

УДК [611.018.51+615.47]:612.086.2

## ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ МОНТАЖА КРИСТАЛЛОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

*Мишечек А.А.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ*

**Аннотация.** Проведены экспериментальные исследования процессов пайки с применением ультразвуковых колебаний при изменении мощности и времени воздействия применительно к монтажу кристаллов в корпуса ИС. Для сравнения эффективности применения проведены эксперименты без использования УЗК. Усилие отрыва для кристаллов, смонтированных без ультразвука, составило от 2,9 – 3,2 Н, при его использовании усилие было больше на 50-60%.

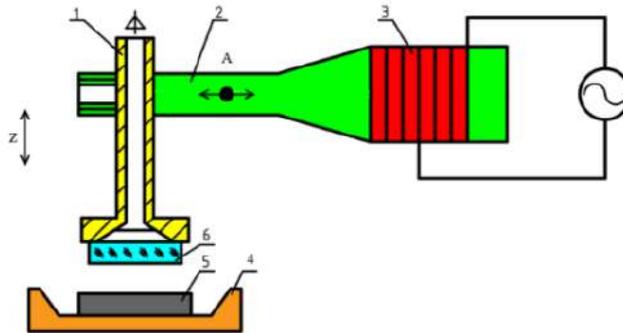
**Ключевые слова:** кристаллы, монтаж, пайка, ультразвук.

**Введение.** Пайка с применением ультразвуковых (УЗ) колебаний подразумевает использование колебаний частотой 50–70 кГц, что в свою очередь позволяет полностью отказаться от применения флюсов, при этом исключается операция отмытки флюса, сокращается общая длительность технологического процесса монтажа микроплаты. При использовании УЗ колебаний для пайки кристаллов очень важно правильно выбирать технологические параметры, такие как частоту и амплитуду колебаний, дозирование припоя и др. В частности, очень важен выбор резонансной длины инструмента в зависимости от частоты ультразвуковой системы, время воздействия УЗ и УЗ-мощность.

Основными параметрами ультразвуковых колебаний являются: длина волны  $\lambda$  – расстояние между двумя смежными точками, находящимися в одной фазе; амплитуда колебаний  $A$  – наибольшее смещение колеблющейся точки от положения равновесия; частота колебаний  $f$  – количество колебаний в единицу времени; период колебаний  $T$  – время распространения волнового движения на расстояние, равное длине волны; средняя скорость колебательных движений; скорость распространения звуковых волн [1].

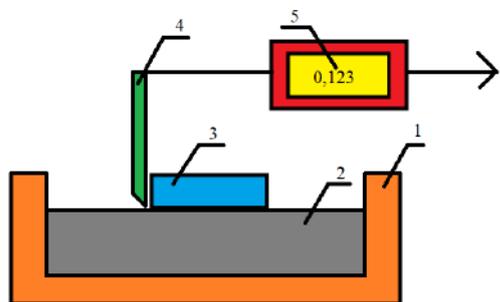
**Основная часть.** УЗ пайка кристаллов в корпуса ИС проводилась с помощью, созданного на базе УЗ системы, макета для пайки при температурах 230–240 °С и частоте 66 кГц. В макете использовались УЗ генератор, с возможность настройки мощности УЗК и времени их воздействия; специализированный УЗ инструмент для передачи колебаний от генератора кристаллу; компрессор для обеспечения закрепления кристалла в инструменте; нагревательная плитка; термопара, присоединенная к электронному блоку вывода информации; вакуумный дозатор для обеспечения повторяемости нанесения паяльной пасты.

Эксперимент начинался с подачи напряжения питания 140 В на нагревательную плитку. При достижении температуры 230–240 °С начинался процесс монтажа. Кристалл обрабатывался спиртом, для исключения влияния потожировых следов, которые негативно влияют на качество монтажа, включался компрессор и закреплялся кристалл в инструменте. С помощью вакуумного дозатора на корпус наносится небольшое количество пасты и далее ИС размещается на плитке. В процессе нагрева припой меняет свою структуру, обретая металлический блеск, в этот момент необходимо совместить инструмент с закреплённым внутри кристаллом и площадку, на которую нанесён припой. В момент соприкосновения кристалла и площадки включить УЗГ, время совмещения варьируется от выставленной мощности УЗГ (в эксперименте не превышало 8 с). Далее ИС с смонтированным кристаллом снимается с плитки и охлаждается. Также необходимо в процессе длительной работы периодически выключать плитку для исключения перегрева внутренних компонентов. Схема УЗ монтажа показана на рисунке 1.



1 – захват, 2 – волновод, 3 – пьезоэлектрический преобразователь, 4 – столик,  
5 – корпус ИС, 6 – кристалл  
Рисунок 1 – Схема УЗ монтажа

Проверка качества присоединения кристаллов производилась по усилию на сдвиг кристалла. Схема контроля прочности присоединения кристалла представлена на рисунке 2.



1 – упор, 2 – корпус ИС, 3 – кристалл, 4 – захват, 5 – цифровой динамометр  
Рисунок 2 – Схема контроля прочности кристалла

Также качество паяных соединений оценивалось визуально (рисунок 3). Соблюдение теплового режима оценивалось визуальным осмотром ИС после процесса пайки, зоны пайки: кристалла и припоя вокруг кристалла. Наличие потемнений в стеклотекстолите или же в припое могло свидетельствовать о нарушении теплового режима (перегрев). Наличие трещин на кристалле могло свидетельствовать о излишних внутренних механических напряжениях, которые привели к сколам кристалла, что в свою очередь является показателем качества конечного изделия.

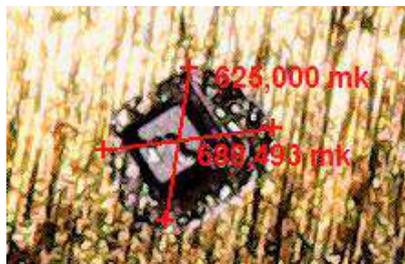


Рисунок 3 – Визуально-оптический контроль растекаемости припоя при монтаже кристалла

Анализ экспериментальных данных показал, что прочность соединения растёт с повышением времени воздействия вплоть до 7 с при протекании процесса без УЗК. При использовании энергии УЗх колебаний при времени воздействия более 4 с усилие перестаёт увеличиваться и достигает максимума. Зависимости усилия на сдвиг от времени пайки представлены на рисунке 4.

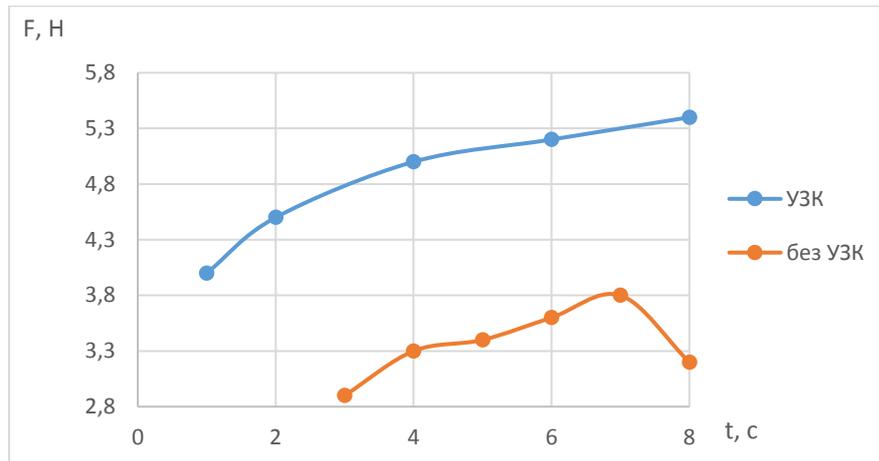


Рисунок 4 – Зависимости усилия на сдвиг от времени пайки

**Заключение.** Использование УЗ волн в процессе пайки кристаллов в корпуса ИС даёт ряд преимуществ: снижение температуры рабочей зоны; уменьшение площади вытесняемого припоя по периметру кристалла в 1,5 раза; сокращение времени монтажа кристалла; возможность производить монтаж на ограниченных по площади кристаллодержателях, а также в корпусах типа «колодец» изделий оптоэлектроники.

#### Список литературы:

1. Мишечек А.А. Монтаж кристаллов интегральных схем с применением ультразвуковых колебаний/ А.А. Мишечек, В.Л. Ланин // 57-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2021. - № 57 - С. 219-221.

UDC [611.018.51+615.47]:612.086.2

## OPTIMIZATION OF MODES FOR INSTALLATION OF CRYSTALS OF INTEGRATED CIRCUITS USING ULTRASONIC VIBRATIONS

Mishechek A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

**Annotation.** Experimental studies of soldering processes with ultrasonic vibrations have been carried out with changes in the power of the USG and the time of exposure to the USV in relation to the installation of crystals in IC housings. To compare the effectiveness of the application, experiments were carried out without the use of USV. The separation force for crystals mounted without a USV was from 2.9 - 3.2 N, when using a USV, the force was 50-60% greater.

**Keywords:** crystals, mounting, soldering, ultrasonic vibrations.