

03 (03) октябрь 2013

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал

ТЕХНОЛОГИИ

Василий Афанасьев

34

ПАЙКА В ПАРОВОЙ ФАЗЕ —
ДРУГ ИЛИ ВРАГ?

КАЧЕСТВО

Степан Румянцев
Артем Василенко
Никита Федоров

50

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ
ТОМОГРАФИИ ВЫСОКОГО
РАЗРЕШЕНИЯ В СФЕРЕ
МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

ОПТИМИЗАЦИЯ

Роман Лыско

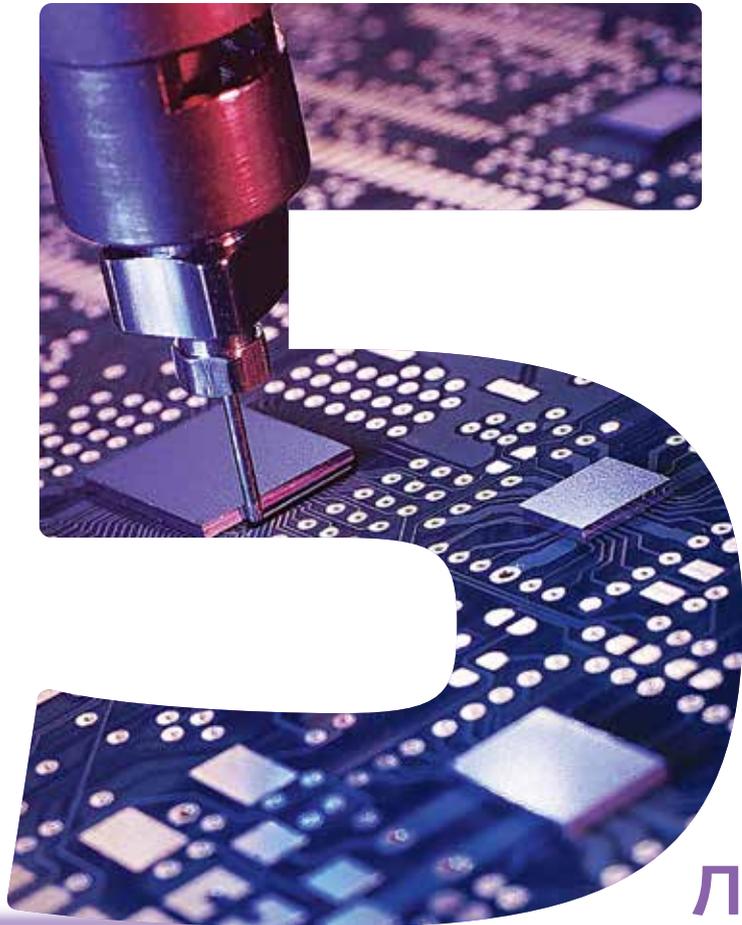
58

ОТ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
ШКАФОВ ДО АТОМНЫХ
ПОДВОДНЫХ ЛОДОК



НАПРАВЛЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ

через



лет

необходимым условием конкурентоспособности производств электронной аппаратуры будет удвоение эффективности.

Решения, позволяющие этого достичь, мы предлагаем уже сейчас

На эффективность производства влияет более двадцати факторов, многие из которых часто упускают из виду, что отрицательно сказывается на результате. Мы разработали новый комплексный подход к выявлению и устранению существующих и прогнозируемых источников потерь.

Таким образом, эффективность производства возрастает до 100%. Мы предлагаем готовые решения для самых разных отраслей — от радиоэлектронной до космической, каждое из которых базируется на глубоком анализе состояния производства и изделия заказчика в аспекте не только текущих задач, но и перспектив развития.

УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ



Тел.: (495) 788-44-44
info@ostec-group.ru



будущее
создается

www.ostec-group.ru



Уважаемые читатели!

На недавней конференции по печатной и органической электронике меня поразил доклад председателя немецкой ассоциации производителей конвертов.

Речь действительно шла о привычных конвертах, таких, в которых вы получаете наш журнал. Казалось бы, какая связь между традиционной индустрией производства почтовых конвертов и перспективной печатной и органической электроникой?

А дело вот в чем. Цифровые коммуникации ставят под вопрос само существование конвертов. Многие из нас уже забыли, когда в последний раз отправляли обычное бумажное письмо, так как проще позвонить по скайпу или отправить информацию по электронной почте. Но исследования рынка показывают, что хоронить эту индустрию еще рано: объемы почтовых отправлений неизменны, а в России, по сравнению с Европой, даже наблюдается рост на 12%. Конечно, в этой цифре есть вклад и нашего журнала «Вектор высоких технологий»! Секрет кроется в том, что современный маркетинг уделяет большое значение прямым коммуникациям с клиентами, растет

количество рекламных и информационных почтовых отправлений.

Вспомните, как в подъездах наших домов у почтовых ящиков мы разбираем кипу конвертов и листовок. Читать или не читать текст — каждый решает сам, и многие конверты отправляются сразу в мусорную корзину невскрытыми и непрочитанными.

Поэтому функция конвертов меняется — они становятся средствами коммуникации, а не просто упаковкой. Фантастика, но конверты могут обладать сенсорной поверхностью и реагировать на прикосновение: проигрывать видео, звук, приятно пахнуть, изменять цвет, светиться. Для фантазии нет ограничений!

Так и рождается связь между привычными вещами и новыми технологиями. Традиционная промышленность ставит перед собой цель изобрести конверт заново и, как следствие, изобрести заново себя. Технологии вдыхают новую жизнь в привычные предметы и создают новые бизнес-модели.

На страницах нашего номера вы найдете много полезных вдохновляющих примеров. Полезного вам чтения!

Антон Большаков, директор по маркетингу

Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий»,
свидетельство регистрации: ПИ № ФС 77 - 55527 от 07.10.2013, учредитель ЗАО Предприятие Остек.

Редакционная группа: Большаков Антон, Волкова Ирина, Кузнецова Наталья.

121467, Москва, Молдавская ул., д. 5, стр. 2.

E-mail: marketing@ostec-group.ru

тел.: 8 (495) 788-44-44

факс: 8 (495) 788-44-42

Оформить бесплатную подписку на журнал можно на сайте www.ostec-press.ru



В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | РЕЗУЛЬТАТЫ НАДЗОРНОГО И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АУДИТОВ ГРУППЫ КОМПАНИЙ ОСТЕК | 7 | ЗАО «ОСТЕК-СМТ» ОТКРЫВАЕТ НОВУЮ ПРОГРАММУ |
| 5 | ОБНОВЛЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО РЯДА СИСТЕМ ДИСКОВОЙ РЕЗКИ ADT | 7 | НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В РОССИИ. АОИ РАЗВАРКИ КРИСТАЛЛОВ |
| 5 | ЛУЧШИЙ «СЕРВИС 2013» ПО ОБОРУДОВАНИЮ ESSEMTEC | 7 | РЕШЕНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ ПРОВОДОВ НА АВИАСАЛОНЕ МАКС 2013 И ВЫСТАВКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНДУСТРИИ ЭКСПО-1520 |
| 6 | GEFESD. РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА | | |



ПЕРСПЕКТИВЫ стр. 8

ПЕРСПЕКТИВЫ

КАКИЕ БАРЬЕРЫ ПРЕОДОЛЕЮТ ПЕЧАТНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ. 8

Автор: Николай Павлов

ТЕХНОЛОГИИ

ТРЕХМЕРНОЕ КАЧЕСТВО 16

Автор: Леонид Чанов

ИСТОРИЯ ОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА 22

Автор: Андрей Петров

ОБЗОР ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЦЕССА СБОРКИ ИС ПО ТЕХНОЛОГИИ 3D-ИНТЕГРАЦИИ. 28

Автор: Владимир Тюльпанов, Александр Васильев

ПАЙКА В ПАРОВОЙ ФАЗЕ – ДРУГ ИЛИ ВРАГ? 34

Автор: Василий Афанасьев

КАЧЕСТВО

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ. ЧТО, КАК И ЗАЧЕМ. 40

Автор: Андрей Насонов

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РУЧНОЙ ПАЙКИ. «ПАЙКА ИЗ ДВУХ РУК» 46

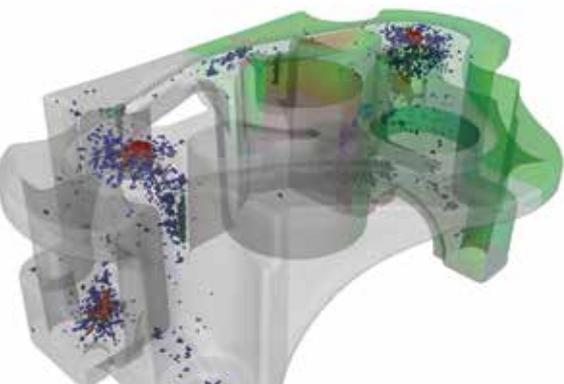
Автор: Александр Евсенийкин

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ В СФЕРЕ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ. 50

Автор: Степан Румянцев, Артем Василенко, Никита Федоров



ТЕХНОЛОГИИ стр. 22



КАЧЕСТВО стр. 50



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 66



ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 58

ОПТИМИЗАЦИЯ

**ОТ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ШКАФОВ ДО АТОМНЫХ
ПОДВОДНЫХ ЛОДОК** 58

Автор: Роман Лыско

ТЕХПОДДЕРЖКА

**МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ** 62

Автор: Петр Бабич

**СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО – КАКОЕ ОНО? ВИЗИТ В
КОРПОРАЦИЮ «ДЖЕНЕРАЛ САТЕЛАЙТ»** 66

Автор: Илья Шахнович

ПОРТАТИВНАЯ ВИДЕОЛУПА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ SAMZ ... 72

Автор: Светлана Варфоломеева

АВТОРЫ НОМЕРА

- Николай Павлов**
 Главный специалист технологической поддержки
 отдела печатной электроники ЗАО «НИИИТ»
 edu@ostec-group.ru
- Леонид Чанов**
 Главный редактор журнала
 «Электронные компоненты»
 info@elcp.ru
- Андрей Петров**
 Начальник группы финишной сборки
 ООО «Остек-Интегра»
 materials@ostec-group.ru
- Владимир Тюльпанов**
 Ведущий специалист отдела
 микроэлектроники ЗАО «Остек-ЭК»
 micro@ostec-group.ru
- Александр Васильев**
 Начальник отдела микроэлектроники
 ЗАО «Остек-ЭК»
 micro@ostec-group.ru
- Василий Афанасьев**
 Начальник региональной группы 2
 ЗАО «Остек-СМТ»
 lines@ostec-group.ru
- Андрей Насонов**
 Технический директор ЗАО «Остек-Электро»
 nec@ostec-group.ru
- Александр Евсенийкин**
 Ведущий специалист группы оснащения
 рабочих мест ЗАО «Остек-АртТул»
 info@arttool.ru
- Степан Румянцев**
 Ведущий инженер отдела технологий контроля
 ЗАО «Остек-СМТ»
 info@ostec-ct.ru
- Артем Василенко**
 Главный специалист отдела технологий
 контроля ЗАО «Остек-СМТ»
 info@ostec-ct.ru
- Никита Федоров**
 Начальник отдела технологий контроля
 ЗАО «Остек-СМТ»
 info@ostec-ct.ru
- Роман Лыско**
 Начальник отдела модернизации производств
 кабельных изделий ЗАО «Остек-ЭТК»
 cable@ostec-group.ru
- Петр Бабич**
 Ведущий специалист технической поддержки
 ЗАО «Остек-Инжиниринг»
 okp1@ostec-smt.ru
- Илья Шахнович**
 Заместитель главного редактора журнала
 «Электроника: НТБ»
 journal@electronics.ru
- Светлана Варфоломеева**
 Ведущий специалист направления
 неразрушающего контроля ЗАО «Остек-АртТул»,
 info@ostec-group.ru

НОВОСТИ

РЕЗУЛЬТАТЫ НАДЗОРНОГО И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АУДИТОВ ГРУППЫ КОМПАНИЙ ОСТЕК

В июне 2013 года специалистами Бюро Веритас Сертификейшн Русь (представляют мирового лидера в области систем менеджмента качества Bureau Veritas) в Остеке были проведены надзорный и дополнительный аудиты соответствия системы менеджмента качества стандартам: международной версии ISO 9001:2008 и ГОСТ ISO 9001-2011. Этот аудит отличался от «обычного» инспекционного аудита:

- началом действия нового стандарта ГОСТ ISO 9001-2011;
- расширением области сертификации за счёт вновь созданных компаний в рамках Группы компаний Остек.

Аудит, по сути, стал экзаменом на прочность единой СМК Группы компаний, когда сохраняются еди-

ный подход к организации и функционированию процессов, единое информационное поле и единая идеология при реализации процессного и системного подходов к управлению качеством. Многие процедуры, правила взаимоотношений в области управляющих, поддерживающих, внешних и, разумеется, основных бизнес-процессов потребовали улучшений и доработок. Сотрудники всех уровней, уполномоченные по качеству и дирекция по качеству, представители руководства компаний, провели большую подготовительную работу и с успехом прошли испытание на зрелость. По результатам аудита: «Система менеджмента качества Группы компаний Остек разработана, внедрена и в целом поддерживается в соответствии

с требованиями аудируемых стандартов».

Конечно, останавливаться на достигнутом нельзя, ведь есть рекомендуемые по результатам аудита пути улучшения деятельности системы.

Одно из важных преимуществ сертификации — включение компаний международной системы в единый перечень участников СМК Бюро Веритас. Возможность построения бизнеса с зарубежными партнёрами на основе единых правил и полного взаимопонимания и доверия получили восемь компаний. Наличие международного сертификата и сертификата по новой версии российского стандарта свидетельствует о признании уровня зрелости Остека и его способности к совершенствованию и прогрессу в области качества. ▽





ОБНОВЛЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО РЯДА СИСТЕМ ДИСКОВОЙ РЕЗКИ ADT

Компания ADT — мировой лидер в области разработки и производства решений для дисковой резки полупроводниковых пластин и подложек, объявила об обновлении модельного ряда полуавтоматических машин серии ADT 7100.

Новые серии оборудования будут называться ADT7120 (для пластин до 200 мм со шпинделями под режущие диски 2» и 4») и ADT7130 (для

пластин до 300 мм со шпинделями под режущие диски 2» и 4»). Среди номенклатуры также будут системы с увеличенной рабочей областью, ходом по оси Z и шпинделем, который может наклоняться в вертикальной плоскости в пределах от 0 до 15 градусов.

Новые системы представляют собой эволюционное развитие систем серии ADT7100, успешно зарекомендовавшей себя по всему миру, в том числе и на многих российских предприятиях. Среди улучшений: новый поворотный рабочий стол с повышенной скоростью поворота и точностью поворота 0,001°; модернизированный шпиндель; улучшенное разрешение перемещения шпинделя 1 мкм вместо прежних 2 мкм; опционально доступны и версии с разрешением 0,1 мкм, новый промышленный управляющий ПК; улучшена эргономика рабочей зоны; более удобными стали зоны сервисного обслуживания и доступ к важнейшим узлам машины; улучшены системы технического зрения; уменьшено потребление сжатого воздуха и многое другое. Значительным доработкам подверглось и программное обеспечение.

Новые системы скоро будут доступны для заказа, а ЗАО «Остек-ЭК», как официальный эксклюзивный представитель компании ADT в Российской Федерации, обеспечит их поставку, запуск, отработку технологии и обучение операторов. 



ЛУЧШИЙ «СЕРВИС 2013» ПО ОБОРУДОВАНИЮ ESSEMTEC

С 10 по 12 сентября в городе Эш, Швейцария, состоялась ежегодная встреча на заводе компании Essemtec, на которой присутствовали около 50 участников из более чем 20 стран.

На встрече был представлен новый исполнительный директор Франк Бозе, который обозначил вектор дальнейшего развития компании Essemtec. В первую очередь, будет оптимизирован модельный ряд, сняты с производства несколько систем, фокус внимания будет сосредоточен на повышении качества основных единиц оборудования, таких как автомат установки Paraquda. Также изменения коснулись структуры компании и ее маркетинговой политики.

В конце встречи состоялось вручение памятных призов и грамот участникам, показавшим в 2013 году наилучшие результаты. Особенно приятно, что приз за «Лучшую сервисную службу» в очередной раз получила Группа компаний Остек.

Данное признание в очередной раз подтверждает, что выбранная стратегия развития сервиса компании полностью соответствует самым высоким европейским стандартам, и главным ее приоритетом остается удовлетворение постоянно растущих требований заказчиков. 

GEFESD. РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА

С начала 2013 года активно расширяется ассортимент продукции ПО «ГЕФЕСД». Обновлены и добавлены стандартные позиции, разрабатываются и внедряются в серию нестандартные решения.

В серийное производство запущена новая серия мебели МОНОЛИТ, в основе которой соединение прочностных и эксплуатационных характеристик слесарных верстаков и серии промышленной мебели Стандарт. Особенностью этой серии являются нерегулируемые опоры либо замена опор на тумбы с разным

количеством внутренних полок и ящиков. Серия МОНОЛИТ может комплектоваться всеми стандартными дополнительными комплектующими, которые используются в серии Стандарт.

Также ПО «ГЕФЕСД» была разработана и внедрена в серийное производство серия специализированных столов с регулируемой по углу наклона рабочей поверхностью. Первыми ее заказчиками стали производители кабельно-жгутовой продукции. Специальная перфорированная панель, установленная на рабочей поверхности,

позволяет с помощью специального быстросъемного крепежа конфигурировать раскладку кабельно-жгутовых изделий практически любой сложности.

Расширяются возможности обслуживания клиентов предприятия. В онлайн конструктор промышленной мебели на официальном сайте (<http://gefesd.ru/designer>) добавлена серия МОНОЛИТ, планируется постепенное обновление всех разделов сайта для удобства работы и получения максимально полной информации о продукции предприятия. 



ЗАО «ОСТЕК-СМТ» ОТКРЫВАЕТ НОВУЮ ПРОГРАММУ

За свою более чем 20-летнюю работу на рынке специалисты Предприятия Остек сталкивались с различными ситуациями, в которых заказчикам требовалась помощь при организации или модернизации собственного производства: в решении организационных, консультационных, технических и технологических вопросов.

Стремясь охватить более широкий спектр услуг для оказания заказчикам всесторонней поддержки, ЗАО «Остек-СМТ» открывает новую инвестиционную программу на сборочно-монтажное оборудование «Остек-Лизинг».

Помимо общеизвестных преимуществ лизинга — отсутствие необходимости единовременного вложения крупных средств в оборудование, снижение налоговой нагрузки предприятия, гибкое распределение платежей, ускоренная амортизация и т.д. — программа «Остек-Лизинг» включает ряд уникальных особенностей, а именно:

- среднегодовое удорожание от 4,5%;
 - минимальный срок оформления сделки;
 - аванс от 30%;
 - начало выплат по лизингу после начала ввода оборудования в эксплуатацию;
 - досрочный выкуп в любой момент;
 - срок лизинга от 1 года до 5 лет.
- Для расчета лизинга и дополнительной информацией по программе обращайтесь к менеджерам ЗАО «Остек-СМТ» по телефону +7(495)788-44-44 или по электронной почте lines@ostec-group.ru. 

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В РОССИИ. АОИ РАЗВАРКИ КРИСТАЛЛОВ

В 2013 году Группа компаний Остек и компания Viscom AG достигли договоренности о поставке оборудования автоматической оптической инспекции разварки кристаллов: систем настольного типа и встраиваемых в линию систем. Данная технология уже давно применяется за рубежом, и теперь будет внедряться отечественными предприятиями микроэлектронной промышленности.

Применяемые алгоритмы позволяют контролировать места клиновой и шариковой сварки, проволоку диаметром от 25 до 500 мкм (наличие/отсутствие, деформации, расстояние между соседними проволочками, высота петли). Также возможен контроль кристаллов до момента разварки на предмет наличия/отсутствия, смещение X/Y, ориентации, наличия клея/припоя вокруг кристалла, загрязнения на поверхности.

Дополнительную информацию можно получить в отделе технологий контроля ЗАО «Остек-СМТ», info@ostec-ct.ru. 



РЕШЕНИЯ ГРУППЫ КОМПАНИЙ ОСТЕК НА АВИАСАЛОНЕ МАКС 2013 И ВЫСТАВКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНДУСТРИИ ЭКСПО-1520

Тема обработки проводов и сборки жгутов вызвала большой интерес у посетителей. Для специалистов в области авиационной техники наиболее актуальными и востребованными оказались решения по лазерной маркировке и зачистке проводов — данные системы уже активно применяют ведущие авиастроительные корпорации.

Специалисты железнодорожной индустрии интересовались решениями по механической обработке проводов больших сечения и решениями по сборке жгутов.

Традиционно высокая заинтересованность была проявлена посетителями выставок к решениям по контролю проводного монтажа и жгутового хозяйства авиационных комплексов и подвижного состава. Помимо внимания отечественных компаний проявлялась активность со стороны родственных структур стран таможенного союза и ОДКБ. Отдельный интерес был отмечен к тестерам диэлектрической прочности изоляции и комплексу оборудования для раннего предупреждения инцидентов электропроводки в силовых сетях.

Ведущие отраслевые выставки МАКС 2013 и Экспо 1520 — это отличная возможность для общения, демонстрации новых технологий и налаживания деловых контактов. 

ПЕРСПЕКТИВЫ

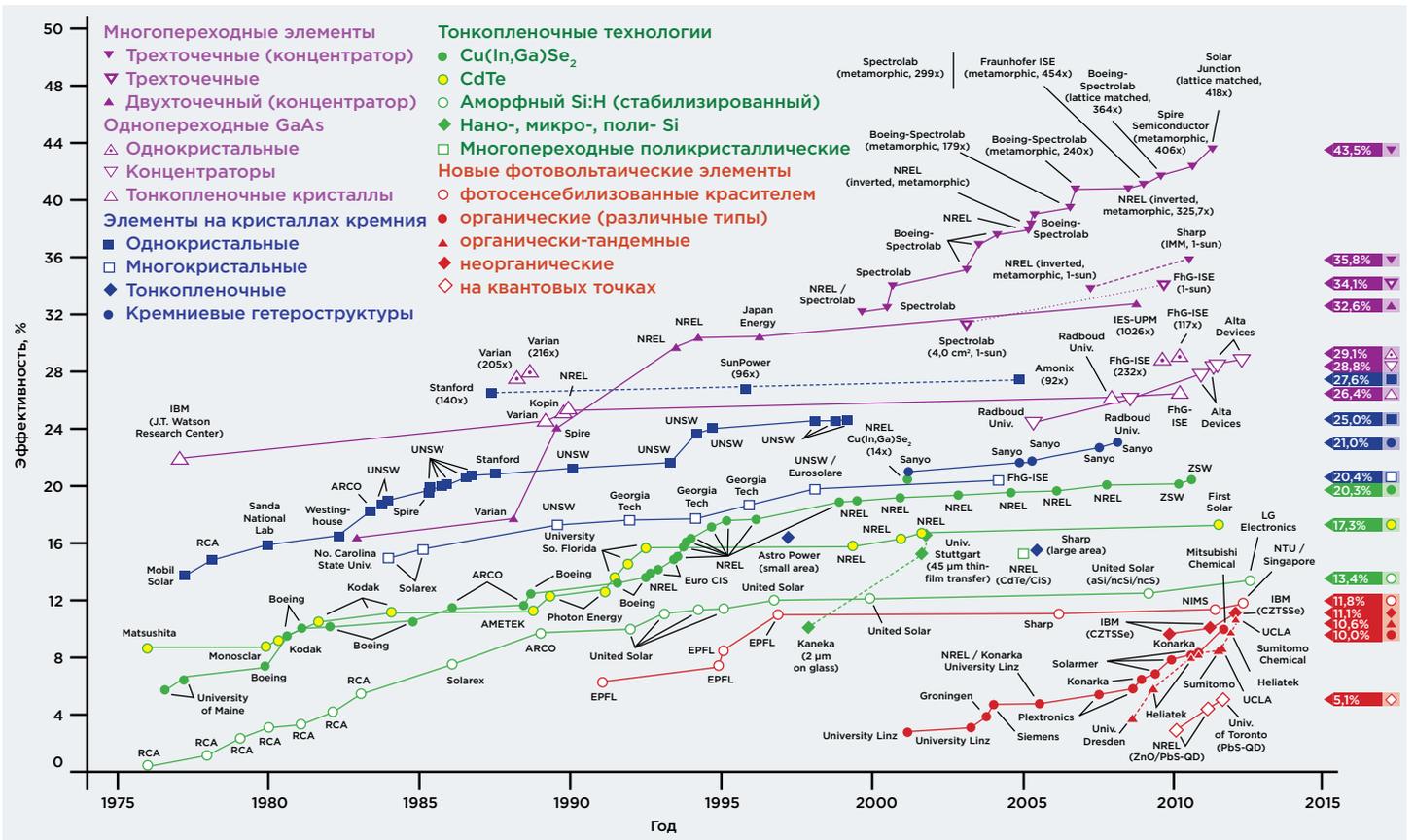
Какие барьеры преодолеют печатные солнечные элементы



Текст: **Николай Павлов**



В статье «Новые горизонты солнечной энергетики» (информационный бюллетень «Поверхностный монтаж» № 2 (99), март 2013) были рассмотрены общие перспективы и специфика развития солнечной энергетики. В данной статье мы более подробно рассмотрим сами солнечные элементы, сравним «классические» кристаллические элементы и полимерные, с помощью которых удастся достигнуть гибкости и легкости конечных изделий. Диапазон применений таких батарей позволяет говорить о новых нишах их применений.



1 Эффективность преобразования солнечной энергии различными типами элементов. Источник: NREL

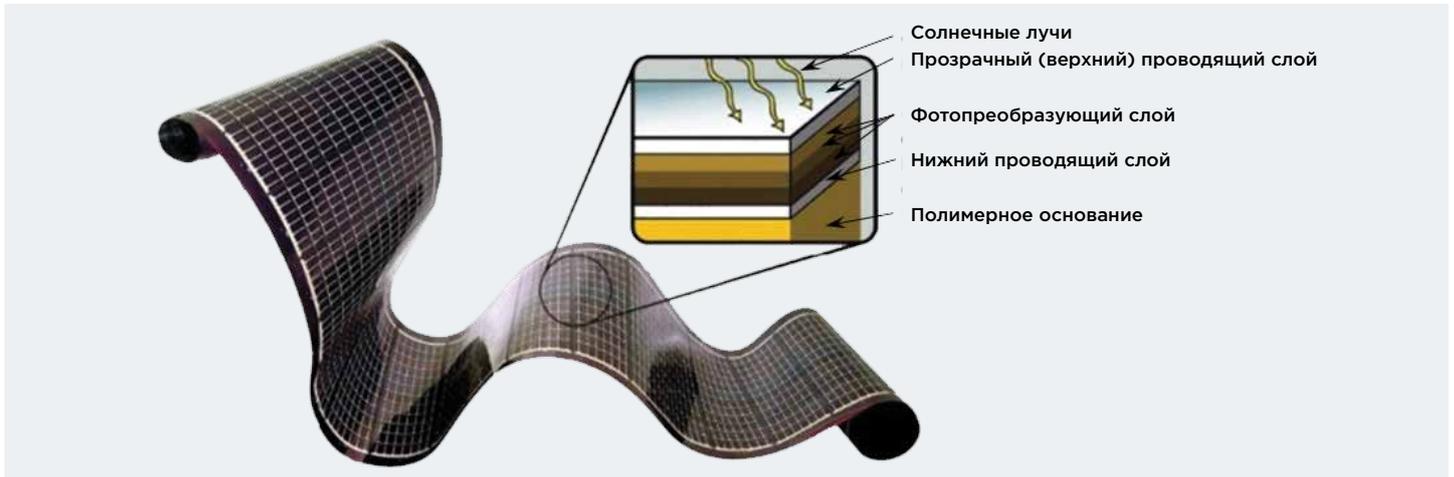
На текущий момент печатные элементы обладают меньшим КПД преобразования солнечной энергии по сравнению с «классическими» кремниевыми и другими кристаллическими солнечными элементами. Эффективность преобразования солнечной энергии различными типами солнечных элементов, включая печатные, приведена на рис 1. Важно, что печатные солнечные элементы развиваются наиболее динамично и демонстрируют существенный рывок в развитии в последние 5-7 лет.

Наиболее распространенные «традиционные» солнечные элементы изготавливаются из кремния. Несмотря на то, что кремний — это часто встречающийся элемент и его содержание в земной коре составляет около 20%, процесс изготовления солнечных элементов сложен и дорог. Кроме этого, при работе кремниевые фотоэлементы сильно нагреваются, после чего их производительность начинает снижаться. Поэтому в сборках кремниевых батарей помимо фотоэлементов требуются еще и дорогостоящие системы охлаждения.

Солнечная батарея состоит из набора фотоэлементов. Фотоэлемент представляет собой полупроводниковое устройство, которое преобразует энергию солнца в электрический ток рис 2.

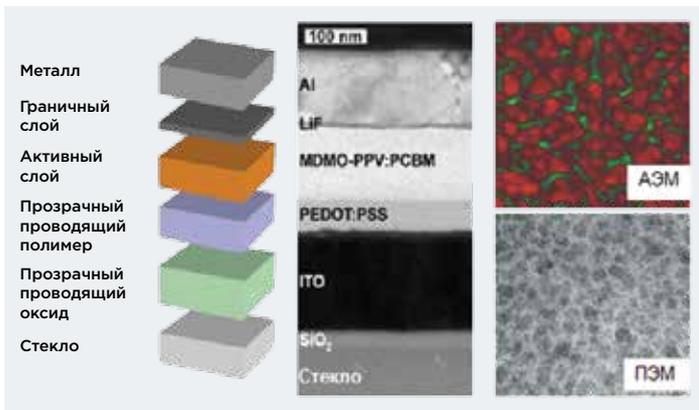
Полимерные гибкие солнечные батареи, выполненные по печатной технологии — это пленка, состоящая из активного слоя (полимера), электродов из алюминия и прозрачного ИТО, гибкой органической подложки и защитного слоя. Более подробная структура реального образца полимерного солнечного элемента представлена на рис 3. На снимках приведены изображения структуры элемента, полученные на аналитическом электронном микроскопе (АЭМ) и просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ).

Достоинством таких фотоэлементов можно считать компактность, легкость и гибкость. Основным недостатком, как уже отмечалось, является их низкий КПД. Максимальное значение КПД полимерных элементов, которого удалось добиться при освещенности 0,2 ватта на см² — это 6,5%. У лучших кремни-



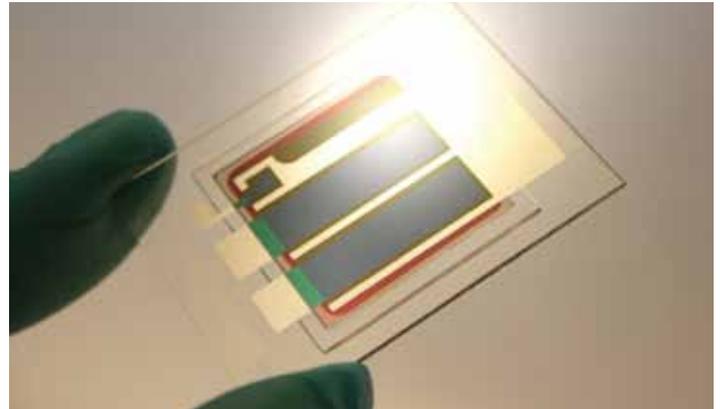
2

Гибкий полимерный фотоэлемент



3

Структура печатного солнечного элемента



4

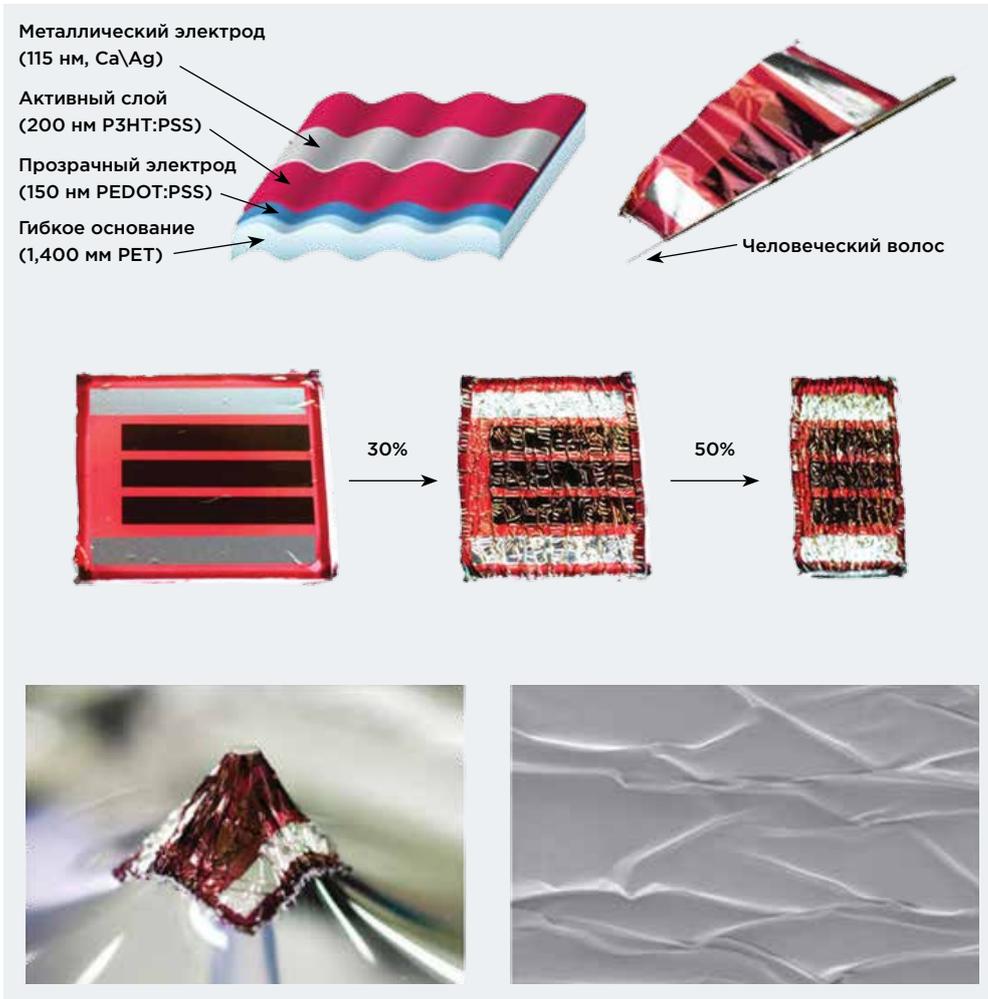
Органический солнечный элемент. Источник: Heliatek

евых элементов это значение достигает более 40%. Но такая оценка верна лишь отчасти. Указанные значения преобразования солнечной энергии для кремниевых элементов достижимы для малых партий и лабораторных образцов. Предлагаемые на рынке изделия имеют коэффициент преобразования солнечного света в пределах 15%. Разница в два раза довольно существенна, но динамика развития «классических» элементов замедляется, а гибкие печатные солнечные батареи продолжают активно совершенствоваться. Недавно появилась новость об изготовлении органической солнечной ячейки с коэффициентом преобразования солнечной энергии 12% (рис 4). Это позволяет надеяться, что в ближайшие годы коэффициент преобразования гибких печатных фотоэлементов станет соизмерим с аналогичными параметрами

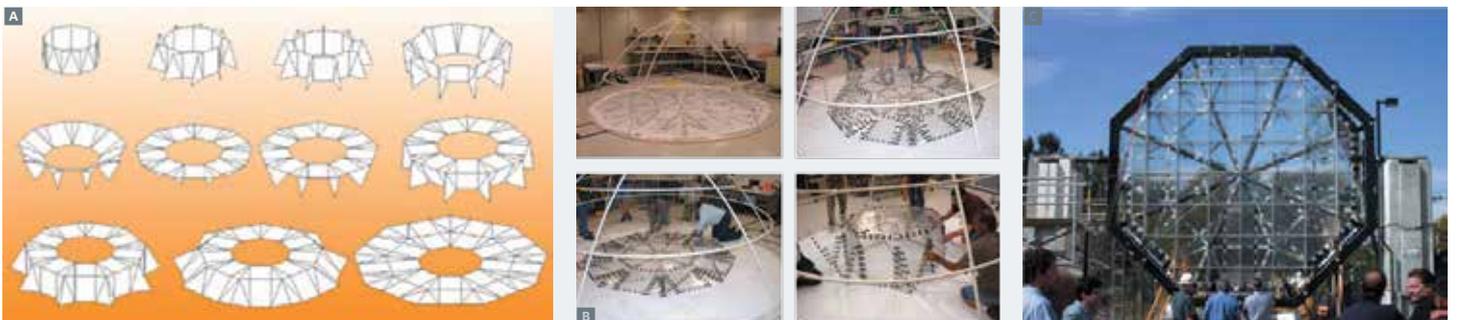
кремниевых элементов, и такие изделия станут доступны на рынке.

В сравнении с кремниевыми батареями гибкость полимерных батарей является одним из преимуществ, позволяющих говорить о больших перспективах для их применения. Пример подобной батареи приведен на рис 5. Эти батареи могут наноситься на различные поверхности: от крыш и окон домов, до ткани одежды и сумок. Такую батарею можно не только изгибать, но и складывать как гармошку. Описанные технологии (особенно с возможностью складывания) создают широкие возможности для использования данных изделий в космической и портативной аппаратуре питания.

В качестве примера и возможного применения гибких элементов рассмотрим уже выполненный про-



5 Гибкие солнечные батареи (в процентах указана величина деформации относительно исходного размера)



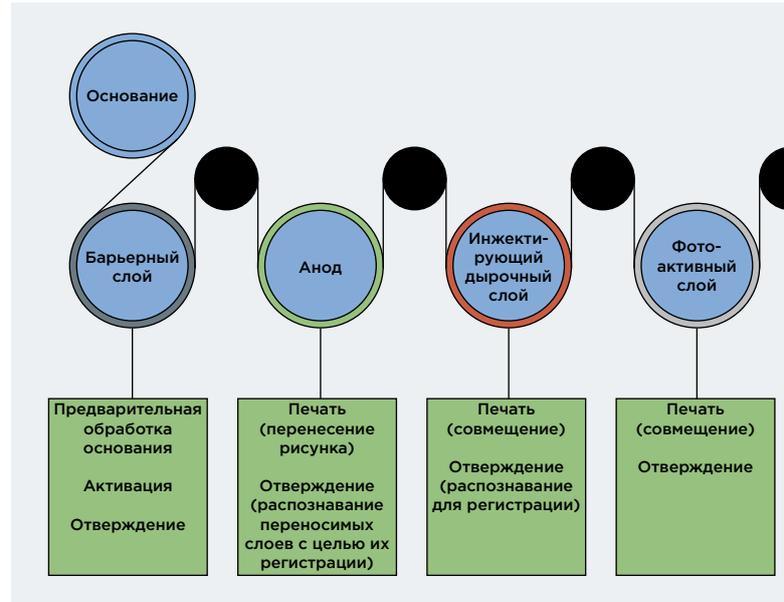
6 Отражающее зеркало космического телескопа:
 А — оригами развертка процесса раскладывания зеркала, состоящего из маленьких частей;
 В — проверка конструкции на малом пятиметровом макете из пластиковых панелей, процесс проводится в четыре этапа, после которых конструкция уместается в полый цилиндр диаметром 1,2 метра и высотой 55 сантиметров;
 С — полноразмерное 25-метровое зеркало, смонтированное на алюминиевой раме и готовое к тестированию



7 Американское космическое агентство NASA объявило о заключении с компанией Alliant Techsystems контракта на создание лёгких солнечных батарей с повышенной производительностью для будущих космических миссий. Прототип системы MegaFlex будет иметь мощность свыше 350 кВт при диаметре 10 метров, что в 20 раз превосходит показатели предшественников

ект, объединяющий технологии использования гибких структур и техники оригами. На рис 6 приведен пример космического телескопа, при проектировании которого перед инженерами стояла задача уместить 25-метровое зеркало в габариты ракеты-носителя. Была предложена оригинальная методика: используя технику оригами разделить зеркало на сегменты и сложить в цилиндрическую форму. При этом раскрытие свернутого зеркала происходит без приложения механических усилий, достаточно убрать фиксирующие конструкции.

Аналогичные конструкции (с применением технологии оригами) космическое агентство НАСА предполагает использовать при работе с солнечными парусами. Ведь чем больше площадь солнечного паруса, тем больше его тяга (солнечный парус — приспособление, использующее давление солнечного света или лазера на зеркальную поверхность для приведения в движение космического аппарата). Используя подобные технологии, возможно в малом объеме разместить разворачиваемые в дальнейшем большие поверхности, в том числе и с печатными солнечными батареями рис 7.



8 Схема рулонного технологического процесса изготовления печатного солнечного элемента

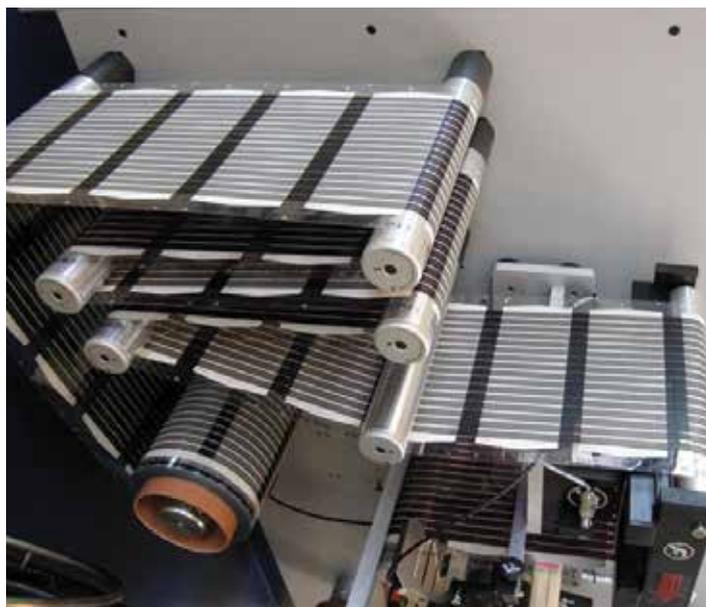
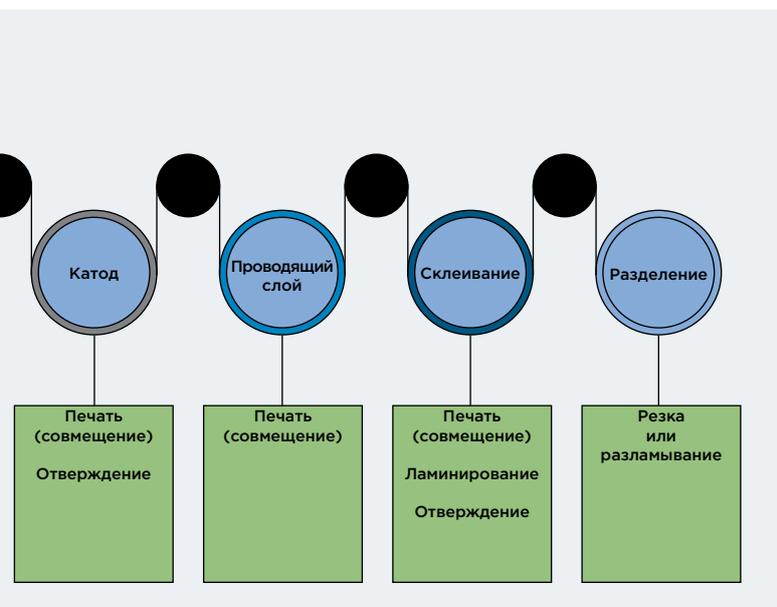
Также можно найти и потребительские решения, комбинирующие различные печатные технологии.

Основная задача для широкого внедрения гибких фотоэлементов — это создание технологии массового производства солнечных батарей с минимизацией их стоимости и увеличением КПД преобразования солнечной энергии.

Для изготовления печатных солнечных батарей в массовом производстве оптимальной является рулонная технология (Roll-to-roll). Блок-схема технологического процесса изготовления гибких солнечных элементов по рулонной технологии представлена на рис 8. Пример одной из секций такой установки приведен на рис 9.

Нанесение материалов на каждом этапе технологического процесса может проводиться различными методами. Общее описание методов печати было приведено в статье «Органическая и печатная электроника — новая ветвь развития электроники», бюллетень «Поверхностный монтаж» № 4 (90) июнь 2011 года.

В результате рулонной печати солнечной батареи будет сформирована фотопреобразующая структура



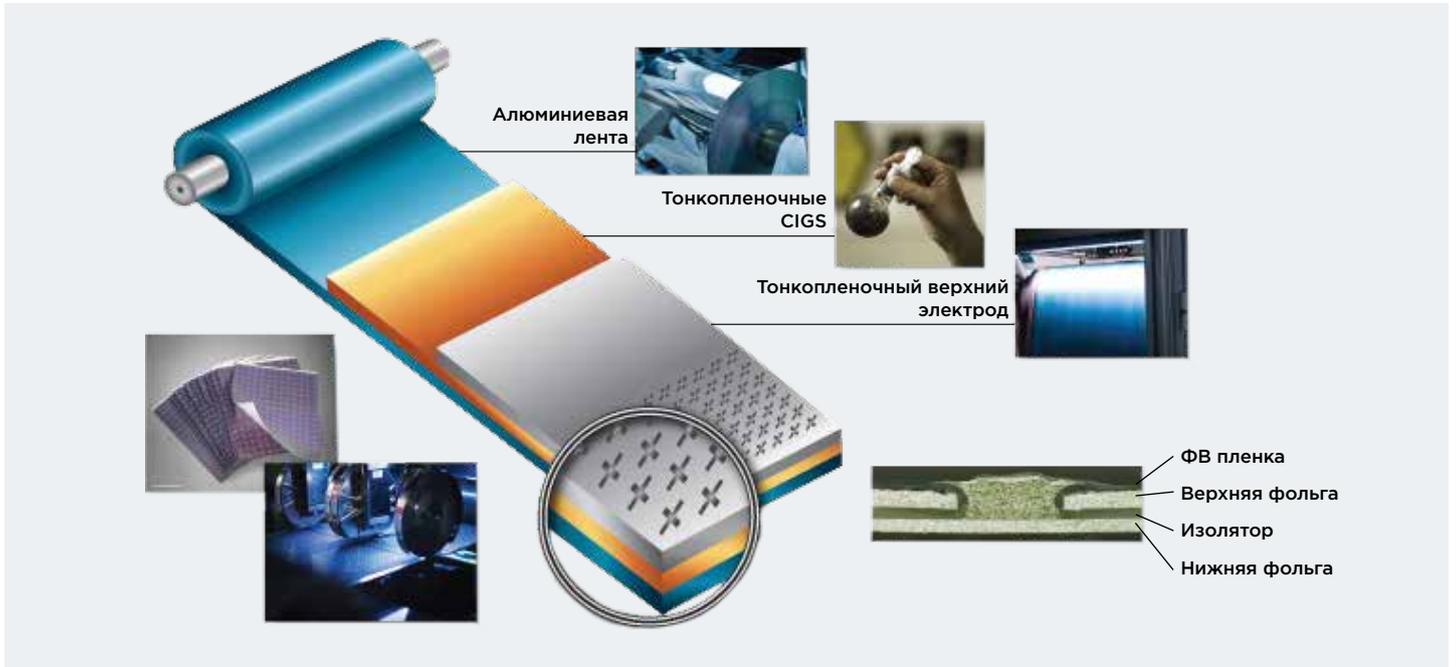
9 Одна из секций устройства рулонной печати



Размещенное в интернете концептуальное решение, комбинирующее в себе изделия печатной электроники — печатные батареи и OLED-светильник. Вероятно так же должны использоваться гибкие аккумуляторные батареи, но на представленном эскизе конкретные технологические решения узлов такого светильника не отражены.



Существуют и оригинальные идеи применения солнечных батарей в комплексе с другими изделиями печатной электроники. «Зачем нужен газ, если есть солнце? Зачем нужны дрова, когда есть солнце? Так считают дизайнеры Yonggu Do, Sukhoon Hong и Eunha Seo, которые создали концепт-идею необычной плиты Hot-Liner. Она поможет готовить горячие блюда даже в самых спартанских условиях. Ведь Hot-Liner работает от солнечной энергии!». Это разработка 2010 года. Дизайнерам, видимо, так и не удалось реализовать удачное технологическое решение, поскольку данный продукт так и не появился на рынках. И уж точно не будет пользы от такого устройства в нашей полосе, только эстетика.



10

Пример структуры солнечного элемента, реализованного по рулонной технологии (CIGS — соединение меди, индия, галия и селенида; ФВ пленка — фотовольтаическая пленка)

на основании с защитным (инкапсулирующим) слоем. Реализация одной из таких батарей на алюминиевом основании показана на рис. 10. Суммарная толщина слоев, нанесенных на алюминиевое основание, не превышает 2 мкм.

Технология позволяет изготавливать опытные и серийно выпускаемые на рынок образцы солнечных батарей рис. 11. Это не крупносерийное производство как в случае с «классическими» кремниевыми элементами. Но технология развивается, и стоит надеяться на скорую доступность солнечных батарей, выполненных по рулонной печатной технологии.

Гибкие печатные солнечные батареи должны в ряде применений стать заменой кремниевым кристаллическим элементам и существенно уменьшить массогабаритные характеристики панелей, упростить процесс создания и эксплуатации таких изделий. Возможность формирования в одном процессе целиком солнечного элемента позволяет рассчитывать на создание в ближайшем будущем изделий с независимым энергопитанием. В комплекте с гибкими печатными батареями возможности технологии существенно увеличиваются. ▢



11

Примеры печатных солнечных батарей



НАПРАВЛЕНИЕ
РАЗВИТИЯ
ОБРАЗОВАНИЯ
И ПРИКЛАДНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

через



лет

студенты будут иметь дело с технологиями, которые еще не созданы.

Дать им нужное для этого образование мы помогаем уже сейчас

Технологии, которые завтра будут в цехах, сегодня – в головах разработчиков. Но к моменту, когда они будут созданы, понадобятся люди, которые смогут их использовать и развивать. Мы заботимся о том, чтобы такие специалисты появились вовремя. В партнерстве с отечественными предприятиями, учебными заведениями и зарубежными

исследовательскими центрами мы развиваем научно-образовательные центры, научные и учебно-производственные лаборатории, поддерживаем прикладные исследования в вузах, внедряем перспективные разработки в области электроники в производство. Мы не ждем, когда наступит будущее, мы его создаем.

УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ



Тел.: (495) 788-44-44
info@ostec-group.ru



будущее
создается

www.ostec-group.ru

ТЕХНОЛОГИИ

Трёхмерное качество

Текст: Леонид Чанов

Интервью с Никитой Федоровым, начальником отдела технологий контроля ЗАО «Остек-СМТ», о современных возможностях технологии компьютерной томографии.

Расскажите о направлении, которым Вы занимаетесь.

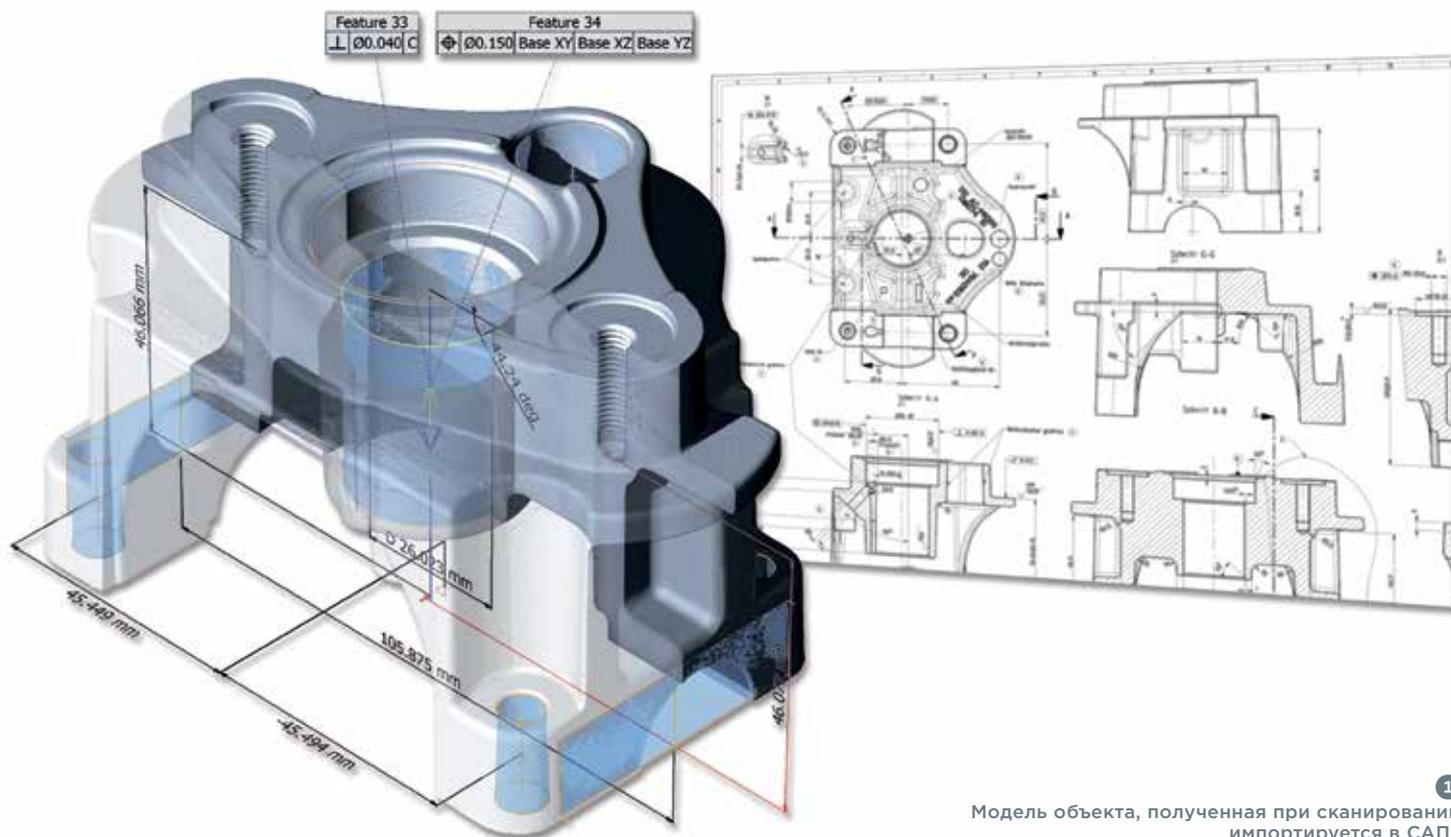
Когда в Остеке создавалось направление технологий контроля качества, предполагалось, что мы будем работать только в электронной промышленности. Однако со временем стало ясно, что не имеет смысла ограничиваться только электроникой, т.к. задачи контроля качества в различных отраслях зачастую схожи и осуществляются на однотипном оборудовании одного производителя. Мы расширили круг приложения своих усилий, и в настоящее время помимо электроники и микроэлектроники Остек работает с производителями, занимающимися металлообработкой и литьем, а также с компаниями нефтегазовой отрасли.

И сегодня задача нашего Отдела технологий контроля (ОТК) заключается в снабжении ОТК предприятий оборудованием. Как видите, даже аббревиатуры совпадают. Наш отдел занимается оборудованием автоматической оптической инспекции и рентгеновскими компьютерными томографами. О последних я предлагаю поговорить подробнее.



Начнем с истории.

Начинали мы с систем 2D-рентгеноскопии компании Phoenix |x-ray, лидера в области рентгеновской инспекции и компьютерной томографии. Рентгеноскопией мы занимаемся более 10 лет, с тех пор как начали сотрудничество с Phoenix |x-ray. В 2007 г. эта компания вошла в состав General Electric, но наше сотрудничество продолжилось. Компания начала свою деятельность с разработок рентгеновских трубок и сумела получить продукцию с уникальными характеристиками. Эти трубки до сих пор производятся и востребованы рынком. И хотя обычные рентгеновские системы исследуют объект, как правило, в двух измерениях, Phoenix |x-ray начала производить 2D-системы с функцией томографии и полноценные 3D-томографы. Поскольку General Electric разделила дилеров рент-



1
Модель объекта, полученная при сканировании, импортируется в САПР

ген-систем и томографов, в 2008 г. наша компания начала поставлять на российский рынок системы 2D-рентгеноскопии с функцией томографии. Однако General Electric по ряду причин не наладила поставку томографов в Россию, и в 2011 г. мы заключили с ней дилерское соглашение о поставках. В том же году мы удачно выполнили два пробных контракта на поставку томографов на российский рынок. Один из томографов был запущен уже в 2012 г. в Казанском государственном университете. В этом году мы поставим еще несколько единиц этого оборудования в Россию.

Томография — относительно новое направление в Остек. Расскажите о ней подробнее.

Томограф представляет собой очень сложное современное производственное оборудование. Его невозможно установить и эксплуатировать, если в компании нет персонала с соответствующим опытом. Как правило, установку и обучение проводит производитель. Но одним из наших заказчиков стало предприятие «Старт» из закрытого города Заречный. Томограф им потребовался для контроля качества литевых заготовок. Представители производителя не могли попасть в закрытый город, поэтому в Германию поехали два опытных инженера Остека с солидным опытом работы в 2D-рентгеноскопии.

Они в течение полугода (!) проходили курс обучения по запуску и наладке томографов. Это уникальный случай, когда General Electric обучала инсталляций столь сложных систем инженеров дилера. Эти же два специалиста поедут в Германию, чтобы пройти следующий этап обучения — сервисное обслуживание второго уровня. На текущий момент мы — единственная в России компания, способная самостоятельно запускать в эксплуатацию томографы Phoenix | x-ray и проводить их сервисное обслуживание.

У нас установились прочные деловые связи с General Electric — эта компания только через нас продает свои томографы в Россию. Даже если от российской компании к ним приходит прямой запрос, они переадресовывают его нам. В компании дорожат своим именем и понимают, что ошибки при запуске и эксплуатации столь сложного устройства способны исказить результат, что, в свою очередь, нанесет ущерб имиджу.

С инсталляцией и сервисом понятно. Но вот томограф приведен в рабочее состояние. Все проблемы позади, и можно начинать работать?

Запуск в эксплуатацию и сервисное обслуживание — часть проблем. Очень важно научиться правильно интерпретировать результат. Этим занимаются инженеры по применению. Здесь самое время сделать

отступление и вкратце описать особенности работы томографа.

При проведении 2D-рентгеноскопии делается снимок исследуемой области образца. Ее выбор происходит с помощью поворотного стола. При компьютерной томографии образец поворачивается на манипуляторе (аналог поворотного стола в рентгеновской установке, но ось вращения перпендикулярна излучению) на малые углы, и делается несколько тысяч снимков. Таким образом, получается набор проекций образца со всех сторон. Затем при помощи мощного ПК, использующего специализированное ПО, этот набор проекций преобразуется в 3D-модель исследуемого объекта. В этой модели можно проводить сечения исследуемого объекта любой плоскостью, анализ пор и пустот. При этом время сканирования может длиться от нескольких минут до нескольких часов в зависимости от сложности образца. Кстати, возможно и т.н. обратное проектирование — модель объекта, полученная при сканировании, импортируется в САПР **рис 1**.

Понятно, что неподготовленный оператор не сможет начать работу на столь сложном устройстве. Трудно представить себе и специалиста, совмещающего умения и знания по запуску и обслуживанию томографа с навыками работы на нем, умением интерпретировать полученный результат. Хотя полученное на томографе 3D-изображение и мощное программное обеспечение уменьшают влияние человеческого фактора по сравнению с 2D-рентгеноскопией, окончательное решение на основе полученного массива данных, объем которого зачастую составляет десятки Гб, остается за оператором. Компьютерная станция томографа (о ней я расскажу чуть позже) имеет очень большие возможности по обработке информации, но она не выдаст ответ «хорошо» или «плохо». Последнее слово всегда остается за оператором.

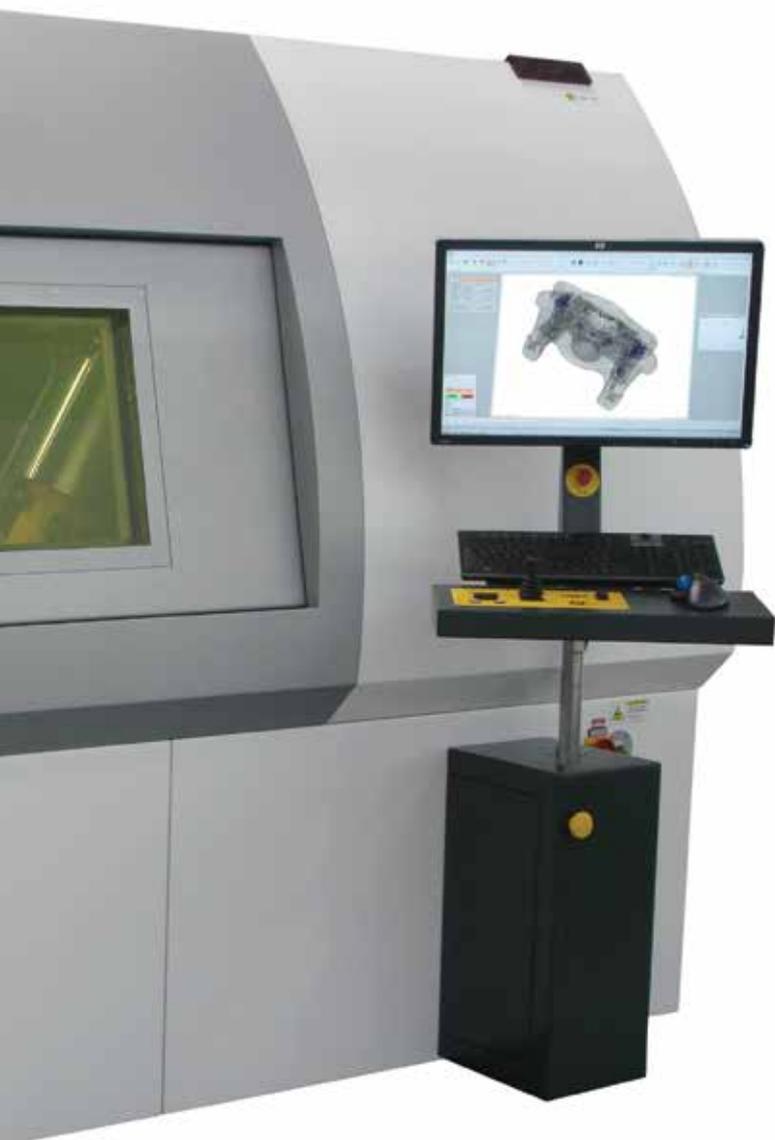
В результате мы пошли по пути General Electric и разделили функции своих специалистов — одни занимаются инсталляцией и сервисом, а инженер по применению обучает операторов заказчика, которым предстоит работать на томографе. Чтобы подчеркнуть важность обучения, скажу, что на заводе Phoenix|x-ray в Германии работают 10 инженеров по применению. Такой специалист имеется и у нас в Остее. В его функции помимо обучения специалистов заказчика входит и поддержка наших менеджеров по продажам. Он проводит тестовое сканирование образцов на томографе, помогает подобрать заказчику нужную конфигурацию.



Нас часто спрашивают о радиационной опасности при работе с томографом. Могу успокоить потенциальных заказчиков — такой опасности не существует. Производитель гарантирует уровень радиации в 10 раз меньший, чем требуют российские стандарты. Наши измерения подтверждают это: уровень радиации бетонных стен в помещении выше, чем излучение томографа!

Томограф — оборудование высокотехнологичное и цена его, наверное, немаленькая. Едва ли каждый производитель может позволить себе такое приобретение. А контролировать качество необходимо всем. Как быть?

Начну с ответа на первую часть вопроса. Продуктовую линейку General Electric составляет широкий ряд установок: от небольших томографов высотой 2 м и весом



Томограф Phoenix|xray v|tome|x m ²

несколько тонн до целых томографических комнат 6x3,5 м и весом 65 т, в которых манипулятор устанавливается на гранитное основание. Кроме того, велик список опций — до 20 наименований, поэтому выбор достаточно большой. Например, установка может комплектоваться двумя рентгеновскими трубками: микрофокусной с большим ускоряющим напряжением и нанофокусной с меньшим ускоряющим напряжением для исследования мелких объектов со сверхвысоким разрешением. Специалисты в электротехнике и электронике наверняка смогут оценить сложность устройств, если я добавлю, что номинальное ускоряющее напряжение в них в зависимости от типа находится в диапазоне 180–450 кВ. Стоимость томографов варьируется в пределах 30–130 млн руб. Для примера рис 2 показан внешний вид томографа Phoenix|xray v|tome|x m. Стоимость приведённого на рисунке томографа — от 30 до 55 млн руб.

Конечно, такое приобретение едва ли осилит не-

большая компания. Но я хочу особо подчеркнуть, что томограф предназначен для выборочного контроля! Невозможно, да и не нужно проверять каждое изделие в партии. При современных автоматизированных технологиях производства различия между изделиями, произведенными на одной линии, крайне невелики. Проверка на томографе необходима при внесении изменений в технологию в случаях, когда обнаружены отклонения в параметрах или при периодических проверках в рамках стандартной процедуры контроля качества.

Томограф необходим и там, где изготавливаются дорогостоящие уникальные изделия. Как правило, это военная и авиакосмическая техника. Таким образом, для проверки на томографе многим предприятиям логичнее прибегнуть к аутсорсингу, чем приобретать данное оборудование. В этом случае и помогает Остек — мы всегда готовы проконсультировать потенциальных заказчиков или направить их для консультации и исследования образцов к своим клиентам, уже имеющим подобное оборудование. Кроме того, на томографе свет клином не сошелся. Есть и другие методы проверки: оптическая инспекция, 2D-рентгеноскопия. Например, при относительно невысокой плотности монтажа, когда число слоев печатной платы менее восьми, выгоднее использовать 2D-рентгеноскопию. Конкретные рекомендации можно дать лишь после ознакомления с нуждами заказчика.

Поверьте, мы вовсе не заинтересованы в том, чтобы продать дорогой томограф там, где вполне можно обойтись более простым решением. Нам важно предоставить заказчику оптимальный вариант. Кстати, стоимость системы 2D-рентгеноскопии составляет 9–25 млн руб., и наиболее совершенные установки оснащены функцией томографии. Все эти устройства есть в нашей линейке поставок.

Упомяну и о существенном ограничении томографии для контроля электронных изделий — максимальный размер платы, как правило, не должен превышать 100 мм. Связано это с тем, что на плате и в электронных компонентах используются металлы, которые в значительной мере поглощают рентгеновское излучение. Это ограничение не касается изделий из алюминевых, магниевых, титановых сплавов. В этом случае диаметр вращения может достигать 0,8 м, а размер образца — 2 м.

Чтобы управлять процессом сканирования, обрабатывать и визуализировать информацию, требуются мощные вычислители. Расскажите об этом аспекте томографии.

Как правило, установка комплектуется двумя компьютерами. Один из них управляет сканированием, а другой представляет собой мощную рабочую станцию (например, объем ОЗУ варьируется в пределах 32–196 Гб в зависимости от исполнения), на которой и производится обработка результатов. При этом даже на такой мощной рабочей станции реконструкция объекта занимает несколько минут! При обработке 3D-модель отображается в одной из четырех частей экрана монитора, а в трех других даются проекции изделия.

Оператор может перемещаться в любой плоскости и анализировать полученные результаты. Программный пакет компании Volume Graphics позволяет создавать различные эффекты и помогает анализировать результаты: можно сделать полупрозрачным металл, пластик; можно подсветить различными цветами дефекты, создавать сечения, проводить измерения, делать сравнения с САПР данными и т.д.

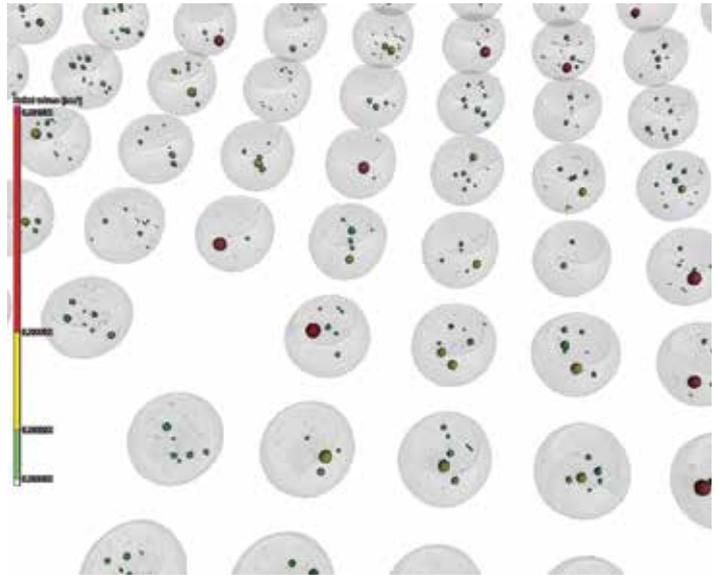
Остек два года занимается томографией. Можно привести примеры, когда полученные с помощью этого метода результаты было бы очень трудно или невозможно получить ранее, до «томографической эры»?

Мне известны далеко не все интересные результаты — по понятным причинам заказчик не всегда спешит их обнародовать. Отмечу, например, исследование плат из низкотемпературной совместно обжигаемой керамики (LTCC). Коллеги попросили нас исследовать образец и остались очень довольны полученными результатами. По их словам, прежде им не удавалось увидеть столь отчетливую и достоверную картину.

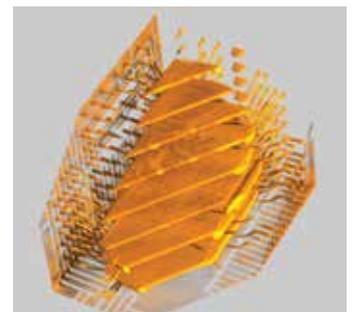
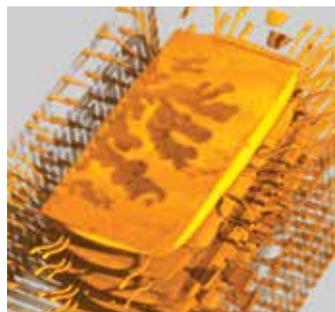
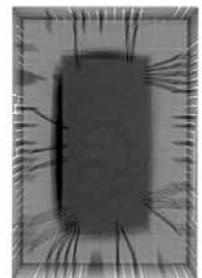
Томография позволяет слой за слоем исследовать чип-индуктивности и чип-конденсаторы.

Хорошие результаты получаются при работе с МЭМС. Томограф находит все большее применение в микроэлектронике. Приведу еще один пример. Нашим коллегам удалось разгадать тайну средневекового замка, который не удавалось открыть несколько столетий. Томографическое исследование позволило обнаружить секрет, и замок открыли. Хотя этот результат и не имеет отношения к электронике или литью, он демонстрирует возможности метода.

На рис 3 приведен результат, полученный при томографии BGA — припой полупрозрачный, пустоты визуализированы в зависимости от их объема, четко видны



3
Томография BGA



4
Результаты рентгеновской инспекции и компьютерной томографии ячейки памяти

Результаты исследования в спорных ситуациях послужат доказательством того, что при отправке продукции от изготовителя она была без брака.

места пайки и смачиваемость КП. На рисунке 4 приведены результаты рентгеновской инспекции и компьютерной томографии ячейки памяти. На рисунке 5 показана томограмма чип-индуктивности 0805.

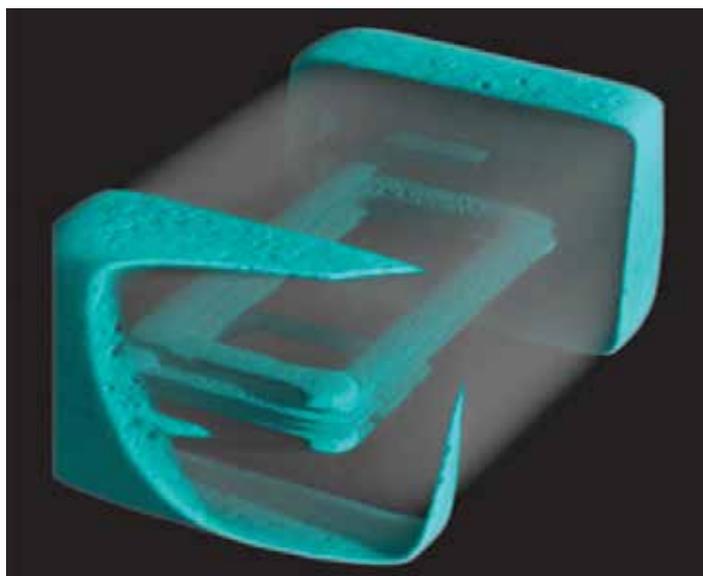
Хочу упомянуть еще одну возможность томографии. Допустим, вы отправляете заказчику небольшое, но сложное дорогостоящее изделие. После его финишной сборки можно провести томографию, чтобы убедиться в отсутствии дефектов. Результаты исследования в спорных ситуациях послужат доказательством того, что при отправке продукции от изготовителя она была без брака.

Томограф — сложная система, состоящая из нескольких частей. Каким образом Остек осуществляет поставку и сборку системы воедино? Расскажите также о сервисном обслуживании этого оборудования.

Мы комплектуем готовое решение, конфигурируем его под нужды заказчика. Собственно томографическую установку мы приобретаем у General Electric. Графический пакет программного обеспечения нам предоставляет Volume Graphics. Замечу, что мы являемся официальными дистрибьюторами этой компании, и наши инженеры прошли обучение в Volume Graphics. Прежде мы приобретали установку «под ключ» у General Electric, но сейчас производитель убедился в нашей квалификации, доверяет нам окончательное комплектование и последующее обслуживание томографических комплексов.

Таким образом, мы не только занимаемся продажами, но и комплектуем установку, обслуживаем ее и обучаем персонал. Нам необходимо поддерживать и координировать связи с компаниями-производителями и с заказчиками. Это нелегкая задача, особенно если учесть, что в штате нашего отдела пока всего три человека. Правда, сервисные инженеры не входят в их число. В Остек существует отдельная служба сервисной поддержки. Сейчас мы активно ведем поиск новых сотрудников.

Мы предлагаем покупателям различные варианты конфигурации томографической установки, наилучшим образом соответствующей их задачам. Наше стандартное предложение, как правило, включает в себя доставку, такелаж, запуск установки, обучение персонала и сервисную поддержку.



5
Томограмма чип-индуктивности 0805

Вы уже приобрели опыт работы с томографами. Думаете ли предлагать новые сервисы? Как оцениваете перспективу развития направления?

Да, обязательно предложим новые сервисы — сейчас заканчивается работа по внесению томографов GE в Государственный реестр средств измерений. До нас этого никто не делал. Для чего это нужно? Допустим, обнаружена пустота в литье, занимающая 25% объема изделия. Дефект это или нет? Изготовитель утверждает, что пустота не должна превышать 20% объема. Если томограф не является средством измерения, то полученный результат нельзя считать доказательством дефекта. Если же томограф внесен в этот реестр, то его измерения подкреплены соответствующими документами. Об этой работе будет написана отдельная статья.

Перспективы у нас очень неплохие. Мы начали с двух томографов в 2011 г., в этом году запланирован еще ряд инсталляций. Главное, что мы вышли на рынок томографии. Нас уже знают, знают наши возможности и квалификацию.

Думаю, через год-два мы можем стать одними из лидеров этого рынка.

ИСТОРИЯ ОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА



Текст: **Андрей Петров**

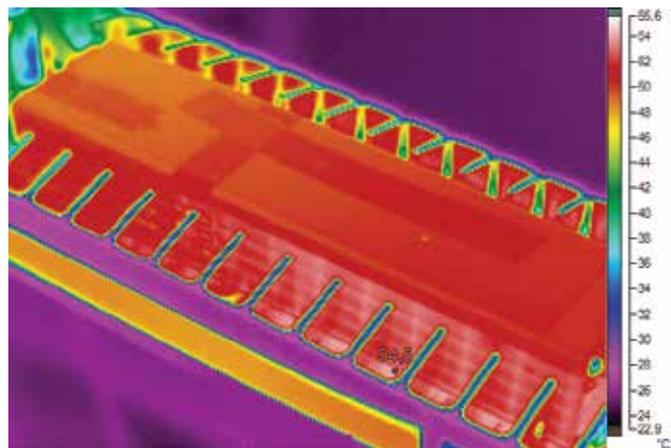


Практика эксплуатации светодиодных осветительных устройств в условиях жёстких внешних условий показывает, что дальнейшее повышение световой эффективности возможно не только за счёт увеличения световой отдачи светодиодов, но и за счёт конструктивных особенностей светильника, а также применяемых технологических материалов. Многие производители стремятся уйти от использования защитного стекла и возложить его роль на вторичную оптику, которая герметизируется на плате. Примером может служить успешно реализованный эксперимент «Свет без преград», в ходе которого многими компаниями-участниками была испытана, проверена и доказана возможность эффективной герметизации вторичной оптики без дополнительного защитного стекла, а также подтверждена надёжность такого решения.

Подобный подход к повышению эффективности своих изделий демонстрирует и компания «Световые технологии», крупнейший производитель и поставщик современных энергоэффективных светотехнических решений с 15-летним опытом работы в этой области. О новых разработках, внедрении передовых технологий и векторе дальнейшего развития нам рассказал руководитель отдела разработки светодиодных светильников компании «Световые Технологии» Антон Владимирович Булдыгин.

Антон Владимирович, сегодня рынок светодиодного освещения переживает бурный рост. Ни для кого не секрет, что на отечественном рынке традиционных систем освещения компания «Световые технологии» занимает лидирующие позиции. Расскажите, пожалуйста, какие шаги Ваша компания предпринимает для развития и сохранения устойчивого положения на рынке?

Откровенно говоря, я не думаю, что наша компания делает что-то отличное от того, что делают все остальные игроки рынка. Мы также стремимся повышать свои инженерные и технологические компетенции, стараемся вложить в наш продукт инновации, какие-либо ноу-хау, достигнуть лучших из возможных технических и эксплуатационных характеристик и, тем самым, получить преимущество.



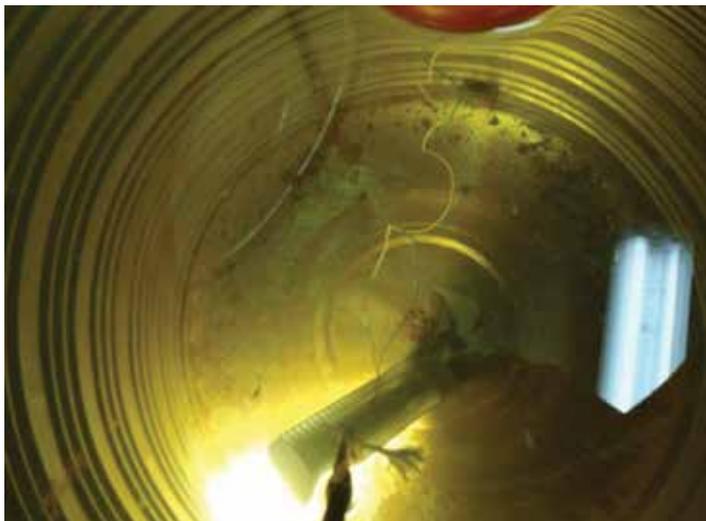
1

Тепловая модель нового LED светильника

Расскажите, пожалуйста, подробнее о новом промышленном светильнике, который был представлен на рынке в этом году. За счёт чего удалось достигнуть такого высокого показателя защиты IP?

Создание этого светильника стало третьим крупным светодиодным проектом компании в области промышленного освещения. Однако для нас он получился особенным и из-за целого ряда инноваций, которые мы вложили в него. Одной из таких инноваций стала технология герметизации светодиодного модуля силиконовым компаундом. Сама по себе идея не нова, однако её реализация до недавнего времени была невозможна. С появлением же роботов, способных точно наносить клеевую маску на поверхность светодиодного модуля и точно дозировать компаунд, ситуация в корне изменилась. Сейчас мы считаем эту технологию наиболее





2 Процесс испытаний по IP (Ingress Protection)

перспективной в этой области. Почему? Во-первых, процесс роботизирован, а значит, технологичен и точен. Во-вторых, эта технология позволяет достаточно просто получить степень IP66 и выше (инженеры, которые столкнулись с сертификацией индекса ingress protection, например, по стандарту КЕМА, знают насколько это непросто). Наш светильник успешно прошёл внутренние испытания на степень IP68, но заявляем мы только IP65, так как в светильнике присутствуют компоненты, производители которых заявляют именно эту степень. В-третьих, можно быть полностью уверенным, что герметизация не нарушится в процессе эксплуатации вследствие потери эластичности материала по профилю контакта с корпусом либо его неустойчивости к ультрафиолету или постоянным термоциклам. Да и экономика вопроса вполне сопоставима с использованием силиконового уплотнителя и кучи крепёжных элементов.

Каковы расчётные условия эксплуатации данного светильника?

Сразу оговорюсь, что наша компания никогда не заявляет характеристик, неподтверждённых реальными испытаниями, поэтому в ряде случаев мы выглядим менее убедительно, чем наши конкуренты. Но клиенты, работающие с нами на протяжении многих лет, знают, как мы дорожим «честью мундира». Они доверяют нам, т.к. мы не рассказываем «сказки» про 100 000 часов эксплуатации и прочее.

Итак, операционный диапазон температур этого светильника от -35 до +50°C при нормальной влажно-



3 Нанесение силиконового клея Dow Corning для фиксации оптики. Опытные работы в лаборатории ГК Остек

сти и атмосферном давлении. Разумеется, он ограничен исключительно условиями работы источника питания, все остальные компоненты, включая клеи и компаунды, вполне в состоянии работать и в более широких пределах температур при абсолютной стойкости к влаге даже при длительном погружении в воду. В светильнике нет какой-либо специальной защиты от химически агрессивной среды, однако, на наш взгляд, специальное применение для этого продукта не так интересно. Зато полное отсутствие внутренних объёмов у этого изделия позволяет говорить о взрывозащитных свойствах, однако сертификат пока не получен.

А почему Вы выбрали именно силиконовые материалы для данной задачи? Ведь на рынке доступны более дешёвые эпоксиды или полиуретаны.

По нашей оценке, никакой другой материал просто непригоден: полиуретаны и эпоксиды вступают в реакцию с компонентами люминофора или контактной группой, что приводит к экстремально быстрой деградации светодиода. Давайте не забывать, что любые силиконы, из которых делается первичная оптика или защитная плёнка на светодиодах, абсолютно прозрачны для газов, а перечисленные Вами вещества активно выделяют побочные продукты (газы) и до, и после полимеризации. Об этом всё больше говорят производители светодиодов. Ещё одна проблема — материалы упаковки. Год назад мы столкнулись с этим и даже заменили тип картона, в который упаковываются наши светодиодные светильники.

Насколько я понял, основной упор, с точки зрения герметизации прибора, был сделан именно на применение передовых клеев-герметиков и компаундов от Dow Corning. Вы полностью ушли от использования дополнительного защитного стекла в конструкции — насколько данный подход оправдал себя во время испытаний?

Подход оправдал себя полностью. Помимо эксплуатационных характеристик нам нужно было обеспечить также и технические. Использование защитного стекла отбросило бы нас к реальной световой эффективности светильника в 80-85 Лм/Вт. А это значит, что конкурировать на рынке было бы намного сложнее. Сейчас номинальная, подчеркну, номинальная световая эффективность этого светильника составляет 98 Лм/Вт при нормальных условиях эксплуатации, а к концу года мы планируем перейти барьер в 100 Лм/Вт, что было бы совершенно невозможно, используя какое-либо защитное стекло.

Говоря о материалах, в этом изделии вся химия — это Dow Corning. Здесь не только клей и компаунд, но и теплопроводящая паста именно от Dow Corning. Мы доверяем этой компании, поскольку их материалы хорошо себя зарекомендовали с точки зрения технологичности и долговечности, прошли полную сертификацию по всему миру. Мы выбираем только лучшие компоненты для наших светильников, и никаких компромиссов здесь быть не может.

Каждый разработчик обязан думать о технологичности проектируемого изделия. На первый взгляд, операции нанесения клеев и компаундов кажутся довольно трудоёмкими. Как вы решили данный вопрос на производстве?

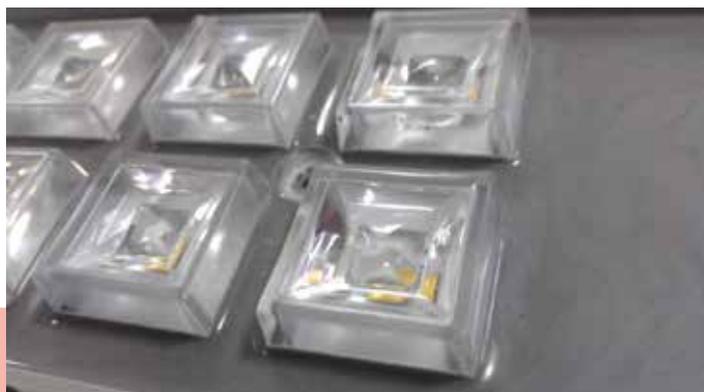
Как я уже говорил, мы решили этот вопрос с помощью роботов, способных точно наносить необходимые материалы. Однако здесь есть и своя «ложка дёгтя» — время отверждения этого материала достаточно велико, что, безусловно, влияет на производительность. Но это цена, которую приходится платить за все перечисленные преимущества технологии.



4 Установка вторичной оптики (LEDIL). Опытные работы в лаборатории ГК Остек



5 Заливка светильника двухкомпонентным компаундом Dow Corning. Опытные работы в лаборатории ГК Остек



6 Внешний вид светильника после полимеризации силиконовых материалов. Опытные работы в лаборатории ГК Остек

Как проходил выбор решения для автоматизации?

Решение пришло не сразу. Сначала мы пытались использовать для этого процесса другую машину, но оказалось, что далеко не все роботы подходят для точных и тонких работ. Поэтому мы обратились в Группу компаний Остек. Мы рассуждали так: кто может лучше знать технологии нанесения материалов, чем сам поставщик материалов? Обратились и не ошиблись. В кратчайшие сроки мы получили необходимое оборудование, и производственный процесс был полностью налажен.

Удалось ли ГК Остек решить стоящую перед Вами задачу, и как Вы оцениваете поставленную технологию?

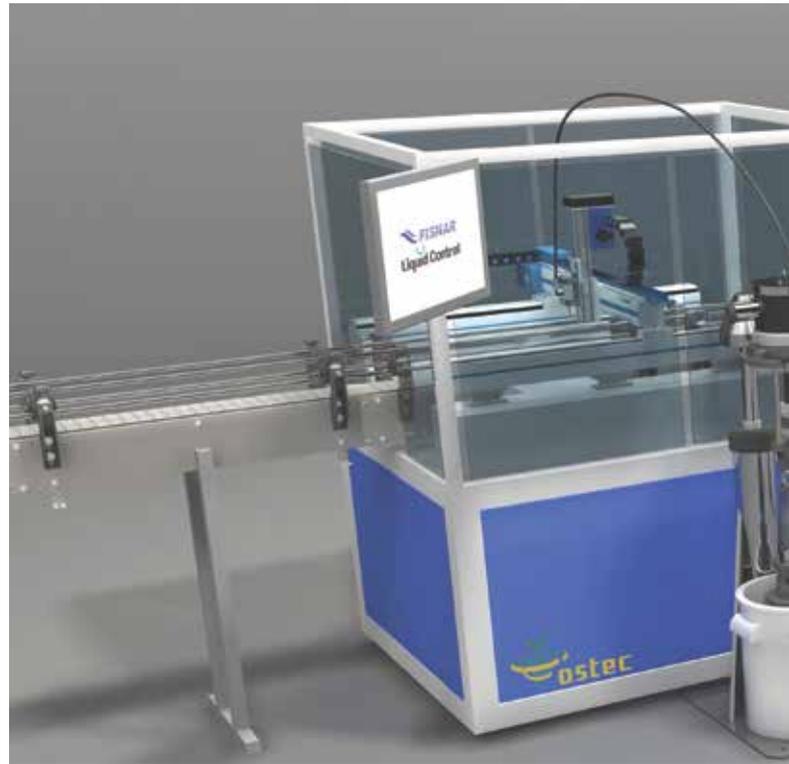
Удалось полностью. Хочу отдельно поблагодарить специалистов компании, которые не только установили на нашем производстве это оборудование и провели тренинги, но и участвовали в процессе написания программ для оборудования, а ранее дали ряд ценных советов, крайне полезных для разработки данного изделия.

Что до технологии, то, на мой взгляд, она наиболее прогрессивная для обеспечения высоких степеней IP при производстве различных приборов. Мы планируем применять её также и в наших новых разработках.

Антон Владимирович, какие цели Вы ставите перед собой на ближайшее будущее?

В первую очередь, это развитие внутри группы компаний технологических навыков, привнесение в новые разработки современных инженерных решений. Уже в этом году на предстоящей выставке «Интерлайт» мы покажем множество оригинальных продуктов, которые несут в себе новейшие технологии. Но останавливаться на достигнутом нам нельзя. В будущем мы намерены большую часть своих разработок сделать максимально интересными не только для потребителей, но и для инженеров-профессионалов. На мой взгляд, это единственный путь идти в ногу со временем. А что из этого получится? Что ж, поживём — увидим!

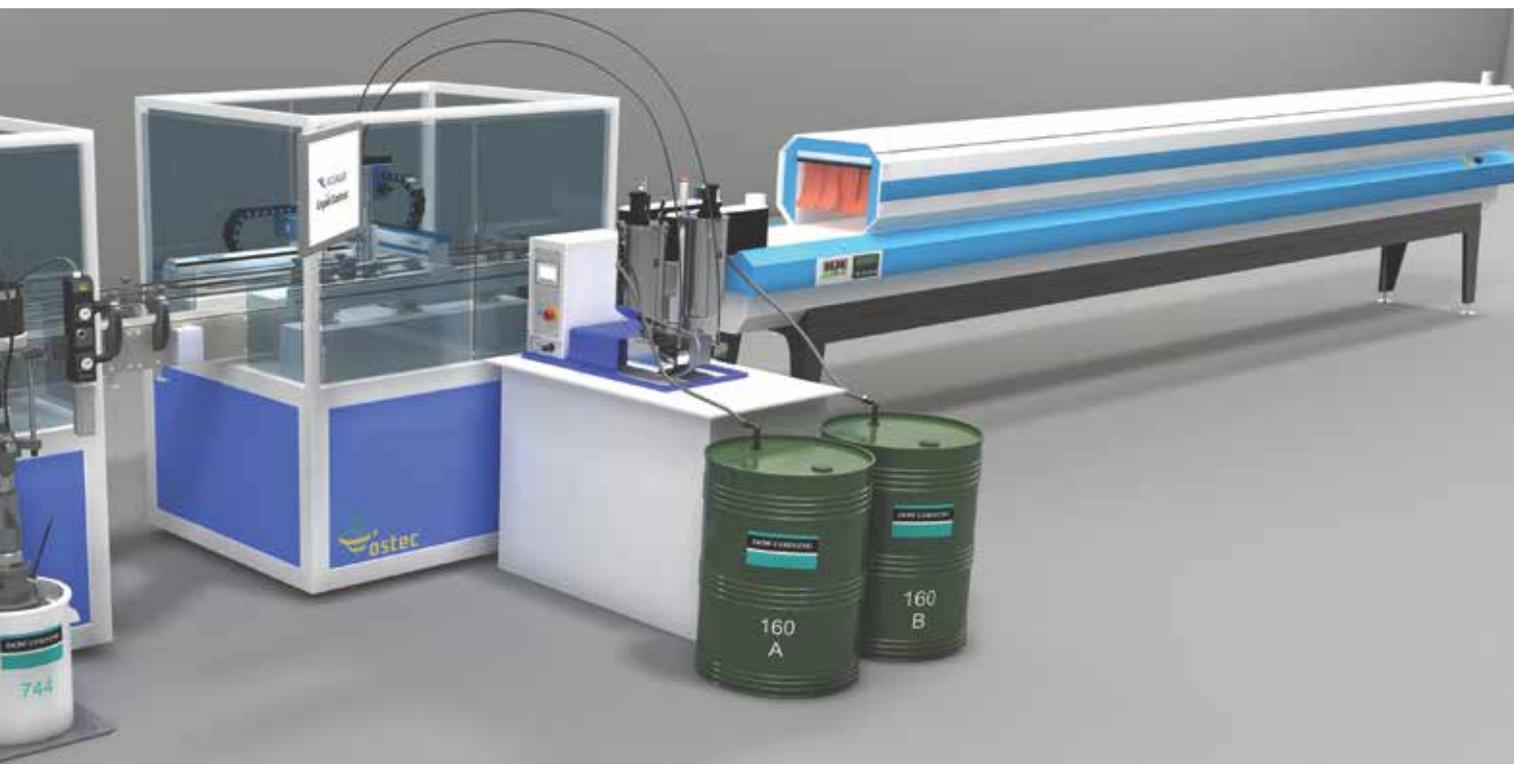
Антон Владимирович, благодарим Вас за беседу. Желаем Вам и компании «Световые Технологии» процветания, большого количества прорывных идей и новых ярких инновационных продуктов.



7 Роботизированная конвейерная линия заливки и герметизации LED светильников



8 Пусконаладочные работы оборудования Fisnar Liquid Control для нанесения силиконовых материалов



ников



9 Команда разработчиков компании «Световые Технологии» и представитель ГК Остек

Хотелось бы отметить, что сегодня уже не остаётся никаких сомнений в повсеместном внедрении светодиодного освещения в ближайшем будущем. Многие производители светотехнической продукции делают ставку на применение передовых материалов для повышения потребительских свойств своей продукции при одновременном наращивании производства. В таких условиях автоматизация производства с внедрением передовых технологий — жизненно необходимый фундамент, который, с одной стороны, позволит обеспечить повторяемое высокое качество продукции, и, как следствие, с другой — завоевать достойное место на рынке светодиодного освещения. 

Обзор элементов процесса сборки ИС по технологии 3D-интеграции

Текст: Владимир Тюльпанов
Александр Васильев

Мировая тенденция в развитии электроники и микроэлектроники уже в течение многих лет сводится к уменьшению габаритных размеров с одновременным повышением производительности и функциональности. В качестве решений задач такого рода успешно применяются различные методики трехмерной компоновки составных элементов ИС. Наиболее интенсивно в настоящее время развивается группа методов, объединенная общим понятием «3D-интеграция».

Настоящая 3D интеграция заключается в сборке изделий на уровне полупроводниковых пластин (3D-WLSiP) до упаковки кристалла в корпус. Современные технологии способны осуществлять монтаж кристаллов на пластину и пластин между собой таким образом, чтобы получить готовое изделие даже до этапа разделения пластин на отдельные кристаллы. На сегодняшний день кремний останется ключевым элементом для технологий 3D-интеграции, поскольку позволяет создавать вертикальные переходные отверстия и при этом сохранять наименьшие массогабаритные характеристики всего изделия.

Миниатюризация CMOS устройств становится все более сложной и дорогостоящей, что влечет за собой активное развитие новых направлений для улучшения конструкции и оптимизации технологии производства ИС. Одним из наиболее перспективных направлений является, конечно, 3D интеграция путем укладки в стек. По сути, это может быть сделано на уровне пакета (Package on Package, POP) или за счет интеграции всех чипов системы в одном пакете (System in package, SiP). Последний подход предлагает лучшее решение с точки зрения форм-фактора, а также сокращение длины соединений и, как следствие, улучшение характеристик передачи сигнала и снижение уровня потребления электроэнергии.

Отдельные кристаллы могут быть собраны или посредством планарного размещения на переходной плате, или вертикально один поверх другого (стек). В этой схеме интеграции проволочные соединения уже не являются наилучшим решением, и предпочтительнее становятся новые типы электрических связей, такие как сквозные переходные отверстия (TSV) и/или медные микрорезистивные контакты.

Существует несколько ключевых технологических приемов 3D-интеграции:

- Сквозные переходные отверстия (Thru-silicon-via interconnections или TSV), которые выполняются различными методами травления или лазерной обработки и заполняются медью для обеспечения омического контакта;
- Сборка (стек) из тонких чипов, собранных по технологии TSV с применением коммутационных подкристалльных переходных плат (так называемых интерпозеров (interposer));
- Ультратонкие (20 и 35 мкм) чипы, полученные по технологии «сначала резка — затем утонение» (DBG) со скошенной кромкой под углом 45° и последующим снятием напряжений путем плазменной обработки;
- Работа с тонкими пластинами с применением технологии усовершенствованного временного монтажа тонких кремниевых пластин на переходные платы на основе различных технологий временного монтажа, например, ZoneBOND™;
- Сборка из тонких пластин (TWLP), как результат — модуль 3D-WLSiP.

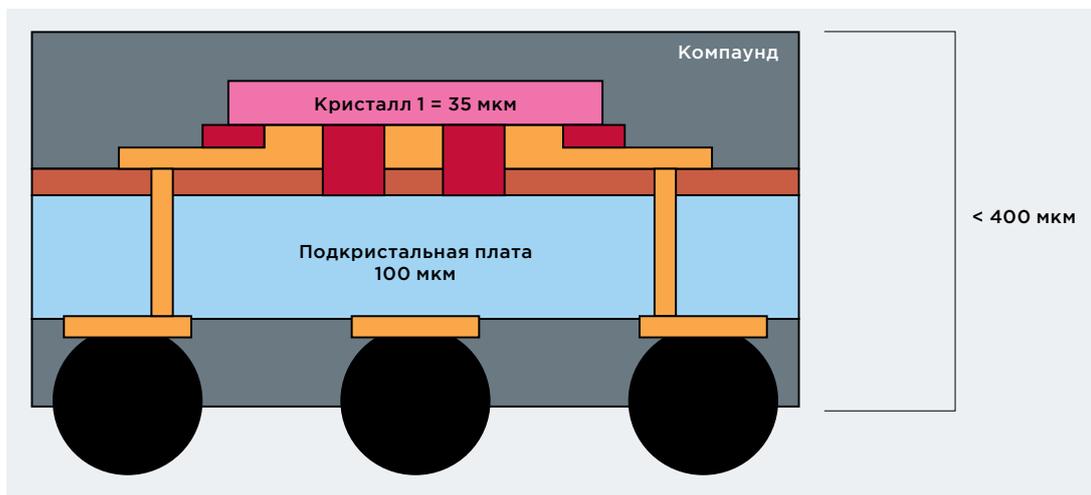
Корпусирование на уровне тонкой пластины (TWLP) также является одной из уникальных технологий, внедряемых сейчас в производства во всем мире. Такой подход позволяет получить готовые к поверхностному монтажу ИС с общей толщиной корпуса до 400 мкм (рис 1). Целевое применение таких решений — интегрированные пассивные устройства (IPD), такие как фильтры и радиочастотные мобильные приложения. IPD были выведены на рынок в конце 90-х годов прошлого столетия и в настоящее время собираются чаще всего по технологии «монтаж кристалла на пластину» (C2W). Сохраняющаяся тенденция к миниатюризации устройств и требование к увеличению функциональности создают необходимость упрощения маршрута монтажа кристаллов на пластину WLCSP с одной стороны и большей функциональности в одном корпусе CSP с другой стороны.

Создание переходной платы начинается с создания сквозных переходных отверстий диаметром порядка 10 мкм и глубиной около 100 мкм.

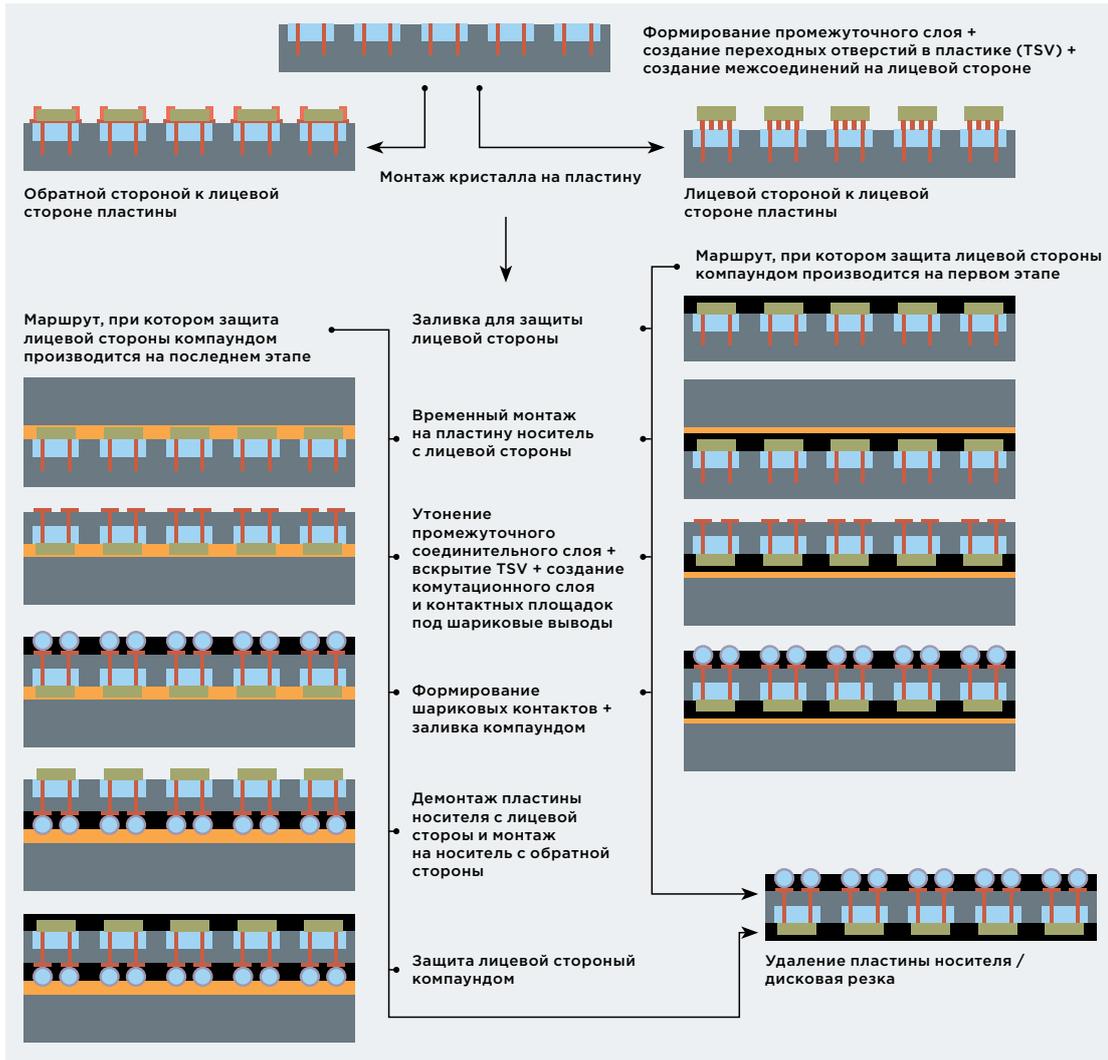
Общий процесс сборки представлен на рис 2. Переходные платы изготавливаются из чистой кремниевой пластины без каких-либо активных устройств. Сквозные переходные отверстия формируются с лицевой стороны переходной платы, после чего производится монтаж кристаллов на переходную плату. Далее выполняется вскрытие переходных отверстий утонением пластины с переходными платами с задней стороны с предварительным монтажом лицевой стороной на временный носитель.

Возможны два пути сборки (как показано на рис 3).

Первый путь, под названием «заливка лицевой стороны в качестве завершающего этапа» (front side molding last approach), уменьшает количество операций, относящихся к завершающей стадии сборки продукта (где класс чистоты



1
Схема 3D-интегрированной сборки с использованием переходной подкристалльной платы



2
Общий вид процесса 3D-сборки

помещения хуже) и включаемых в маршрут первоначальной сборки продукта (где класс чистоты помещения значительно выше, поскольку идет работа с открытой пластиной).

Второй путь, под названием «заливка лицевой стороны до утонения» (front side molding first approach), нацелен на то, чтобы сначала закончить корпусированием (заливкой структуры пластиковым компаундом) процессы, связанные с лицевой стороной, и уже затем осуществлять монтаж на временный носитель и дальнейшую работу с обратной стороной пластины для вскрытия переходных отверстий на подкристалльной плате.

Разумеется, последовательность операций должна быть определена в соответствии с предшествующими и последующими процессами.

Разделяют два уровня операций 3D-сборки, которые определяются конечным продуктом:

- первый уровень — это совокупность операций до вскрытия переходных отверстий;
- второй уровень — это операции, которые позволяют завершить CSP-структуру и упаковать готовые изделия в ленту для последующего автоматического монтажа на печатную плату.

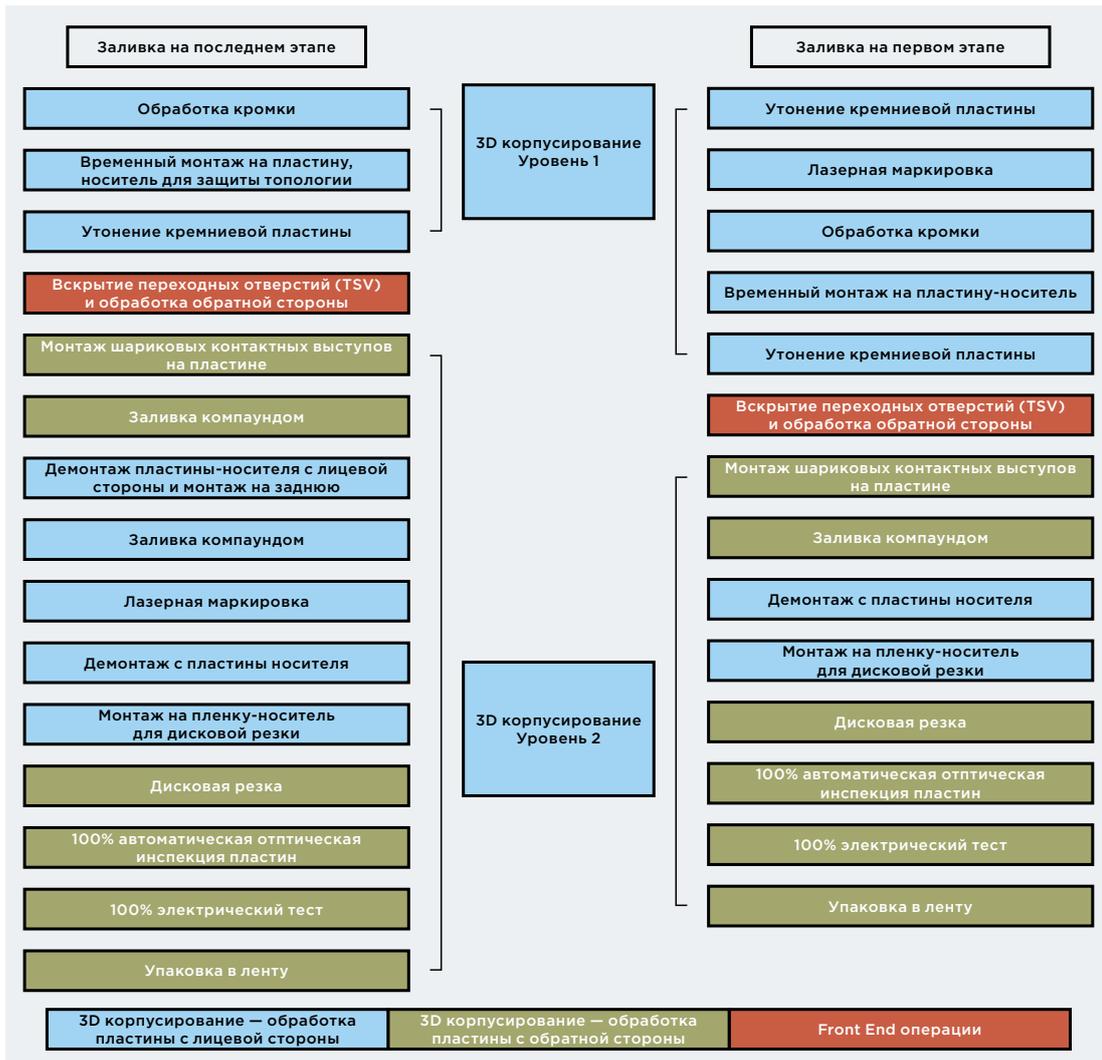
Основные группы операций, на которых основана технология 3D-сборки:

- заливка (герметизация) пластиковым компаундом пластин с обеих сторон;
- утонение пластин до 100 мкм для вскрытия переходных отверстий на подкристалльной плате;
- технология работы с тонкими пластинами (временный монтаж на носитель и демонтаж с носителя);
- группа операций для обеспечения формирования корпуса в размер кристалла (CSP), начиная от установки контактных шариковых выступов и оканчивая разделением и упаковкой в ленту со 100% АОИ и электрическим контролем.

Выполнение сквозных переходных отверстий

Сквозные переходные отверстия выполняют, как правило, с использованием Bosch-процесса: чередованием фаз сухого изотропного травления и осаждения Ti .

Изоляция переходных отверстий происходит посредством выполнения операции субатмосферного осаждения окисла (CVD-процесс) при 400°C, что обеспечивает порядка 400 нм окисла в нижней части полости. Для сложных переходных отверстий с аспектным соотношением 10:1 ис-



3 Два основных пути сборки

пользуют MOCVD-процесс для осаждения 20 нм барьера из нитрида титана и последующего затравочного 150 нм слоя меди. Дальнейшее наращивание медного слоя осуществляется с помощью гальванического осаждения (ECD-процесс). При этом медь растет из нижней части отверстия, избегая раннего закрытия «горлышка». Полное заполнение 100 мкм углублений получается с покрытием всей поверхности пластины медным слоем около 3 мкм. Затем выполняется отжиг меди для того, чтобы ограничить экструзию меди. Излишек меди удаляется химико-механической полировкой (ХМП или CMP) до вскрытия TiN и с конечной шероховатостью менее чем 50 нм.

Лицевую сторону металлизации непосредственно формируют на верхней части переходных отверстий с применением магнетронного напыления, последующей литографией и сухим травлением. Затем осаждается 0,5 мкм CVD оксидного слоя и вскрытие контактных окон.

Монтаж кристаллов на переходную плату

Часто операция монтажа кристаллов на переходную плату осуществляется путем присоединения кристалла лицевой стороной к плате, что в полной мере подраз-

умекает использование технологии flip-chip («перевернутых кристаллов»). Компания Datacon (Австрия), являющаяся частью холдинга Besi, отработала такой процесс в автоматических режимах на производимом ими же оборудовании (Datacon 8800 FC CHAMEO, Datacon 2200 evo, рис 4). Основная сложность при постановке такого техпроцесса состоит в том, что необходимо работать с очень тонкими кристаллами и с низкопрофильными микроконтактными выступами, что приводит к проблемам при нанесении флюса на выступы перед пайкой кристалла. Решением здесь выступает комплекс мер, в т.ч. увеличение на несколько микрон высоты контактных выступов и точная настройка процесса флюсования,

Т 1

Примеры режимов процесса сухого изотропного травления

Параметр	Значение
Скорость травления	4,1-6,8 мкм/мин
Неравномерность по глубине	<±1%
Стравливание маски	<150 нм
Шероховатость стенок	<150 нм
Угол наклона стенок	<90°



4

Оборудование для монтажа кристаллов Datacon 2200 Evo и 8800 FC Chameo

вследствие чего удается достигнуть стабильных результатов с высоким уровнем повторяемости. Однако при использовании традиционных методов монтажа перевернутых кристаллов при сборке 3D-интегрированных модулей наблюдается достаточно низкий процент выхода годных, который объясняется высокой степенью гибкости и неплоскостности сверхтонких кристаллов из-за внутренних напряжений, вызванных сформированными топологическими слоями. Принципиально решить эту задачу позволяет применение группового метода пайки с регулируемой температурой и давлением, благодаря чему становится возможным воспроизводимый процесс с очень хорошим процентом выхода годных — более 97% при толщине кристалла в 35 мкм и точности монтажа ± 6 мкм (3 σ). Реализуется такой метод на специальном оборудовании для сварки пластин, например, EVG510 производства компании EV Group (Австрия)

После пайки выполняется заливка пространства между кристаллом и подкристалльной платой с применением специальных высокоточных дозаторов. Решающим значением здесь является точность позиционирования дозатора для достижения максимально высокого качества заполнения компаундом узкого пространства между кристаллами.

Работа с тонкими пластинами

Выполнение технологических операций с тонкими пластинами является одним из ключевых моментов при сборке 3D ИС. После утонения и шлифовки толщина пластин может составлять 50 мкм и менее, кроме того, пластины подвержены внутренним напряжениям, вызванным процессами шлифования и неоднородностью материала из-за сформированных топологических слоев. Возникающие трудности при переносе таких пластин с операции на операцию и их фиксации в оснастке решают с помощью операции временного мон-

тажа, закрепляя специальным адгезивом пластину или пакет пластин на временном носителе перед утонением. В реальном технологическом процессе сборки 3D ИС на уровне пластин (WLP) широко применяется метод инкапсуляции пластиковым компаундом посредством многоплунжерного литья под давлением, причем выполняют эту операцию как до, так и после утонения пластины и вскрытия отверстий.

При заливке компаундом лицевой стороны перед утонением мы завершаем все процессы с лицевой стороны и защищаем ее компаундом. Поскольку залитая лицевая поверхность имеет достаточную плоскостность, она прекрасно подходит для временного монтажа перед обработкой обратной стороны, и при этом нет никакого риска повреждения топологии. Как вариант, здесь может быть применен временный носитель, снимаемый «соскальзыванием» (сдвигом — Slideoff technology) с нанесенным на него специальным адгезивом. Здесь наиболее критичным моментом является то, что компаунд, которым залита лицевая сторона, имеет невысокую адгезию (низкий угол смачиваемости), и этому есть две причины. С одной стороны, компаунд впитывает и удерживает воду, поэтому любой компаунд должен быть обязательно обезвожен перед нанесением адгезива для временного монтажа, поскольку в противном случае оставшаяся вода может образовать полости (пузыри) во время временного монтажа. С другой стороны, физическая и химическая адгезии между клеем для временного монтажа и компаундом довольно низкие. Следовательно, для того чтобы улучшить адгезию клея и обеспечить высокую прочность скрепления, компаунд подвергают дегазации, а затем активируют поверхность кислородной плазмой. Также стоит отметить, что в итоге получается довольно разнородный пирог, каждый слой которого имеет свое, отличное от других, значение коэффициента температурного расширения. Таким образом, временный носитель, клей для временного



5 Оборудование для группового монтажа кристаллов EVG510

монтажа, компаунд и пластина будут иметь разные КТР-характеристики, что может привести к короблению и расслоению во время обработки обратной стороны. Кроме того, термомеханические свойства самого соединения и его способность передавать тепло во время обработки обратной стороны являются критическим параметром при выборе материала.

Вариант, при котором заливка компаундом лицевой стороны 3D ИС осуществляется после утонения, является гораздо более сложной операцией, но позволяет избежать обработки обратной стороны подкристалльной платы с компаундом на лицевой стороне, значительно уменьшая тем самым риски коробления и расслаивания. Однако такой вариант требует выполнения специализированной последовательности операций, называемой «carrier flip-flop» (CFF) с «высокой топологией» в клеевом слое временного монтажа: с тонкими кристаллами на лицевой стороне и с шариковыми выводами на обратной стороне. Более того, CFF подразумевает использование технологии ZoneBOND™ для первой операции временного монтажа/демонтажа («отрыв» носителя осуществляется поднятием его края) и стандартную технологию для последующей операции временного монтажа (когда «отрыв» носителя от пластины осуществляется методом взаимного сдвига, т.н. «SlideOff»). ZoneBOND™-носитель представляет собой специально подготовленный носитель, который имеет две различные зоны адгезии. Центральная область обладает относительно низкой адгезией, а краевое кольцо (порядка 1-2 мм) образует область с высокой адгезией. Пластина лицевой стороной монтируется на ZoneBOND™-носитель, затем обрабатывают обратную сторону, заливают компаундом и формируют шариковые выводы, после чего требуется дегазация и плазменная активация для увеличения адгезии с временным носителем, как описано выше. Следующим шагом является монтаж SlideOff-носителя на обратную сторону, после чего



6 Система герметизации пластиковым компаундом Fico MMS-i

снимают ZoneBOND™-носитель с лицевой стороны и делают заливку компаундом лицевой стороны. Далее вся сборка монтируется компаундом на лицевой стороне на пленку на рамке (для дальнейшего разделения). В конце осуществляется демонтаж SlideOff-держателя, отмывка, и пластина поступает на дисковую резку.

Даже поверхностного взгляда на технологию сборки 3D ИС достаточно, чтобы найти в процессе операции, характерные больше для кристалльного производства, чем для сборочного. Для многих проблема подбора оборудования, обучения специалистов и освоения технологии может показаться чрезмерно комплексной, с большим количеством незафиксированных и нестабильных моментов. С другой стороны, высокий уровень интеграции устройств и изделий, полученных с помощью таких технологических решений, позволяет сделать значительный шаг вперед в эволюции производимой техники.

Поэтому, чтобы следовать за технологическим прогрессом и производить изделия действительно мирового уровня, не обойтись без комплексного подхода и широкого привлечения опытных экспертных групп к подобным проектам. Мировые лидеры вкладывают миллионы долларов в то, чтобы разрабатывать такие подходы раньше конкурентов на рынках широкого потребления и, разумеется, такие разработки защищены множеством международных патентов и ревностно охраняются своими создателями. Однако для нишевых применений, характерных, например, для отечественной радиоэлектронной промышленности, ограничения носят более упрощенный характер.

Таким образом, складывается уникальная ситуация: на сегодняшний день существует реальная возможность разработки и внедрения передовых технологий 3D-интеграции на российских предприятиях, а дьявол, как и всегда, прячется в деталях — в выборе правильной технологии и технологического партнера. □

Пайка в паровой фазе – друг или враг!



Текст: **Василий Афанасьев**



Пайка в паровой фазе, парофазная пайка, парогазовая пайка или конденсационная пайка. Все это название одной и той же технологии, суть которой заключается в передаче энергии пара, выделяемой при фазовом переходе во время кипения специальной жидкости (теплоносителя) печатному узлу, в результате чего происходит оплавление паяльной пасты. Технологии, появившейся одной из первых, временно забытой и затем получившей второе рождение, не в последнюю очередь благодаря известной директиве RoHS, а также дальнейшей модернизации оборудования и состава теплоносителя.

В Европе эта технология используется достаточно активно на протяжении нескольких лет. Отечественные предприятия поначалу отнеслись к пайке в паровой фазе несколько настороженно, и лишь после интенсивной маркетинговой работы ряда крупных компаний интерес к данному виду пайки заметно возрос.

Несмотря на безусловные достоинства конденсационной пайки, возникает вопрос: все ли побочные эффекты учтены, и не превышает ли количество ограниченный все её достоинства? К тому же, предприятия, уже получившие достаточный опыт работы с «парофазой», иногда готовы охотно им поделиться. И в жизни всё оказывается не так гладко, как это было на бумаге.

Перечислим наиболее значимые факторы и аргументы, влияющие на принятие решения по приобретению системы пайки в паровой фазе.

1. Равномерный нагрев сборки. Это очень сильный аргумент. В первую очередь, потому что логичный и правдивый. Но при том, что качественные современные конвекционные печи могут обеспечивать крайне малый разброс температуры по поверхности платы, о чем прямо указывают в информационных материалах, и в чем мы неоднократно убеждались, снимая реальные профили при помощи специальных устройств, аргумент о равномерности нагрева в «парофазе» воспринимался как безусловное преимущество над конвекционными печами, что, в общем, таковым в полной мере не является.

В то же время, я лично наблюдал на одном из предприятий, как во время отладки процесса при попытке пайки в паровой фазе пустой платы небольшого формата разброс температуры в ее разных точках достигал 20°C! Но в данной ситуации это было связано с непродуманной конструкцией самой установки. Нагреватель располагался под дном ванны с теплоносителем, имея очень малую площадь по сравнению с ней. К тому же в данной ситуации была предпринята попытка пайки при температуре ниже точки кипения теплоносителя (отрабатывался процесс пайки по свинцовой технологии, в то время как теплоноситель использовался для бессвинцовой пайки). Машина не предусматривала такого использования. Аргумент правдив, но не для всего оборудования пайки в паровой фазе. Он не является весомым преимуществом по отношению к современным конвекционным печам.

2. Исключен риск перегрева ПУ. Это еще более сильный аргумент. Температура кипения жидкости одна и та же и выше быть не может. Но! Практический опыт показывает, что по прошествии определенного времени состав теплоносителя Galden претерпевает незначительные изменения, и его температура кипения повышается на 5-7°C, что в некоторых случаях может оказаться критичным. Важно отметить, что сам производитель указывает возможность изменения температуры кипения Galden на $\pm 5^\circ\text{C}$, отмечая при этом, что если наблюдается повышение на 7°C, то в данном случае вероятно наличие контрафакта или брака жидкости. И здесь можно привести в качестве примера одно из отечественных предприятий, где точку кипения Galden вынуждены искусственно занижать, разбавляя теплоноситель с более высокой точкой кипения теплоносителем с более низкой, так как Galden с точкой кипения 240°C на стадии пайки достигает 247°C, что является губительным для некоторых компонентов на плате. И вновь здесь можно отметить конструктивные ограничения системы пайки, а именно отсутствие у машины обратной связи по температуре и возможности реакции на нее.

Данный аргумент также является правдивым, однако следует помнить, что у Galden со временем может повыситься температура кипения за счет преимущественного испарения легкокипящих фракций.

3. Систему не нужно настраивать. Программы создаются элементарно, что является идеальным для многономенклатурного производства. Иными словами, лишь благодаря тому, что у нас температура пайки ограничена температурой кипения жидкости, мы можем не думать о профилировании в принципе. Это позволяет не задумываясь паять любые платы едва ли не на одном-единственном режиме установки, забывая при этом, что кроме пайки существуют стадии предварительного нагрева, стабилизации и охлаждения. Забывая, что существуют компоненты, чрезвычайно критичные к градиенту температуры. Забывая, что у плат различная теплоемкость. Забывая, что используются разные пасты с разными флюсами, разные финишные покрытия и разный материал печатных плат. Машину можно не настраивать, а просто паять и все. А теперь из сказки вернемся в реальность.

За рубежом, да в принципе и у нас тоже, высоко ценятся специалисты, способные отлаживать технологический процесс пайки, включая не только конвекцию, но и пайку волной и пайку в паровой фазе. Современная элементная база зачастую имеет серьезные ограничения по температурному профилю. Это может касаться любых стадий процесса: предварительного нагрева, пайки или охлаждения. Важно выдерживать определенный градиент и не допускать перегрева. Поэтому подбор температурного профиля может оказаться весьма трудоемким процессом, требующим определенных знаний и навыков, независимо от того, по какой технологии мы паяем, в «парофазе» или конвекции. Пар — это только способ нагрева. Требования, которые предъявляются компонентами, существуют независимо от того, как мы нагреваем. К тому же в «парофазе» распространен дефект «надгробного камня», одна из причин которого — резкий переход от стадии стабилизации к стадии пайки, чему следует уделить особое внимание. Пар, по сравнению с конвекцией, намного быстрее передает тепло, а быстрота передачи способствует неравномерности его распределения. Поэтому греть лучше медленно, а градиентом следует управлять. Дефект образуется, если разница во времени начала оплавления пасты на площадках составляет всего 0,2 сек. Без контроля градиента температуры при переходе к стадии пайки, к тому же в инертной среде, в которой действие сил смачивания выше, чем при пайке «в воздухе», вероятность возникновения «надгробия» возрастает многократно.

Далее — как известно, наиболее распространены парофазные системы палетного типа. То есть платы помещаются на палету и уже на ней перемещаются в зону, где происходит процесс пайки. Отладка профиля, как правило, происходит на одной плате. Но паять можно несколько плат одновременно и если их поместить на палету, то реальный профиль будет далек от того, что было отлажено, и в программу нужно внести корректировки.

Другими словами, пайка в паровой фазе это, прежде всего, пайка со всеми вытекающими отсюда вопросами. Следовательно, утверждение квалифицированных специалистов, что профилирование — простой процесс, может означать лишь одно — низкие возможности оборудования. Действительно, если в системе пайки ограниченное количество настроек, например, только мощность нагревателя и время цикла — отсюда и идет пресловутая «простота» программирования. Но «проще» не значит «лучше», и если подходить к профилированию со всей ответственностью, то создание программ становится серьезной задачей. При этом важно, чтобы оборудование позволяло получить требуемый профиль любой сложности, что сделать с двумя настройками, такими как «мощность» и «время», нереально.

Данный аргумент имеет право на существование, но только для случаев создания линейного профиля или в том случае, если оборудование не дает возможности детальной отладки процесса.

4. Пайка происходит полностью в инертной среде, что благоприятно сказывается на качестве.

И это действительно так. Только есть одно «но» — упомянутый выше «надгробный камень». Любая пайка в инертной среде, будь то пайка в азоте или конденсационная пайка, повышает вероятность образования данного дефекта в несколько раз. Это может быть связано с конструкцией печатной платы, точнее с контактными площадками, с качеством нанесения пасты или установки компонентов, непосредственно с паяльной пастой и, не в последнюю очередь, с профилем пайки. В случае быстрого и неконтролируемого нагрева риск образования «надгробных камней» чрезвычайно велик. По большому счету, это также говорит об ответственности при создании программ пайки.

5. Пайка с использованием вакуума повышает надежность паяных соединений.

И да, и нет. Попробуем разобраться. В чем действительно преимущество использования вакуума при пайке, так это в снижении количества пустот. Пока припой расплавлен, в зоне пайки либо в отдельной камере (в зависимости от типа системы), куда перемещается плата, формируется вакуум. Таким образом из паяного соединения удаляются пустоты. Казалось бы, что может быть лучше. А теперь попробуем снять розовые очки и рассмотреть все аспекты процесса.

В статье А. Нисана «Влияние пустот в объеме паяных соединений BGA на надежность» (бюллетень «Поверхностный монтаж» №2/2009) приведены любопытные результаты исследований, проведенных техническим подкомитетом IPC. В ходе работы печатные узлы подвергались термоциклированию и термоудару, после чего проводился анализ связи надежности паяного соединения BGA с наличием пустот. Результаты показали,

что наличие пустот не только не снизило надежность паяных соединений но и наоборот повысило ее. Не буду говорить, что пустоты в BGA это хорошо и что важны скорее не пустоты, а их расположение, но сам результат проведенных независимых исследований заставляет посмотреть на них под другим углом.

Системы, формирующие вакуум в отдельной камере, работают по следующему принципу: плата с расплавленным припоем выезжает из зоны пайки и помещается в зону вакуума. При этом совершенно естественно происходит снижение температуры. В зоне вакуума включаются дополнительные нагреватели, и температура повышается до температуры пайки. Далее происходит откачка воздуха, через некоторое время процесс заканчивается, и спаянная плата выезжает наружу. Мало того, что плата с расплавленным припоем и установленными поверх компонентами совершает перемещение в другую камеру, что уже само по себе не очень хорошо, так еще если снять температурный профиль, на нем будет четко видна «впадина», получившаяся в момент выхода платы из зоны пайки. Понижение температуры при этом может достигнуть 30-40°C (что в этом случае будет с припоем?), затем в вакуумной камере происходит восстановление до температуры пайки.

Использование вакуума так или иначе увеличивает время процесса, а это, в свою очередь, ведет к увеличению интерметаллического слоя. Чем толще этот слой, тем более хрупким будет паяное соединение. Теперь представим, что после пайки плата перемещается в другую камеру, в ней создается вакуум, плата некоторое время выдерживается и выезжает. Весь этот процесс, за исключением выхода платы из зоны пайки, происходит при температуре выше точки ликвидуса, следовательно, интерметаллиды все это время продолжают формироваться. Если стандартное время пайки находится в диапазоне 30-90 сек., то использование вакуума удлинит этот процесс минимум в 2 раза. Это может оказаться не принципиальным для массивных компонентов, но у чипов, у которых толщина самой галтели невелика, это может привести к снижению механической прочности соединения. Здесь стоит отметить, что и радиоэлементы и платы во время всего периода работы в вакуумной камере постоянно подвергаются воздействию повышенной температуры, что может негативно сказаться на надежности.

Данный аргумент весьма спорен. Количество пустот, безусловно, снижается, но удлинение времени цикла ведет к повышению хрупкости паяных соединений и дополнительному температурному воздействию на компоненты. При пайке компонентов с большой площадью спая вакуум дает безусловное преимущество. Меньше пустот — лучше теплоотвод. Но для остальных компонентов польза использования данной функции сомнительна. К тому же использование вакуума ведет к существенному удорожанию оборудования.

В итоге получается, что часть факторов показывается с выгодной стороны, но при этом умалчивается о побочных эффектах, которые проявляются уже в процессе эксплуатации. Ведь за непонятными английскими словами и красивыми аббревиатурами могут скрываться элементарные вещи.

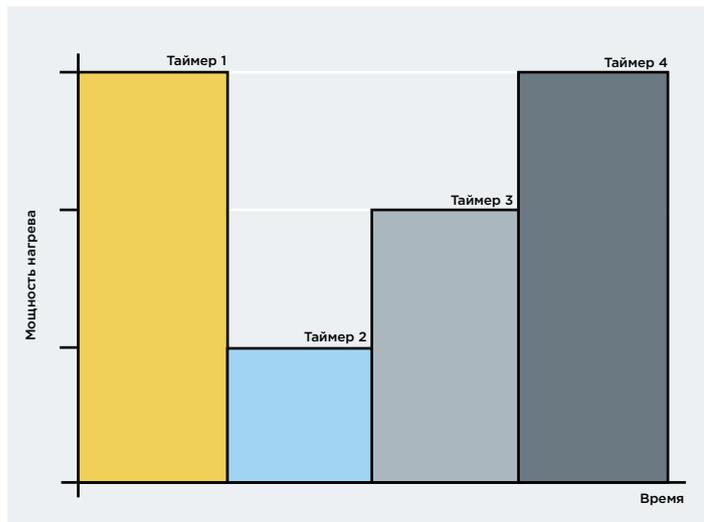
Необходимо помнить, что все системы пайки в паровой фазе требуют подключения водопроводной воды либо использования дополнительного охлаждающего устройства (чиллера) для охлаждающего контура. Плюс некоторым системам требуется еще и сжатый воздух.

Но как бы там ни было, конденсационная пайка — очень перспективная технология, которая будет эффективно работать в надежных руках. Низкое количество пустот, качественные паяные соединения, практически полная невозможность перегрева, равномерность распределения тепла, отсутствие расслоения печатных плат, эффективная теплопередача, а при этом еще и компактность, и сравнительно невысокое энергопотребление. Но, повторюсь, очень многое зависит от оборудования, которое должно сводить к минимуму упомянутые побочные эффекты, а еще больше от человека, который работает с этим оборудованием.

При выборе данной технологии пайки необходимо тщательно взвесить все плюсы и минусы, проанализировать подводные камни, которые могут возникнуть, и ни в коем случае не попадаться на маркетинговые «крючки».

1

1 Диаграмма создания профиля на установках класса «Эконом»



Компания IBL Loettechnik

Первая попытка договориться о сотрудничестве с компанией IBL Loettechnik была предпринята нами еще в 2007 году. Предприятие Остек, имея наибольшее количество заказчиков, должно было заинтересовать ведущего производителя данных систем. Однако на тот момент у IBL уже был партнер в России, и действующие договорные отношения оказались для немецкой компании выше возможности работать с крупнейшим российским дистрибьютором. С того момента попытки заключить договор с компанией IBL Loettechnik предпринимались ежегодно, неизменно терпя неудачу. Наконец, в конце 2011 г. нам удалось заключить соглашение с этой фирмой.

Что же особенного у компании IBL и почему стоило охотиться за ними? Первое — это огромный накопленный опыт в данной технологии. Второе — широчайший модельный ряд. И самое главное — безусловное техническое превосходство над аналогичными системами и внимание к мельчайшим деталям. Об этом мы поговорим подробнее.



2

2 Система пайки Minilab

Габаритные размеры, мм	730x600x600
Максимальный размер печатных узлов, мм	300x275x80
Требуемое количество теплоносителя (минимум), кг	2
Максимальная мощность нагревателя, кВтч	1,8
Средняя потребляемая мощность, кВтч	0,8

Модельный ряд систем парофазной пайки IBL

СИСТЕМЫ КЛАССА «ЭКОНОМ»

В классе «Эконом» используется наиболее простой способ оплавления в паровой фазе, с помощью которого можно создавать различные температурные профили, близкие к линейным. Передача энергии печатному узлу контролируется путем регулировки мощности нагревательных элементов.

В данном режиме необходимый температурный градиент может быть получен путем изменения мощности нагрева теплоносителя и в разные моменты времени соответственно интенсивности его испарения. Оператор может задать до 4-х ступеней повышения температуры, а также длительность каждой из них рис 1. Оборудование данного класса может работать в автоматическом режиме, увеличивая или уменьшая время пребывания запаиваемого изделия в камере оплавления, в зависимости от его массы или количества загруженных плат. При отладке профиля технолог определяет момент оплавления припоя и задает необходимое время выдержки. Далее система работает самостоятельно, обрабатывая нужный режим независимо от количества плат на палете.



3 Система пайки SV 260

Габаритные размеры, мм	760x710x600
Максимальный размер печатных узлов, мм	300x260x80
Требуемое количество теплоносителя (минимум), кг	3
Максимальная мощность нагревателя, кВтч	2,1
Средняя потребляемая мощность, кВтч	0,9



4 Система пайки SV 360

Габаритные размеры, мм	1450x1000x1400
Максимальный размер ПУ, мм	540x360x80
Минимальное количество теплоносителя, кг	10
Максимальное потребление мощности, кВтч	5,2
Средняя потребляемая мощность, кВтч	2,8

Системы класса «Эконом» успешно используются в лабораториях и мелкосерийном производстве, реализуя качественную паровоздушную пайку для малых объемов.

САМАЯ КОМПАКТНАЯ НАСТОЛЬНАЯ СИСТЕМА MINILAB
 Minilab рис 2 — простейшая система с вертикальной загрузкой печатного узла. Характеризуется минимальным расходом теплоносителя, компактными размерами и высоким качеством пайки. Идеальное решение для лабораторий.

СИСТЕМА ПАЙКИ SV 260

Данная система тоже является настольной, но в отличие от предыдущей модели здесь уже используется запатентованная транспортная система, которая обеспечивает плавное погружение плат в зону пайки. Палета при этом совершает движение по окружности, оставаясь параллельной основанию системы. При таком перемещении риск смещения компонентов на плате абсолютно исключен. К тому же упомянутая транспортная система не требует технического обслуживания.

Система SV 260 рис 3 состоит из двух камер: камеры пайки и камеры охлаждения. Двухкамерная конструкция в комбинации с загрузкой печатных узлов с передней стороны обеспечивают комфортную работу с установкой. Разделение зон пайки и охлаждения способствует обеспечению высокого качества пайки, снижению расхода теплоносителя, а также повышению производительности.

На корпус системы пайки выведен разъем для подключения устройства измерения температурных профилей при использовании дополнительного адаптера с термопарами, фиксирующегося на палете. Устройством, которое измеряет температуру, может быть и простой мультиметр, при наличии в последнем такой функции.

СИСТЕМА ПАЙКИ В ПАРОВОЙ ФАЗЕ SV360 ДЛЯ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

SV360 рис 4 — настольная система пайки в паровой фазе, завершающая серию «Эконом». Ее основное отличие от SV260 — возможность работы с платами большего размера и большая вместимость теплоносителя, что делает SV360 наиболее пригодной для мелкосерийного оборудования. □

КАЧЕСТВО

Электрическое тестирование. Что, как и зачем



Текст: **Андрей Насонов**



Проверка работоспособности электронного изделия всегда была важным звеном производственного процесса. С усложнением изделий и увеличением объемов их производства ручная проверка готовых изделий (как, впрочем, и монтаж) стали невозможными. Пришедшие на помощь людям автоматы не просто ускорили процессы тестирования и локализации дефектов. Автоматизация привела к появлению принципиально новых методов и технологий монтажа и тестирования, использование которых позволяет создавать изделия высочайшей степени надежности.

Что такое электрическое тестирование

Термин «электрическое тестирование» появился сравнительно недавно, заменив собой понятие «настройка электронных изделий», и эта замена — не простая дань моде. Слова «настройка» и «тестирование» не совсем синонимы — в обоих случаях они подразумевают проверку качества изделия, но настройка подразумевает участие человека (есть даже соответствующая профессия — настройщик электронного оборудования), а «тестирование» стало употребляться тогда, когда появились первые автоматизированные средства для выполнения этого процесса. Сначала эти средства лишь помогали человеку выполнять проверку изделия, но в процессе их эволюции появились принципиально новые технологии и подходы к проверке электронных устройств.

Электрическое тестирование выполняет две основные задачи. В первую очередь, оно должно оценить работоспособность изделия и его качественные характеристики. Вторая задача более утилитарна — обнаружение дефектов, их локализация и информирование о том, что нужно исправить при ремонте после производства. Нужно отметить, что в словах «ремонт после производства» нет ничего страшного. Конечно, нужно стремиться к снижению количества производственных дефектов до минимума, но по законам математики собрать сложное изделие вообще без дефектов просто невозможно — умножив ничтожные вероятности появления дефектов на большое количество компонентов, мы получим вполне ощутимую величину появления дефекта.

Эволюция систем тестирования

Те славные времена, когда электронные изделия были настолько просты, что собрать их мог один человек (автоматизировать в процессе из производства было просто нечего, да и техника того времени не позволяла это сделать), а партия в сотню изделий считалась крупной, канули в Лету. С усложнением электронной техники ее производители поняли необходимость в автоматизации — стремительно развивающийся рынок требовал увеличения объемов производства. Исторически сложилось так, что впервые с этим столкнулись производители телевизоров во время бурного роста популярности телевидения — объемы производства телевизоров стали измеряться миллионами штук **рис 1**. В таких условиях возникло естественное желание автоматизировать и удешевить столь интенсивное производство. Это получилось не сразу, так как автоматизация производства потребовала изменения конструкции устройств и элементной базы. Например, распространенный сейчас поверхностный монтаж это, кроме прочего, та самая технология, которая позволяет использовать автоматическую сборку.



1 Производство телевизоров: начало автоматизации

С появлением автоматизированного сборочного оборудования возникла необходимость и в автоматах для настройки изделий, ведь при столь крупных сериях «армия» наладчиков может разрастись до угрожающих размеров. Кроме этого, автоматизация сборки повлекла за собой появление компонентов, которые невозможно ни монтировать, ни проверить вручную. В результате возникла интересная ситуация: изначально средства автоматизации применялись для того, чтобы лишь удешевить массовое производство, но в итоге без автоматов сейчас невозможно (или очень сложно) собрать и настроить даже единичное изделие!

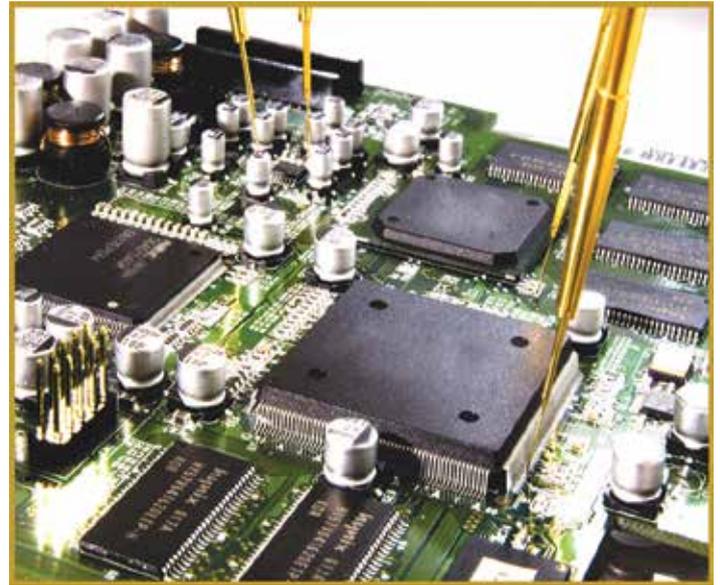
Миниатюризация элементной базы позволила значительно усложнять электронные изделия, совершенствуя их возможности при сохранении или даже уменьшении размеров. Одна современная микросхема может содержать в себе схему, для которой раньше требовался целый шкаф с электроникой. Внутренняя структура таких микросхем крайне сложна, и, следовательно, полноценная ее проверка тоже очень трудоемка и длительна. А бывают задачи, когда требуется обеспечить абсо-

лютную работоспособность изделия в условиях когда неизбежные по законам статистики дефекты не могут компенсироваться, например, программным способом, как «битые» ячейки в памяти настольного компьютера. Это могут быть, скажем, изделия для космических аппаратов (КА) — ведь перед полетом на спутник Марса электроника КА должна работать идеально, но на ручную проверку всей его «начинки» просто не хватит жизни наладчика. И в этом случае автоматические средства настройки электроники незаменимы.

Внутрисхемное тестирование

С приходом автоматов появилось новое понятие — внутрисхемное тестирование, то есть электрическая проверка схемы на соответствие документации. Такая проверка выполняется автоматически и при выключенном питании проверяемого устройства. Исходная информация для внутрисхемного тестирования — это электронная конструкторская документация (КД) изделия, то есть файлы, созданные разработчиком в САПР при проектировании. Нужно отметить, что технология внутрисхемного тестирования основана на работе с самыми обычными, стандартными файлами САПР, к которым не предъявляется каких-либо особых требований, кроме, конечно, соответствия правилам проектирования в этой САПР. На основе этих файлов компьютер автомата-тестировщика вырабатывает алгоритм проверки изделия, причем это происходит автоматически, без участия человека (хотя при необходимости можно и вмешаться в этот процесс). Обычно в первую очередь проверяется соответствие всех электрических связей КД, затем — отсутствие коротких замыканий между ними. Далее автомат последовательно определяет номиналы всех компонентов, установленных на плате, и сравнивает полученные значения с указанными в перечне компонентов. Для этого автомат анализирует схему и определяет способ измерения с учетом того, что нужный компонент могут шунтировать другие компоненты. Таким образом, проверяются номиналы резисторов, конденсаторов, индуктивностей, коэффициенты передачи транзисторов, трансформаторов, падение напряжения на диодах и т.д. Как это выглядит, проиллюстрировано на рис 2.

Если стратегия внутрисхемного тестирования верна, по его результатам уже можно дать заключение о том, будет ли устройство работать корректно или нет. Поэтому функциональное тестирование изделия носит, скорее, «психологический» характер для разработчиков. Однако может получиться так, что, несмотря на успешно пройденные внутрисхемные тесты, устройство не работает. В таком случае необходимо проводить дополнительные внутрисхемные тесты. Определять же неисправности по результатам функционального тестирования — дорого и сложно, ведь, включив устройство,



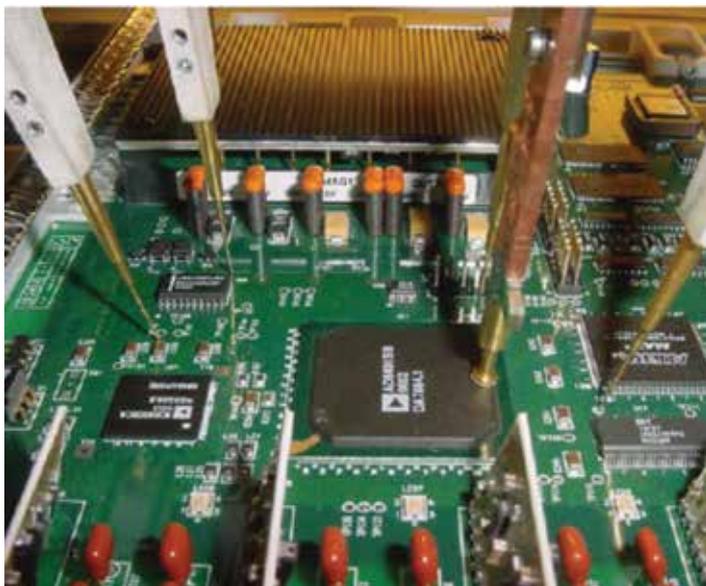
2
Внутрисхемное тестирование

мы не получаем никакой информации о том, почему оно не работает, в то время как внутрисхемное тестирование укажет на неисправный компонент или цепь.

Но что делать, если внутрисхемное тестирование подтверждает полное соответствие КД, а функциональная проверка показывает, что изделие не работает? Увы, тогда можно с чистой совестью говорить о конструкторской ошибке. Известны случаи, когда подобные ошибки выявлялись через несколько лет (!) серийного производства. Иной раз для того, чтобы найти неисправность, приходилось снимать изделие с производства. Используя внутрисхемное тестирование, несложно сравнить два изделия — работающее и нет — и выяснить, в чем между ними различие. Так можно, например, обнаружить, что номиналы каких-то компонентов выходят за пределы допусков.

Технологии внутрисхемного тестирования

Распространение методов автоматической проверки привело к появлению принципиально новых технологий тестирования, которые сложно или невозможно реализовать вручную. Метод измерения узловых импедансов изначально должен был лишь ускорить процесс тестирования, но с появлением точных измерителей малых реактивных сопротивлений появилась возможность предсказания неисправностей — определения потенциально ненадежных мест в схеме. Например, при монтаже микросхемы случайное воздействие статического электричества на одном выводе привело к изменению характеристик защитного диода, и микросхема, которая



3 Реализация технологии Electro Scan на установке с летающими пробниками Sprea 4060

не вышла из строя и прошла все стандартные проверки, может отказать через несколько лет работы. Потенциальные опасности такого рода можно обнаружить только с помощью точных измерений. Такие технологии применяются сейчас по всему миру, и, благодаря им, удается создавать изделия крайне высокой степени надежности, в первую очередь, для ответственных применений.

Для электрической проверки скрытых соединений, таких как выводы микросхем BGA, применяется технология Electro Scan. Напротив кристалла микросхемы помещается бесконтактный датчик, генерирующий переменное электрическое поле, и щупом определяются цепи, ведущие к скрытым контактам. Иными словами, выполняется прозвонка цепей переменным током через емкостное сопротивление малого значения. Таким образом проверяются не только паяные соединения, но и цепи внутри корпуса микросхемы **рис 3**.

Периферийное сканирование (JTAG) часто используется для программирования микросхем, но не все знают, что это всего лишь побочная возможность интерфейса электрического тестирования. Периферийное сканирование — самый бюджетный способ проверки, но он применим только для цифровых микросхем. По действующему соглашению между производителями электронных компонентов все современные цифровые микросхемы имеют тестовый интерфейс JTAG. Он позволяет использовать микросхему как генератор и приемник тестовых сигналов (ядро микросхемы при этом отключается от выводов), управлять процессом тестирования и передавать информацию в компьютер, где она обрабатывается специальным программным обеспечением.

Классифицируя контрафактные компоненты по их качеству и надежности (точнее, отсутствию таковых), можно прийти к парадоксальному на первый взгляд выводу: самые «опасные» контрафактные компоненты — это те, которые работают и по всем параметрам выглядят нормально, иной раз даже лучше оригинала

Оборудование для автоматического тестирования

По механизму работы автоматы-тестировщики делятся на два основных типа — автоматы адаптерные и с «летающими» пробниками. Недостатки адаптерных тестеров очевидны: каждая цепь на плате должна иметь тестовую контактную площадку, и для конкретного изделия необходим свой специальный адаптер, который будет подходить под контактные площадки. Не все изделия позволяют вводить в конструкцию контактные площадки; не всегда можно сохранить топологию этих площадок при изменении или модернизации платы — это влечет за собой необходимость смены адаптера. Имея сравнительно низкую стоимость и несколько выигрывая в скорости, адаптерные тестеры выгодно использовать при крупносерийном производстве изделий, вносить изменения в конструкцию которых не планируется (то есть в которых заведомо нет конструкторских ошибок).

Автоматы с «летающими» пробниками не имеют таких недостатков. Они не предъявляют к изделиям каких-либо особенных требований. Современные автоматы такого типа могут «попадать» в контактные площадки компонентов типоразмера 01005. Понятно, что такие автоматы разумно использовать на многономенклатурных производствах.



4
Продуманная стратегия тестирования позволяет «выжить» на другой планете

Электрическое тестирование как составная часть системы качества

Система качества — это совокупность организационных структур, ответственности, процедур и ресурсов, направленная на административный контроль качества продукции. Под ресурсами имеются ввиду технические средства контроля качества. Если в качестве ресурсов рассматривать персонал предприятия, то их заведомо не будет хватать для настройки изделий, ведь, даже несмотря на опыт работы, человек сам по себе не может обрабатывать большие объемы статистических данных. Работа системы качества неразрывно связана со статистическими данными (вероятность безотказной работы, процент отказа и т.д.), и привлекать для их анализа и обработки человека хотя и можно, но бесполезно. Несмотря на то, что компьютерный интеллект невозможно (по крайней мере, на сегодняшний день) сравнивать с человеческим разумом, у электронного тестировщика есть одно важное преимущество — память. Компьютер может обратиться к базе данных и выяснить, какой дефект был найден несколько лет назад в плате с определенным номером, сколько дефектов было в этой партии и что это за дефекты, выполнить какие-либо статистические расчеты по этим данным и предупредить о возможном выходе параметров компонентов за пределы допусков.

Современные полупроводниковые технологии настолько точны и повторяемы, что по ряду электрических параметров микросхемы можно точно выяснить ее происхождение — эти параметры повторяются как отпечатки пальцев во всех изделиях конкретного производителя

Входной контроль

В прошлом, когда производители электроники не сталкивались с контрафактными компонентами, входной контроль подразумевал проверку внешнего вида и документации. Наличие штампа военной приемки и соответствующих документов было залогом того, что компонент произведен в соответствии со стандартами. При этом, конечно, была вероятность брака, его исключение и было задачей входного контроля.

В наши дни, к сожалению, наличие документов не значит ничего, и «классический» входной контроль, по сути, стал бесполезен. Дополнительно ситуацию осложнили особенности технологии поверхностного монтажа. Компоненты для него отличаются от штыревых не только внешне, но и упаковкой, которая оптимизирована для автоматического монтажа и затрудняет проведение входного контроля. Более того, дефектный (или некачественный контрафактный) SMD-компонент нельзя обнаружить по отклонению номинала от заявленного значения — его дефекты проявляются во время монтажа. Штыревые компоненты при пайке подвергаются лишь локальному нагреву в области выводов; поверхностный же монтаж — это жесткое испытание для компонентов, которые должны целиком прогреться до высокой температуры. Некачественные компоненты часто не переносят этого испытания, они либо ломаются механически, либо их номинал уходит за пределы допусков. Из этого следует, что входной контроль для изделий поверхностного монтажа следует переносить (как ни странно это звучит) на выход, то есть проводить тестирование уже смонтированных плат.

Важно также иметь в виду, что входной контроль, независимо от того, как и когда он проводится — перед монтажом или после — это ни в коем случае не проверка комплектующих. Это оценка поставщика ком-

понентов. Задача входного контроля — не допустить проникновения некачественных компонентов в производственный процесс. Производители обычно указывают в документации допустимый процент брака в партии, эта величина, как правило, очень маленькая, порядка одного на миллион или два. При превышении этой цифры вся партия компонентов не должна идти в производство. И, обнаружив брак или контрафакт, нельзя заниматься сортировкой годных компонентов, необходимо предъявить претензии поставщику этих компонентов и, возможно, задуматься о поиске новых поставщиков с хорошей репутацией. Технологии современной электроники таковы, что сделать в одной партии и качественные, и некачественные компоненты нельзя. Если часть компонентов, например, микросхем, отказала, то можно с уверенностью говорить, что рано или поздно откажут все остальные микросхемы из этой партии. Может случиться и так, что компоненты окажутся вообще из разных партий, в этом случае их происхождение неясно и использованию они также не подлежат.

Контрафакт и как его найти

Классифицируя контрафактные компоненты по их качеству и надежности (точнее, отсутствию таковых), можно прийти к парадоксальному на первый взгляд выводу:

самые "опасные" контрафактные компоненты — это те, которые работают и по всем параметрам выглядят нормально, иной раз даже лучше оригинала.

Дело в том, что полностью фальшивые компоненты (корпуса-пустышки или перемаркированные) легко выявляются при тестировании изделия; наличие отбракованных компонентов, проданных под видом годных изделий, определяется при испытаниях, например, климатических. И в итоге изделие с такими компонентами не выходит за ворота предприятия. Но если контрафактные компоненты не были распознаны во время проверок и испытаний (то есть они прошли все тесты и формально в массе с остальными компонентами были признаны годными), то они становятся «слабым звеном» в изделии. Это изделие может отказать в любой момент — ведь неизвестно, что внутри у контрафактного компонента и какой фактор окажется для него фатальным. Например, один из распространенных видов контрафакта отечественных компонентов — это дешевый кристалл китайского производства, кое-как установленный в дорогой корпус. Он отлично проходит все электрические тесты, но не выдерживает механических воздействий.

Для того, чтобы выявлять такие «коварные» контрафактные микросхемы, была разработана технология не прямых электрических измерений, основанная на идентификации микросхемы по принадлежности к конкретному производителю, причем тип микросхе-

мы для этой проверки совершенно не имеет значения. Современные полупроводниковые технологии настолько точны и повторяемы, что по ряду электрических параметров микросхемы можно точно выяснить ее происхождение — эти параметры повторяются как отпечатки пальцев во всех изделиях конкретного производителя. Например, одна из таких величин — падение напряжения на защитных диодах. В микросхемах одного производителя оно может быть равно 781 мВ, другого — 785, и т.д. Используя точные измерители этих параметров, можно безошибочно рассортировать неизвестные микросхемы по производителям и обнаружить подделки. У этой технологии лишь один недостаток — перед началом проверки необходимо знать значения этих величин, то есть иметь оригинальные микросхемы как образцы или же проверенные данные по параметрам микросхем.

Вместо заключения

Благодаря автоматизации цеха современных заводов по производству электроники выглядят довольно безлюдными. Требования к количеству работников снизились, но к их качеству (то есть профессионализму), наоборот, повысились. Для предприятий нашей страны проблема квалификации персонала, в особенности операторов оборудования, пожалуй, самая главная. Наши вузы не готовят специалистов по работе с автоматическим оборудованием. Разработчики и конструкторы не знакомы с особенностями автоматов, и, как следствие, не могут использовать возможности новых технологий. В качестве примера можно рассмотреть разработку изделия с программируемыми микросхемами. Если разработчик не знает, что современные тестовые автоматы могут программировать микросхемы (а это одна из их стандартных функций), он будет по старинке программировать ее «на столе» и потом монтировать уже прошитую микросхему, чего категорически делать нельзя.

Подводя итог, хочется еще раз сказать, что умение пользоваться современными технологиями позволяет создавать уникальные по надежности изделия. За примерами далеко ходить не надо — достаточно вспомнить триумфальные миссии американских марсоходов, которые работали в несколько раз дольше, чем планировалось изначально. Для создания электронных блоков, способных работать при воздействии космического излучения, разработчики НАСА использовали технологию внутрисхемного тестирования. Многократно облучая платы небольшими дозами ионизирующего излучения, они измеряли параметры компонентов и по этим данным строили кривые деградации для каждого компонента. В итоге были созданы совершенно нечувствительные к излучению приборы  4. И это стало возможным именно благодаря новым автоматическим технологиям тестирования. 

Повышение качества ручной пайки. «Пайка из двух рук»



Текст: Александр Евсенийкин



XXI век — век глобализации, изменения подходов к развитию в мировой экономике, век автоматизации и серийного производства. Следуя этой логике, рано или поздно ручные методы производства должны исчезнуть совсем. Если же коснуться отрасли электроники, например, приборного производства для спецтехники в нашей стране, то мы увидим сотни тысяч рабочих мест, оснащенных паяльным оборудованием. Тут можно много говорить о невысокой серийности выпускаемой продукции, о качестве разработок, элементной базе, которую должны применять наши производства, и о многом другом. Факт есть факт: огромный объем работы делается вручную! Казалось бы, на первый взгляд, примитивная операция — запаять что-то. О чем тут имеет смысл вообще говорить? Но нет пределов совершенству!

На сегодняшний день мировая практика пайки с применением ручных методов монтажа — это пайка «из двух рук». В чем же отличие этой технологии от того, как это делается на наших предприятиях?

На многих российских предприятиях радиоэлектронной промышленности прослеживается общая тенденция: ручную пайку осуществляют устаревшим способом, применяя технологически устаревшие материалы.

Данный процесс пайки представляет собой следующее:

- медный наконечник очищается от окислов при помощи твердой канифоли рис 1, что ведет к преждевременному выгоранию наконечника и выделению огромного количества вредных веществ;
- на медный наконечник наносят небольшое количество припоя и переносят его в зону пайки с заранее нанесенным флюсом (в основном, жидкий спирто-канифольный раствор). Использование жидкого раствора флюса приводит к такому дефекту, как «разбрызгивание» припоя рис 2, что, впоследствии, может вызывать короткое замыкание между выводами компонентов;
- наконечник в зоне пайки находится длительное время, что приводит к формированию хрупких соединений с неправильной структурой галтели рис 3.

При этом в современном паяльном оборудовании, которое используется на большинстве предприятий, заведомо применяют наконечники, предназначенные для пайки из двух рук. Их особенность в том, что это медные наконечники, имеющие многослойную структуру покрытия: никель, железо и т.п. Данный инструмент НЕ предназначен для переноса припоя в точку пайки. Отсюда и возникает наиболее частый вопрос: «а как паять, если припой не держится?».

Так как же паять? Давайте обратимся к международным стандартам IPC-7711/21A «Руководство по ремонту и доработке печатных узлов» и IPC-A-610D «Критерии приемки электронных сборок». Из них следует, что для повышения качества паяного соединения и минимизации брака на стадии монтажа, пайку необходимо проводить из двух рук.



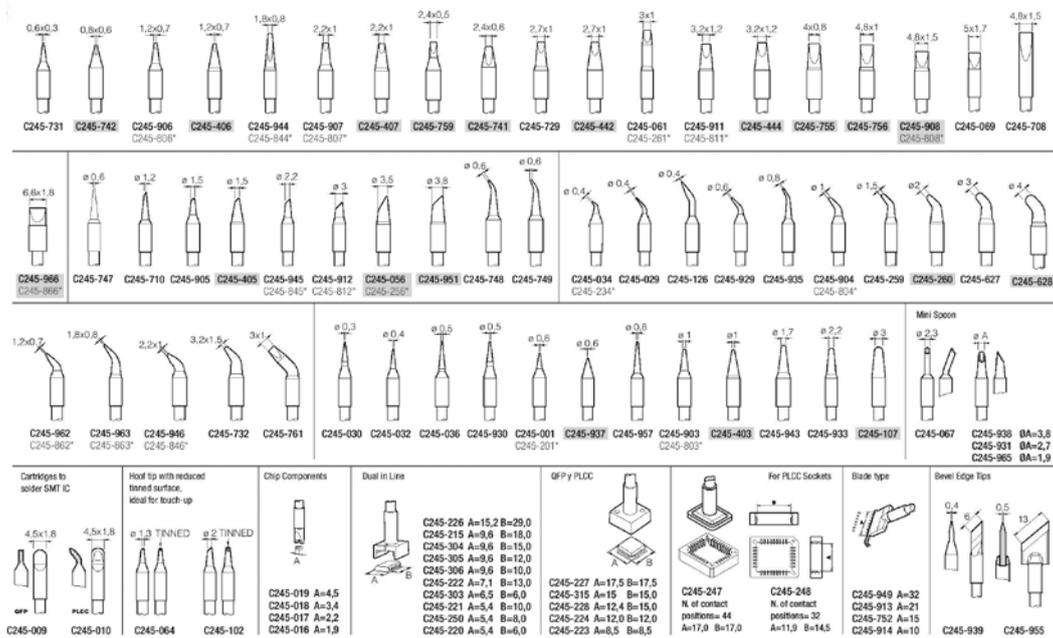
1 Медный наконечник очищается от окислов при помощи твердой канифоли



2 «Разбрызгивание» припоя. Дефект, возникающий при использовании жидкого раствора флюса



3 Формирование хрупких соединений с неправильной структурой галтели

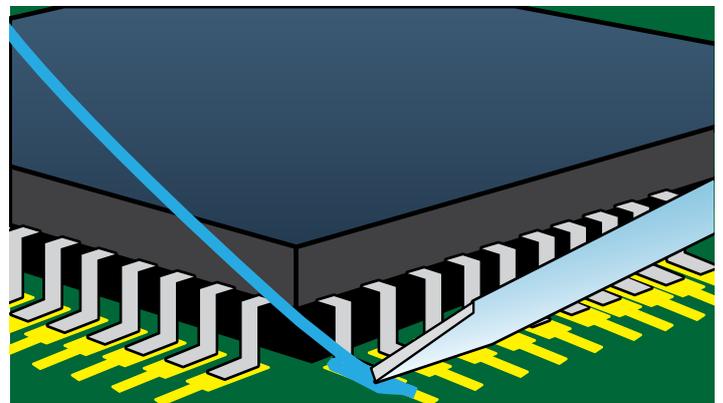


4

Ассортимент типа и формы жала паяльника

Согласно многолетнему опыту, накопленному в радио-электронной промышленности, процесс ручной пайки должен быть следующим:

- в зависимости от сложности проводимых работ, подбираются нужный тип и форма жала паяльника рис 4;
- после того как паяльник нагреется (у современных станций время нагрева составляет 3 секунды) и начнет плавить припой, необходимо облудить жало паяльника припоем, а затем протереть его о влажную или латунную губку, чтобы удалить с него окислы и остатки старого припоя. При этом не следует держать жало слишком долго в контакте с губкой, чтобы не переохладить его. В процессе работы для поддержания жала паяльника в чистоте время от времени нужно протирать его о губку. Если жало сильно окислено или сильно загрязнено нагаром, его следует очищать при помощи специализированных паст для лужения наконечников;
- при проведении пайки температуру жала паяльника, в зависимости от типа припоя, необходимо выставлять с учетом выполняемой задачи и конструкции термоинструмента и жала паяльника. Оптимально — использовать жало паяльника, представляющее собой конструктив, в котором нагревательный элемент и термopара встроены в сам наконечник, что позволяет более точно производить мониторинг температуры в процессе пайки и обеспечивать стабильность поддержания температуры;



5

Пайка из двух рук

- пайку необходимо проводить из двух рук: в одной руке паяльник, в другой пруток трубчатого припоя. Такой процесс обусловлен тем, что при подаче припоя в зону пайки рис 5 за время перед оплавлением сплава припоя из каналов трубки начинает выливаться флюс, тем самым обеспечивая лучшую смачиваемость и снятие окислов с контактных площадок и выводов компонента;
 - весь процесс пайки должен занимать от 0,5 до 2 секунд на одно паяное соединение. В противном случае избыточное время пайки приведет к выгоранию флюса до смачивания припоя, и, как следствие, повышению хрупкости паяного соединения.
- В процессе ручной пайки необходимо применять только трубчатые припои. Для изготовления трубчатых припоев используют различные типы сплавов.

СВИНЦОВОСОДЕРЖАЩИЕ

В нашей стране самыми распространенными являются оловянно-свинцовые припои **T 1**.

Для пайки компонентов поверхностного монтажа рекомендуется применять трубчатые припои диаметром 0,46-1 мм. Для пайки миниатюрных компонентов (чип 0402, 02001) желательно применять припои с содержанием серебра (Sn62/Pb36/Ag2), что повышает прочность паянного соединения и предотвращает миграцию серебра, используемого при производстве чип-компонентов.

БЕССВИНЦОВЫЕ

Припои без содержания свинца **T 2** приходят на смену традиционным припоям, превосходя их качественными характеристиками и экологичностью.

T 1

Состав и температура плавления оловянно-свинцовых припоев

Состав припоя	Температура плавления, °C
Sn60/Pb30 (аналог ПОС-61)	183-188
Sn62/Pb36/Ag2	179
Sn63/Pb37	183

T 2

Состав и температура плавления бессвинцовых припоев

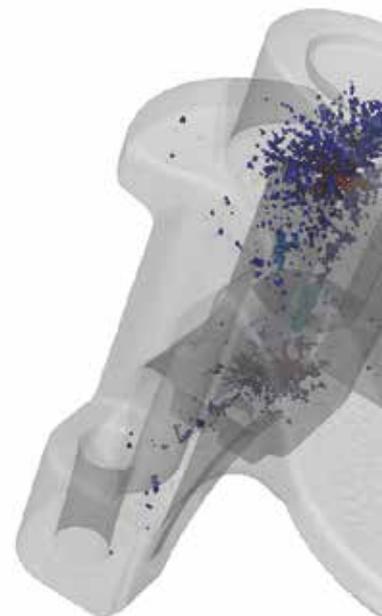
Состав припоя	Температура плавления, °C
Sn99,3/Cu0,7	227
Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7	217

Итак, чтобы повысить качество и надежность паяного соединения необходимо учитывать и выполнять следующие требования:

- проводить пайку из двух рук;
- применять высококачественные материалы;
- обеспечивать постоянный мониторинг мощности и температуры процесса пайки;
- использовать трубчатые припои;
- использовать припои с содержанием серебра для пайки миниатюрных компонентов;
- процесс пайки должен занимать от 0,5 до 2 секунд. 

Применение КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

высокого разрешения в сфере металлообработки

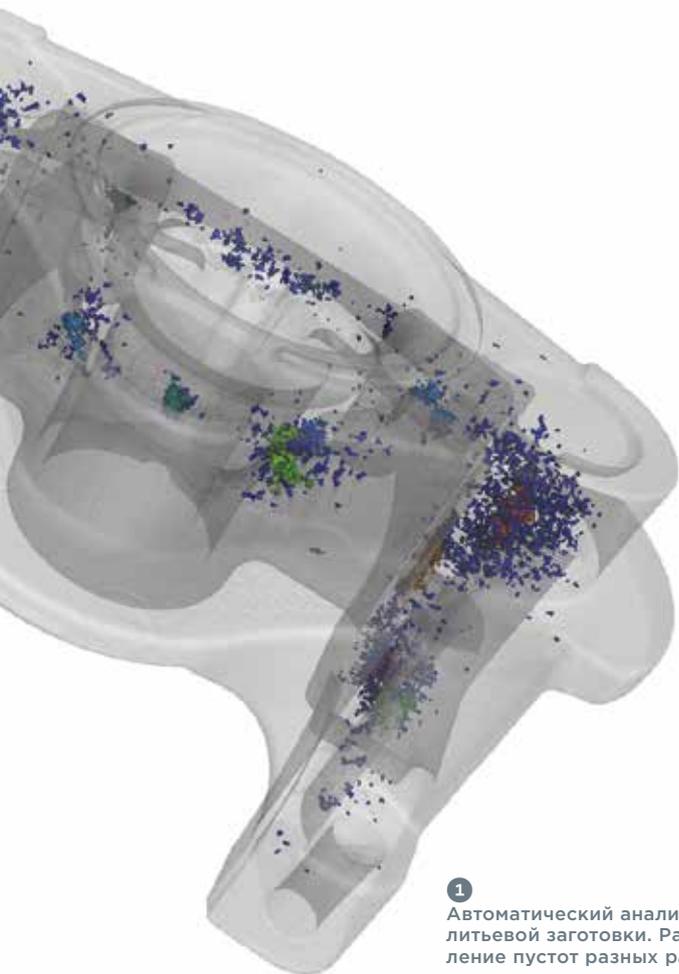


Текст: **Степан Румянцев**
Артем Василенко
Никита Федоров



Компьютерная рентгеновская томография (КТ) позволяет обнаруживать и измерять трехмерные микроскопические низкоконтрастные дефекты: трещины, поры и раковины. Анализ этих дефектов может быть проведен с использованием различных 2D сечений или объемного 3D изображения. 3D метрология с применением КТ становится все более эффективным инструментом для решения различных задач контроля в процессе производства, например, при изготовлении пластиков, металлических отливок и прецизионных изделий (топливные форсунки и турбинные лопатки). В частности, измерение геометрических параметров деталей сложной формы с недоступными или скрытыми особенностями во многих случаях происходит значительно быстрее, чем при использовании обычных координатно-измерительных машин (КИМ).

В данной статье рассматривается анализ дефектов, а также методы решения других метрологических задач, выполняемых на КТ-системе производства GE, оптимизированной для получения стабильных и повторяемых КТ-сканов. Система оснащена 300 кВ микрофокусной рентгеновской трубкой, новейшим ПО для полностью автоматизированного получения данных, реконструкции объемного изображения и работы с ним.



1 Автоматический анализ пустот литейной заготовки. Распределение пустот разных размеров внутри заготовки визуализировано при помощи разных цветов

В настоящее время процесс создания установок для рентгеновского контроля изделий металлообработки переживает новый виток развития. В течение десятков лет принцип рентгеновской инспекции не претерпевал принципиальных изменений. Росли мощности рентгеновских установок, уменьшались минимальные размеры обнаруживаемых неоднородностей. Но принцип рентгеновской инспекции оставался неизменным: получение плоских проекций образца под каким-либо углом.

Объемное изображение объекта гораздо информативнее набора плоских проекций. Однако способности существовавшей вычислительной техники не позволяли «сшивать» полученные отдельные проекции и получать полноценную 3D модель образца. Бурное развитие вычислительной техники определило появление следующего поколения рентгеновских установок — рентгеновских томографов.

КТ позволяет получить полную трехмерную карту образца для неразрушающих 3D измерений литейных заготовок, которые не могут быть проинспектированы при помощи КИМ из-за их сложной внутренней геометрии. КТ имеет множество дополнительных применений помимо неразрушающего контроля качества. Например, для оптимизации и снижения затрат времени на разработку и запуск процесса выборочного контроля, сравнения компонентов с их САПР-моделью, а также для обратного проектирования, при котором полученные объемные КТ-данные могут быть использо-

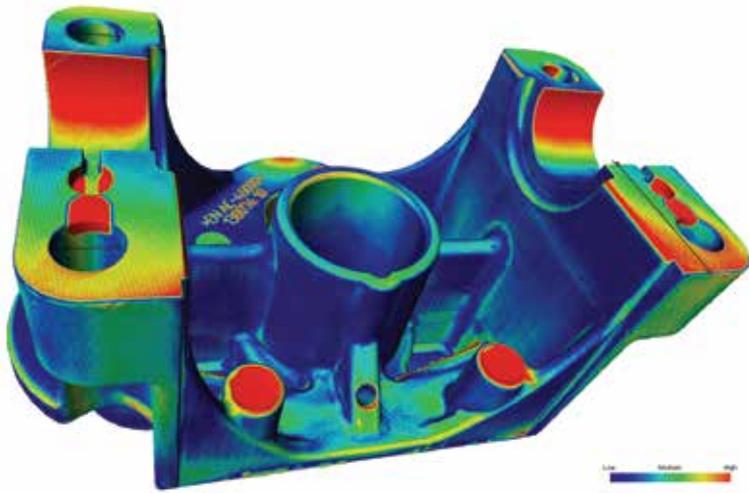
ваны для построения трехмерной САПР-модели. Полная автоматизация процессов сканирования и анализа данных позволяет получить отчет об инспекции опытного образца в течение часа даже для деталей сложной формы.

Неразрушающий 3D анализ дефектов

В последние несколько лет промышленная компьютерная томография достигла больших успехов в области увеличения разрешения и скорости реконструкции 3D объемных данных. При использовании графических процессоров (GPU) результаты томографии можно получить в течение нескольких минут. Полное трехмерное сканирование образцов и возможность построения сечений любой плоскостью открывает огромные возможности в области анализа дефектов и экономии времени при проведении контроля продукции литейного производства. Благодаря автоматическому анализу пустот рис. 1, их размер может быть отображен в таблице, а сами пустоты будут отмечены разными цветами в КТ-изображении компонента, что позволяет судить о качестве процесса литья и стабильности изготовления деталей. Установки также могут использоваться для проверки правильности сборки и определения положений отличных деталей (в отличие от неточных и недостаточных данных 2D рентгеновской инспекции).

КТ 3D метрология высокого разрешения

Из-за большого количества литых деталей, сделанных из пластика или легких сплавов, использование традиционных методов измерений для их инспекции обычно не представляется возможным или занимает много времени. Так как КТ позволяет получать точное и полное 3D изображение объектов, можно применять установки КТ для проведения координатных измерений. В отличие от обычных оптических и контактных координатно-измерительных систем КТ-системы позволяют получить информацию о скрытых деталях образцов, таких как пустоты или трещины. Также КТ-скан образцов характеризуется большим числом измеряемых точек, что дает возможность (благодаря использованию статистических методов) достичь разрешения до 1/10 размера вокселя (воксель — минимальный элемент объемного изображения, аналог пикселя для трехмерного пространства).



2

Использование цветовой карты позволяет облегчить процесс сравнения КТ-данных и САПР-модели и проанализировать качество изготавливаемых деталей

На рис 2 приведен пример анализа отклонений действительных значений геометрических параметров от заданных с помощью сравнения КТ-изображения образца и САПР модели. Результат этого сравнения может служить базой для корректировки техпроцесса и своевременной оптимизации серийного производства.

Точность измеренных raw-данных (данные КТ-проекций) определяет точность всех последующих преобразований и оценок. Помимо стабильной конструкции системы, оптимизированной для специальных применений, важную роль в проведении КТ-измерений играет обработка данных. Для получения оптимальных результатов измерений в программном алгоритме реконструкции, используемом для получения трехмерной модели, следует учитывать и корректировать характерные артефакты, возникающие вследствие физической природы рентгеновского излучения, такие как «корректировка жесткости излучения». В арсенале GE имеются различные программные модули для оптимизации реконструкции КТ-изображения. Также GE предлагает большой диапазон программных модулей для анализа данных о поверхности, проведения измерений геометрических параметров и отклонений (GD&T) в соответствии с DIN/ISO, а также полностью автоматизированного формирования отчетов об инспекции образцов. Измеренные КТ-данные сравниваются с эталоном, сертифицированным DKD (Немецкая метрологическая организация).

Этапы проведения КТ-измерений

ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ

Процесс проведения физических измерений заключается в получении серии 2D рентгеновских изображений. Чтобы получить проекции, образец помещается на манипулятор, установленный на гранитном основании, и в процессе измерений поворачивается на 360°. 2D проекции обычно снимаются через каждые 0,5°. Качество raw-данных и точность всех последующих преобразований существенно зависят от четкости рентгеновских проекций, которые, в свою очередь, зависят от качества источника рентгеновского излучения (трубки) и детектора, а также от точности и стабильности манипулятора. Поэтому, чем точнее данные будут получены на этом этапе, тем точнее будут итоговые результаты измерений.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Объемное изображение образца создается на основе исходных raw-данных (набора рентгеновских проекций) с помощью сложного математического алгоритма. Для получения оптимальных результатов измерений в алгоритме реконструкции должна содержаться корректировка артефактов, связанных с физическими особенностями КТ-систем, таких как жесткость пучка и термическое расширение в процессе получения raw-данных на первом этапе измерений.

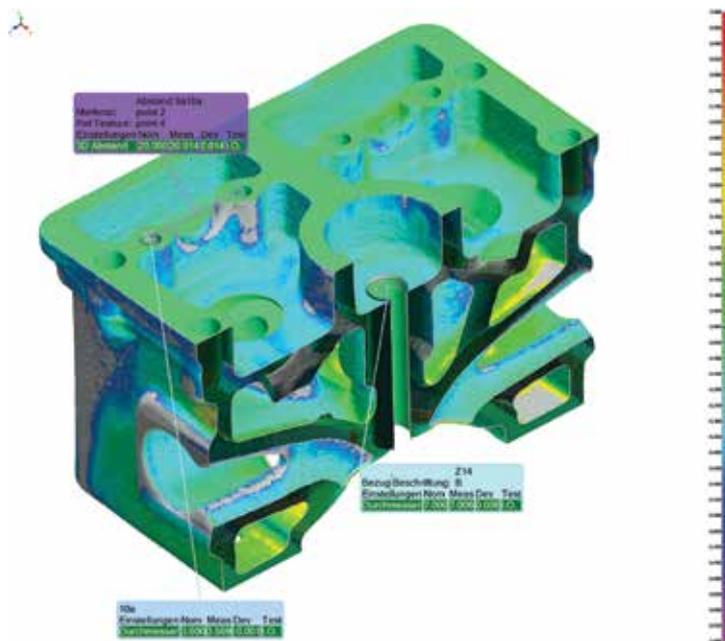
ГЕНЕРАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для последующей обработки результатов измерений из данных реконструкции извлекаются данные о поверхностях (в виде ASCII облака точек или STL поверхности). Затем они импортируются в ПО для 3D инспекции, например, Polyworks Inspector™ (InnovMetric Software Inc., Canada).

ОЦЕНКА И АНАЛИЗ (ВИРТУАЛЬНАЯ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ МАШИНА)

После импорта данных о поверхности образца в ПО для 3D анализа возможно проведение дополнительных измерительных операций рис 3. Данное ПО позволяет проводить сравнение действительных и заданных значений геометрических параметров, исходя из сравнения КТ-данных о поверхностях образца и его САПР-модели, и проводить анализ отклонений.

При помощи КТ программного обеспечения datos | x весь описанный выше процесс выполнения измерений может быть полностью автоматизирован. Благодаря этому можно получать метрологические характеристики и проводить анализ дефектов с минимальной тренировкой оператора и существенно сократить время его работы. Технология click&measure | СТ оптимизирует работу оператора и позволяет увеличить повторяемость и воспроизводимость КТ-результатов. После проведения настройки и программирования все этапы получения



3 Сравнение действительных и заданных значений геометрических параметров и определение 3D параметров головки блока цилиндров

томографии (сканирование, реконструкция, анализ дефектов, 3D анализ дефектов и 3D метрология) происходят автоматически. Таким образом, весь процесс анализа образцов, в том числе сложных деталей, занимает менее 60 минут.

Подтверждение точности КТ-измерений

Для подтверждения точности измерений КТ-систем производства GE, а также возможности их использования в качестве 3D координатно-измерительных машин было проведено сличение путем измерения блока цилиндров, выполненного из авиационного алюминия, при помощи КТ-системы и эталонной высокоточной КИМ. В качестве КТ-системы использовалась установка v|tome|x m производства GE рис 4. В качестве эталонной КИМ использовалась установка Hexagon Metrology Leitz 3D PMM 8.6.6.

Т 1 Сравнение результатов измерений КИМ и КТ высокого разрешения

Параметр	Ø [мм]	Расстояние [мм]
Заданное значение (САПР)	28,000	70,500
Заданное отклонение	0,050	0,100
Измеренное значение КТ	28,035	70,442
Измеренное значение КИМ	28,034	70,447
Отклонение КТ/КИМ	0,001	-0,005

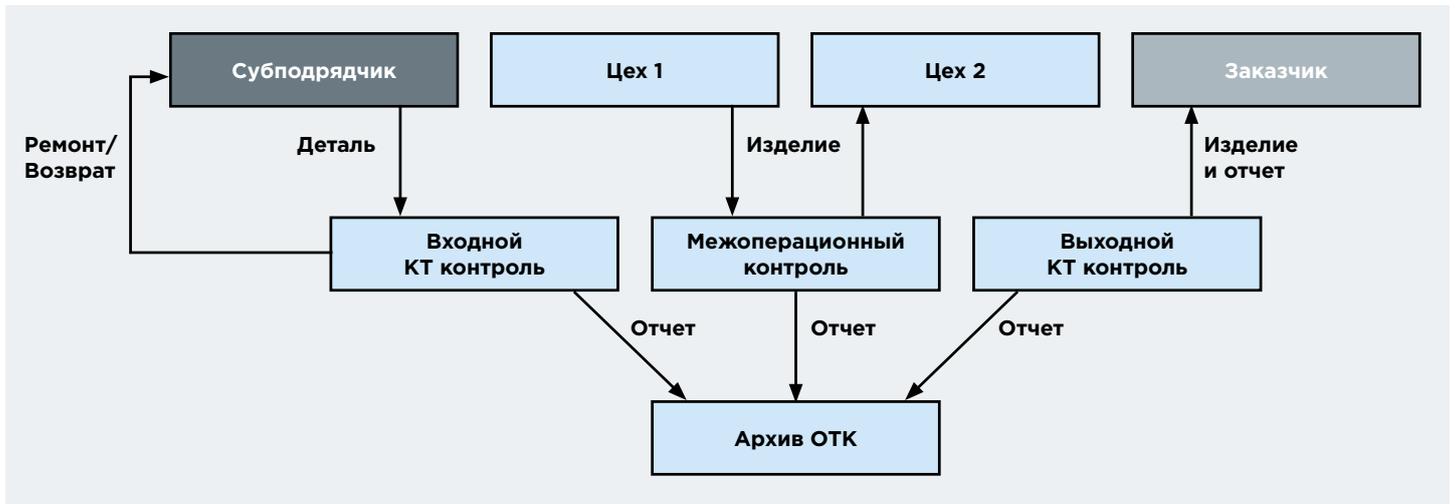
4 Внешний вид установки v|tome|x m. Благодаря мощной микрофокусной трубке КТ-система v|tome|x m подходит для получения томограмм высокого разрешения сильнопоглощающих компонентов с высоким увеличением

Т 1 представляет выдержки из отчета об исследовании блока цилиндров и демонстрирует прекрасное совпадение результатов измерений КТ и КИМ. Подтвержденное отклонение измерений геометрических параметров не превышает 6 мкм.

Электронный документооборот

Для минимизации потерь и затрат на переработку в ходе промышленного производства методы неразрушающего контроля должны использоваться как можно ближе к местам потенциального возникновения дефектов. Использование КТ для проведения технологического контроля позволяет локализовать брак на любом этапе производства и оперативно исправить деталь или же, в случае критического несоответствия, не тратить время и средства на дальнейшие технологические операции.





5

Организация электронного документооборота

Применения КТ в металлообработке

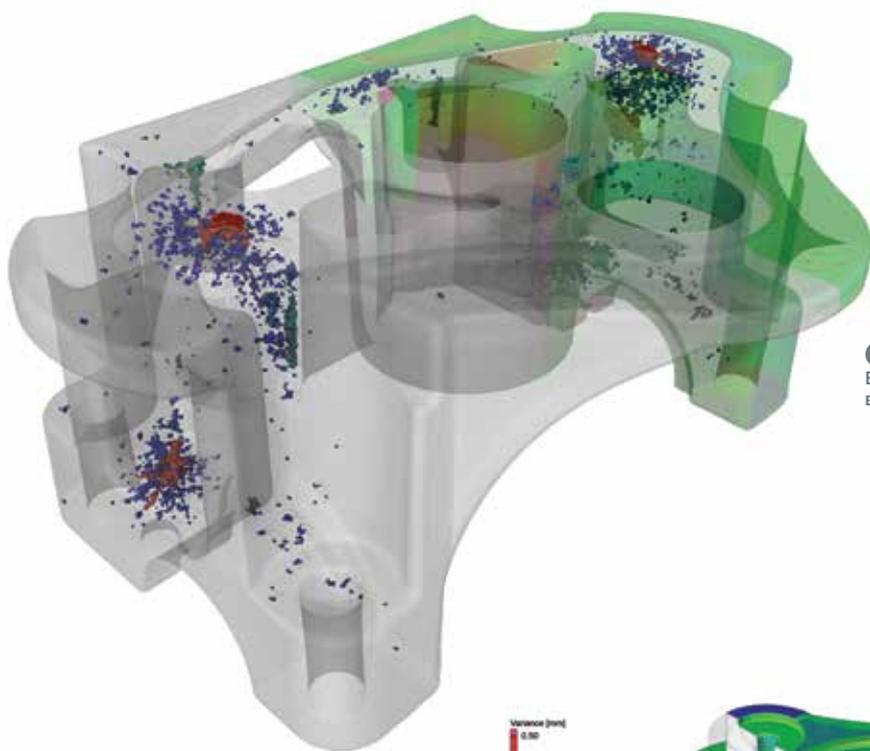
Уникальной особенностью применения КТ-систем на предприятии, работающем в сфере металлообработки, является возможность организации электронного документооборота. Результаты контроля на каждом этапе представлены в создаваемом при помощи ПО расширенном отчете, хранящемся в электронном архиве (рис. 5). Их анализ поможет определить ту стадию производства, на которой возникает максимальное число брака, выяснить его причины и оптимизировать производство.

Например, субподрядчик поставляет металлическую заготовку на завод, где она проходит входной КТ-контроль. ПО реконструирует томографию заготовки, проводит анализ пустот, трещин, сравнивает геометрические размеры с исходными САПР-данными и создает развернутый отчет о проведенном контроле. В случае отклонения действительных значений размеров заготовки от конструкторской документации или несоответствия другим требованиям заготовка возвращается субподрядчику. Если же заготовка прошла входной контроль, она отправляется на обработку в соответствующий цех предприятия. После каждой проведенной технологической операции (при необходимости) деталь проходит промежуточный контроль с созданием подробного отчета и, при соответствии установленным требованиям, передается в следующий цех. На последнем этапе изготовления изделие проходит выходной контроль, после чего отправляется заказчику.

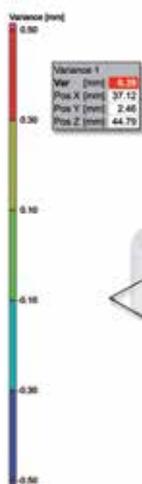


6

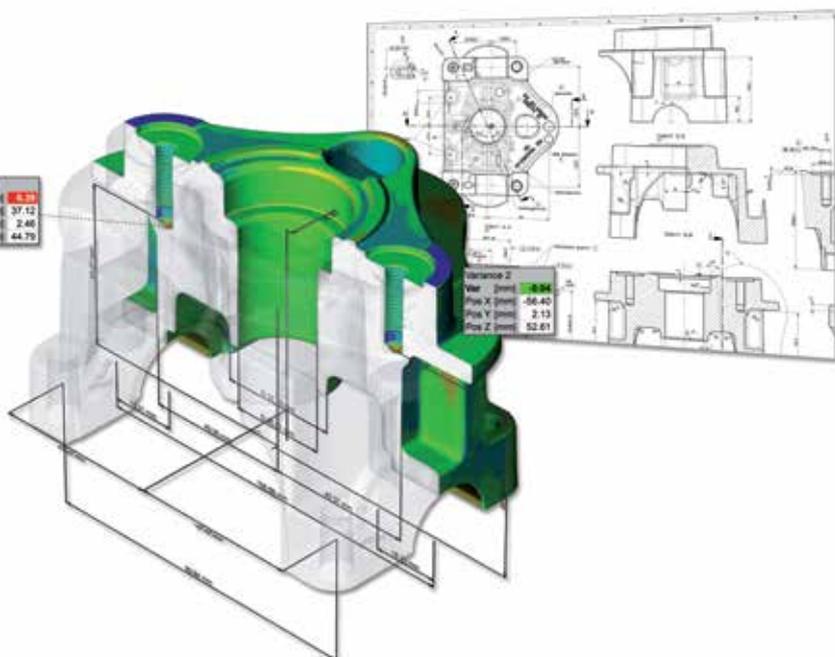
Литьевая заготовка в томографе v|tome|x L450



7
Визуализация пустот
в литевой заготовке



8
Измерение линейных размеров в сечении
литевой заготовки



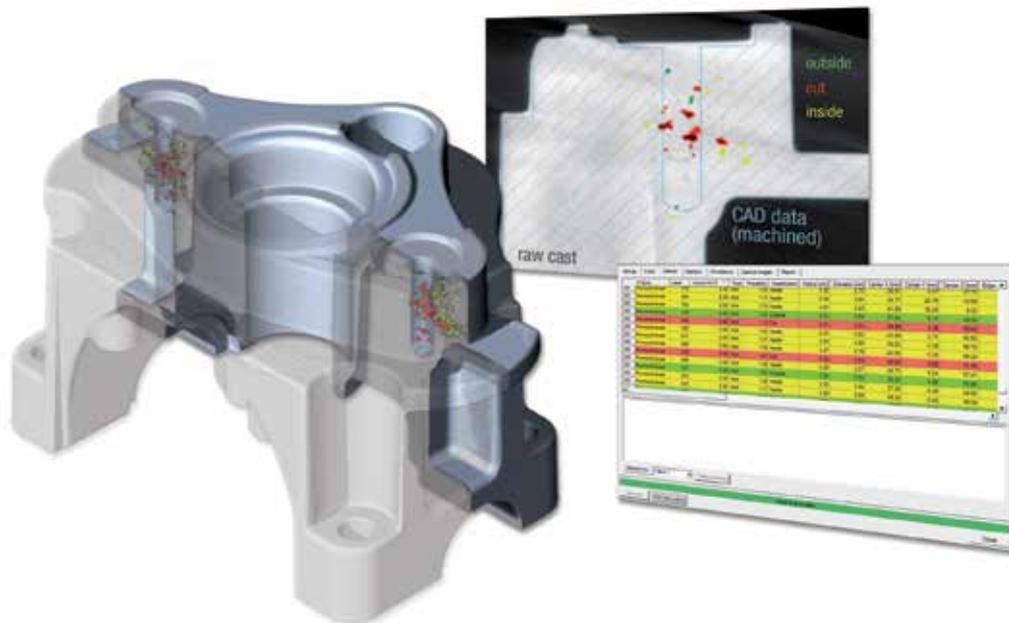
Визуализация результатов

Промышленная рентгеновская компьютерная томография (КТ) позволяет локализовывать и измерять в трёх координатах даже такие малоконтрастные дефекты в литых деталях, как трещины, пустоты и раковины. Анализ дефектов может выполняться как по нескольким секущим плоскостям, так и по объёмному изображению. КТ может использоваться для неразрушающего объёмного измерения литых деталей, которое невозможно выполнить с помощью обычных координатно-измерительных систем из-за сложной формы этих деталей или наличия внутренних полостей сложной формы рис 6, 7.

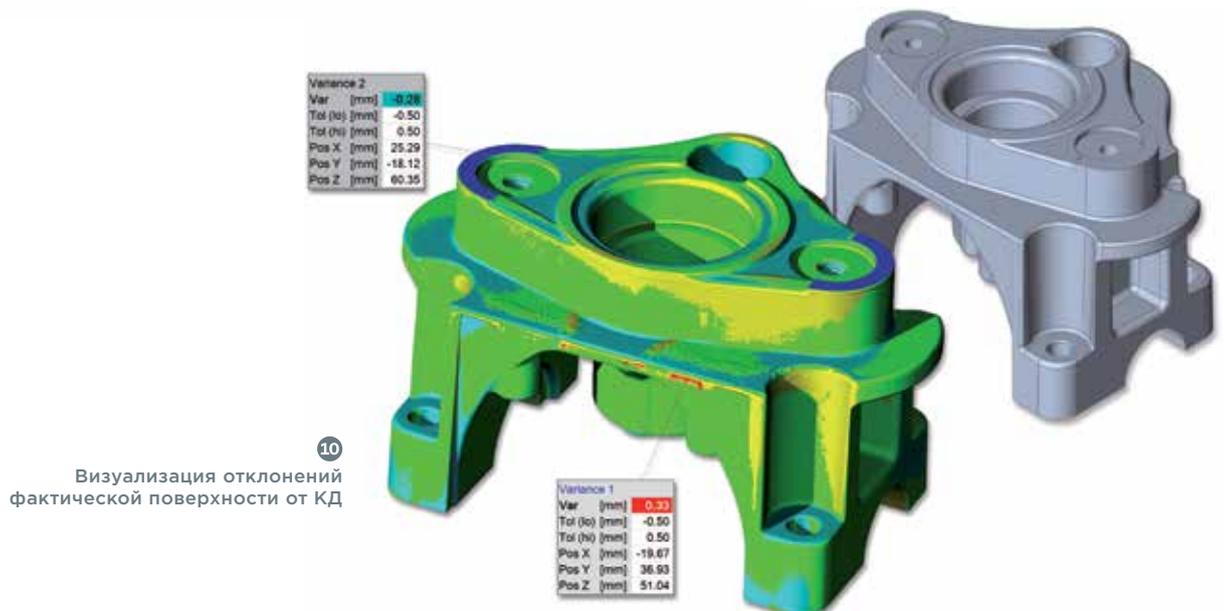
В последние годы разрешение и скорость построения моделей в промышленной КТ значительно увеличились. Технология реконструкции изображений с использованием графических процессоров позволяет отображать результаты КТ за несколько минут.

Линейные измерения с помощью КТ высокого разрешения

Как уже говорилось, контроль литых деталей из пластика или лёгких сплавов с большим количеством внутренних поверхностей часто невозможен неразрушающими методами и требует длительного времени. Возможность получения очень точного объёмного изображения позволяет использовать КТ и для координатных измерений. В отличие от обычных контактных или оптических измерительных систем КТ может также измерять все скрытые поверхности деталей, включая полости и углубления рис 8.



9 Анализ и классификация пустот в литейной заготовке с использованием данных о механической обработке: зеленым — пустоты будут вырезаны; желтым — пустоты останутся внутри детали; красным — пустоты вскроются в виде раковин.



10 Визуализация отклонений фактической поверхности от КД

Анализ пустот и включений

Возможность полного объемного сканирования образцов и получения сечений в любых плоскостях открывает новые возможности анализа и экономии времени при проведении контроля качества в промышленных условиях. Например, автоматический анализ пористости позволяет вывести размеры включений в таблицу или показать их различными цветами на изображении образца, давая возможность оценить качество или стабильность параметров технологического процесса литья рис 9.

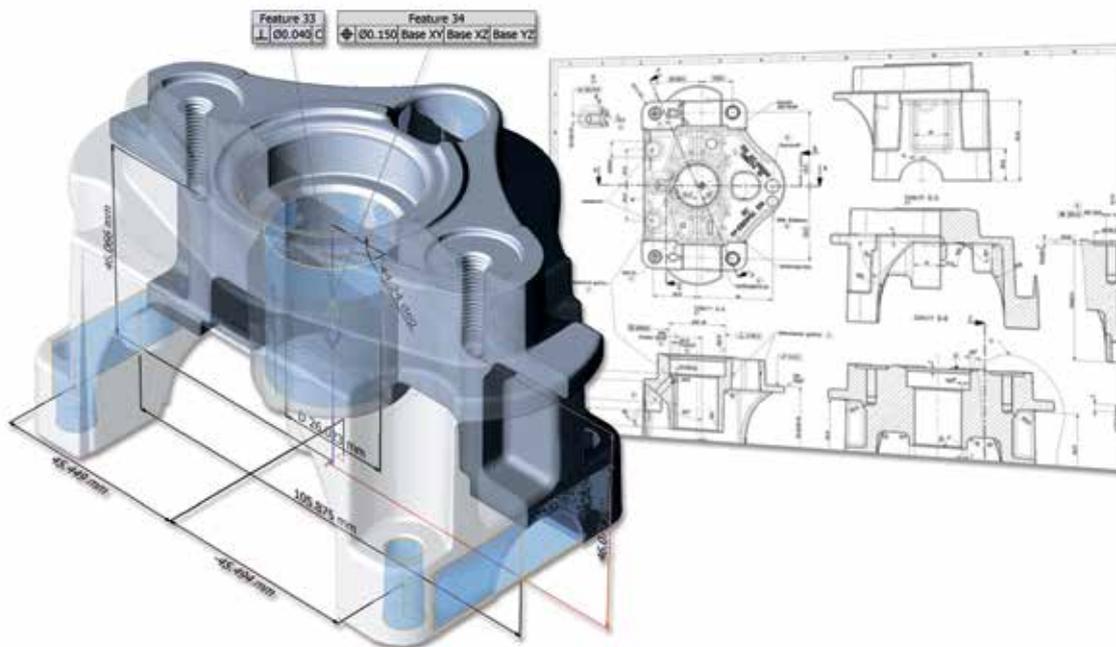
Сравнение с САПР-данными

Информация о поверхностях образца извлекается из объемных данных. После загрузки поверхностей образца в ПО пространственного анализа можно выполнить сравнение фактической поверхности образца и его

модели САПР (с помощью дисперсионного анализа) или линейные геометрические измерения. Отклонения обозначаются в соответствии с цветовой шкалой рис 10.

Обратное проектирование

Помимо неразрушающего контроля качества КТ может применяться для решения других практических задач. Например, для оптимизации и уменьшения времени разработки. Современная КТ система позволяет создавать САПР-модель по результатам томографии реального образца. Данный метод называется «обратное проектирование». Полная автоматизация измерений и анализа позволяет менее чем за один час получать первые отчеты о поверхности образцов, имеющих сложную форму рис 11.



11
Разработка КД по результатам
томографии реального изделия

Промышленная компьютерная томография предоставляет пользователям огромный потенциал для повышения качества изделий, ускорения отладки технологии и научно-исследовательской работы.

Во многих случаях КТ является самым информативным способом неразрушающего контроля: она дает достоверную информацию о внутреннем объеме изделия и снижает до минимума субъективность в толковании результатов. Не стоит забывать и об экономической составляющей. Возможность выявления брака на любой из стадий металлообрабатывающего производства позволяет отсеивать негодные заготовки, детали или узлы до механической обработки или сборки и не терять впустую драгоценные человеко- и машиночасы. Отладка технологии, основанная на объективных результатах неразрушающего контроля, в свою очередь, увеличивает выход годных изделий.

Компьютерная томография — это отличный инструмент для работы с поставщиками и заказчиками благодаря формируемым отчетам с результатами неразрушающего контроля и метрологии, которые могут служить официальными документами при решении спорных вопросов. 

ОПТИМИЗАЦИЯ

ОТ электро- технических шкафов

ДО атомных подводных лодок



Текст: Роман Лыско

В электротехническом производстве установка кабельных стяжек при формировании жгутов проводов **рис 1** является одной из важных операций. На многих производствах используют ручные методы крепежа проводов, а между тем компания Panduit разработала решения, которые позволяют оптимизировать процесс установки стяжек на жгуты проводов.

Автоматические системы для установки кабельных стяжек серии РАТ **рис 2** обладают рядом существенных особенностей:

- оптимальной эргономикой;
- возможностью регулировки натяжения стяжек;
- возможностью установки диаметра связки жгутов;
- использованием мобильных подающих устройств;
- возможностью подключения подающих систем в производственную сеть;
- использованием новейших расходных материалов.

Прежде всего, стоит сказать об эргономике системы. Инструментальная головка **рис 3** обладает небольшим весом, благодаря конструкции и дизайну существенно снижена утомляемость монтажников и операторов, и ве-

роятность получения травм минимальна (по сравнению с ручными методами установки стяжек на жгуты).

Также при установке стяжек не требуется противовеса, что облегчает процесс и повышает безопасность. В систему встроено устройство предохранительной блокировки, которое срабатывает при наличии препятствий для установки стяжек, предусмотрен контейнер для сборки обрезков. Длительность процесса установки кабельной стяжки составляет менее 1 секунды. Еще одно преимущество автоматизированных РАТ систем — это возможность регулировки натяжения стяжек, что является критичной характеристикой для многих электротехнических изделий.

Для жгутового производства очень важен диаметр связки жгутов. На сегодняшний день системы установки стяжек позволяют обеспечивать установку стяжек и вязку жгутов в диапазоне от 21 до 70 мм.

Особого внимания заслуживают подающие устройства системы **рис 4**.

Система имеет микропроцессорный контролер, на ЖК-дисплее которого отображаются данные о про-



1
Формирование жгута проводов



2
Автоматическая система для установки кабельных стяжек PAT



3
Инструментальная головка PAT системы



4
Подающее устройство PDM



5
Передающий рукав PHM4

изводственном процессе, в том числе счетчик рабочих циклов и сообщения об ошибках. В случае ошибки система подает аварийные звуковые сигналы. Интерфейс системы интуитивно понятен и удобен, даже при минимальном уровне базовой подготовки монтажник или оператор может за короткое время освоить работу на этом оборудовании.

Зачастую установку кабельных стяжек на жгут необходимо осуществлять в шкафах управления и оборудовании промышленной автоматизации. При этом могут возникать проблемы перемещения «изделия» с одной технологической операции на другую. Передающие рукава, которые используются в системах PAT для передачи кабельной стяжки и сигнала от подающего устройства к инструментальной головке рис 5, позволяют решать данную задачу.

В зависимости от потребностей производства возможна комплектация системы передающими рукавами разной длины: от 1 до 4 метров, рукава имеют электрические разъемы, которые легко крепятся и обеспечивают надежное и безопасное соединение.

В PAT системах возможно подключение подающих систем в производственную сеть Ethernet. Это позволяет персоналу отслеживать ряд параметров — контроль хода производства, количество рабочих циклов, номера инструментов и подающих устройств, необходимость текущего обслуживания и вмешательства оператора — с удаленных рабочих мест. Программное обеспечение дает возможность формировать ряд необходимых отчетов, в том числе о производительности и предупреждающих мероприятиях.

Помимо снижения трудозатрат и повышения организационного уровня технологического процесса PAT системы позволяют использовать новейшие расходные материалы. Для данных систем используются стяжки серии PLT и BT.

Стяжки для PAT системы производятся по технологии непрерывной отливки, что обеспечивает непрерывную подачу стяжек, сокращает время на замену катушек и, соответственно, обеспечивает высокую производительность и эффективность производства.

Т 1

Характеристики материалов

Характеристики материалов	Материал		
	Нейлон 6.6	Погодостойкий нейлон 6.6	Термостойкий нейлон 6.6
Прогнозируемая атмосферная долговечность / стойкость к УФ-излучению, лет	1-2	7-9	4-5
Максимальная температура при непрерывном использовании, °C	85	85	115
Минимальная температура эксплуатации, °C	- 60	- 60	- 60
Теплостойкость при изгибе под давлением 1,8 Мпа, °C	70	70	70

Т 2

Сертификаты качества кабельных стяжек серии PLT, ВТ

Орган сертификации	Сертификация / Аттестация	Требования
ABS (Американское бюро судоходства)	05-HS463235-PDA	2005 Steel Vessel Rules 1-1-4 7/7, 4-8-4/21.9.32001 MODU Rules 4-3-3/5.9.1
Bureau Veritas (Бюро Веритас)	Серт.05968/CO BV File ACE 14/601/01 код продукта 2535H	Правила Бюро Веритас по классификации стальных судов
Germanischer Lloyd (Германский Ллойд)	30562-83 НН, 32666-83НН, 51796- 89НН, 98731-96 НН	Одобрение Germanischer Lloyd
Germany (VG) Military	K17/96066	VG 95387- 100 MS 3367 F
Российский морской регистр	11130200	Одобрение опытного образца Российским морским регистром
Nuclear Regulatory Commission	NRC 10 CFR50	Критерий гарантии качества для ядерной техники
US Military Aerospace Standart	QPL-AS 23190-3	Спецификация SAE AS23190



6

Стяжки серии PLT

Стяжки серии PLT рис 6 обладают минимальной прочностью на растяжение петли 80 Н. Также при использовании стяжек этой серии можно выбрать любой цвет из цветовой палитры (до 10 цветов).

Стяжки серии ВТ рис 7 имеют эксклюзивный фиксатор из нержавеющей стали, обеспечивающий минимальную прочность на растяжение петли до 133 Н.

В серии ВТ фиксатор и конструкция стяжки обеспечивают высокий показатель плотности посадки, снижая вращательное и боковое перемещение.

В качестве материалов для стяжек используется нейлон 6.6, также под определенные задачи заказчика поставляются стяжки из погодостойкого или термостойкого нейлона 6.6, расширяя условия и возможности использования Т 1.



7

Стяжки серии ВТ

При использовании новых материалов для производителей очень важно наличие разрешений, сертификатов и другой документации. Компания Panduit имеет весь необходимый перечень документов, подтверждающий соответствие характеристик стяжек серии PLT и ВТ самым высоким требованиям Т 2. Использование стяжек компании Panduit охватывает широкую область: от электротехнических шкафов, установленных в помещениях, до электротехнических изделий, применяемых в военной сфере.

РАТ системы — это возможность по-новому подойти к операциям формирования жгутов, снизить влияние человеческого фактора, повысить производительность и безопасность труда монтажников и операторов. □



НАПРАВЛЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
КОМПОНЕНТОВ



через

лет

**необходимым условием
надежности жгутовых
изделий станет
исключение
ручного труда.**

Стремление к уменьшению веса жгутовых соединений при одновременном увеличении их сложности — неотъемлемая часть развития современной электроники. Провод сечением $0,13 \text{ мм}^2$, сравнимый по толщине с человеческим волосом, является наиболее распространенным уже сейчас — и это не предел.

Решения,
позволяющие
выполнить
это условие,
мы предлагаем
уже сейчас

Ручной труд не позволяет провести обработку провода без повреждения и, тем более, обеспечить качество, надежность и повторяемость операций. Только полная автоматизация процессов может гарантировать соответствие всем современным требованиям и перспективным разработкам.



УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ

Тел.: (495) 788-44-44
info@ostec-group.ru



будущее
создается

www.ostec-group.ru

ТЕХПОДДЕРЖКА

Мониторинг температуры и влажности производственных помещений



Текст: Петр Бабич

Непрерывный мониторинг параметров микроклимата в цехах с архивированием полученных данных — это одна из главных задач при производстве электроники. Традиционные способы, такие как обход контрольных точек с портативными приборами и запись данных в бумажные журналы или применение автономных электронных регистраторов (логгеров данных), не могут быть эффективными по следующим причинам:

- отклонения можно выявить только в момент наблюдения или снятия данных с регистраторов;
- на предприятиях велико как количество точек мониторинга, так и число контролируемых параметров;
- сбор в единый архив полученных данных становится крайне трудоемкой работой.

Поэтому целесообразно использовать автоматизированные системы мониторинга, которые без участия человека могут проводить необходимые измерения и собирать полученные данные в единый электронный архив. Кроме того, данные системы, в большинстве случаев, оснащены функцией сигнальных оповещений, позволяющей ответственному персоналу незамедлительно реагировать на различные отклонения в работе систем обеспечения надлежащего микроклимата.



В процессе внедрения автоматизированных систем мониторинга, компоненты которых соединяются между собой проводами (а это в большинстве существующих систем), зачастую возникают определенные сложности:

- применение проводных компонентов усложняет процесс проектирования, а процесс монтажа требует прокладки большого количества кабелей, что на действующем производстве довольно сложно реализовать. Также проводные компоненты часто требуют внешнего питания, что выливается в необходимость резервировать систему по питанию для обеспечения отказоустойчивости. Эти факторы ведут к увеличению стоимости системы;
- при использовании на производстве чистых помещений оснащение такого объекта проводными системами крайне проблематично, потому что, как правило, невозможно получить доступ к кабель-каналам без вскрытия ограждающих конструкций чистого помещения и, соответственно, установить датчики внутри рабочей зоны.



Другой группой задач, которые следует решить при внедрении систем мониторинга, является обеспечение отказоустойчивости системы. Так, важными факторами являются сохранность системой функций отправки сигнальных оповещений в случае отсутствия связи с сервером ПО, а также непрерывность ведения измерений в случае временной потери связи датчиков с центральным устройством сбора данных или с сервером.

Эти проблемы были учтены специалистами компании Testo при разработке автоматизированной системы мониторинга testo Saveris™.

Конструктивно система testo Saveris™ состоит из четырех групп компонентов рис 1:

- непосредственно измерительные приборы (зонды системы, которые могут быть как проводными, использующими технологию Ethernet, так и беспроводными, передающими данные на частоте 2,4 ГГц);
- база системы, являющаяся центральным модулем. Общее количество зондов под управлением одной базы — до 150, общее количество измерительных каналов — до 450;
- программное обеспечение, которое служит средством визуализации, а также организует хранилище информации и доступ к ней операторов системы. В зависимости от потребностей пользователя существуют три версии ПО — Small Business Edition (SBE), Professional и версия для применения в соответствии с правилами GMP — Saveris CFR;
- маршрутизаторы и конверторы.



2

Автоматический мониторинг, анализ данных и ведение электронного журнала измеренных значений и событий

В набор стандартных зондов системы входят зонды для измерения температуры и влажности. Через конверторы аналогового сигнала в систему могут быть интегрированы датчики стороннего производителя, например, счетчики частиц, датчики дифференциального давления и т.д.

Основные функции системы:

- автоматическое ведение единой базы данных измеренных значений;
- автоматическое ведение журнала событий (зафиксированные отклонения от граничных значений, отклонения в работе системы);
- автоматическое определение отклонения от заданных пользователем граничных значений с последующей генерацией сигнального оповещения; отправка оповещения заданным адресатам по электронной почте и опционально по SMS; генерация сигнала тревоги посредством световой и звуковой сигнализации;
- визуализация измеренных значений на экране ПК оператора системы в виде графиков-трендов, таблиц и информационных боксов на мнемосхемах;
- создание отчетов, в том числе в автоматическом режиме (ежедневный, еженедельный, ежемесячный) с возможностью автоматической отправки заданным адресатам по электронной почте.

Особенность данной разработки в том, что в рамках одной системы можно комбинировать беспроводные и проводные технологии. Это позволяет наиболее полно использовать существующую инфраструктуру и избежать прокладки кабелей.

Общая схема применения системы testo Saveris™ выглядит следующим образом.

- Зонды системы устанавливаются в контрольных точках.
- Сервисные компоненты устанавливаются при необходимости (маршрутизаторы, конверторы).
- Датчики перепада давления, счетчики частиц и другие приборы при наличии токовых выходов (например, 4...20 мА) могут быть соединены с конверторами аналогового сигнала (которые также располагаются в запотолочном пространстве) и таким образом интегрированы в систему.
- Данные с приборов поступают на базу системы, где производится их промежуточная запись (до 40 000 значений на канал), а также анализ и инициализация сигнальных оповещений в случае выхода за граничные значения, установленные для каждого датчика пользователем. Сигнальные оповещения могут быть переданы базой по SMS назначенным пользователям, а также реализованы в виде звуковой и световой сигнализации средствами базы или через встроенное реле.
- Далее данные передаются в программное обеспечение, которое реализует функцию ведения электронного журнала измеренных значений и событий, отправки оповещений по электронной почте, а также представляет измеренные значения на экране оператора в виде графиков и таблиц рис 2.

Отказоустойчивость системы обеспечивается за счет следующих технических решений.

- Зонды системы имеют встроенную память на 6000 значений. В случае отказа канала связи с базой, датчик продолжает измерять и записывать значения в собственную память. Таким образом, при восстановлении канала связи измеренные значения передаются на базу без потерь.
- База системы также является хранилищем информации и обеспечивает хранения 40 000 значений каждого измерительного канала. Эта функция обеспечивает непрерывность ведения журнала (например, в случае отсутствия связи с сервером или ПК с программным обеспечением).
- При наличии в базе системы GSM-модуля сигнальные оповещения высылаются ответственным сотрудникам даже в случае отсутствия связи с сервером или ПК с программным обеспечением.
- Все компоненты системы имеют аварийный аккумулятор для защиты от сбоя по питанию. Радиозонды питаются от стандартных батарей AA (срок службы более 1 года).
- Система обладает функцией самодиагностики и выдает соответствующие оповещения в случае обнаружения отказа.
- В системе есть функция резервного копирования конфигурации и базы данных значений.

Также нужно отметить, что система testo Saveris™ внесена в Госреестр средств измерений, а в составе с программным обеспечением Saveris CFR может проходить валидацию в соответствии с GMP.

Гибкость системы в части встраивания в существующую инфраструктуру в сочетании с большой емкостью, легкостью масштабирования и возможностью оперирования практически любыми параметрами делает её весьма привлекательной и для тех предприятий, которые уже имеют действующие производства, и для тех, кто только приступает к их проектированию. Кроме того, использование таких систем становится актуальным на фармацевтических производствах и в механообрабатывающих цехах, где установлено высокоточное оборудование, требующее постоянного контроля температуры для обеспечения микронных точностей обработки. □

СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО – КАКОЕ ОНО?

Визит в корпорацию

«Дженерал Сателайт»

Текст: **Илья Шахнович**

”

Как проявляются достоинства и возможности оборудования в условиях реального производства? Какие производственные задачи позволяет оно решать? Насколько удобно в эксплуатации? Стоит ли своих денег? Чтобы ответить на все эти вопросы, нужно общаться с теми, кто использует сборочное оборудование в реальном производстве.



Итак, мы в Гусеве, на сборочном производстве НПО «ЦТС», одной из производственных структур корпорации «Дженерал Сателайт». Цех поверхностного монтажа производит впечатление своим масштабом. Потом замечаешь размеры сборочных автоматов (и их бренд) — и это тоже производит впечатление. Нас сопровождают и отвечают на вопросы технический директор НПО «ЦТС» Богдан Дыван и главный технолог Станислав Лишик.

Что сегодня представляет собой производство НПО «ЦТС»?

С.Лишик (С.Л.): Наше производство начинается с цеха поверхностного монтажа. У нас три практически идентичные линии поверхностного монтажа, поэтому достаточно рассмотреть одну из них. Печатные платы из автоматического загрузчика плат компании NUTEK поступают в лазерный гравировщик (тоже NUTEK), который гравировывает 2D-код на каждой плате. Это необходимое условие для заводской системы прослеживаемости, с помощью которой в последующем можно узнать

всю "историю жизни" платы на технологических этапах производства. Далее платы поступают в автомат трафаретной печати Horizon 01i компании DEK, где на них наносится паяльная паста. Качество нанесения паяльной пасты контролирует установка автоматической оптической инспекции (АОИ) Symbion P36 компании Orbotech. Если на АОИ обнаружен дефект нанесения пасты, плата идет в буфер и затем — на отмывку. Но такое происходит очень редко.

Затем платы поступают в установщик компонентов Fuji NXT II — это наиболее современная платформа компании Fuji в области SMD Pick&Place-автоматов. Установка модульная, мы используем по 14 модулей в каждой линии. Из них 12 — модули типа M3 (на 20 питателей) и два модуля M6 (на 45 питателей) с возможностью подачи не только с ленты, но и из паллет. Номинальная производительность модулей, в зависимости от установленной головки, до 26 тыс. компонентов в час на модуль. Две линии приобретались в 2008 году, третья линия поставлена в 2010 году.

После установки компонентов платы поступают к конвекционную печь оплавления Ersa Hotflow 3/20. На ее выходе стоит установка АОИ Symbion



S36 Orbotech, проверяет уже качество паяных соединений. В итоге мы получаем готовые платы с SMD-компонентами.

Каждую линию обслуживают три оператора, два инженера-технолога обслуживают весь цех. Производительность линии SMD зависит от сложности продукта, сейчас за смену (12 ч) мы производим примерно 2,5 тыс. плат на каждой линии, на каждой плате порядка 600 компонентов. При этом оборудование загружено примерно на 50–60%, при необходимости мы легко можем увеличить загрузку.

У нас есть автоматический программатор компании BPM Microsystems для прошивки встроенных программ в ИС памяти или в микроконтроллеры. Мало кто из российских производителей может похвастаться подобным устройством. В программаторе реализована подача микросхем с катушек или с паллет и их упаковка либо на катушку, либо на паллету — собственно, его можно использовать и просто для перепаковки. В программаторе четыре слота по четыре каретки, в которые устанавливаются микросхемы, — т.е. одновременно прошиваются 16 ИС. Цикл программирования зависит от типа памяти, сейчас у нас он занимает порядка 4 с.

Платы с установленными SMD-компонентами поступают в цех штыревого монтажа. Здесь вручную устанавливаются все крупные компоненты. Их у нас мало — фактически это разъемы и блоки тюнеров. На производстве есть автоматы компании Universal для автоматической установки радиальных и аксиальных штыревых компонентов, но теперь они не используются — на плате просто нет таких компонентов. Раньше у нас было 16 радиальных выводных компонентов, но после приобретения третьей линии Fuji мы изменили конструкцию платы, и теперь изделия на 99% комплектуются SMD-компонентами. Поэтому оставшиеся выводные компоненты мы ставим вручную — специальные модули-установщики под нашу

задачу будут экономически неэффективными. По крайней мере, пока.

После установки выводных компонентов платы поступают в машины волновой пайки — у нас две установки Ersas PowerFlow и четыре — компании Vitronics Solttec (три Delta 3 и одна Delta 5). Наиболее совершенные из них — это Vitronics Solttec Delta, с азотным туннелем, что позволяет свести потери припоя до минимума.

После волновой пайки следует визуальный осмотр плат. Если необходимо, происходит доработка. Затем платы направляются на функциональный контроль. Тестеры мы разрабатывали самостоятельно. Сканируется 2D-код платы, результаты теста в привязке к коду платы заносятся в базу данных.

Далее платы поступают на участок финальной сборки. Здесь они устанавливаются в корпуса и передаются на финальное тестирование, где проверяется весь функционал продукта — с помощью оператора, в полуавтоматическом режиме. Затем печатается серийный номер, изделия упаковывают и отправляют на склад готовой продукции.

Всего на производстве трудится около 700 человек, 70% — на участке сборки в корпуса. Предприятие работает круглосуточно. В сутки сейчас мы выпускаем порядка 10 тыс. изделий. На сборочном участке — шесть одинаковых линий, каждая за смену (12 ч) способна изготавливать до 2 тыс. устройств. То есть при круглосуточной работе этот участок может собирать до 24 тыс. изделий. Цех SMD при текущей загрузке способен производить до 15 тыс. плат в сутки. Так что запасы по производительности у нас велики.

Как реализован контроль качества?

Б.Дыван (Б.Д.): У нас реализовано отслеживание плат в нескольких контрольных точках производства — сканируется штрих-код, данные вносятся в базу данных.



Наша база данных позволяет сформировать любой отчет, по каждой плате — на какой установке какие операции плата проходила, за какое время и т.п. Вариантов отчетов очень много. И если мы получим какие-то рекламации, то всегда сможем понять, что случилось с платой и почему.

Перед началом работы компоненты и печатные платы проходят визуальный входной контроль — этим занимается служба качества. Кроме того, проводится и выборочная проверка электрических параметров пассивных компонентов. Изготовитель печатных плат поставляет их нам только после проведения электрического контроля цепей.

У нас есть специальная система, которая следит за сбросом компонентов при установке. Мы видим технологические потери на каждом модуле каждой линии, по каждому питателю. И если где-то уровень сброса компонентов превышает заданный порог, это сразу видно, и персонал на это реагирует. Работник службы качества анализирует компоненты или платы, по тем или иным причинам не прошедшие входной контроль или оказавшиеся в технологических потерях. Он решает, нужно ли их списывать, всю информацию заносит в базу данных.

Кроме того, каждый час происходит выборочный контроль одной платы с каждой линии. Для этого используется установка рентгеновского контроля Phoenix|x-ray, в основном мы проверяем качество монтажа BGA-компонентов. Если обнаружен дефект, смотрим уже несколько плат, если дефект на них повторяется — анализируем сам техпроцесс и устраняем проблему.

Мы планируем закупить автоматические системы функционального внутрисхемного тестирования, с зондами типа "ложе гвоздей". В ближайшее время ожидаем поставку вибростенда. Но тут нужно помнить, что мы выпускаем исключительно бытовую технику, поэтому и не проводим климатических испытаний, нам не нужна влагозащита и т.п.

В целом выход годных плат по цеху поверхностного монтажа — 96–97% в зависимости от сложности платы. На уровне готовой аппаратуры выходной контроль не проходит менее 1% изделий, это уже в основном связано с механическими проблемами комплектующих. Мы стараемся устранить все ошибки на участке поверхностного монтажа.

Кто готовит операторов оборудования?

С.Л.: Когда завод создавался, в обучении специалистов нам помогало Предприятие Остек. Теперь же мы готовим операторов своими силами.

Как часто технологическое оборудование выходит из строя?

Б.Д.: Все наше оборудование достаточно надежно. Машины Fujii очень производительны и надежны. Печи Ersa — да, они иногда выходят из строя. Но все ломается, вечного оборудования не бывает. Тем более, что печи оплавления, которые мы используем, — это "средний класс" в данном сегменте. У компании Ersa, которая входит в TOP5 производителей, есть и более совершенная продукция, но и имеющиеся печи нас вполне устраивают.

Поэтому, конечно, поломки случаются, но все они своевременно устраняются. По крайней мере, у нас не было аварий, которые привели бы к остановке производства. Модульная платформа сборочных автоматов хороша тем, что даже если какой-то модуль на неделю вышел из строя, его работа перераспределяется между другими модулями. Это не вызывает проблем, поскольку есть запас по производительности.

Кроме того, все линии мы покупали с увеличенным сроком гарантии, у нас гарантия на три года. Поэтому большинство проблем бесплатно устранял постав-



щик — Предприятие Остек. Специалисты этой компании проводили и регулярное техническое обслуживание. На одной из линий такие работы проходят прямо сейчас. Однако гарантийный срок заканчивается, теперь обслуживать линии мы будем своими силами — посмотрим, насколько возрастут эксплуатационные расходы. Но в любом случае, у Остека есть представитель в Калининградской области, и если что случится — проблемы будут решены очень быстро.

Случаются ли традиционно российские проблемы, связанные с задержкой сроков поставки запчастей?

С.Л.: Нет. Мы ведем статистику неисправностей, запрашиваем у производителя данные о наиболее проблемных узлах и храним их запас у себя на складе.

Вы используете только бессвинцовые припой?

Б.Д.: На участке SMD-монтажа — только бессвинцовые паяльные пасты, на штыревом монтаже — смешанные технологии, определяемые самими компонентами. Никаких проблем, связанных с бессвинцовыми припоями, мы не испытываем — и никогда не испытывали. Видимо, когда наше производство было запущено, все проблемы такого рода были уже разрешены.

Сколько типов изделий вы выпускаете?

С.Л.: Конечно, у нас есть один основной продукт. Но в целом мы производим порядка 10 разных плат одновременно — в зависимости от плана. Распределением потоков компонентов, потоков продукции у нас

занимается специальный отдел планирования. Переход SMD-линии с одного типа платы на другой занимает порядка 40 мин. На участке штыревого монтажа на это требуется порядка 15 мин.

Для ускорения перехода на новые типы компонентов мы используем эмулятор модуля SMT-автомата Fuji (MPA4010). Когда мы начинаем использовать новые компоненты, необходима настройка программы установки — нужно сформировать визуальный образ, что-то подкорректировать и т.п. Благодаря MPA4010 мы можем это делать вне реальной линии, никак не влияя на процесс производства. На этом модуле отработывается программа, которая потом загружается в рабочую линию. Тем самым существенно сохраняется время перехода на новые компоненты. Это не дешевая установка, но на нашем производстве она полностью окупается.

Б.Д.: Мы постепенно начинаем работать и как контрактный производитель, уже выполняем сторонние заказы. Технологические возможности и запас мощностей производства это вполне позволяют.

Возможен ли выпуск опытных партий на вашем производстве?

С.Л.: Для всех изделий мы сами производим опытные и установочные партии. Сначала разработчики убеждаются в функциональном соответствии изделий. Затем уже мы совместно делаем плату наиболее технологичной, отработываем ее.

Б.Д.: Для нас запуск опытных партий — это только вопрос планирования. Они никак не мешают серийному производству. Переход на новые платы занимает порядка двух часов — нужно занести в базу коды новых компонентов, программу для АОИ и т.п. Например, на совершенно новую партию плат в 100 шт. нам нужно порядка 8 часов.



Почему для оснащения производства «Дженерал Сателайт» было выбрано именно такое оборудование? С этим вопросом мы обратились к Евгению Липкину, директору ЗАО «Оstek-СМТ», который руководил этим проектом со стороны Остека.

Евгений, каковы были требования к технологическому оборудованию и критерии его выбора?

Е. Липкин: В середине 2000-х годов по ряду причин руководство корпорации "Дженерал Сателайт" решило создать собственное производство в России. При этом стояла задача, чтобы экономическая эффективность производства в России оказалась не хуже, чем в Китае.

Проект этот развивался в несколько этапов. Начался он в Гусеве на арендованных площадях, со среднесерийными производственными линиями, а сейчас корпорация располагает собственным заводом с высокопроизводительным технологическим оборудованием.

Мы участвовали в этом проекте на всех этапах, занимаясь комплексным оснащением участка поверхностного монтажа. Изначально, в 2006 году, производство комплектовалось среднесерийным оборудованием с SMD-автоматами Oral компании Assembleon, с которой мы тогда сотрудничали. Это был первый опыт корпорации "Дженерал Сателайт" по организации производства в России, на этом оборудовании они отработывали внутрипроизводственные процессы, инфраструктуру, логистику, готовили персонал. Дальше последовали строительство завода и его оснащение. Изначально поставленное оборудование перестало отвечать задачам корпорации и было продано.

Для нового завода мы поставляли совсем другое оборудование, рассчитанное уже на высокопроизводи-

тельное производство. При этом стояла задача оснастить цех поверхностного монтажа "под ключ".

При выборе оборудования специалисты "Дженерал Сателайт" анализировали практически все оборудование необходимого им класса, представленное на мировом рынке. Очень важно, что при этом учитывалась не только цена и производительность оборудования, но и полная стоимость владения, включая потребление электроэнергии, воздуха, расходных материалов, число необходимого персонала и т.п. Не меньшее внимание уделялось сервису — ведь производство работает круглосуточно, без выходных. Поэтому для них крайне важны были сервисная поддержка, оперативность реакции, ремонта. Для производства подобного масштаба сервис становится критически важным фактором, поскольку час простоя стоит очень дорого.

Мы предложили свой вариант комплексного оснащения цеха, с высокопроизводительными линиями на базе автоматических установщиков компонентов NXT II компании Fuji, поскольку с точки зрения таких показателей, как энергоэффективность, масштабируемость, производительность на единицу площади, альтернативы Fuji просто нет. Этот вариант был не самым дешевым с точки зрения цены единицы оборудования. Однако с точки зрения комплексной стоимости владения он оказался наиболее выигрышным, что во многом и предопределило выбор.

Кроме того, немаловажную роль при выборе сыграл и сервис, который предоставляла компания Osteck. В России не часто приходится работать с производством такого масштаба, поэтому специально для "Дженерал Сателайт" разработали специальную программу сервисной поддержки. Мы брали на себя определенные обязательства по скорости реакции в случае неисправности, по подготовке персонала, поскольку в небольшом городе необходимые кадры нужно обучать с нуля. Разумеется, мы проводим и периодическое техобслуживание — без этого оборудование эксплуатировать нельзя. 



Портативная видеолупа нового поколения CamZ



Текст: Светлана Варфоломеева

«В любое время, в любом месте». Именно под таким слоганом фирма Vision Engineering (Великобритания), более 50 лет выпускающая уникальные оптические системы промышленного назначения, предложила своё новое техническое решение — мобильную систему видеоконтроля CamZ.

Данное предложение появилось на рынке как нельзя кстати.

Система CamZ рис 1 — это удобная и простая в использовании переносная видеолупа, предназначенная для решения множества проблем: визуальных исследований объектов в ситуациях, исключающих использование стандартных оптических микроскопов; измерений во время выездной инспекции; исследований объектов в условиях отсутствия сетевого электропитания; изучения стационарного объекта в месте его установки; оперативного определения причин отказа; исследований больших наклонных или вертикальных поверхностей и т.д.

Основными преимуществами CamZ являются небольшой размер и легкость эксплуатации. Прибор оснащен цветным дисплеем, управляется всего тремя кнопками, имеет функции захвата, сохранения и передачи изображений.



1 Мобильная система видеоконтроля CamZ

Пользоваться прибором предельно просто: включить, приблизить к образцу и нажать кнопку захвата рис 2.

При этом весьма полезна 2-х точечная управляемая светодиодная подсветка: можно задействовать либо правое, либо левое освещение объекта, а также полностью включить/отключить подсветку. Оценочные измерения исследуемых объектов проводятся путем наложения на изображение сеток различного масштаба.



2 Использование прибора: включить, приблизить к образцу и нажать кнопку захвата

Для комфортной установки на столе CamZ снабжена откидной опорой рис 3.

Беспроводная конструкция позволяет применять прибор как в лабораторных условиях, так и вне помещения (с аккумуляторной батареей). При подключении к компьютеру передача данных на компьютер и подзарядка аккумуляторов осуществляются по кабелю USB.

Для удобства пользования прибор комплектуется двумя ремешками для закрепления на руке или на шее.

Сложно ограничить сферы применения видеолупы, они достаточно широки: визуальный контроль дефектов в электронной промышленности, машиностроении,



3 Откидная опора и светодиодная подсветка на системе CamZ



4
Пример использования CamZ
в машиностроении

приборостроении, ювелирной отрасли, медицине и т.д. Прибор с успехом может использоваться археологами в полевых условиях; в судебно-медицинских и криминалистических экспертизах; в сельском хозяйстве при изучении видов почвы, качества семян, вредителей на полях, пораженности домашних животных паразитами. Список можно продолжать бесконечно.

Система CamZ — идеальное решение для выездной инспекции и документирования дефектов, неразрушающего контроля разнообразных объектов, в т.ч. в труднодоступных местах рис 4.

Немаловажным фактором для мобильного прибора является его сохранность в процессе транспортировки. В данном случае можно не беспокоиться — видеолупа CamZ надежно упакована в легкий пластиковый чемоданчик с поролоновыми прокладками, в котором также предусмотрены места для сетевого адаптера, кабеля USB, двух ремешков и чистящей салфетки рис 5.

Если же аккумулятор полностью заряжен, просто положите CamZ в карман и отправляйтесь к месту проведения исследований — вы всегда готовы к работе!

Основные характеристики видеолупы CamZ:

- цветной дисплей высокого разрешения с диагональю 4,3" (109 мм);
- увеличение: 4x-14x (дальний фокус: 4x, 5x и 8x, ближний фокус: 7x, 9x и 14x);
- видеосенсор: 30 кадров в секунду;
- 2-х точечная светодиодная подсветка с изменяемым углом освещения, оптимизированная для макросъемки;

- оценочные измерения по изображению на экране с использованием курсора и координатных сеток;
- вывод изображений на печать, наложение даты, сохранение во внутренней памяти до 100 изображений, сохранение позиций курсора и координатной сетки;
- подключение к ПК через Micro USB для загрузки изображений и зарядки;
- аккумулятор литий-ионный, 5 часов непрерывной работы, время зарядки через USB 4 часа;
- поддерживаемые ОС Windows 2K/ME/XP/Vista/7, Apple Mac OSx, Linux;
- габариты: 200 (ш) x 80 (в) x 30 (г) мм;
- масса 225 грамм.

Первые заказчики прибора — представители музейного сообщества — по достоинству оценили возможности системы CamZ при изучении произведений искусства в музеях и на улицах: висящие на стенах картины, стоящие на постаментах статуи и прочее.

Мы уверены, что благодаря своим особенностям и простоте применения прибор будет широко востребован при решении разнообразных задач, тем более, что аналогов ему на российском рынке не существует. □



5
Пластиковый чемоданчик для
транспортировки видеолупы
CamZ

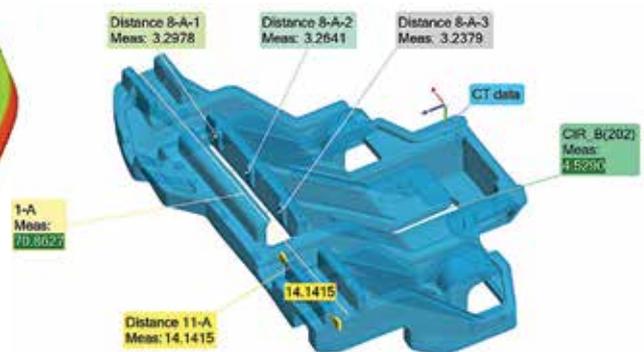


НАПРАВЛЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ

через 10 лет

**Дефектоскопия
и контроль размеров
будут проводиться
в один этап**

**Системы компьютерной
томографии для этого
мы предлагаем
уже сейчас**



Технологии контроля переживают очередной виток развития. В течение десятков лет томография не претерпевала принципиальных изменений, но с появлением инноваций и 3D-решений стало реальным просто, точно и в полном объеме контролировать каждую деталь. Возможности для этого Остек предлагает клиентам сегодня.

Особенности работы наших систем

- ▶ Самый информативный способ неразрушающего контроля
- ▶ Максимум информации о геометрии детали
- ▶ Исчерпывающие данные о скрытых дефектах
- ▶ Значительная экономия при отладке технологического процесса
- ▶ Автоматизированный процесс и оперативный результат
- ▶ Заметное повышение эффективности производства



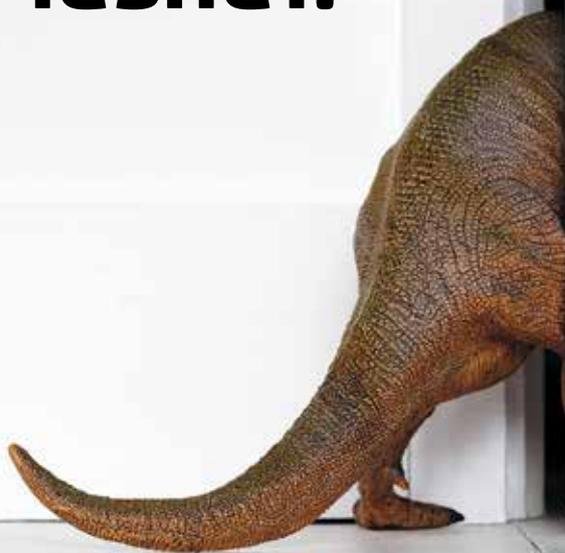
Тел.: (495) 788-44-44
info@ostec-ct.ru



будущее
создается

www.ostec-ct.ru

через 10 лет производство исчезнет.



В том виде,
каким вы знаете
его сейчас

Скорость преобразования технологий растет с каждым днем. Наш сегодняшний опыт отличается от условий, в которых 20 лет назад создавалась компания Остек, так же как они отличались от условий, существовавших за 50 лет до этого. Работать в таком темпе трудно, но очень увлекательно и главное — единственно верно с точки зрения конкурентных перспектив. Именно это мы и помогаем делать нашим клиентам, обеспечивая комплексное развитие высокоэффективных производств передовой техники. Ведь успеха в будущем достигает тот, кто его создает, а не ждет, пока оно наступит.

УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ



Тел.: (495) 788-44-44
info@ostec-group.ru



будущее
создается

www.ostec-group.ru