

К. т. н. В. В. ДАНИЛОВ

Украина, г. Донецк, НИИ комплексной автоматизации

Дата поступления в редакцию  
06.07 1999 г.

Оппоненты к. ф.-м. н. В. В. СТУПАКОВ,  
к. т. н. А. А. МЕРЖВИНСКИЙ

## УСТАНОВКА ДИФФУЗИОННОЙ ТЕРМОКОМПРЕССИОННОЙ СВАРКИ

*Исключение влияния испаряемых материалов на работоспособность узлов установки позволило повысить производительность процесса в целом.*

*Excluding influence of evaporated materials on capacity for work of plant units allows to raise the process productivity as a whole.*

Одной из основных технологических операций изготовления акустооптической ячейки, базового элемента акустооптических устройств управления лазерным пучком, является соединение электроакустического преобразователя (ЭАП) со светозвукопроводом (СЗП). В качестве ЭАП на частотах до 400 МГц используются пластины пьезокристаллов (ПП). Кроме известных [1] способов крепления ПП и СЗП в прикладном акустооптическом приборостроении широко используется диффузионная термокомпрессионная сварка.

Техническая реализация устройств, предназначенных для такой сварки, предлагалась, например, в [2, 3]. Вместе с тем все известные технические решения не предусматривают защиту элементов функциональных узлов устройства от действия испаряемых материалов, приводящего к росту числа производственных операций, связанных с обслуживанием и переналадкой установки в целом.

Предлагаемая установка содержит откачивающую и гидравлическую подсистемы, стойку контрольно-

измерительного оборудования и вакуумную камеру серийной установки напыления УВН-74П-3, где вместо демонтированной карусели подложек (см. **рис. 1**) непосредственно на опорной плите 5 собрано устройство диффузионной термокомпрессионной сварки (**рис. 2**), содержащее пневмопривод, узлы напыления, позиционирования, стыковки ПП и СЗП.

Пневмопривод 3 имеет патрубки 1 и 2, посредством подачи сжатого воздуха в которые осуществляется подъем и опускание штока 18. Шток 18 представляет собой единое целое с поршнем, расположенным в пневмоцилиндре пневмопривода 3. Уплотнение поршня в пневмоцилиндре осуществлено посредством двух манжет (80×65-2, ГОСТ 6969—54). Внутренняя поверхность пневмоцилиндра полированная. Ввод штока 18 в вакуумную камеру выполнен в соответствии с рекомендациями работы [4, с. 141], где полированная поверхность штока контактирует с уплотнительными втулками на основе фторопласта (Ф-4.60, ТУ 6-05-810—76). Поджим штока с целью вакуумного уплотнения штока осуществляется кольцом 19. Подача воздуха в патрубков 2 (подъем штока) или в 1 (опускание штока) осуществляется с помощью электромеханического двунаправленного вентиля, штатной принадлежности УВН-74П-3. Между патрубком 2 и одним из выходов вентиля размещается датчик измерителя давления, цифровой индикатор которого выведен на табло 20.

Узел напыления смонтирован на несущих стойках 6 и двух полудисках 9, которые содержат четыре диаметрально противоположных (под углом 90°) проточки, в которых в экранах 10 на изоляторах размещены нагреватели-испа-

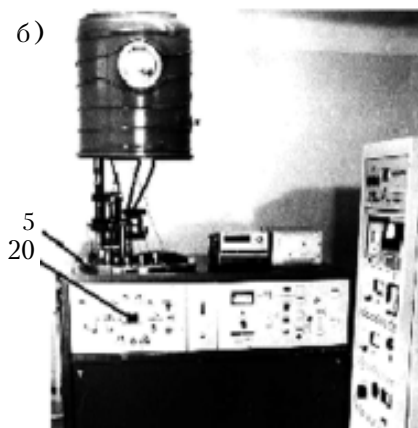
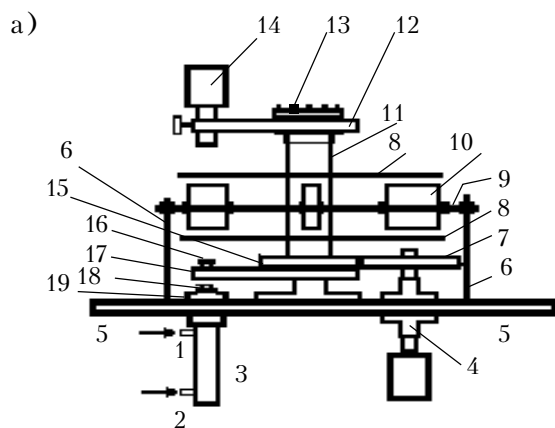


Рис. 1. Установка диффузионной термокомпрессионной сварки

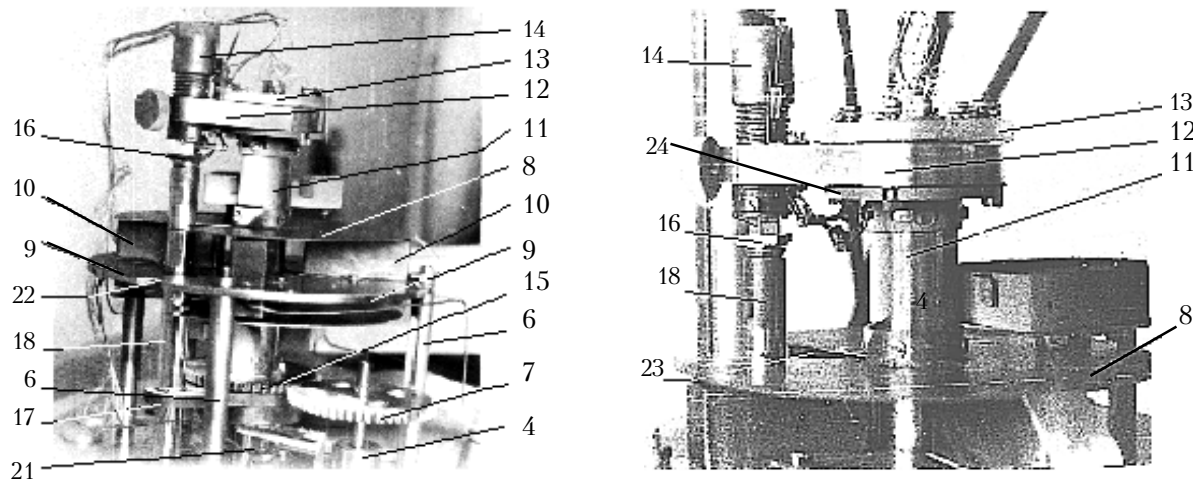


Рис. 2. Устройство диффузионной термокомпрессионной сварки

рители, питание которых осуществлено через токовводы 21. Защитные экраны 10 установлены сверху и внизу относительно проточек. Отверстие 22 между полудискарами 9 обеспечивает беспрепятственный подъем штока 18.

В состав узла *позиционирования* входит вакуумный ввод вращения 4, на ось которого, размещенную в вакуумной камере, надета шестерня 7. Другая его часть (под плитой 5) соединена с электродвигателем РД-09 (редукция 1:125). Шестерня 7 сцеплена с шестерней 15, несущей опоры карусели 11. Два подшипника карусели прикрыты (для предотвращения попадания распыляемых материалов): верхний — крышкой 13, столиком 12 и крышкой 24, нижний — столиком 17. Две диафрагмы 8 имеют секторальные вырезы 23, предназначенные для попадания продуктов испарения только на ПП и СЗП. Датчики местоположения столиков 17 и 12 карусели 11 находятся под крышкой 13.

*Стыковочный* узел состоит из двух модулей, верхнего 14 и нижнего 16. Верхний модуль содержит тарированную пружину и опирающийся на нее держатель СЗП; для регулировки его положения по высоте он поджат соответствующим винтом. В состав модуля 14 входит также датчик давления, цифровая индикация которого выведена на табло 20. Нижний стыковочный модуль 16 размещен на столике 17 и представляет собой держатель пластин ПП, отцентрированный на столике 17 специальной магнитной защелкой.

Процесс диффузионной термокомпрессионной сварки состоит в следующем. Образец светозвукопровода закрепляют в держателе модуля 14. Пластина пьезопреобразователя укладывается на поверхности модуля 16. Исходное положение штока 18 показано на рис. 1, а. Колпак камеры (см. рис. 1, б) опускается и камера с помощью откачивающей системы вакуумируется до давления  $10^{-6}$  мм рт. ст. Образцы СЗП и ПП в модулях 14 и 16, разнесенные на позиционере по вертикали (как показано на рис. 1, а), перемещаются по кругу и последовательно фиксируются над нагревателями-испарителями (предусмотрено 4 шт.) и следующими за ними технологическими промежуточками (4 шт.). В позициях над нагревателем-испарителем происходит прогрев ПП и

СЗП и термическое напыление промежуточных и связующего слоев (например,  $\text{Cr}-\text{Cu}$  и  $\text{In}$ , соответственно). Возможные комбинации материалов промежуточных и связующего слоев рассмотрены в [1].

Затем позиционер подводит модули 14 и 16, содержащие СЗП и ПП, к штоку 18 пневмоцилиндра 3. Шток, перемещаясь по вертикали, подводит СЗП и ПП друг к другу и сжимает их между собой. Используемая установка УВН-74П-3 позволяет реализовать как холодную диффузионную [5], так и термокомпрессионную сварку.

В зависимости от материалов СЗП и ПП усилие, создаваемое штоком при их сжатии, может быть в диапазоне 50...400 Н, температура прогрева образцов — 75...200°C. Время напыления, усилие при сжатии ПП и СЗП, расположение модулей 14 и 16 под колпаком над определенными нагревателями-испарителями контролируются цифровым табло 20. Толщина напыляемых промежуточных и связующего слоев контролируется измерителем КИТ-1.

Представленная установка диффузионной термокомпрессионной сварки была разработана и создана в Донецком НИИ комплексной автоматизации для реализации акустооптических ячеек управления лазерными пучками и эксплуатируется более 8 лет. При изготовлении лазерного модуляционного устройства, описанного в [6], слой хрома составлял толщину 600...800 Å, слой меди — 0,3 мкм, слой индия — 1,5 мкм. Температура СЗП и ПП при напылении хрома и меди примерно равна 200°C, при напылении индия — 60°C. Давление, под которым сжимали свариваемые СЗП и ПП, составляло 20 кгс/см<sup>2</sup>. В сжатом состоянии эти детали в вакууме подвергали нагреву до 155°C со скоростью примерно 85—100°C/ч. Время выдержки при данной температуре составляло 7—10 мин. Скорость охлаждения сваренных ПП и СЗП до комнатной температуры — 50°C/ч.

После сварки ПП и СЗП производится шлифовка пластины пьезопреобразователя до толщины, определяемой выражением  $d=v/(2f)$ , где  $d$  — толщина ПП,  $v$  — скорость упругой волны в пластине пьезопреобразователя,  $f$  — резонансная частота

электроакустического преобразователя. Контроль резонансной частоты проводится по методу, предложенному в [7, с. 71].

\*\*\*

Предложенное техническое решение установки диффузионной термокомпрессионной сварки, основной особенностью которой является исключение влияния испаряемых материалов на работоспособность ее узлов, позволило повысить производительность процесса в целом. Разработанные технологические режимы сварки позволили реализовать более сотни акустооптических ячеек управления лазерным пучком для оптических систем различного назначения.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Larson J. D., Winslow D. K. Ultrasonically welded piezoelectric transducers // IEEE trans. on sonics and ultrasonics. — 1971. — Vol. SU-18, N 3. — P. 142—151.

2. Азаматов З. Т., Мамаджанов Ф. Д., Расулов Х. Х. и др. Устройство для диффузионной сварки пьезоэлектрических преобразователей акустооптических устройств // ПТЭ. — 1993. — № 4. — С. 213—218.

3. Бондаренко В. С., Зоренко В. П., Чкалова В. В. Акустооптические модуляторы света. — М.: Радио и связь, 1988.

4. Сенченков А. П. Техника физического эксперимента. — М.: Энергоатомиздат, 1983.

5. Белик Т. В., Данилов В. В., Роганов Л. М. и др. Устройство диффузионной сварки в вакууме // ПТЭ. — 1993. — № 6. — С. 245—246.

6. Белик Т. В., Данилов В. В., Деркаченко Е. В. и др. Лазерное модуляционное устройство // Там же. — 1992. — № 4. — С. 236—237.

7. Гусев О. Б., Клудзин В. В. Акустооптические измерения. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1987.

# Радио хобби



**Самый схемотехнический журнал СНГ**

*Издается с января 1998 года коллективом известных авторов*

*совместно с Лигой радиолюбителей Украины*

*Главный редактор Николай Сухов*

#### Тематика

- ✓ любительская и профессиональная связь
- ✓ аудиотехника ламповая и транзисторная, Hi-Fi и High-End
- ✓ телевидение
- ✓ микроконтроллеры, автоматика
- ✓ автомобильная электроника
- ✓ ремонт, обмен опытом
- ✓ новые электронные компоненты, техника и технология
- ✓ измерительная техника
- ✓ компьютеры, ИНТЕРНЕТ, ФидоНет в радиолюбительской и инженерной практике
- ✓ схемотехнический дайджест из двух десятков зарубежных журналов

**С апреля 1999 года объем журнала 64 стр., тираж 8000 экз., распространение преимущественно по подписке в любом почтовом отделении:**

**в Украине** — по каталогу «Укрпочты», индекс **74221**

**в России** и других странах СНГ, а также Прибалтике — по каталогу «Роспечати», индекс **45955**

в странах дальнего зарубежья — по каталогу «Russian Newspapers & Magazines» агентства «Роспечать»

**ИНТЕРНЕТ-сайт** журнала <http://radiohobby.da.ru>, по данным рейтинговых систем Rambler, Ping, Aport, 1000 Stars и др., является самым популярным среди всех технических изданий как Украины, так и России

Стоимость размещения рекламы на одной странице журнала (формат А4) в 5 раз дешевле, чем рассылка эквивалентного тиражу количества писем

**Адрес редакции:** 252190, Киев-190, а/я 568

тел./факс (044) 443-71-53

E-mail: [radiohobby@email.com](mailto:radiohobby@email.com)

Fido: 2:463/197.34