

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
Болгарская Академия наук  
ООО «Научно исследовательское предприятие «Лазерные технологии»

# **ИННОВАТИКА-2018**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

**XIV Международной школы-конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых  
26–27 апреля 2018 г.  
г. Томск, Россия**

*Под редакцией А.Н. Солдатова, С.Л. Минькова*

Scientific & Technical Translations



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**

**Томск – 2018**

# ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ СТЕКЛА

**Н.С. Грибанов, В.Ю. Юрин**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет  
n.gribanov2015@yandex.ru*

## CHARACTERISTICS AND PERSPECTIVES OF LASER WELDING FOR GLASS

**N.S. Gribanov, V.Yu. Yurin**

*National Research Tomsk State University*

*Glasses are widely used in various flat panel displays and biomedical applications. Handheld devices continue to shrink in size. Laser technologies offer an opportunity to increase the quality of glass joining, because there is no any additional materials which can evaporate or embrittlement.*

*Keywords: welding glass, glass melting, glass processing, laser welding.*

В наши дни все более и более возрастают требования к качеству обработки различных материалов. Стекло и различные изделия из него, благодаря своим исключительным оптическим, механическим и химическим свойствам, получили широкое распространение в производстве различных электронных и оптических устройств, а также медицинских приборов и оборудования. Существуют перспективы для применения стекла при создании микроэлектромеханических систем и в биомедицине. Однако весомым барьером для более широкого использования стекла в промышленности является то, что существующие традиционные методы обработки данного материала основаны, в основном, на склеивании или применении горелки. Использование этих методов приводит к ухудшению механических, термических и химических свойств изделий, снижает срок их службы, а получение изделий высокой точности с помощью таких методов значительно затрудняется.

Особые свойства лазерного излучения позволяют получать сварные соединения высокого качества размером в несколько микрометров без физического контакта с рабочей поверхностью и без добавления сторонних материалов при осуществлении соединения.

Помимо лазерной сварки для соединения различных компонент из стекла используются такие способы соединения как склеивание, пайка, диффузионная сварка и оптический контакт. В таблице 1 приводится оценочное сравнение этих методов с лазерной сваркой по различным технологическим показателям.

**Сравнение способов соединения и их характеристик  
(1 – плохо, 2 – удовлетворительно, 3 – хорошо)**

Критерий оценивания		Склеивание	Пайка	Оптический контакт	Диффузионная сварка	Лазерная сварка
Характеристики метода	Универсальность	3	2	1	1	2
	Простота использования	3	2	1	1	2
	Пространственная избирательность	3	1	1	1	3
Характеристики шва	Механическая прочность	1	2	2	3	3
	Температурная устойчивость	1	2	2	3	3
	Химическая стойкость	1	2	3	3	2
	Согласованность оптических показателей	1	1	3	3	3

Применение лазерного излучения при сварке различных видов стекол наиболее целесообразно при необходимости строгого ограничения нагреваемой области и в тех случаях, когда требуется сохранить форму свариваемых деталей максимально неизменной.

Так, например, широкое применение сварка лазерным излучением может получить при производстве микроэлектромеханических систем (МЭМС). Корпусирование МЭМС – наиболее важный этап ее производства. Среда внутри корпуса чрезвычайно важна и влияет на эффективность применения производимого устройства. Лазерные технологии могут помочь производителям МЭМС-сенсоров, которые производят электронные чипы в стеклянных корпусах, используемые для контроля вращения, ускорения и давления при обеспечении безопасности в автомобилях и поездах.

Одним из главных преимуществ лазерной сварки перед аналогами является то, что она обеспечивает более безопасную герметизацию материалов, чувствительных к перепадам температур и химическому воздействию. При сварке двух частей стекла лазером получается цельный кусок материала с хорошими механическими свойствами сварного шва. Эти свойства очень важны для аэрокосмической отрасли. В условиях откры-

того космоса сваренные объекты, такие как, например, КМОП-датчики изображения, должны сохранять высокую надежность и герметичность в неблагоприятной среде при экстремальных погодных условиях и при высоком радиационном излучении.

Стекло как материал очень подходит для биомедицины из-за своих свойств. Оно биосовместимо с биологическими жидкостями человека и не отторгается организмом. Также срок службы стекла практически не ограничен. Стекло не испытывает заметного физического износа, в отличие от многих других материалов. Стекло пропускает радиочастоты, которые могут передавать данные на устройство, если оно герметично упаковано в стеклянный корпус, в отличие от устройств в корпусе из титана. Лазерная сварка стекла может помочь в производстве приборов для диагностики в искусственных условиях, которые помогут выявлять различные заболевания.

Лазерные технологии также открывают новые возможности для производителей электроники. В частности, уменьшение габаритов портативных устройств требует большей точности обработки материалов для дисплея. Обработка стекла лазером позволит повысить качество продукции и ускорить процесс производства

### **Литература**

1. Справочник по лазерной сварке / ред. С. Катаяма – М. : Техносфера, 2015. – С. 345–375.
2. Laser techniques in glass joining [Электронный ресурс] // Industrial Laser Solutions. – URL: <https://www.industrial-lasers.com/articles/print/volume-29/issue-4/features/laser-techniques-in-glass-joining.html> (дата обращения 01.04.2018).