расстояния от геометрического центра ванночки до плоскости отражателя представлены в таблице.

Расчет длины волны ультразвуковых колебаний проводился для отражателя и полуформы ванночки, изготовленных из нержавеющей стали и имеющих скорость распространения УЗ колебаний  $5,17 \cdot 10^3$  м/с на частоте 22 кГц.

Анализ результатов испытаний, представленных в таблице, показывает, что при расстояниях от геометрического центра ванночки до плоскости отражателя меньших  $\lambda/4$ , механическая прочность соединений уменьшается ввиду рассогласования единой акустической системы устройства и смещения лучнос-

ти колебаний от центра ванночки, где происходит пайка. Герметичность соединений при этом сохраняется.

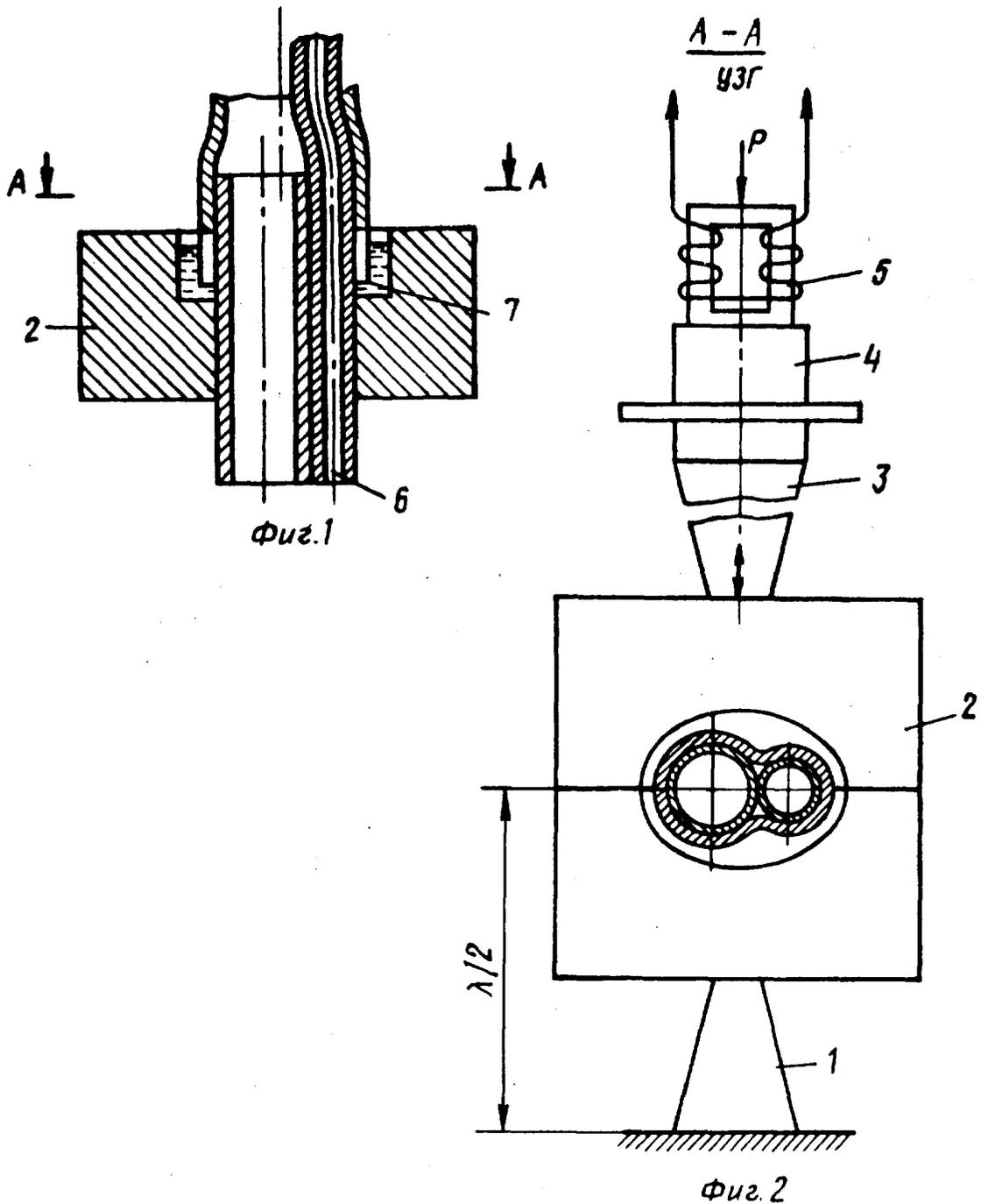
При расстояниях, больших  $\lambda/4$ , в системе нарушается режим стоячей волны вследствие неполного отражения волны от плоскости отражателя, что приводит к уменьшению амплитуды колебаний в центре ванночки, и как следствие, к снижению прочности соединений и потери герметичности за счет ухудшения смачивания припоем поверхностей труб и неполному заполнению зазоров припоем.

Технико-экономический эффект с предлагаемого изобретения заключается в увеличении производительности труда в 1,5-1,6 раза при изготовлении многотрубных соединений за счет исключения операции сварки и сокращения доли ручного труда, а также в повышении качества паяных соединений.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для ультразвуковой пайки труб, содержащее преобразователь ультразвуковых колебаний, трансформатор упругих колебаний, волновод, ванночку и отражатель, отличающееся тем, что, с целью увеличения производительности и повышения качества паяных соединений, ванночка выполнена разъемной, одна ее половина жестко связана с волноводом, а другая - с отражателем, образуя при смыкании единую акустическую систему, при этом центр ванночки находится на расстоянии, равном  $\lambda/4$ , от плоскости отражателя, где  $\lambda$  - длина ультразвуковой волны.

Расстояние от центра оправки до плоскости отражателя, мм	Прочность паяного соединения				Качественные показатели
	1	2	3	Среднее	
$\lambda/8$ (29,4)	210	221	217	216	Все соединения герметичны, разрыв по месту пайки
$\lambda/4$ (58,7)	254	258	260	257,3	Все соединения герметичны, разрыв по алюминиевой трубке
$\lambda/2$ (117,5)	180	178	195	184,3	Незначительная утечка фреона, разрыв по месту пайки



Составитель Л.Абросимова

Редактор С.Патрушева

Техред А.Кравчук

Корректор М.Демчик

Заказ 1921/13

Тираж 976

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г.Ужгород, ул.Проектная, 4