

08 (13) декабрь 2014

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал



ТЕХНОЛОГИИ
Илья Нотин

14 ВСЕ ВКЛЮЧЕНО. СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ
СЕРИИ GEMINI

КАЧЕСТВО
Денис Васильев

20 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА В MES-
СИСТЕМЕ SMART

ТЕХПОДДЕРЖКА
Игорь Проказов

34 ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОННЫЕ
УСТРОЙСТВА И КОМПОНЕНТЫ

Видеть сегодня
формы
изделий будущего
невозможно,

но возможности
работы с любыми
формами —
необходимо

Полный цикл
от проектирования
до производства
изделий

на основе технологии 3D-MID

Решения, предлагаемые Остеком в сотрудничестве с одним из лидеров мировой 3D-MID-индустрии, швейцарской компанией Multiple Dimensions, открывают новые возможности формообразования и миниатюризации электронных устройств.



Автоиндустрия

- переключатели и соединители
- датчики и приводы
- элементы управления
- антенны
- светотехника



Телекоммуникации

- датчики
- элементы управления
- антенны
- модули камеры



Медтехника

- переключатели и соединители
- датчики
- антенны
- слуховые аппараты





Новые смыслы

Новый год, пожалуй, самый любимый праздник, сопровождающийся сложившимися за многие годы традициями и ритуалами. Кажется, что только они не подвержены бурным изменениям, происходящим в науке и технике. И Новогодняя елка, как главный атрибут зимнего праздника, не потеряет свой смысл никогда, а самое страшное, что ей угрожает – это замена настоящего, пахнущего хвоей дерева на искусственное.

Но что же нового сейчас предлагается, кроме уже привычных для нас светодиодных гирлянд? Нет никаких технических препятствий для создания музыкального дерева с возможностью менять цвет и интенсивность свечения, елки, генерирующей новогодние ароматы хвои и цитрусовых. Из последних новинок – елки с фотоэлементами для подзарядки источников питания в дневное время суток, а также ёлки с беспроводной передачей электроэнергии для гирлянд и игрушек. Очень удобно: никаких проводов и можно свободно перемещать новогоднее дерево куда захочется. Ну, или елки арт-объекты, которые и на елки-то не похожи. Красивые, но новогоднее настроение не создают.

А если заглянуть немного вперед? Сейчас много говорится о развитии искусственного интеллекта,

интернета вещей и коммуникациях машина-машина. Представьте, если в ближайшем будущем новогодние елки через беспроводные сети смогут коммуницировать друг с другом. Например, будет елка, принимающая пожелания детей о подарках, вы, конечно, поняли: она будет сразу подключена к интернет-магазинам. Учитывая бурное развитие медицинских применений, уже не просто елки, а устройства смогут анализировать ваше эмоциональное состояние и, например, связывать одиноких людей или вызывать помощь тем, кому плохо. Или просто связывать родственников, находящихся в разных концах планеты, воспроизводя абсолютно одинаковое убранство комнаты или дома и создавая тем самым праздничный уют.

Конечно, полет фантазии творческого человека может далеко завести. И тут, главное, не потерять смысл праздника. Ведь Новогодняя елка – это символ, создающий праздничное настроение и олицетворяющий чудо, которого так ждут дети и даже взрослые! И пусть елка не меняется, а остается лесным новогодним деревом, украшенным яркими шарами, мишурой и гирляндами. И пусть взрослые и дети все так же верят в новогодний праздник и мечтают о чудесах!

Счастливого Нового года!

Антон Большаков, директор по маркетингу

В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

- | | |
|--|--|
| <p>4 ОТКРЫТИЕ САЙТА ПЕЧАТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ</p> <p>4 КНИГА «3D-MID. МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, СВОЙСТВА»</p> <p>5 ИТОГИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СЕМИНАРА</p> | <p>6 СОТРУДНИЧЕСТВО ГК ОСТЕК И КОМПАНИИ VOXELJET AG</p> <p>6 КОМПАНИЯ EVG ОСНОВАЛА ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИИ ТЕХНОЛОГИИ НАНОИМПРИНТНОЙ ЛИТОГРАФИИ</p> <p>7 FUJI NXT III ПОЗВОЛИТ УСТАНОВЛИВАТЬ КОМПОНЕНТЫ ТИПОРАЗМЕРА 0201</p> |
|--|--|



КАЧЕСТВО стр. 20

ПЕРСПЕКТИВЫ

3D-MID. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 8

Автор: Йорг Франке

ТЕХНОЛОГИИ

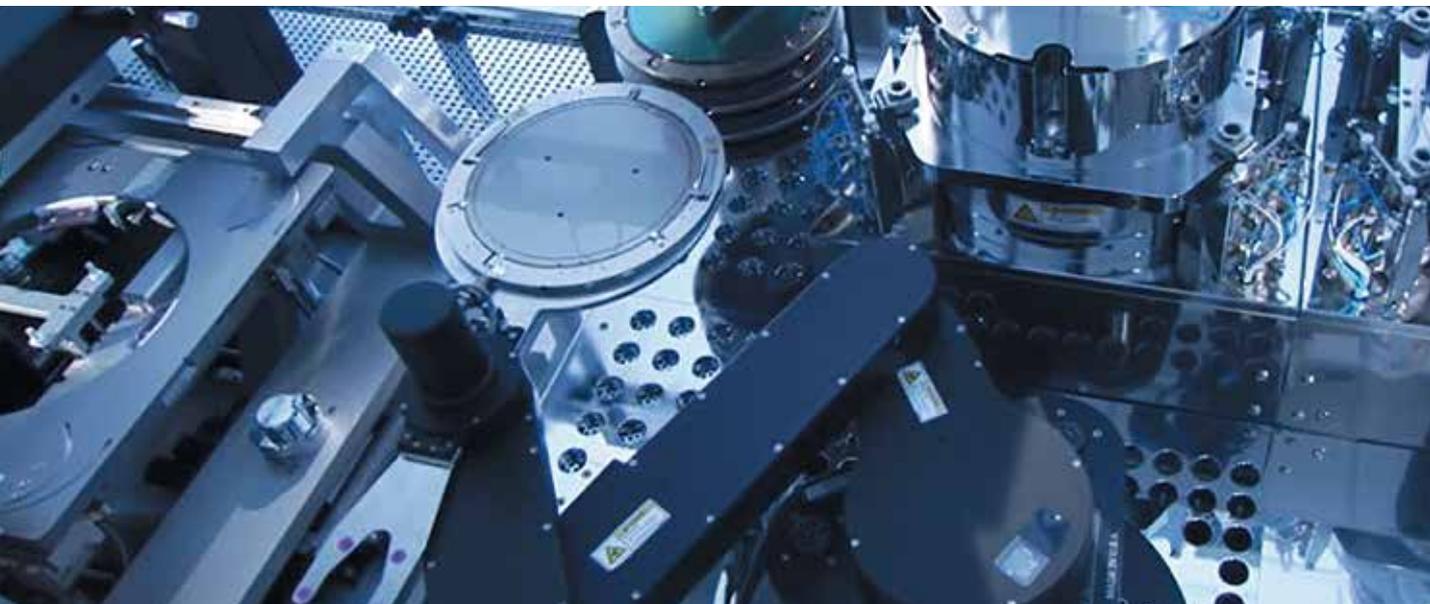
ВСЕ ВКЛЮЧЕНО. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ СЕРИИ GEMINI 14

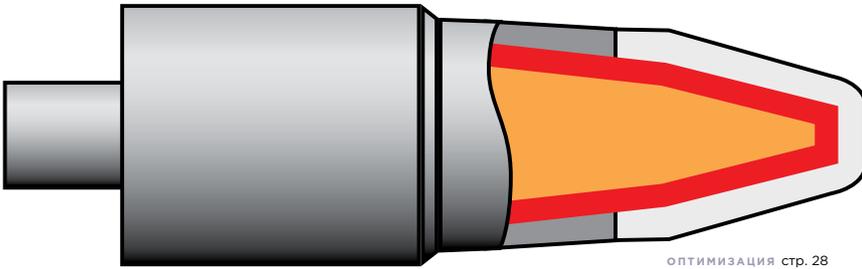
Автор: Илья Нотин

КАЧЕСТВО

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА В MES-СИСТЕМЕ SMART 20

Автор: Денис Васильев





ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 28

ОПТИМИЗАЦИЯ

СОВРЕМЕННОЕ ПАЯЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ – ВЫГОДНАЯ ИНВЕСТИЦИЯ В РЕЗУЛЬТАТ. 28

Автор: Александр Евсенийкин

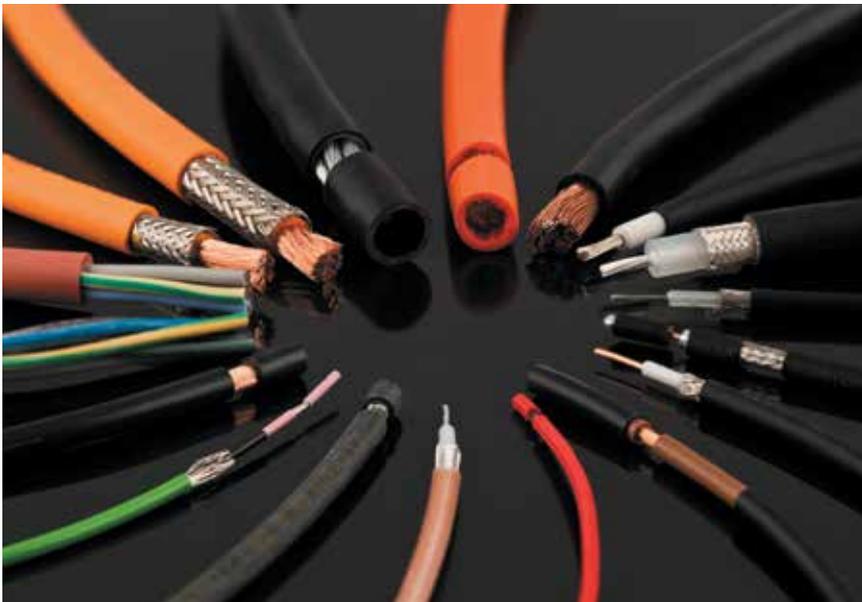
ТЕХПОДДЕРЖКА

ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА И КОМПОНЕНТЫ. 34

Автор: Игорь Проказов

КАРРА 331 – МАШИНА ТОЧНОЙ МЕРНОЙ РЕЗКИ И ЗАЧИСТКИ С РОТОРНЫМ НОЖЕВЫМ БЛОКОМ. 34

Автор: Алексей Рябчиков



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 34

АВТОРЫ НОМЕРА

- Йорг Франке**
 Председатель исследовательской ассоциации 3D-MID (Research association molded interconnect devices 3D-MID), профессор
- Илья Нотин**
 Инженер отдела технического сопровождения ООО «Остек-ЭК»
micro@ostec-group.ru
- Денис Васильев**
 Начальник отдела комплексной автоматизации производств ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru
- Александр Евсенийкин**
 Главный специалист группы оснащения рабочих мест Направления оснащения рабочих мест и контрольно-измерительных приборов ООО «Остек-АртТул»
info@arttool.ru
- Игорь Проказов**
 Старший инженер группы технологической поддержки ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru
- Алексей Рябчиков**
 Ведущий специалист отдела модернизации производств кабельных изделий ООО «Остек-ЭТК»
cable@ostec-group.ru

НОВОСТИ

ОТКРЫТИЕ САЙТА ПЕЧАТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ



Группа компаний Остек открыла сайт печатной электроники, где вы найдете актуальную и полезную информацию:

- об элементной базе печатной электроники, возможностях их создания, комбинирования и контроля результатов;
- о методах печати, подготовки поверхности, сушки нанесенного рисунка и различных методах контроля результатов;
- о различных технологических и производственных параметрах, позволяющих оценить и сравнить методы между собой;
- о материалах, используемых в печатной электронике в качестве оснований, наносимых и вспомогательных материалах;
- об области применения изделий печатной электроники как в серийной потребительской, так и в промышленной и специальной технике;

- об экономических оценках, маркетинговых отчетах и перспективах развития данной технологии на рынке;
- глоссарий по терминам и определениям, применяемым в печатной электронике;
- новости и статьи, а также — календарь мероприятий по печатной электронике.

Отдельно на сайте представлены материалы о собственной лаборатории печатной электроники с примерами используемых единиц оборудования и результатами работы.

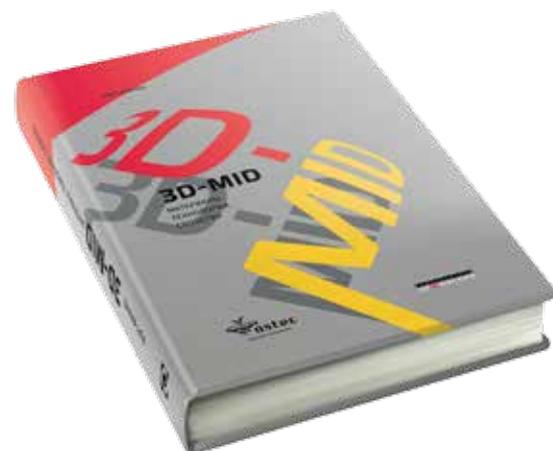
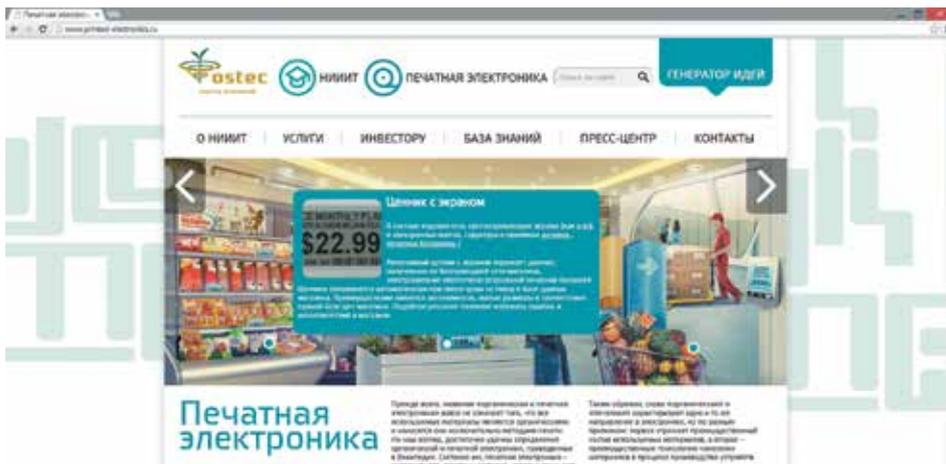
Наши специалисты посещают ведущие мировые выставки и семинары по технологиям печатной электроники, чтобы следить за её развитием и представлять самые актуальные и интересные материалы. Если у вас есть идеи по применению печатной электроники, а также вопросы по этой теме, направляйте их по адресу: edu@ostec-group.ru. 

КНИГА «3D-MID. МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, СВОЙСТВА»

Группа компаний Остек выпустила русскоязычное издание книги Йорга Франке «3D-MID. Материалы, технологии, свойства». Это первое в мире издание, включающее всю необходимую начальную информацию о технологии производства трехмерных электронных схем на пластиках (3D-MID).

В книге подробно описано применение технологии литых монтажных оснований, процессы структурирования и металлизации, формирования межсоединений, сборки 3D-MID изделий. Также пошагово рассмотрены вопросы создания MID прототипов, комплексной разработки MID изделий, материалов, применяемых для 3D-MID оснований. Важную часть книги составляет раздел, посвященный качеству и надежности создаваемых по технологии изделий.

Заказать бесплатный экземпляр книги и получить дополнительную информацию можно по электронной почте: mid@ostec-group.ru или на сайте www.3dmid.ru. 



ИТОГИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СЕМИНАРА

29 октября 2014 г. ГК Остек провела технологический семинар, посвященный современным автоматизированным решениям для применения клеев, герметиков и компаундов.

В семинаре приняли участие более 100 представителей передовых предприятий России и ближнего зарубежья, специализирующихся на производстве спецтехники, жгутовых изделий, электронных компонентов и светодиодной продукции.

В ходе семинара обсуждались актуальные вопросы современного технологического процесса заливки и герметизации изделий, подготовки и автоматизированного нанесения материалов, а также был представлен обзор современных материалов компаний DowCorning и Stockmeier: преимущества и применение.

Представители компании-партнера Dorag (Германия) рассказали об основах современных подходов к автоматизации процессов герметизации и алгоритмах подбора систем дозирования одно-, двух- и многокомпонентных материалов.



Семинар был максимально ориентирован на решение прикладных задач, актуальных для отечественных производителей, среди которых: заливка источников тока, герметизация кабельных разъемов, заливка электронных модулей и блоков, координатное нанесение клеев и герметиков, герметизация корпусов, фиксация элементов и другие. Были продемонстрированы решения технологических процессов на примерах конкретных изделий участников.

В рамках практической части мероприятия демонстрировались системы подготовки смешивания



и дозирования отечественных материалов на примерах материалов ВК-9 (Dorag Eldomix 103) и Виксинт У-2-28 (Dorag Metamix), вакуумная заливка изделий и система координатного нанесения материала (DowCorning 744) на базе робота-манипулятора Fisnar F9800N.

Участники смогли изучить оборудование и технологии подготовки, смешивания и дозирования материала максимально подробно в режиме реальной работы, лично пообщаться со специалистами, задать интересующие вопросы и просто познакомиться и обменяться опытом. □



СОТРУДНИЧЕСТВО ГК ОСТЕК И КОМПАНИИ VOXELJET AG

Осенью 2014 года Группа компаний Остек стала официальным представителем лидера в области производства 3D принтеров на основе 3DP технологий — компании VoxelJet AG.

С помощью 3D принтеров можно печатать модели из пластика объемом до 8 кубических метров — это максимальный показатель в мире по размеру печатающих камер на сегодняшний день. Также наш партнер предлагает уникальную машину непрерывной печати. Эти инженерные инновации позволяют компании занимать уверенное лидирующее положение на рынке промышленных 3D принтеров.

Уже сегодня оборудование VoxelJet является незаменимым для многих производств, имеющих участки литья металлов. Принтеры могут производить готовые литейные формы сложнейших конструкций. Оборудование VoxelJet

AG позволяет полностью заменить существующие технологии литья в песок и значительно модернизировать технологию литья по выплавляемым моделям. Также компания VoxelJet AG является самым крупным контрактным производителем печатных моделей в Европе. По заказу могут быть распечатаны как выплавляемые модели, так и готовые литейные формы в необходимом количестве. Нашим заказчикам в России будет оказан полный спектр услуг по производству и доставке напечатанных изделий.

Дополнительную информацию об оборудовании можно получить по электронной почте mid@ostec-group.ru. 

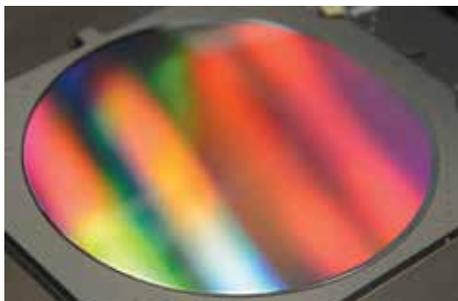
КОМПАНИЯ EVG ОСНОВАЛА ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИИ ТЕХНОЛОГИИ НАНОИМПРИНТНОЙ ЛИТОГРАФИИ

Компания EVG, ведущий производитель систем сварки пластин и литографии в сферах МЭМС, нанотехнологий и полупроводниковых приборов, открыла центр компетенции NILPhotonics™, который находится неподалеку от штаб-квартиры EVG в Австрии. Центр NILPhotonics™ — это группа технологов, оборудование и чистые помещения для опытного производства.

Центр будет оказывать помощь клиентам в подборе наиболее оптимального и обоснованного решения для наноимпинтной литографии при производстве новых и перспективных продуктов в области фотоники. Например, светодиодов и фотоэлементов, в которых применение наноимпинтной литографии (НИЛ) служит для формирования определенных структур на поверхности пластин, улучшающих параметры излучения или поглощения света. Такие структуры успешно используются, к примеру, в лазерных диодах, позволяя модифицировать характеристики устройства и повысить его эффективность.

«Наноимпинтная литография — это ключевая технология, предназначенная для производства всех видов фотонных структур. Она обеспечивает сокращение времени выхода продукта на рынок и снижение производственных затрат по сравнению с традиционными технологиями электронно-лучевого экспонирования и оптической лито-





графии с применением степперов», – заявил Маркус Вимплингер, директор по развитию корпоративных технологий и интеллектуальной собственности компании EVG. «В сравнении, например, с традиционной литографией, наша технология НИЛ позволяет формировать трехмерные наноразмерные структуры с характерным размером до 20 нм сразу на всей пластине, что открывает целый ряд новых возможностей в области производства устройств фотоники. Наш центр компетенции позволяет не только предоставлять нашим клиентам наиболее продвинутые системы НИЛ, но и осуществлять сопровождение на этапе разработки продукта с целью оптимизации самого продукта, а также технологических процессов для наиболее полной реализации потенциала технологии НИЛ».

Новый центр компетенции NILPhotonics™ использует более чем 15-летний опыт компании EVG в области НИЛ. В число оборудования для НИЛ, производимого компанией EVG, входит недавно представленная система УФ-НИЛ EVG7200, поддерживающая высокопроизводительную технологию НИЛ нового поколения SmartNIL™. EVG7200 и технология SmartNIL™ гарантируют непревзойденную производительность и более низкую стоимость владения по сравнению с конкурирующими системами. 

FUJI NXT III ПОЗВОЛИТ УСТАНОВЛИВАТЬ КОМПОНЕНТЫ ТИПОРАЗМЕРА 0201 (ММ)



Масштабируемая платформа установки компонентов NXT III компании Fuji в ближайшем будущем уже в базовой комплектации будет поддерживать установку компонентов с габаритными размерами 0,25 × 0,125 мм (008004").

Заново разработанная голова H24G позволяет осуществлять установку компонентов 0201 без каких-либо изменений в спецификации машины (скорость 35 000 компонентов в час, точность ±25 мкм). Интеллектуальный датчик компонентов (Intelligent Part Sensor, IPS), который предназначен для проверки ори-

ентации компонентов на насадке и определения, что компонент не остался на насадке после выполнения операции установки, встраивается в голову H24G в стандартной комплектации поставки.

Насадки для компонентов 0201, разработанные для головы H24G, обеспечивают силу прижима при установке не более 0,5 Н без какого-либо сокращения скорости работы.

Прием заказов на голову H24G и насадки для компонентов 0201 компания Fuji открывает в январе 2015.

По материалам www.fuji-euro.de. 



ПЕРСПЕКТИВЫ

3D-MID

История развития
и области применения



Текст: **Йорг Франке**

”

Осенью 2014 года Группа компаний Остек выпустила русскоязычное издание книги Йорга Франке «3D-MID. Материалы, технологии, свойства». Эта книга посвящена новой и перспективной для отечественной электроники технологии производства трехмерных схем на пластиках, в ней дается полное и системное описание технологии, ее ограничений и возможностей. В этом материале представлен раздел книги, описывающий историю развития технологии и области ее применения.

История развития

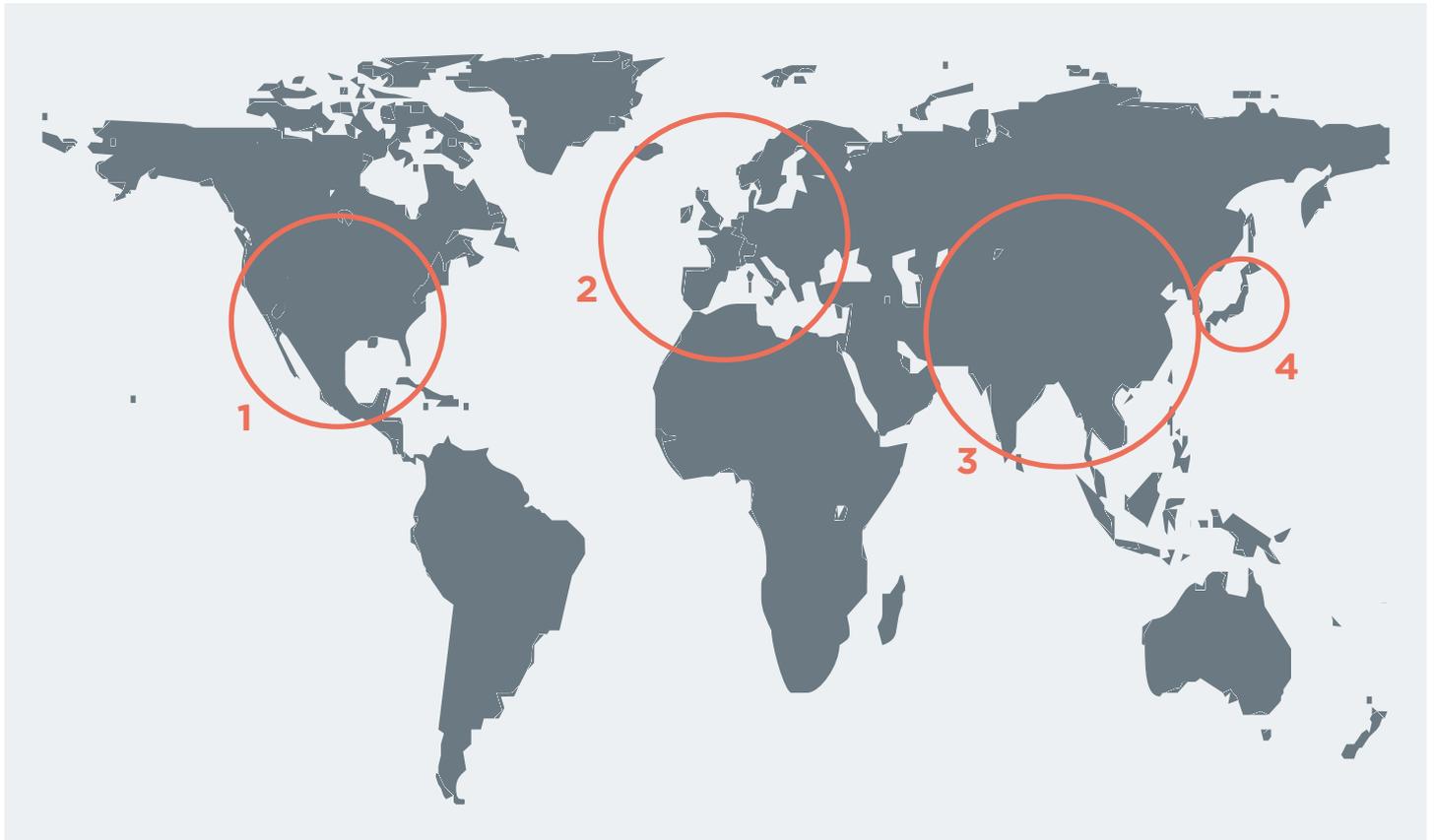
Изыскательские работы по MID-технологии проводились компаниями в 1970-х, главным образом в США, но теперь первенствует Европа. В этой ранней фазе развития технологии внимание было в первую очередь сосредоточено на разработке материалов для подложки и различных способах металлизации. К 1990 годам компании и исследовательские институты начали делиться своими исследовательскими возможностями и создавать междисциплинарные проектные группы. Далее показано развитие технологии и выделены основные фокусы интереса на сегодняшний день, а также указаны предпочитаемые процессы в различных регионах мира.

В патенте, представленном E. W. Lehtonen в 1969 году, упоминалось о возможности изготовления электрических монтажных оснований путем литья из термопластов. Дальнейшие соображения по поводу интеграции электронных и механических функций были выражены в патентах конца 1970-х — начала 1980-х. Именно в эти годы было проведено первое предварительное проектирование и сделано технико-экономическое обоснование в совместных проектах AT&T Bell Labs, Union Carbide, и General Electric Plastics в Соединенных Штатах. Компания Circuit-Wise из США объединилась с Leicester Circuits в Англии, чтобы изучить возможности изготовления традиционных печатных плат с помощью литья под давлением. Еще в 1984 году немецкий пионер в области MID-технологии, Volker Zippmann, сделал первые шаги деятельности своей компании Buss-Werkstechnik к новой технологии с использованием нового материала — полиэфиримида (Ultem), разработкой компании General Electric Plastics. В последующие годы крупные международные игроки взялись за проблему разработки пластиков высокого технического уровня и сопутствующих процессов металлизации. Компании из различных областей представили экспериментальные решения для воплощения концепции мехатроники и внесли свой вклад в эволюцию технологии и зарождающихся методов. Но когда компании Eastman Kodak и Mitsui Petrochemical & Pathtek разработали метод двухкомпонентного литья, в 1986 году недавно зародившаяся технология получила необходимый ей толчок благодаря свободе третьего измерения. Преобладающее мнение того времени о том, что литые монтажные основания в конечном счете заменят традиционные печатные платы, оказалось не реализованным, главным образом, с точки зрения экономики. Ведущие процессы тех дней вышли из отрасли изготовления печатных плат и включали в себя литографию, лазерное травление, двухкомпонентное литье и горячее тиснение. В это время появилось множество модификаций этих сложившихся процессов. Например, метод двухкомпонентного литья упростили, используя катализированные пластики для покрываемых компонентов, так что больше не было необходимости отливать

первую часть пластика и травить его перед тем, как отливать вторую.

К началу 1990-х термин «Литое монтажное основание (MID-основание)» заменил другие используемые ранее термины (напр., литая печатная монтажная плата, литая электронная сборка).

Термин и его аббревиатура были одобрены на собрании, посвященном открытию Международной ассоциации по литым монтажным основаниям (MIDIA) в марте 1993 года. Идея формирования подобной ассоциации была впервые рассмотрена осенью 1992 года в США на встрече двух крупнейших производителей MID-оснований, Mitsui-Pathtek и Circuit-Wise, а заявленная цель заключалась в объединении национальных и международных мероприятий крупнейших игроков в сфере MID-технологии. В США это были три компании: Mitsui-Pathtek, Circuit-Wise и ufe. Позже к ним присоединились другие компании, включая Fuba Hans Kolbe, Siemens и Buss-Werkstofftechnik из Германии, а также несколько компаний из Японии, в том числе Sankyo Kasei. В начале 1990-х в Германии также создавались междисциплинарные рабочие группы для рассмотрения межотраслевых проблем. В 1992 это развитие привело к созданию зарегистрированного объединения Forschungvereinigung Raumlische Elektronische Baugruppen 3-D MID (Объединение по исследованию литых монтажных оснований), действия которого и сегодня координирует Институт по Системам автоматизации производства (FAPS) при университете имени Фридриха Александра в Эрлангене и Нюрнберге. Компании-участники видели в такой форме объединенного исследования с университетом идеальную платформу, с которой стартует и эволюционирует MID-технология в Германии. В рамках международных отношений это был уникальный подход, при-



1

Предпочитаемые процессы и фокусы интереса в регионах

1 — США

Прозрачный рынок с обширным производством до начала 1990-х — после серийное производство было переведено в Азию

Предпочитаемые процессы: двухкомпонентное литье, прямое лазерное структурирование

2 — Европа

Широкая экспериментальная база — хорошие условия для исследований — все технологии в наличии — высокотехнологичные проекты, но: мало поставщиков, обладающих полной технологической цепочкой

Предпочитаемые процессы: двухкомпонентное литье, горячее тиснение

3 — Азия

Трансфер технологий из-за того, что мировые компании из Европы/США перевели в Азию свое производство; крупные начальные инвестиции в производство антенн

Предпочитаемые процессы: двухкомпонентное литье, прямое лазерное структурирование

4 — Япония

Выход на рынок высоких технологий нескольких местных поставщиков — исследования по развитию продиктованы ориентацией на продукт

Предпочитаемые процессы: двухкомпонентное литье, субтрактивное лазерное структурирование

давший технологии огромное значение, которым она пользуется сегодня в этой стране. К 1995 году национальная Ассоциация по развитию MID-технологии была основана в Японии. Компании, входящие в эту Ассоциацию, также стали членами MIDIA в США.

MID-технология в регионах мира

До 1996 года рынок США был весьма прозрачным. На нем присутствовали три крупных игрока: Circuit-Wise, Mitsui-Pathtek и ufe, а также компании, выпускающие самые различные товары, в том числе многие компании автомобильной промышленности США. С позиции Европы или Германии это иногда выглядело так, будто за проекты подобного рода в США принимались с куда большей энергией. Однако в 1996 году компания

Circuit-Wise приняла на себя руководство проектом по MID-технологии Mitsui-Pathtek и стала энергично развиваться в этом секторе. Рынок отреагировал на такой шаг сдержанно и скептически, а доходы резко сократились. Восстановление последовало лишь тогда, когда в этой отрасли по всей стране наметился повышенный интерес к MID-технологии Circuit-Wise. Circuit-Wise основала дочернюю компанию под названием MID LLC для управления деятельностью, связанной с MID-технологией.

В 2000 году MID LLC с базой в Рочестере приобрела компания Tyco Electronics. Новый владелец продолжал разработки в сфере MID-технологии в Рочестере, сосредоточив внимание на производстве антенн для мобильной связи с помощью двухкомпонентного литья с добавлением прямого лазерного структурирования (LDS) в качестве второго процесса в 2006 году, а в 2008 году перевел производство в Китай. Все крупнейшие

поставщики услуг по производству электронных компонентов, особенно для рынка мобильной связи, перевели свое производство в Азию. Наиболее предпочитаемыми процессами было двухкомпонентное литье и, все чаще, прямое лазерное структурирование (LDS) рис 1.

Фактически все производственные процессы доступны в Европе. Процесс прямого лазерного структурирования, с его прочной и широкой научной базой, оживил европейский рынок MID-оснований в последний год. Доказательством высокого уровня развития MID-технологии в Европе служит достаточное количество высокотехнологичных проектов с MID-компонентами, которые приобрели статус серийного производства, особенно в автомобильной отрасли.

Европа также занимает лидирующую позицию в международном рейтинге по производству мехатронных компонентов с множеством MID-совместимых проектов. Дальнейшее развитие технологии сдерживает то, что по сей день полную технологическую цепочку процесса обслуживают лишь несколько централизованных поставщиков, это относится как к двухкомпонентному литью, так и к прямому лазерному структурированию, включая технологии осаждения и монтажа.

С точки зрения развития процесса для истории MID-технологии в Японии характерно большое внимание очень ограниченного количества производителей MID-оснований на технологию с ориентацией на продукт. Ведущими игроками выступают Sankyo Kasei и Matsushita. Япония возлагает надежду на функциональную интеграцию и миниатюризацию продукции, разрабатываемой внутри страны. Предпочитаемые производственные процессы — это двухкомпонентное литье и субтрактивное лазерное структурирование. В конце 1990-х официальная японская ассоциация разработчиков MID-оснований распалась и была создана вновь в 2002 году с заявленной целью стимулирования совместных действий.

Ввиду расширения процессов глобализации с конца 1990-х и требований по сокращению производственных расходов для всех крупных компаний в такой отрасли как мобильная связь все основные поставщики антенн для сотовых телефонов перевели свои производственные мощности в Азию. На начальном этапе это означало рост производства антенн в Азии. Сначала выбирали двухкомпонентное литье, но прямое лазерное структурирование также получило широкое распространение ввиду гибкости процесса в легкости коррекции дизайна изделия при проектировании. Антенны для сотовых телефонов едва ли можно сравнивать со сложными высоко-интегрированными MID-модулями, как, например, с теми, которые разрабатывают и используют в автомобильной промышленности. Тем не менее, крупносерийное производство в Азии привело к формированию огромной базы знаний о процессе, которую можно использовать для разработки продукции с высокими техническими характеристиками.

Области применения

Описание известных областей применения MID-оснований отражает высокий уровень разнообразия в отношении имеющейся продукции, обслуживаемых отраслей промышленности и сфер применения т 1. Успешные MID-приложения были реализованы на всех рынках для традиционных электронных модулей. Рассмотрим более детально текущее положение дел и достижения в смежных отраслях промышленности и сферах применения.

В частности две отрасли демонстрируют огромный потенциал в применении высокотехнологичных MID-устройств и могут считаться движущей силой развития технологии. Ввиду большого количества крупных проектов, особенно в Европе, этими отраслями являются автомобильная и медицинская электроника. Для рынков IT и телекоммуникаций характерно массовое производство антенн в Азии. Промышленная автоматизация и аэрокосмические технологии — еще одни области применения MID-устройств, представляющие интерес. В настоящее время среди множества возможных применений особое значение занимают технологии производства сенсоров и антенн. Существует большая вероятность того, что в будущем использование оптических возможностей откроет множество новых областей применения, например, в сочетании со светодиодной технологией.

Ниже представлен обзор достижений и существующих тенденций в смежных промышленных областях.

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

В отрасли автомобильной техники количество электронных систем постоянно растет ввиду спроса на повышение безопасности на дороге, доступа к последним достижениям в области коммуникации и IT, а также экологические аспекты. Важную роль играет миниатюризация и функциональное разнообразие; оба этих фактора положительно сказываются на спросе на MID-интеграцию. В то же самое время огромное влияние себестоимости в автомобильной промышленности требует, чтобы помимо обладания техническими преимуществами MID-устройства представляли собой экономически жизнеспособную альтернативу традиционным технологиям. Принимаемые решения, как правило, дают производителям возможность экономии за затратах, но ее нельзя рассчитать без учета всей системы, а не только экономии от применения MID. В автомобильной промышленности особенно важна надежность, и многие эксперты полагают, что это требование можно удовлетворить. Материалы для MID-оснований были разработаны для использования в средах с повышенными температурами, как, например, условия внутри двигательного отсека. Дальнейшее развитие в области полностью автоматизированного производства понадобится для других крупномасштабных применений MID-оснований в автомобильной промышленности.



Типичные области применения MID-оснований в разных отраслях

Сектор	Промышленная автоматизация	Автомобильная электроника	Медицинская электроника
Применение	Антенны	Сенсорные технологии	3D проводка

МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Ввиду роста численности населения и быстро растущего интереса к здоровому образу жизни в медицинской электронике наблюдается повышенный спрос на миниатюризированные высокоэффективные медицинские приборы с низкой стоимостью. Например, одной из важных областей применения MID-оснований в этой сфере являются системы для аудиологии (напр., слуховые аппараты). В этой области применения важна точность направления микрофона внутри крошечного корпуса, чтобы пользователь мог корректно определять звуковые источники в пространстве. Еще одной потенциальной областью применения являются детали одноразового пользования. Для биоанализа необходимо использовать стерильные пробники. Метод двухкомпонентного литья является идеальным процессом для включения функций пробника, так как этот метод позволяет помимо электроники для анализа интегрировать в тело пробника микрофлюидный канал.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

В последние годы для производства антенн, например, для смартфонов, повсеместно прибегают к MID-технологии. Объем производства MID антенн на сегодня превышает миллионы единиц. Преимущества основаны на сочетании свободного трехмерного дизайна со свойствами электромагнитных приемопередатчиков для разных беспроводных стандартов, включая, например, WLAN, Bluetooth, UMTS и LTE. Антенны длиной до 300 мм все чаще используются в портативных компьютерах, а размещение антенных модулей внутри кожуха делает общий корпус тоньше и легче.

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

Высокая степень гибкости, доступность и рентабельность служат ключевыми факторами для успеха применения в промышленной автоматизации. Интеллектуальные датчики и осветительные модули, основанные на 3D массивах светодиодов или сенсорных чипов являются основными возможностями для MID устройств. MID-основания также применяются в антеннах радиочастотной идентификации дальнего действия, поскольку трехмерная структура антенны позволяет эффективно осуществлять бесконтактную передачу сигнала. Это, в свою очередь, предоставляет способы оптимизации контроля за маттехобеспечением и мониторингом процесса.

ДРУГОЕ

Также важными сферами применения MID-оснований являются аэрокосмическая промышленность и военный сектор. Эти области применения сосредоточены на трехмерном размещении сенсоров, но на сегодняшний день в открытом доступе находится слишком мало информации. Область бытовой техники также имеет свои перспективы развития, например, в сфере бытовой техники для дома.

Ниже представлены области применения MID-оснований.

СЕНСОРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Сенсоры тока, света, давления — это лишь некоторые из множества принятых областей применений сенсоров, которые демонстрируют преимущества MID-технологии. Строение и расположение senso-

ров заложило основы для развития функционального интегрирования и миниатюризации в этих областях применения. Важным фактором выступает ведущая роль оптимального расположения и точного выравнивания механических и электронных компонентов. Вторым фактором является возможность максимального приближения процесса измерения к измеряемой среде. Именно эти пространственные ограничения затрудняют точное измерение сейчас. Можно изготавливать MID-сенсоры гораздо меньших размеров, чем традиционные.

АНТЕННЫ

За последние годы MID-антенны получили широкое распространение, особенно в сфере мобильной связи. Такого рода устройства изготавливают в Азии большими партиями. Molex заявил о производстве двадцатимиллионной антенны LPKF-LDS © еще в 2009, большая часть MID-антенн изготовлена методом двухкомпонентного литья. Этот сектор расширяется и включает в себя планшетные ПК, а спрос переходит на более крупные антенны. Еще один сектор составляют антенны радиочастотной идентификации для разных областей применения.

3D ПРОВОДНИКИ

Свобода дизайна, предоставляемая MID-технологией, снимает двумерное ограничение традиционной печатной платы, поэтому проводники можно проложить фактически везде в доступном трехмерном пространстве. Такого рода трехмерность дает возможность создавать многофункциональные высокоинтегрированные конструкции. При сложном расположении с множеством электронных компонентов можно совмещать традиционные способы двумерного размещения с трехмерной прокладкой проводников, присущей MID-технологии.

МОНТАЖНОЕ ОСНОВАНИЕ/ КОРПУС

Невозможно четко разграничить возможности применения MID-технологии в качестве монтажных оснований или в качестве блоков для электронных модулей. Причина в том, что MID-устройства, под которыми представляют только монтажные основания, могут конкурировать

с традиционными печатными платами лишь в рамках определенных ограничений. Конечно, можно монтировать на поверхность и подключить как отдельные электронные компоненты, так и многофункциональные чипы, но, как правило, рассматриваемые функции относятся к обработке сигнала или данных. Ввиду особенностей токопроводности MID-устройств подача напряжения ограничена. Следовательно, большой потенциал имеет применение MID-устройств в виде блоков с непосредственно интегрированными проводниками. Простейший пример — это защитная MID-крышка: MID-блок со сложным рисунком проводников, используемый в качестве электронного устройства контроля для распознавания попыток взлома. Для некоторых областей применения интерес представляет интеграция компонентов (напр., датчики положения сидения).

ЭЛЕКТРОСОЕДИНИТЕЛИ

Использованию MID-устройств в качестве электросоединителей предназначено играть более важную роль в будущем. Каждое MID-устройство должно соединяться с периферией, поэтому соединитель может быть интегрирован в устройство. Предназначенные для этого выводы могут быть либо из металла, либо из металлизированного пластика. Применение MID-устройств в качестве электросоединителей потребует стандартизации и разработки проектных норм и правил.

ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Оптические системы могут привести к возникновению новых областей применения в различных сферах. Например, MID-технологии можно применять в области освещения, в которой все разработки в большей степени диктуются достижениями светодиодной технологии. Требования к расположению и направлению светодиодов похожи на требования, предъявляемые к сенсорам. Также возможно применение MID в качестве отражателей, хотя при этом надо решать проблемы шероховатости поверхности и теплоотвода. Еще одним вызывающим интерес аспектом является интегрирование в MID-основание волоконно-оптических световодов. 

Издатели и авторский коллектив надеются, что книга будет интересна конструкторам и технологам, работающим на предприятиях электронной промышленности, практикующим инженерам, специалистам, отвечающим за развитие и инновации, преподавателям и студентам профильных вузов.

Заказать бесплатный экземпляр книги можно по электронной почте mid@ostec-group.ru.

ТЕХНОЛОГИИ

Все ВКЛЮЧЕНО.

Системы автоматизированной сварки серии Gemini



Текст: **Илья Нотин**



Постоянно растущий спрос на высокоэффективные и компактные устройства требует миниатюризации при производстве микроэлектронных компонентов. В связи с этим растет необходимость создания высокоинтегрированных систем, в том числе с использованием технологии трехмерной интеграции. Эта технология широко применяется при производстве полупроводниковой памяти, КМОП-матриц, размещении памяти на модулях логики. Ключевой технологической операцией при изготовлении высокоинтегрированных систем, а также МЭМС, является сварка пластин. В данной статье рассматриваются ключевые особенности модульной системы автоматизированной сварки пластин EVG GEMINI, позволяющей изготавливать устройства с высокой степенью интеграции.

Компания EVG является признанным лидером в области технологических решений для фотолитографии, наноимпринтной литографии, а также сварки пластин, широко применяемых в различных областях микроэлектроники, таких как: МЭМС, сварка пластин, сварка отдельных кристаллов с пластинами, трехмерная интеграция. Системы компании EVG используются как для опытно-конструкторских работ и пилотных линий, так и для массовых производств. Разработанные компанией технологии сварки стали стандартом в области производства МЭМС. Система совмещения SmartView, встроенная в полностью автоматизированный комплекс Gemini, позволяет осуществлять совмещение с субмикронной точностью. Сегодня компания EVG применяет накопленный в данной области опыт для разработки полностью автоматизированных систем сварки для производства высокоэффективных систем с трехмерной интеграцией.

Модульные системы автоматизированной сварки серии Gemini

Установки сварки серии 500 от компании EVG рис 1 могут осуществлять широкий спектр операций сварки как с промежуточным слоем (эвтектика, полимеры, стеклоприпой и др.), так и без него (прямая или анодная сварка), однако пластины зачастую нуждаются в предварительной, требующей дополнительного оборудования, подготовке. Модульные системы сварки серии Gemini рис 2 позволяют реализовать в рамках одной системы полностью автоматизированный процесс. Это технологический цикл, состоящий из следующих этапов: загрузка пластин, подготовительные процессы очистки, процессы активации, нанесения покрытий, совмещения и сварки пластин с последующим охлаждением, хранением в буфере и дальнейшей выгрузкой готовых пластин в кассеты. Модульные системы позволяют не только уменьшить занимаемое оборудованием место, но и заметно повышают производительность технологического процесса. Рассмотрим эти системы более подробно.

Система автоматизированной сварки серии Gemini — это модульная система, обеспечивающая гибкость при модификации технологических процессов, а также простоту обслуживания. В основе



1 Полуавтоматическая система сварки пластин EVG520IS



2 Модульная система автоматизированной сварки серии Gemini (конфигурация для реализации технологии прямой сварки кремниевых пластин, оснащенная модулями очистки и плазменной активации)

системы лежат два модуля, которые представляют собой два независимых прецизионных роботизированных манипулятора с тремя степенями свободы рис 3, управляемые алгоритмами, позволяющими достигать максимальной производительности. Манипуляторы оснащены держателями, с помощью которых можно перемещать пластины между различными модулями. Система может дополняться различными модулями предварительной подготовки, например, модулем плазменной активации. Известно, что активированное состояние пластины сохраняется около двух часов и со временем деградирует. Модульные системы позволяют сократить время простоя активированной пластины, что положительно сказывается на качестве сварного соединения.

В центре системы располагается модуль совмещения с запатентованной системой SmartView. После проведенной в модуле операции совмещения пластины перемещаются в модуль сварки. В качестве модулей сварки используются установки сварки пластин EVG серии 500, которые устанавливаются в один из четырех специальных слотов системы. Все установки сварки пластин являются полностью совместимыми с системами Gemini.

Таким образом, система Gemini объединяет:

- подготовительные модули;
- два роботизированных прецизионных манипулятора;
- модуль совмещения;
- до четырех модулей сварки (установки EVG серии 500).



3
Роботизированный манипулятор системы Gemini

Схема работы систем серии Gemini

Рассмотрим более подробно работу систем Gemini.

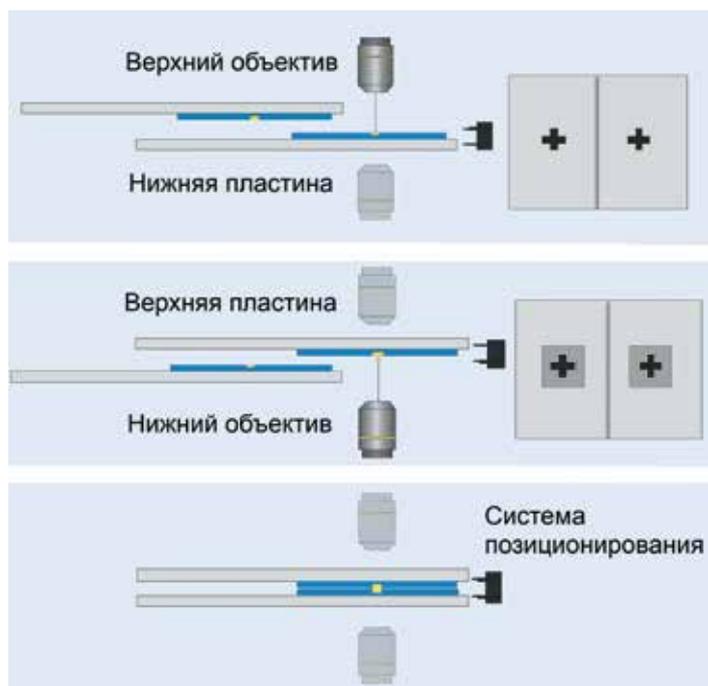
ЗАГРУЗКА ПЛАСТИН И ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА

Пластины загружаются в систему в кассетах, находящихся в четырех станциях хранения пластин. Манипулятор извлекает пластину из кассеты и помещает на платформу модуля очистки, который удаляет посторонние частицы с поверхности пластины. Затем, в зависимости от требований технологического процесса, пластина перемещается в нагревательный модуль либо в модуль плазменной активации. Нагревательный модуль представляет собой стек печей, размещенных друг над другом, что заметно экономит полезную площадь внутри системы. Данный модуль обеспечивает полное удаление растворителя с пластины, а также способен осуществлять различные режимы температурного воздействия. Модуль плазменной активации со специальной формой электрода позволяет снизить температуру сварки до 200-400 градусов и сократить время сварки до 1–3 часов при сохранении качества сварного соединения. Система Gemini также может оснащаться модулем нанесения

покрытий, позволяющим формировать различные покрытия (например, резисты) центрифугой или распылением в атмосфере растворителя. После завершения подготовительных операций пластины помещаются в модуль совмещения, расположенный между отсеками подготовки и сварки.

СОВМЕЩЕНИЕ ПЛАСТИН

За совмещение пластин отвечает технология совмещения SmartView рис 4, имеющая ряд преимуществ перед прочими методами совмещения. Основным из них является отсутствие значительного перемещения пластин по оси Z, что дает возможность достигать точности совмещения до 0,5 мкм (3σ). Система включает два объектива, расположенных друг напротив друга и имеющих совмещенную фокальную плоскость — это исключает необходимость перефокусировки. Сначала происходит определение и запоминание расположения меток и положения нижней пластины. Затем нижняя пластина смещается в сторону, и выполняется совмещение меток



4

Процесс совмещения пластин

верхней пластины с оцифрованным ранее изображением меток нижней пластины. После этого нижняя пластина возвращается в исходное положение, и пластины смыкаются и закрепляются зажимами в двух точках.

СВАРКА

После совмещения пара пластин с помощью второго манипулятора, размещенного в другом отсеке системы, загружается в один из модулей сварки. Все модели установок сварки серии 500 являются совместимыми с системой Gemini и могут устанавливаться в количестве до четырех штук. Таким образом, система Gemini

позволяет производить все виды сварки пластин с усилием до 100 кН при температуре до 600°C: диффузионную, эвтектикой, с обычными припоями и стеклоприпоями, термополимерную и УФ-сварку полимеров, а также прямую и анодную сварку.

ОХЛАЖДЕНИЕ И ВЫГРУЗКА

После сварки пластины перемещают на станцию охлаждения для снижения температуры до комнатной и последующей выгрузки с помещением готовых изделий в кассеты.

Модульные системы автоматизированной сварки серии Gemini позволяют достигать максимального уровня автоматизации и интеграции процесса. Технологии совмещения и сварки пластин размером до 300 мм включены в единую, полностью автоматизированную, систему и идеально подходят для массового производства изделий МЭМС, изделий с трехмерной интеграцией и систем типа SiP (System-in-Package).

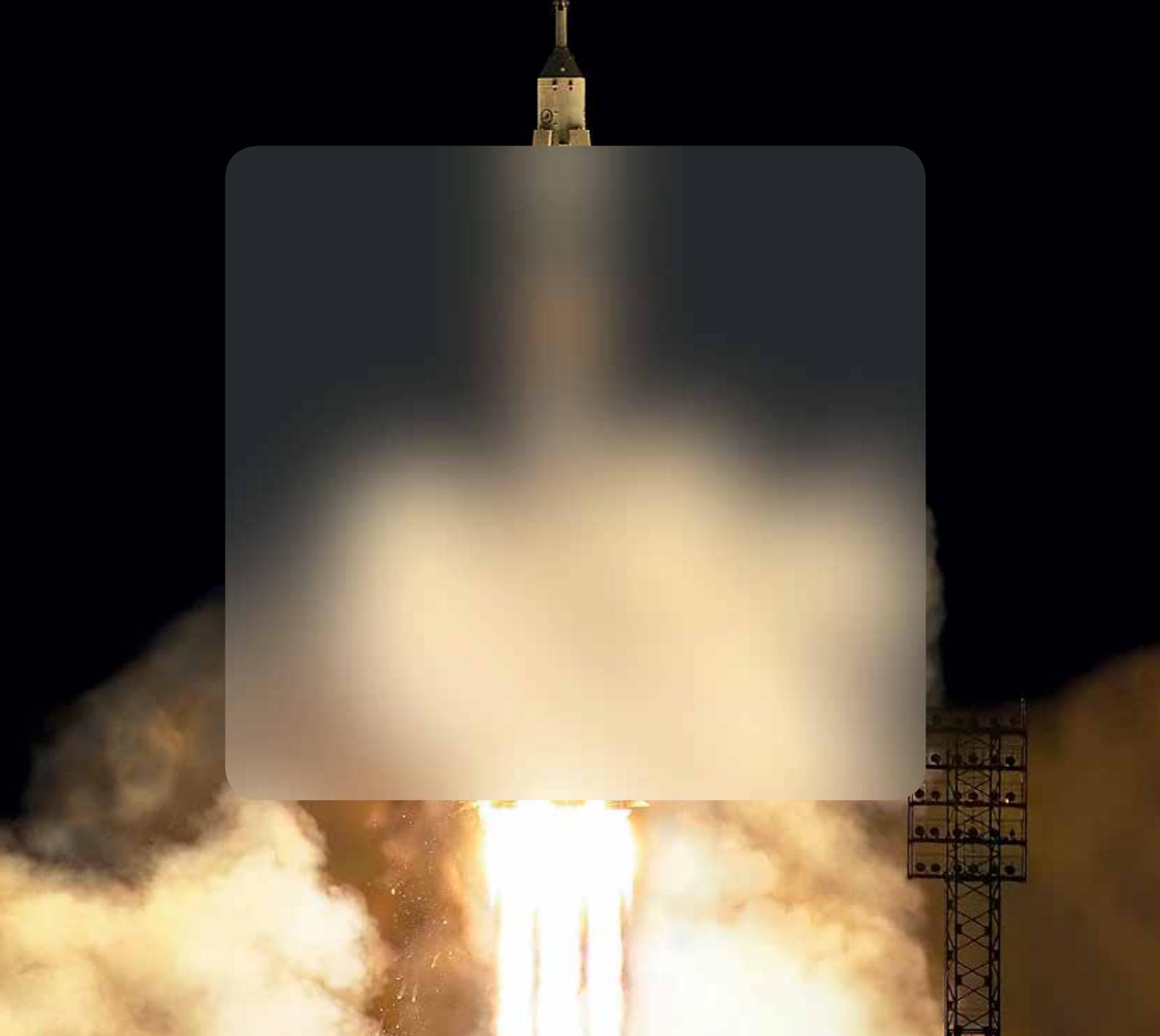
Преимущества системы Gemini

- Система совмещения с технологией SmartView дает возможность получать субмикронную точность совмещения.
- Система из двух манипуляторов обеспечивает высокую скорость перемещения пластин и, как следствие, повышает производительность.
- Пластины надежно закреплены в двух точках.
- Сварочные держатели пластин со вставками подходят как для тонких пластин толщиной до 100 мкм, так и для стеков толщиной до 6 мм.
- Возможна установка до четырех сварочных камер с различными конфигурациями. 

Т 1

Технические характеристики системы автоматической серии Gemini

Максимальный диаметр пластин, мм	150, 200, 300
Минимальный диаметр пластин, мм	<ul style="list-style-type: none"> • Для нагревателя 150 мм: 50 • Для нагревателя 200 мм: 100 • Для нагревателя 300 мм: 200
Системы сварки/Совмещения	<ul style="list-style-type: none"> • Для нагревателя 150 мм: SmartView, SmartViewNT • Для нагревателя 200 мм: SmartView, SmartViewNT • Для нагревателя 300 мм: SmartView, SmartViewNT
Максимальное контактное усилие, кН	3,5; 10; 20; 40; 60; 100
Максимальная температура, С	550 (опционально 600)
Вакуум	10 ⁻³ мбар (опционально 10 ⁻⁵ мбар, контроллер вакуума и линии подачи рабочего газа)
Питание для анодной сварки	0–2 кВ / 50 мА
Загрузочная камера	Манипулятор с тремя степенями свободы
Максимальное количество сварочных камер	4
Максимальное количество модулей	9
Области применения	Мелкосерийное и опытно-конструкторское производство, серийное и массовое производство



Видеть сегодня авиакосмическую технику будущего невозможно, **но технологии производства электроники для нее — необходимо**

Новые характеристики, которыми будут обладать электронные компоненты бортового оборудования летательных аппаратов завтра, зависят от технологий их производства, что необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электроники в авиационной и космической промышленности.



будущее
создается

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



КАЧЕСТВО

Обеспечение качества в MES-системе СМАРТ



Текст: **Денис Васильев**

«Раньше заказчики желали качества, сегодня они его требуют»

Дж. Харрингтон

В предыдущих номерах журнала «Вектор высоких технологий» (№ 1 (6), 2014 и № 4 (9), 2014) мы уже описывали программно-аппаратный комплекс по управлению производством СМАРТ в целом, а также рассмотрели модуль прослеживаемости. В этом номере речь пойдёт о модуле управления качеством.

Всеобъемлющее рассмотрение методик управления качеством как глобальной системы планируемых и систематических мероприятий на всём жизненном цикле изделия выходит за рамки данной статьи. По этому вопросу выпущено множество публикаций и изданий. В статье мы рассмотрим функционал комплекса СМАРТ, направленный на организацию управления качеством продукции в рамках её производства.

Как известно, качество продукции — это степень соответствия изделия совокупности присущих ему характеристик. Также ни для кого не является секретом, что основополагающей задачей производства является именно обеспечение вышеобозначенного соответствия. Большие объёмы несоответствующей продукции увеличивают стоимость производства и, тем самым, снижают прибыль предприятия.



Как и другие модули системы SMART, модуль управления качеством тесно взаимосвязан с другими элементами. Поэтому реализация управления и обеспечения качества в SMART будет требовать организации прослеживаемости, а также в большинстве случаев, подключения к автоматизированным рабочим местам.

Из факторов производства, которые влияют на обеспечение качества продукции, можно выделить следующие:

- соответствие используемых компонентов, материалов и оснастки требованиям документации;
- точность следования технологическому маршруту в процессе производства;
- соблюдение всех требований по технологии производства изделия;
- контроль, сбор данных и их обработка в процессе производства.

Рассмотрим пример реализации обеспечения качества при помощи системы SMART на предприятии рис 1.

В приведённом примере в системе организована прослеживаемость на всем цикле производства изделия. Автоматизированные рабочие места оснащены дополнительным стационарным считывателем штрихкода, а на ручных рабочих местах штрихкод считывается работником.

Каждое из автоматизированных рабочих мест (весь цех поверхностного монтажа, а также селективная пайка и автомат внутрисхемного контроля) подключено к системе напрямую через соответствующие программные адаптеры. Дополнительно в цеху поверхностного монтажа используется беспроводной терминал со считывателем штрихкода, подключённый к системе по Wi-Fi.

Рабочие места ручного монтажа и места ручного контроля оснащены сканерами штрихкода и индивидуальными клиентскими интерфейсами, обеспечивающими проведение различных проверок и повышающими информативность. Из основных функционалов рабочих мест можно выделить следующие:

Рабочие места монтажника:

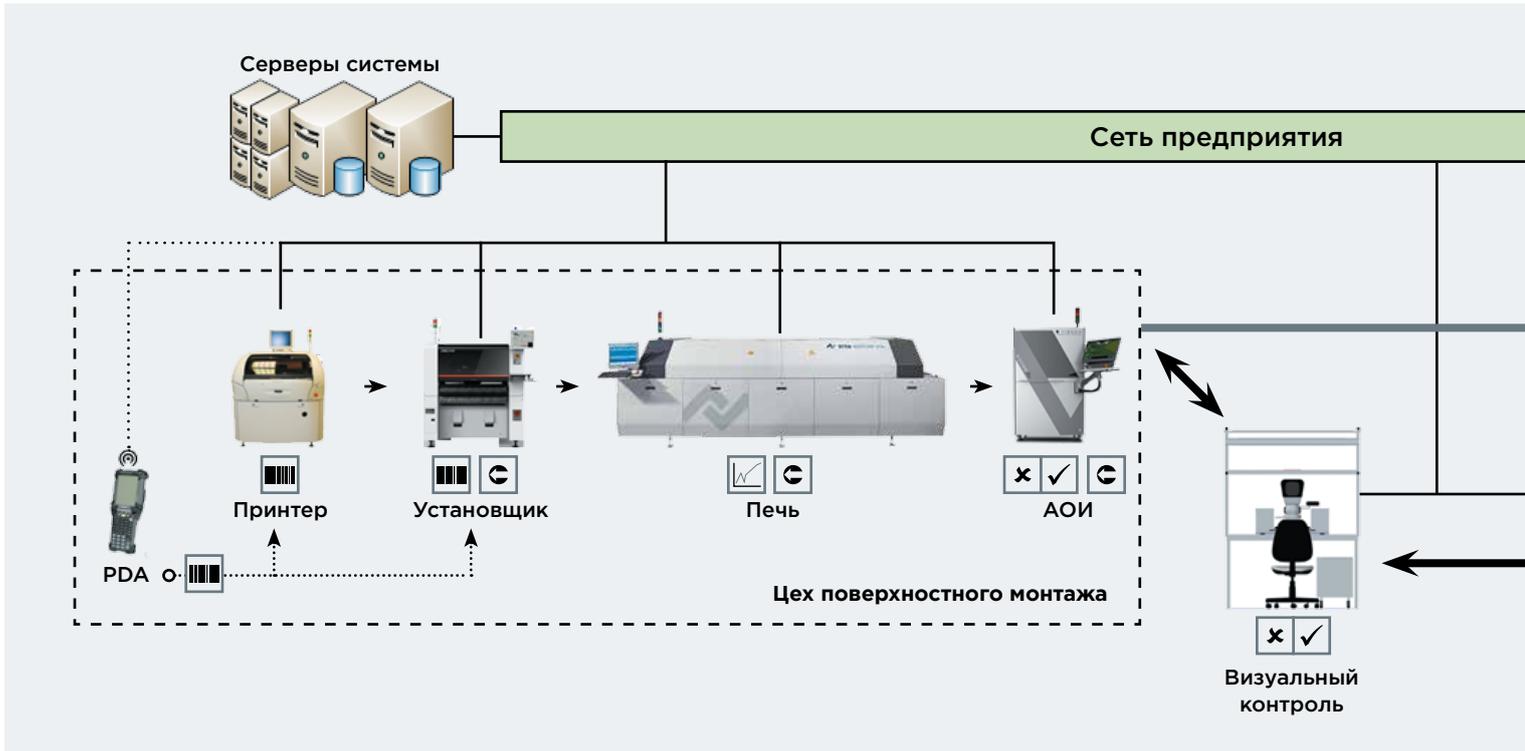
- проверка правильности комплектования перед началом работы по наряд-заказу;
- сканирование серийного номера при поступлении заготовки и проверка её допустимости для данного этапа производства;
- отображение технологической карты этапа производства на основании отсканированного серийного номера.

Рабочие места по тестированию:

- сканирование серийного номера при поступлении заготовки и проверка её допустимости для данного этапа производства;
- отображение технологической карты этапа производства на основании отсканированного серийного номера;
- сбор информации о результатах тестирования и данных измерений.

Рабочие места визуального контроля и ОТК:

- сканирование серийного номера при поступлении заготовки и проверка её допустимости для данного этапа производства (для ОТК);
- отображение технологической карты этапа производства на основании отсканированного серийного номера (для ОТК);
- отображение результатов проверки АОИ, снимка дефектов и истории прохождения изделия (для визуального контроля);
- отбраковка изделия с указанием причин, дефектов или симптомов.



1 Вариант организации обеспечения качества на предприятии при помощи комплекса SMART

Рабочие места участка ремонта:

- предоставление полной собранной информации о неисправности и истории изделия с графическим отображением CAD-данных;
- хранение инженерной и сервисной документации по изделию;
- хранение статистики неисправностей по продукту за предыдущие периоды;
- ввод информации о проведении ремонта с учётом заменённых комплектующих.

Как уже было отмечено, в системе предусмотрена возможность проверки правильности комплектования рабочих мест (как ручных, так и автоматизированных). Проверка осуществляется персоналом производственного участка (старший смены, руководитель участка и т.п.) с помощью сканера штрихкодов в процессе подготовки линии или рабочих мест. И производится как для комплектующих — на соответствие спецификации и соблюдение режимов хранения (уровень влажности), так и для всех необходимых расходных материалов

Сводные данные / Оборудование и оснастка

itac MES Suite

Критерий поиска

Номер оборудования: _____ Номер оборудования (внеш.): _____ Статус: <<все кроме "удаленных">>

Номер детали: _____ Описание детали: _____ Группа деталей: по умолчанию

Опис. группы деталей: _____ Тип РМ: по selection

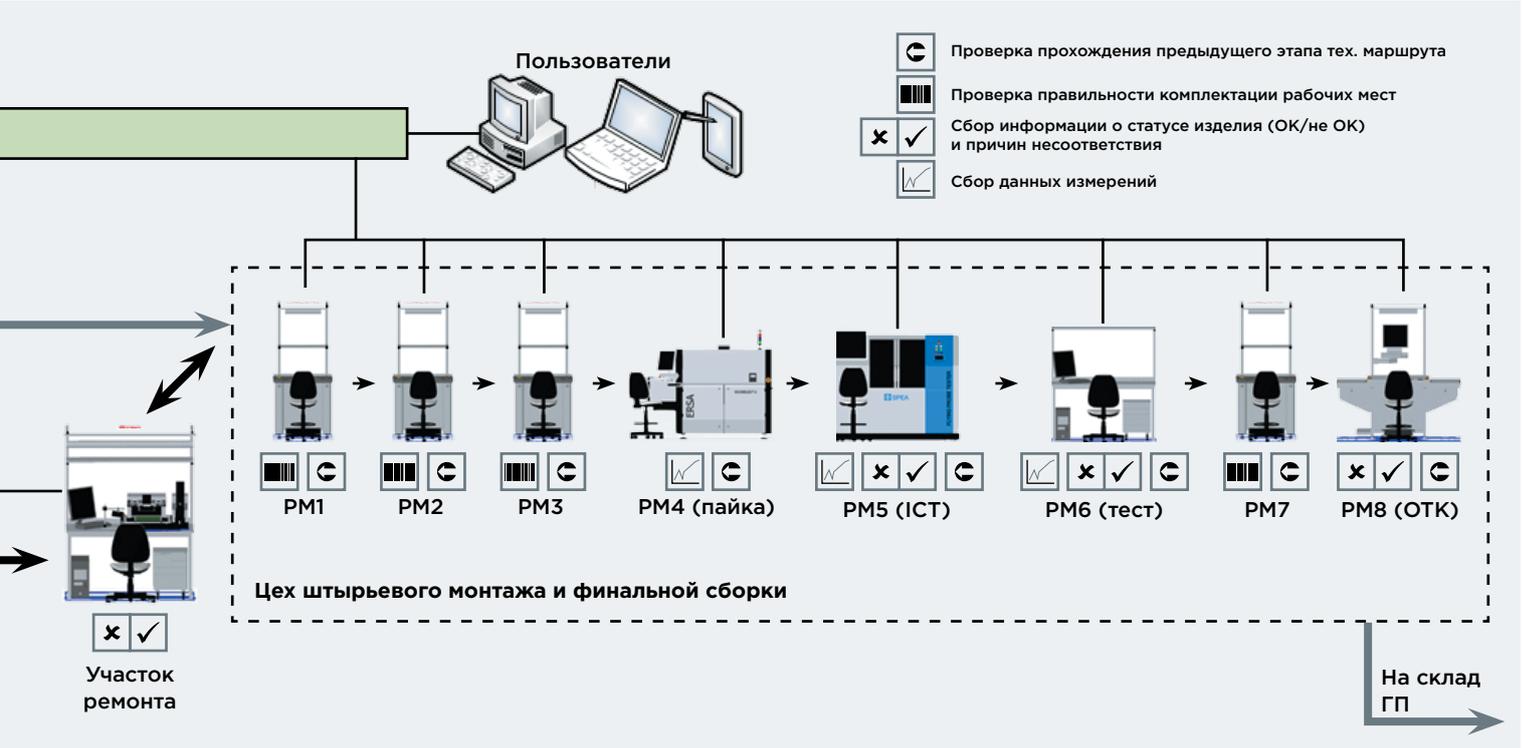
Обслуживание ожидающих решения

Следующее обслуживание до (дата): 14-11-2014 Предостережения об ограничениях (%): 80

Загрузить данные

Сост.	Номер оборуд.	Номер оборудования	Описание оборудо.	Тип РМ	Статус	Общее число	Максимальное	Число использов.	Число неверных	Создано (дата)	Действительно по	Производитель	Номер д
Head_B_02	NB02	Head Type B_02	Головка	Доступно	11 269					970-10-01-2013 08:39:01	31-12-3000 23:59:59		Hei
Head_B_01	NB01	Head Type B_01	Головка	Доступно	5 648					827-10-01-2013 08:38:06	31-12-3000 23:59:59		Hei
Feeder_B_03	FB03	Feeder Type B_03	Плататель	Доступно	11 412					485-10-01-2013 08:31:15	31-12-3000 23:59:59		Fet
Feeder_B_02	FB02	Feeder Type B_02	Плататель	Доступно	9 700					1 169-10-01-2013 08:30:23	31-12-3000 23:59:59		Fet
Feeder_B_01	FB01	Feeder Type B_01	Плататель	Доступно	22 281					628-10-01-2013 08:28:49	31-12-3000 23:59:59		Fet
Nozzle_B_04	NB04	Nozzle Type B_04	Сошло	Доступно	16 803					827-10-01-2013 08:36:49	31-12-3000 23:59:59		Nou
Nozzle_B_03	NB03	Nozzle Type B_03	Сошло	Доступно	14 608					257-10-01-2013 08:36:04	31-12-3000 23:59:59		Nou
Nozzle_B_02	NB02	Nozzle Type B_02	Сошло	Доступно	18 030					599-10-01-2013 08:34:37	31-12-3000 23:59:59		Nou
Nozzle_B_01	NB01	Nozzle Type B_01	Сошло	Доступно	16 946					371-10-01-2013 08:33:10	31-12-3000 23:59:59		Nou
Stencil_B_01	Stencil_B_01/1_ext	Stencil type B 01	Станд. обор-е	Заблокиров...	504	400	154			024-06-2013 04:20:26	31-12-3000 23:59:59		Ste
Stencil_A_01	Stencil_A_01/1_ext	Stencil type A 01	Станд. обор-е	Доступно	34	100	66			024-06-2013 04:16:15	31-12-3000 23:59:59		Ste
Stencil_A_03	Stencil_A_03/1_ext	Stencil type A 03	Станд. обор-е	Доступно	22	100	78			024-06-2013 04:18:25	31-12-3000 23:59:59		Ste
Stencil_A_02	Stencil_A_02/1_ext	Stencil type A 02	Станд. обор-е	Доступно	30	100	70			024-06-2013 04:17:12	31-12-3000 23:59:59		Ste
Adapter_A_01	Adapter_A_01/1_ext	Adapter type A 01	Станд. обор-е	Доступно	33	100	67			024-06-2013 04:11:20	31-12-3000 23:59:59		Adi
Adapter_A_03	Adapter_A_03/1_ext	Adapter type A 03	Станд. обор-е	Доступно	21	100	79			024-06-2013 04:14:59	31-12-3000 23:59:59		Adi
Adapter_A_02	Adapter_A_02/1_ext	Adapter type A 02	Станд. обор-е	Доступно	31	100	69			024-06-2013 04:14:06	31-12-3000 23:59:59		Adi
Adapter_B_01	Adapter_B_01/1_ext	Adapter type B 01	Станд. обор-е	Заблокиров...	450	400	50			024-06-2013 04:19:29	31-12-3000 23:59:59		Adi

2 Учёт вспомогательного оборудования и оснастки и их ресурсов использования



и/или оснастки с учётом их ресурса использования рис 2. В цеху поверхностного монтажа данная операция осуществляется через беспроводной терминал со считывателем штрихкодов.

Только при полном соответствии всем условиям рабочее место будет считаться готовым для работы в рамках выполнения конкретного наряд-заказа.

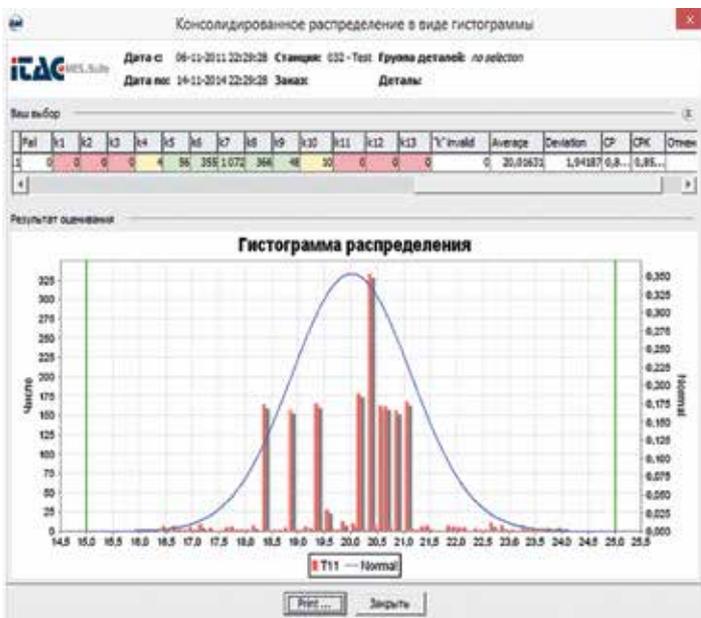
Функционалом, позволяющим не допустить ошибок на технологическом маршруте, является «активная прослеживаемость» (журнал «Вектор высоких технологий»

№ 4 (9), 2014). При регистрации серийного номера изделия на каком-либо этапе n сборочного процесса система проверяет корректность прохождения этапа n-1 как с точки зрения содержания данного этапа, так и по выходному результату. При обнаружении несоответствия следования маршруту изделию, вызвавшему данное несоответствие, будет присвоен статус, требующий рассмотрения. Таким образом, система не позволит пропустить какую-либо технологическую операцию или не пропустит в дальнейшую сборку заведомо неисправный полуфабрикат.

Автоматы и рабочие места, с которых система может собирать информацию о качестве продукции, способны проводить отбраковку изделий. При этом в систему может быть прописана причина признания изделия некачественным. Отбракованный в середине производственного цикла полуфабрикат не будет пропущен системой по дальнейшему маршруту производства до момента устранения неисправности или снятия статуса «не ОК».

Если в процессе тестирования изделия производятся какие-либо измерения (внутрисхемное или функциональное тестирование), то данные измерений также могут быть загружены в систему SMART для дальнейшего сопоставления с эталонными и последующей статистической обработки рис 3.

Данные измерений также могут собираться и с элементов производства, не связанных с непосредственным контролем, но при этом обладающих датчиками. К таким элементам можно отнести печи оплавления и установки селективной пайки, датчики температуры и влажности в помещении и т.п.



3 Гистограмма распределения измерений физической величины в рамках наряд-заказа

ITAC MES Suite

Анализ продукта

Промоутр участка | Деталь | Шаг работы

Критерии (Выбранный период: 12-08-2013 22:30:00 - 14-11-2014 22:14:59)

Неделя | Месяц | Квартал | Год
 Период | ФН | День

С: 12-08-2013 22:29:24
 До: 14-11-2014 22:29:24

Группа деталей: no selection
 Деталь:

Заказ:

Номер материала заказчика:

Все основанное на заказе

Загрузить данные

Деталь	Число	Прошедше	Число проду	Сбой	Число брака	Продукты с по	Число отка...	Число псевдо	Выход продук	Выход годной	дpm (процент)	Номер
-	8 021	7 061	7 061	960	513	237	513	237	88,03	93,6	63 957	
IBS - Intelligent Battery Sensor	892	808	808	84	84		84		90,58	90,58	94 170	
IBS_PCB - IBS Printed Circuit Board	940	940	940						100	100		
PCB - Printed Circuit Board	4 308	3 645	3 645	663	220	237	220	237	84,61	94,89	51 068	
PS - Power Supply	154	89	89	13	13		13		55,58	55,58	144 231	
PS_33 - Power Supply					6	0	6	0	85	85	150 000	
PS_38 - Power Supply					4	0	4	0	86,67	86,67	133 333	
PS_38_MD - Power Sup					0	0	0	0	100	100	0	
PS_48 - Power Supply					1	0	1	0	90	90	300 000	
PS_48_T - Power Suppl					4	0	4	0	80	80	200 000	
USB - Universal Serial Bus P					194		194		88,86	89,08	109 173	

Копировать Ctrl+C
 Вставить Ctrl+V
 Поиск Ctrl+F
 Искать следующий F3
 Искать предыдущий Shift+F3

Расширить все NumPad +
 Свернуть все NumPad /

Гистограмма

Ошибочные данные
 Данные измерений
 Дефектный фокус

Хронологическая последовательность
 Сводения по смене
 Подробный просмотр по дням
 Подробный просмотр по неделям
 Подробный просмотр по месяцам

Отобразить серийные номера

4 Анализ качества продукта

ITAC MES Suite

Анализ данных сбоя

Тип сбоя | Компонент | Анализ компонент

Критерии (Выбранный период: 10-11-2012 23:59:59 - 14-11-2014 22:14:59)

Неделя | Месяц | Квартал | Год
 Период | ФН | День

С: 06-11-2011 22:29:26
 До: 14-11-2014 22:29:26

Станция:

Группа деталей: no selection
 Деталь:

Заказ:

Загрузить данные

Тип сбоя	Псевдо	Число отка...	Максимальное	dpm (тип сб...
0 N/A	<input type="checkbox"/>	783	455 097	1 721
2000 Component missing	<input type="checkbox"/>	117	455 097	257
2001 Component damaged	<input type="checkbox"/>	105	455 097	231
2100 Measure error	<input checked="" type="checkbox"/>	21	455 097	46
CAP_1 USB Cap (rotatable)	<input type="checkbox"/>	16		
CON_1 Connectors RMS 2Pole, upri	<input type="checkbox"/>	5		
2200 Component defect	<input type="checkbox"/>	188	455 097	413
2300 PCB broken	<input type="checkbox"/>	13	455 097	29
2400 Reflow error	<input type="checkbox"/>	5	455 097	11
9999 Pseudo failure	<input checked="" type="checkbox"/>	237	455 097	521
FT.CO-01 Contact damaged	<input type="checkbox"/>	4	455 097	9
FT.CO-02 Contact dirty	<input type="checkbox"/>	9	455 097	20
FT.HO-01 Housing loosely	<input type="checkbox"/>	6	455 097	13
FT.HO-02 Housing scratched	<input type="checkbox"/>	8	455 097	18
FT.SC-01 Screw missing	<input type="checkbox"/>	9	455 097	20
FT.SC-02 Screw loosely	<input type="checkbox"/>	16	455 097	35
FT.SU-01 Surface scratched	<input type="checkbox"/>	10	455 097	22
FT.SU-02 Surface dirty	<input type="checkbox"/>	16	455 097	35
FT.TH-01 Thread damaged	<input type="checkbox"/>	12	455 097	26
FT.TH-02 Thread dirty	<input type="checkbox"/>	6	455 097	13
FT4 Failure type 4	<input type="checkbox"/>	1	455 097	2

5 Анализ данных отказов по типам сбоя

Анализ станка

Возможности процесса | Возможности станка

Критерии [Выбранный период: 10-11-2012 22:59:59 - 14-11-2014 22:14:59]

Неделя | Месяц | Квартал | Год
 Период | ФН | День

С: 06-11-2011 22:29:23
 До: 14-11-2014 22:29:23

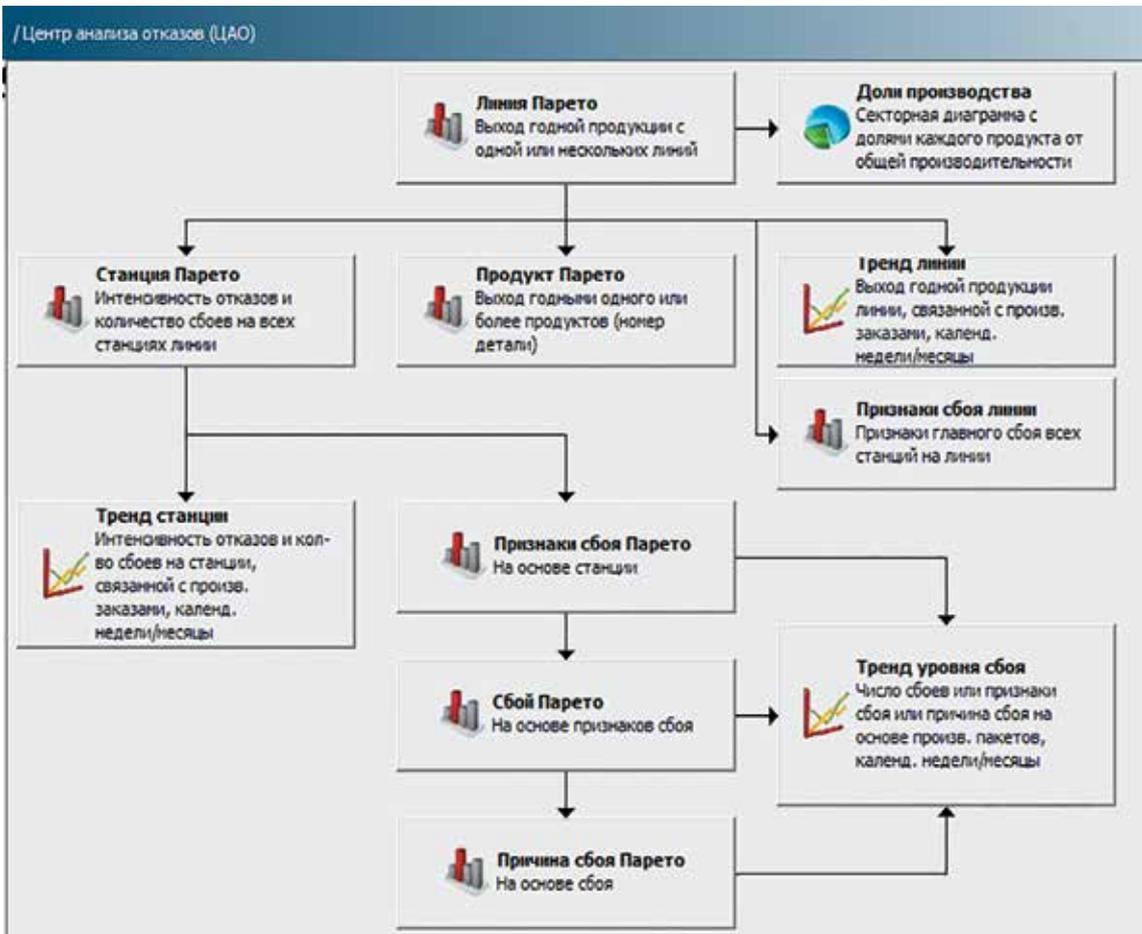
Станция: Группа станков: 031700 Reflow
 Группа деталей: по умолчанию

Все относящиеся к станку

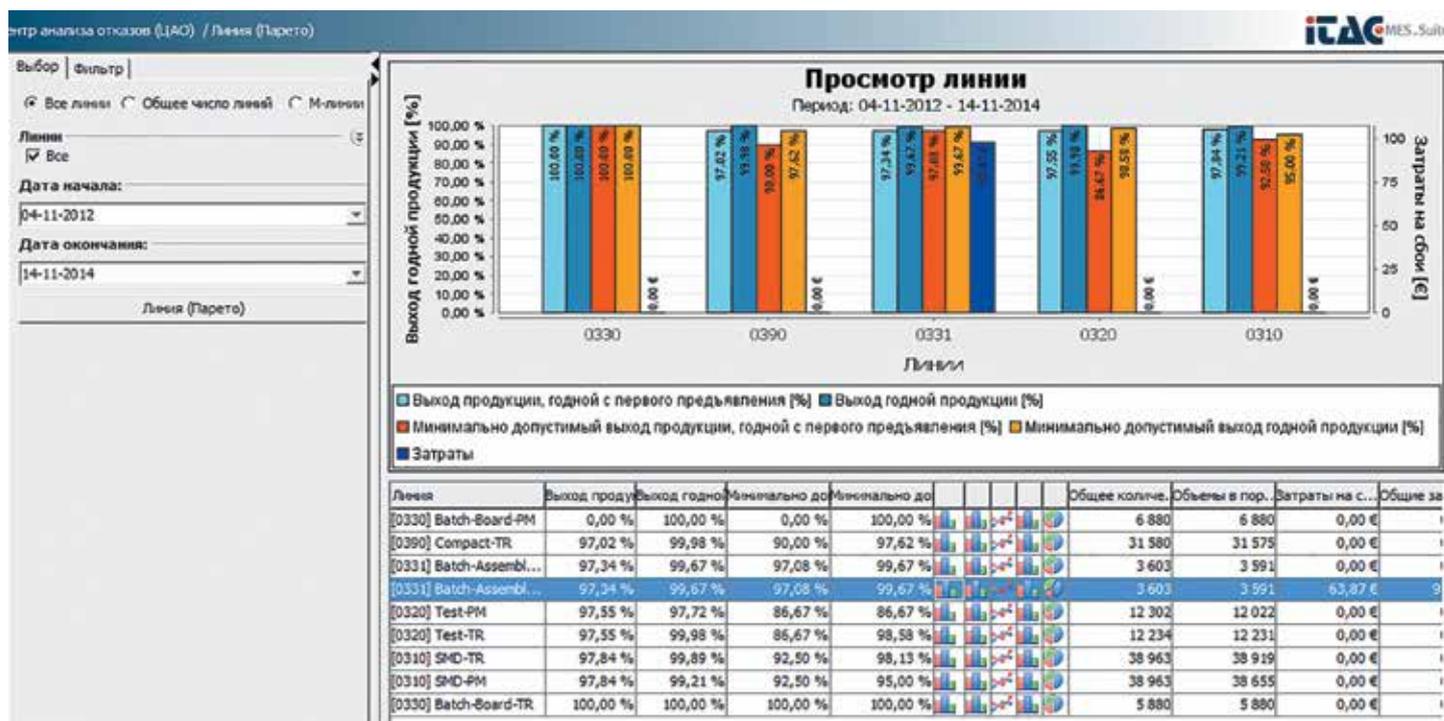
Загрузить данные

Станция	Регистрация	Прохождение	Сбой	Списание	Число отка...	Число псевдо	Продукт	ИПУ [%] (возн/бп)
03 - Electronic Manufacturing	4 437	4 308	124	5	5	119	4 313	97,09 29 074
031 - SMD	4 437	4 308	124	5	5	119	4 313	97,09 29 074
031700 - Reflow AOI	4 437	4 308	124	5	5	119	4 313	97,09 29 074
03170010 - AOI Reflow	4 313	4 189	124	0	0	0	4 313	97,13 28 750
03170010 - PCB - Printed Circuit Board	4 313	4 189	124	0	0	0	4 313	97,13 28 750
03170010 - PCB-USB_30 - USB-Board 10 GB	3 937	3 838	99	0	0	0	3 937	97,49 25 146
03170010 - PCB-USB_20 - USB-Board 20 GB	202	195	7	0	0	0	202	96,53 34 653
03170010 - PCB-USB_20_F - USB-Board 20 GB	33	31	2	0	0	0	33	93,94 60 606
03170010 - PCB_33 - Board 330 Watt	41	36	5	0	0	0	41	87,8 121 951
03170010 - PCB_38 - Board 380 Watt	70	62	8	0	0	0	70	88,57 114 286
03170010 - PCB_48 - Board 480 Watt	30	27	3	0	0	0	30	90 100 000
03170020 - AOI Reflow Verification	124	119	0	5	5	119	0	95,97 40 323
03170020 - PCB - Printed Circuit Board	124	119	0	5	5	119	0	95,97 40 323
03170020 - PCB-USB_30 - USB-Board 10 GB	99	98	0	1	1	98	0	98,99 10 101
03170020 - PCB-USB_20 - USB-Board 20 GB	7	5	0	2	2	5	0	71,43 285 714
03170020 - PCB-USB_20_F - USB-Board 20 GB	2	1	0	1	1	1	0	50 500 000
03170020 - PCB_33 - Board 330 Watt	5	4	0	1	1	4	0	80 200 000
03170020 - PCB_38 - Board 380 Watt	8	8	0	0	0	8	0	100 0
03170020 - PCB_48 - Board 480 Watt	3	3	0	0	0	3	0	100 0

6 Анализ данных отказов по станкам



7 Интерактивная структура Центра анализа отказов (ЦАО)



8 Центр анализа отказов. Данные по выходу годной продукции со всех линий

Данные измерений могут послужить основой для предотвращения последующих отказов изделия. Это возможно при использовании метода анализа «в среднем» (Part Average Analysis), который был разработан в 2001 году корпорацией Даймлер-Крайслер. Причиной для появления данного метода стала обнаруженная взаимосвязь между ранним отказом компонентов при эксплуатации изделия и аномалиями в измерениях при тестировании изделия на производстве. Основа метода как раз и заключается в обнаружении подобных аномалий, т.е. единичных результатов измерений, которые несмотря на то, что находятся в допустимых пределах значений, выделяются по значению из общей массы проведенных измерений.

В основной оболочке системы SMART отвечающие за качество сотрудники предприятия смогут найти огромный функционал по работе с данными, собранными с производства. Это, прежде всего, инструменты, позволяющие в рамках заданных поисковых критериев получать самую полную информацию о качестве каждого типа производимой продукции рис 4. Для каждого изделия или группы изделий в заданном диапазоне система выводит все необходимые данные для понимания истинной картины производства.

Помимо анализа самого продукта SMART может систематизировать информацию о типах сбоев, выявленных в процессе производства рис 5. Для каждого типа сбоя система позволяет вывести количественную статистику, а также произвести декомпозицию до индивидуального отказа; также система предоставляет информацию о том, на каких именно участках производ-

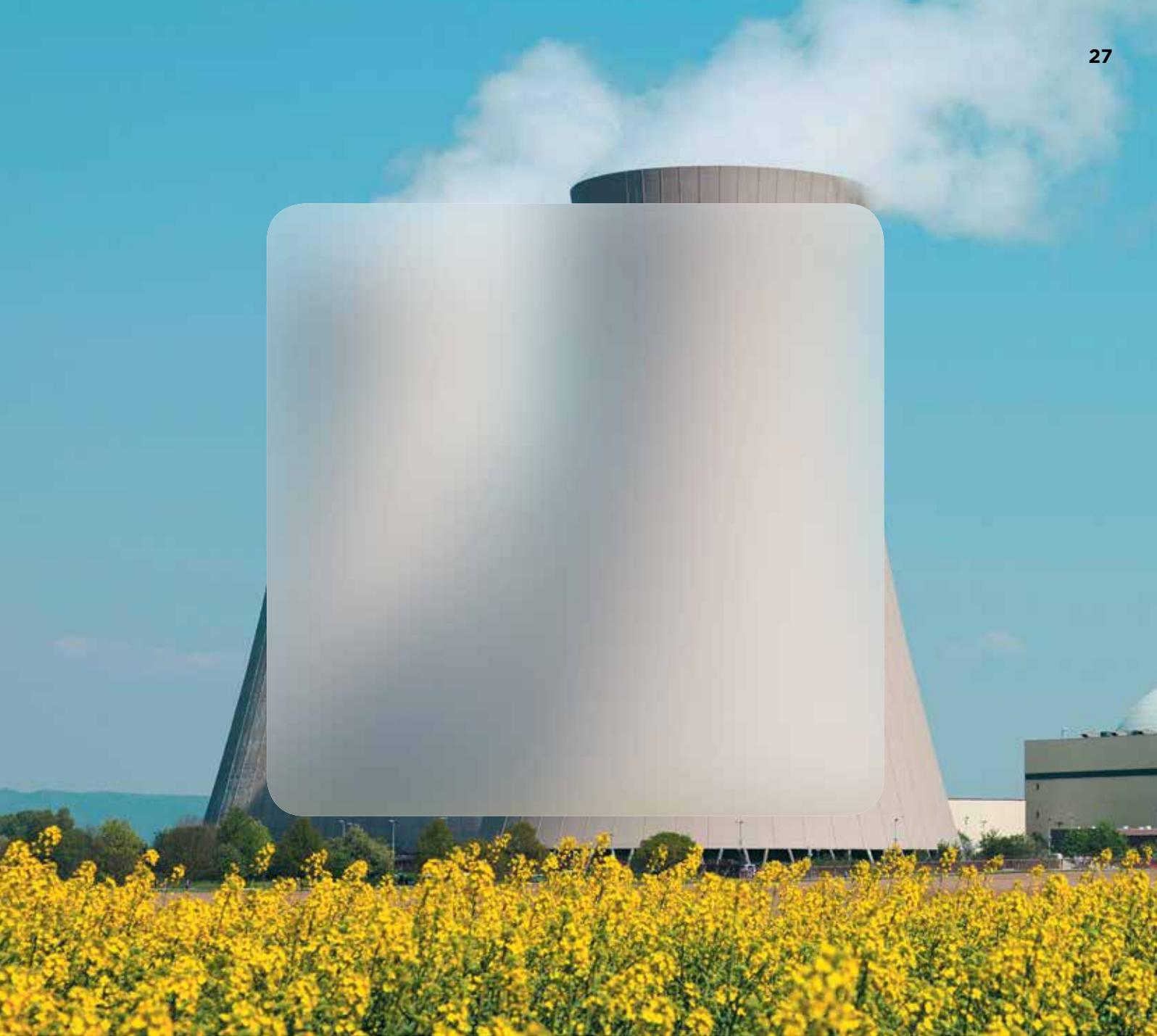
ства и для каких изделий были обнаружены те или иные неисправности рис 6.

Если требуется более детальное изучение причин и последствий брака, возникающего на производстве, в системе SMART предусмотрен Центр анализа отказов — ЦАО рис 7. Данный функционал позволит службам качества предприятия за минимальное время получить ответы на вопросы рис 8:

- какая из производственных линий/участков выпускает изделия с браком?
- какой продукт на данной линии выпускается с браком?
- какая станция/рабочее место допускает наибольший/основной брак?
- какой симптом неисправности чаще всего возникает на проблемной станции/рабочем месте?
- какой именно отказ приводит к появлению наиболее часто возникающего симптома?
- какова была истинная причина отказа?

Использование модуля управления и обеспечения качества на производстве позволяет предприятию оперативно реагировать на процесс производства изделий, обеспечивать проведение мероприятий по глобальному управлению качеством и снижать издержки, связанные с возникновением брака и мерами по его устранению.

Детально раскрыть весь огромный функционал и сценарии использования модуля управления и обеспечения качества системы SMART не представляется возможным в рамках одной статьи. В следующих выпусках журнала мы продолжим знакомить вас с возможностями системы SMART.



Видеть сегодня энергетические объекты будущего невозможно, **но технологии производства электроники для них — необходимо**

Возможности приборов и автоматических устройств, что будут использоваться в энергетике завтра, зависят от технологий их производства, которые необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электрических и электротехнических приборов.



будущее
создается

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



ОПТИМИЗАЦИЯ

Современное паяльное оборудование — выгодная инвестиция в результат



Текст: Александр Евсейкин

Современные тенденции в развитии радиоэлектронных производств предполагают максимально возможную автоматизацию всех технологических процессов и операций. Но ручная пайка в производстве радиоэлектроники как применялась, так и будет применяться всегда — это факт.

К сожалению, такие производства требуют больших затрат:

- на закупку технологического оснащения;
- на закупку расходных материалов;
- на оплату потребляемой электроэнергии;
- на заработную плату и налоги на нее.

Даже с учетом финансовых расходов и нестабильной финансовой обстановки, большинство предприятий организовали или стремятся организовать «бережливое производство».

Бережливое производство — концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

«Но как?» — спросите вы. Для начала необходимо разобратся, где имеются слабые места.

В радиоэлектронной отрасли одно из таких слабых мест — рабочее место монтажника, а именно ручное паяльное оборудование, вокруг которого и организовано все производство.

Нередко на предприятиях, где используются ручные методы пайки, применяют сдельную оплату труда, что обусловлено следующими факторами:

- потребность в увеличении объёмов деятельности;
- наличие количественных показателей работы, которые непосредственно зависят от конкретного работника;
- необходимость на конкретном участке стимулировать работника к дальнейшему увеличению объёма работы;
- возможность увеличить объём выполняемой работы не в ущерб качеству;
- возможность точного определения объёма и контроля качества выполняемой работы, позволяющая исключить приписки и искусственное завышение;
- возможность исключить или свести к минимуму простой в работе из-за несвоевременного поступления материалов, инструментов и т. д.;
- применение технически обоснованных норм труда.

Но при использовании такого типа оплаты существует и ряд опасностей:

- нарушение режима технологического процесса;
- нарушение требований техники безопасности;
- снижение качества производимой продукции;
- ухудшение обслуживания оборудования;
- преждевременный выход оборудования из строя;
- перерасход сырья и материалов.

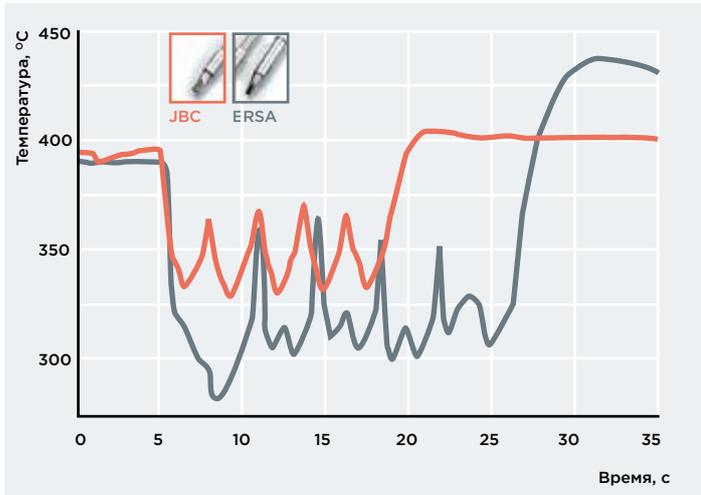
Описанные выше недостатки можно легко контролировать и даже свести к минимуму, используя для процессов ручной пайки современное паяльное оборудование, позволяющее отслеживать и улучшать самые важные параметры:

- производительность;
- расход материалов и расходников (наконечники, флюсы, припой);
- расход энергии;
- качество продукции, зависящее от соблюдения техпроцесса (контроль и мониторинг параметров);
- безопасность работников.

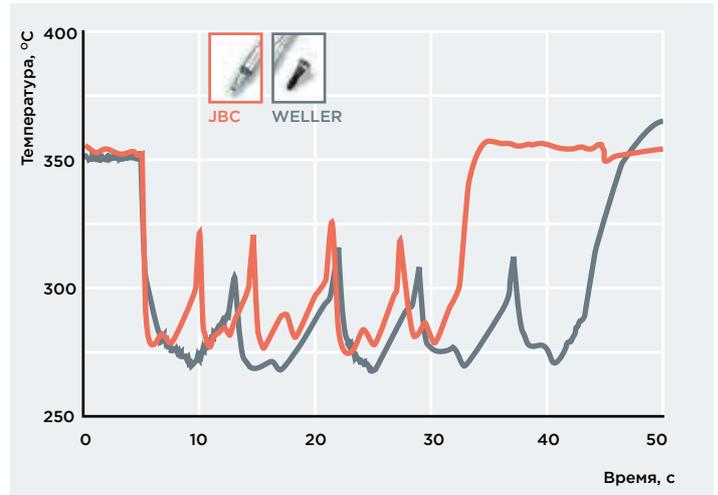
Производительность — повысить на 40%

Согласно ОСТ4-Г0.054.267 «Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Пайка электро-монтажных соединений. Типовые технологические операции», время пайки паяльником при температуре 265°C должно занимать не более 3 секунд, следовательно, за одну минуту работы монтажник в среднем может делать 10-12 точечных паек.

Но при использовании современного ручного паяльного оборудования число паек можно увеличить на 40%, что естественно отразится на скорости производственного процесса. На рис 1 и рис 2 видно, что при одинаковом количестве паек не каждое паяльное оборудование достаточно быстро и качественно справляется с восполнением температурных потерь, что сказывается на скорости проведения таких операций.



1 График сравнения скорости компенсации температуры после пяти точечных паяк, сделанных на двух разных паяльных станциях. Пример 1



2 График сравнения скорости компенсации температуры после пяти точечных паяк, сделанных на двух разных паяльных станциях. Пример 2

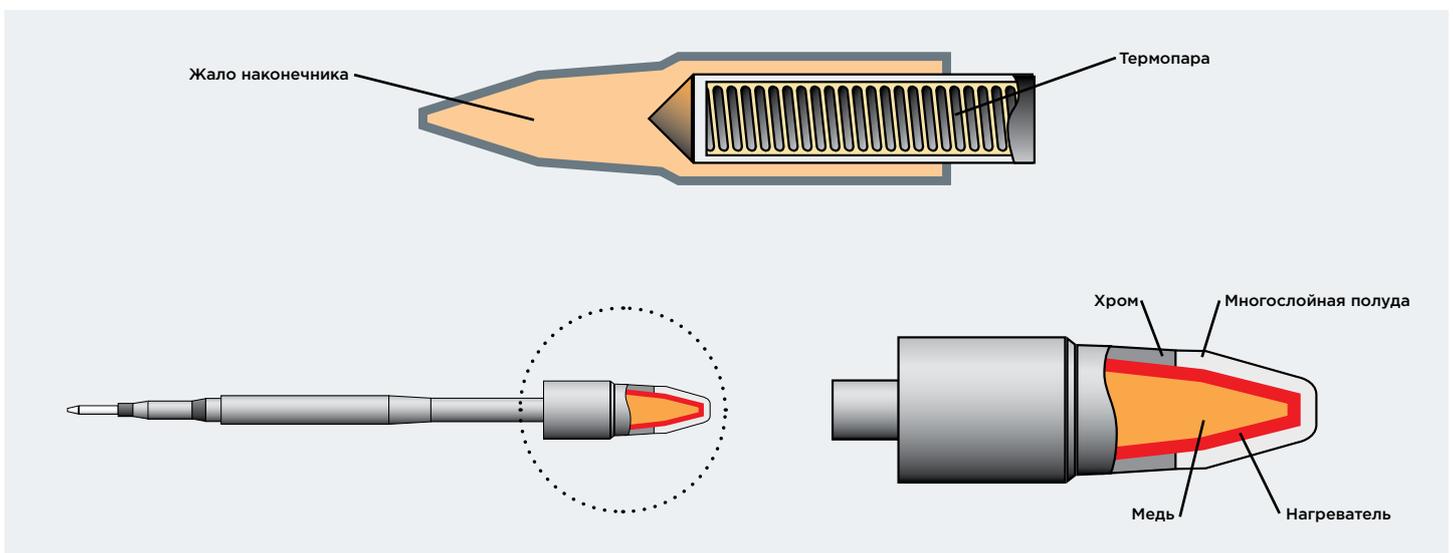
Для достижения максимальной скорости ручной пайки компания JBC предлагает паяльное оборудование, в котором стабильность и точность поддержания температуры достигаются с помощью:

- использования картриджа наконечника, представляющего собой конструктив, в который встроена и термопара, и нагревательный элемент рис 4, т.к. для достижения максимальной точности поддержания температуры термопара должна находиться максимально близко к зоне пайки;
- считывания информации с наконечника, происходящее со скоростью 60 раз в секунду;
- эффективной передачи тепла в зону пайки рис 3.

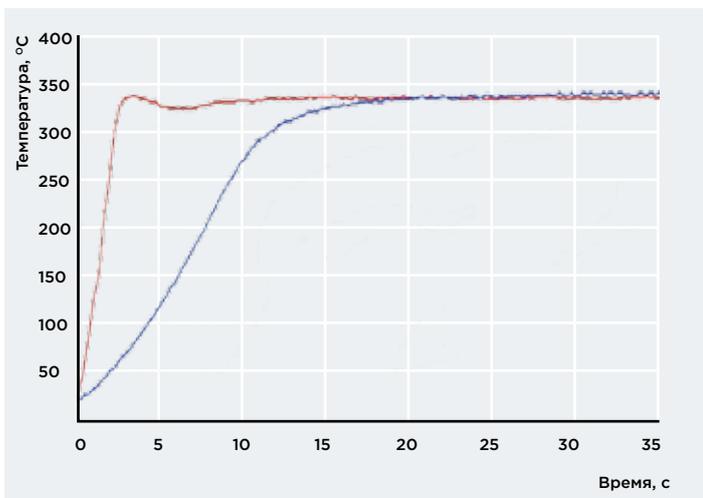
Таким способом достигается линейный рост производительности.

Применение новых технических решений в ручной пайке может давать скачкообразный рост эффективности. Например, на одном из предприятий монтажник на пайку многовыводного компонента в корпусе QFP (256 выводов с шагом 0,4 мм) затрачивал около 50 минут. При использовании современного паяльного оборудования и верно подобранного картриджа наконечника (которых насчитывается порядка 450 видов), время пайки составило всего 3 минуты.

Снижение себестоимости за счет повышения производительности дает рост экономической эффективности производства.



3 Картридж-наконечник фирмы JBC



4 Эффективность передачи тепла

Рассмотрим на примере, как рост производительности труда монтажников влияет на рентабельность конкретного изделия. Пример упрощенный и потому может быть показательным.

Большой цех на 200 монтажников оснастили современным паяльным оборудованием, и его производительность (при тех же силах) увеличилась на 40%: производили 1000 изделий в месяц, стали — 1400.

Доход монтажника: 50% сдельная оплата труда, 50% фиксированная часть. Тогда при росте производительности на 40% (типовой эффект внедрения JBC) имеем снижение расходов на оплату труда и налогов 20% на еди-

ницу изделия в структуре себестоимости (далее с/с). Получаем рост совокупных доходов на 20%, что увеличивает привлекательность работы, заставляет неукоснительно выполнять техпроцесс, позволяет привлекать способную молодежь и, в конечном итоге — повышает качество продукции и способствует внедрению и развитию бережливого производства. Получаем таблицу «Было/Стало» T 1.

Таким образом, увеличение производительности работы на местах эффективно снижает себестоимость изделий и повышает экономическую эффективность участка, цеха и производства в целом.

T 1

№	Наименование	Было, в тыс. рублей	Стало, в тыс. рублей
1	Фонд оплаты труда, т.н. ФОТ (в т. ч. страховые взносы на заработную плату) монтажников)	10 000	12 000
2	Прямые расходы, исключая ФОТ (материалы, энергия, расходники)	3 000	6 000
3	Общечеховые расходы и косвенные расходы	20 000	20 000
4	Все прочие накладные расходы предприятия (идущие на с/с изделия)	60 000	60 000
5	Итого затраты	93 000	98 000
6	Итоговая с/с изделия (итого: затраты/кол-во изделий)	93 000/1 000 = 93 тыс. руб./шт.	98 000/1 400 = 70 тыс. руб./шт.
7	Разница между «было» и «стало»		- 24,7%

Себестоимость изделия снижена на 24,7%.

Экономия на расходниках

На производстве РЭА самый ходовой расходник — это наконечники.

Срок службы современного картридж-наконечника (стоимость 37 евро) в среднем в 4-5 раз превышает срок службы стандартного медного наконечника с многослойной полудой (стоимость 17 евро). Из этого сравнения можно сделать простой вывод: эксплуатация современного картридж-наконечника по сравнению со стандартным на 40% выгоднее.

Рассмотрим пример: на участке работают 200 монтажников, каждый из которых использует за три месяца в среднем один наконечник. В год на такой участок приходится приобретать 800 наконечников общей стоимостью 13 600 евро. Если использовать наконечники паяльного оборудования JBC, общая сумма затрат на них в год составит всего 7 400 евро. Выгода составит более 50%!

Такая выгода достигается следующим образом: после размещения паяльника в интеллектуальную подставку температура картридж-наконечника автоматически понижается с 270°C до 180°C за пару секунд, что уменьшает его выгорание и износ. В результате этого, время эксплуатации картридж-наконечника увеличивается в 4-5 раз по сравнению с традиционными наконечника-

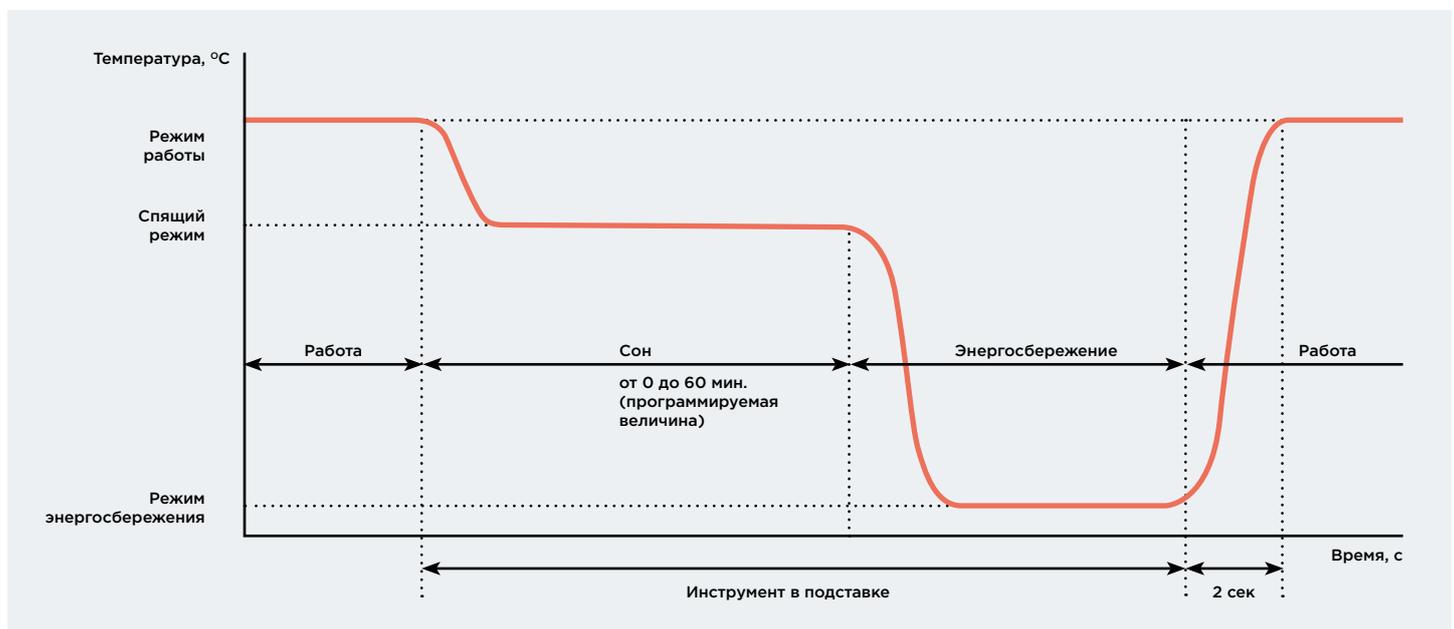
ми (жалами) паяльника. После того? как паяльник взят с подставки, температура мгновенно достигает заданного значения. Уменьшается время простоя и увеличивается безопасность оператора.

Долговечность любого картридж-наконечника зависит от множества параметров: установленной температуры, типа флюса, типа припоя, формы наконечника, человеческого фактора. Долговечность картридж-наконечника JBC лежит в диапазоне 25 000–100 000 паек.

Снижение электропотребления

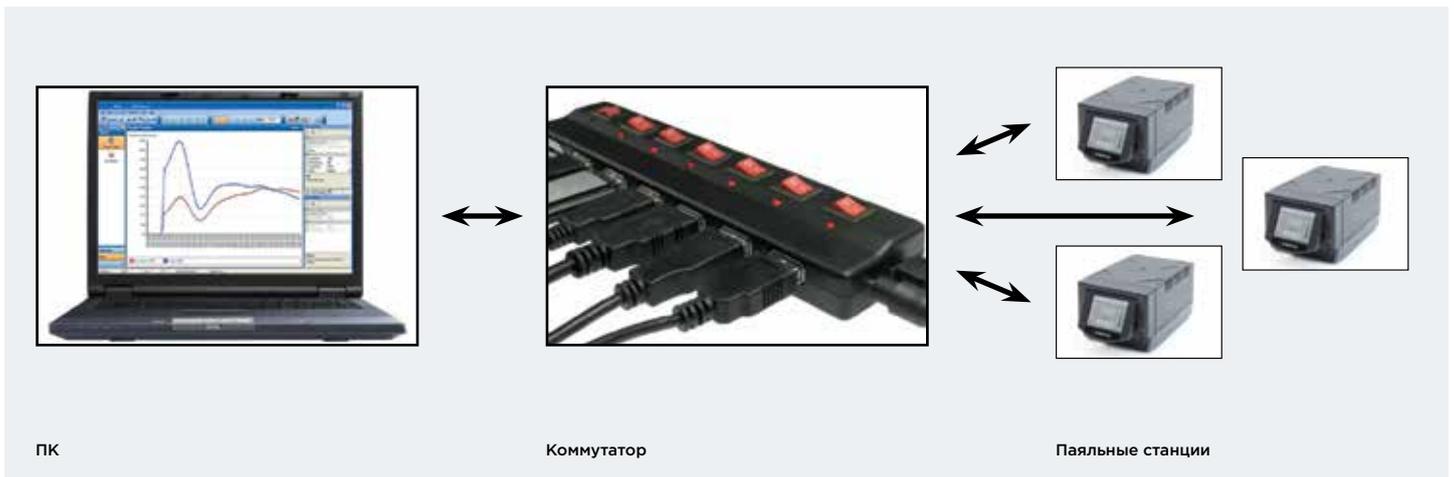
Для достижения стандартов «бережливого производства» необходимо учитывать затраты на электропотребление производства и стремиться оптимизировать его.

При использовании паяльных систем JBC затраты на электроэнергию можно снизить с помощью интеллектуальной системы подставок, позволяющей экономить потребляемую электроэнергию за счет понижения температуры и уменьшения энергии до 10 Вт во время спящего режима и до 4 Вт во время пониженного энергопотребления рис 5.



5

Энергосбережение при работе паяльного оборудования JBC



6
Мониторинг технологического процесса пайки на производстве

Качество продукции

Качество продукции напрямую зависит от соблюдения техпроцесса. Паяльное оборудование JBC позволяет контролировать следующие параметры:

- температуру пайки;
- время пайки;
- количество паек;
- время работы монтажника;
- время нахождения инструмента в спящем режиме.

Контроль и мониторинг возможно осуществлять как на одном рабочем месте, так и на всем участке сразу. Каждая станция может подключаться в сеть, которая с помощью специального ПО обеспечивает контроль всех паяльных станций рис 6. Данная функция позволяет отслеживать нарушения режима технологического процесса и полностью исключать их.

Безопасность

Наконечник можно менять за доли секунды, благодаря специальным держателям в паяльной станции и конструктивным и технологическим особенностям картридж-наконечников. Для смены не требуется дополнительный инструмент: достаточно разместить картридж-наконечник в держателе, потянуть паяльник на себя, а затем вставить новый картридж-наконечник, исключая возможность ожога.

**Современное паяльное оборудование последнего поколения — паяльное оборудование JBC — позволяет эффективно устранять производственные потери на всех этапах производственного процесса, достигать оптимальных технологических, производственных и экономических показателей, внедрять бережливое производство. Затраты на перевооружение можно признать выгодными инвестициями в развитие, которые гарантированно дадут экономический и технологический результаты. **

ТЕХПОДДЕРЖКА

Воздействие рентгеновского излучения на электронные устройства и компоненты



Текст: **Игорь Проказов**



Метод рентгеновского контроля печатных узлов и электронных компонентов широко применяется на предприятиях радиоэлектронной промышленности. Однако вопрос о том, может ли данный метод нанести ущерб полупроводниковым компонентам, до сих пор остается открытым. В статье мы постараемся ответить на него, а также дать практические рекомендации по использованию рентген-контроля в контексте исследования полупроводниковых изделий.

Геометрическое увеличение (M), т.е. отношение размера изображения (B) к размеру объекта (G), определяется по формуле:

$$M = \frac{B}{G} = \frac{FDD}{FOD}$$

где **FDD** — расстояние от источника излучения до детектора, **FOD** — расстояние от источника излучения до объекта

Теоретические основы

ЧТО МЫ ВИДИМ НА РЕНТГЕНОВСКОМ СНИМКЕ?

Система рентген-контроля представляет собой источник рентгеновского излучения, манипулятор и детектор, объединенные в одном устройстве **рис 1**.

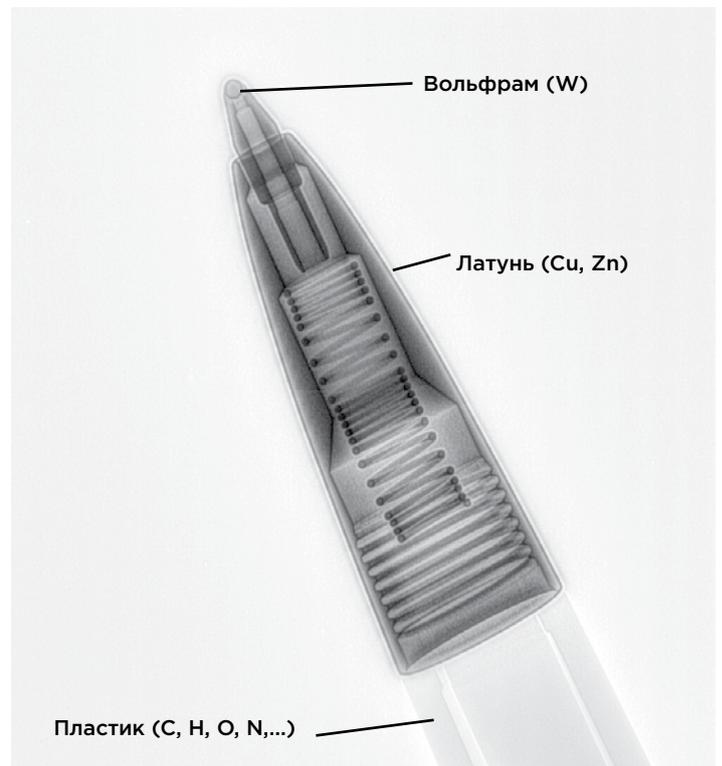
Источник (рентгеновская трубка) генерирует рентгеновские лучи, проникающие сквозь исследуемый образец; приемник (детектор излучения) регистрирует теньевую проекцию данного образца. Исследуемый образец будет по-разному поглощать (ослаблять интенсивность) рентгеновские лучи в зависимости от плотности, толщины, а также атомного номера материала образца.

Проекции, зарегистрированные детектором, показывают различное ослабление интенсивности рентгеновских лучей при прохождении различных участков образца. Например, на рентгеновском снимке авторучки мы одновременно видим пластиковый корпус, металлическую пружину и стержень **рис 2**.

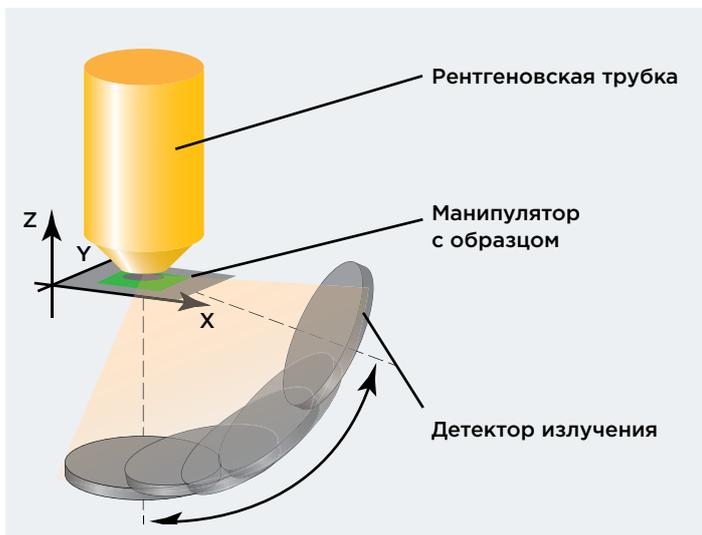
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКОЙ МИКРОСКОПИИ

От чего зависит геометрическое увеличение?

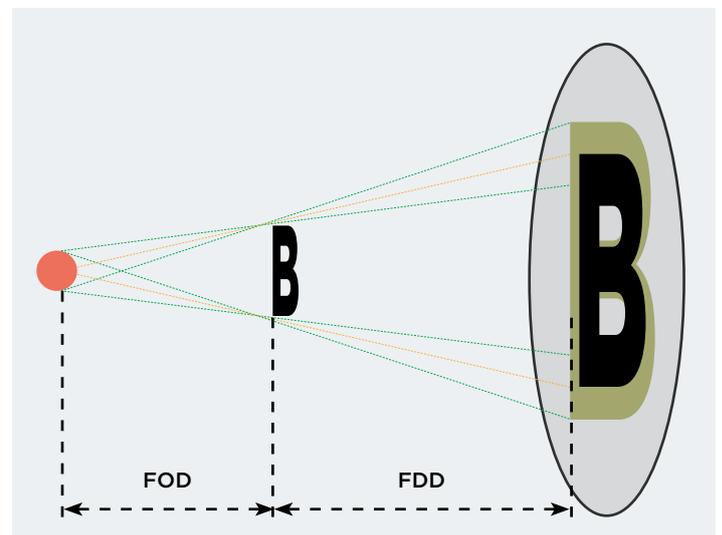
Чем ближе образец к источнику излучения, тем большую тень он отбрасывает, и, соответственно, тем большее увеличение мы получим на снимке **рис 3**.



2 Рентгеновский снимок авторучки



1 Принципиальная схема рентгеновской установки



3 Геометрическое увеличение рентгеновской микроскопии

ЧТО ТАКОЕ СПЕКТР?

Рентгеновское излучение образуется в результате взаимодействия электронного пучка с атомами мишени **рис 4**

Спектр излучения рентгеновской трубки **рис 5** представляет собой наложение тормозного и характеристического спектров. При этом тормозной спектр — сплошной, т.к. электроны, бомбардирующие мишень, могут потерять часть своей энергии. Характеристическое излучение испускается атомами мишени при переходе электронов с одного энергетического уровня на другой.

ЧТО ТАКОЕ ДОЗА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ?

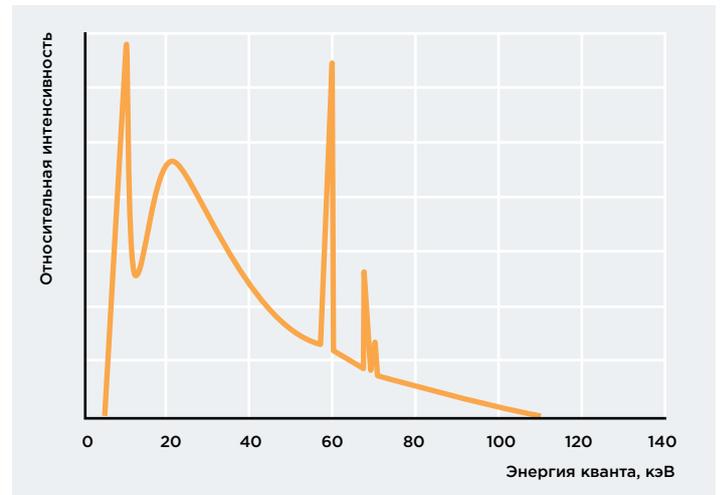
Основной величиной, определяющей степень радиационного воздействия, является поглощенная доза ионизирующего излучения, определяемая как отношение средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме.

В качестве единицы поглощенной дозы излучения в СИ принят Грей (Гр) — в честь английского ученого Л. Грея (L. H. Gray), известного своими трудами в области радиационной дозиметрии: 1 Грей = 1 Дж/кг = 100 рад. Поглощенная доза зависит от вида, интенсивности излучения, его энергетического и качественного состава, времени облучения, а также от состава вещества. Доза ионизирующего излучения тем больше, чем длительнее время излучения.

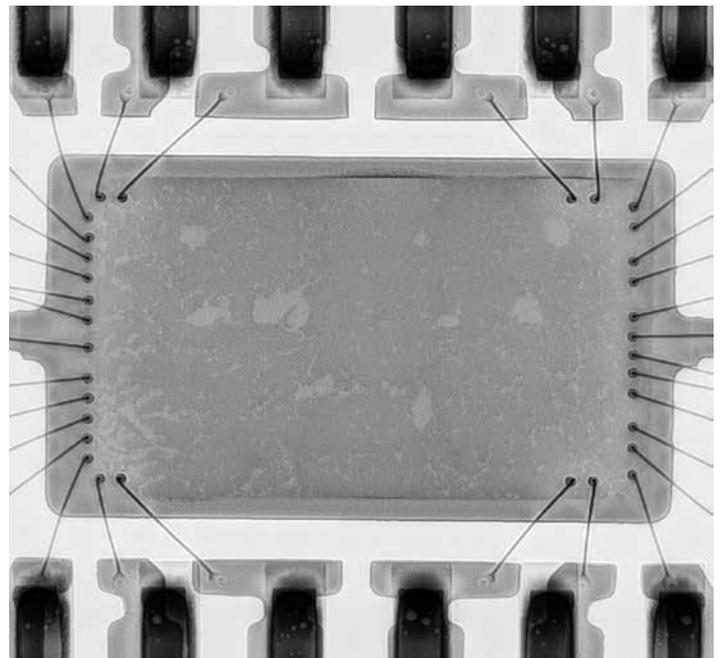
Для обозначения дозы, которую получит образец за время инспекции, используют термин «мощность дозы излучения» [Гр/с].

КАКОЙ ДИАПАЗОН ЭНЕРГИЙ ИЗ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ ПОГЛОЩАЕТ КРЕМНИЙ?

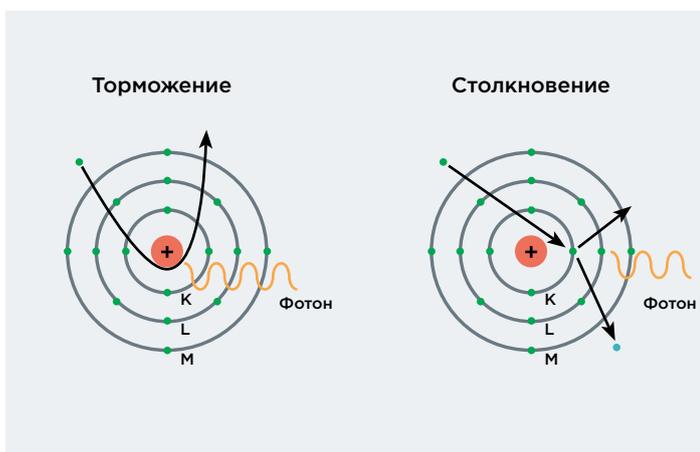
Рассмотрим снимок микросхемы в корпусе **рис 6**. Кристалл из кремния на снимке практически не виден. Так есть ли в нем какое-либо поглощение? В данном случае поглощение Si / SiO₂ приходится, в основном, на неиспользуемый спектральный интервал, т.е. область с низкой чувствительностью детектора **рис 7**.



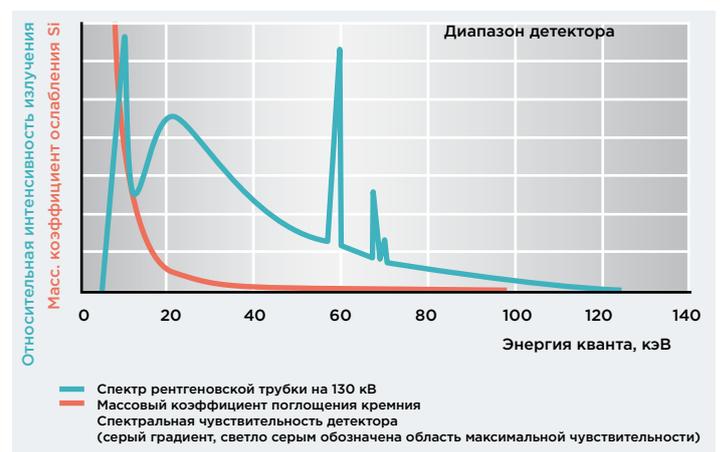
5 Спектр рентгеновского излучения, испускаемого вольфрамовой мишенью при напряжении на источнике (трубке) 130 кВ



6 Снимок микросхемы в корпусе



4 Виды взаимодействия электронного пучка с атомами мишени



7 Чувствительность детектора излучений

Механизм повреждения

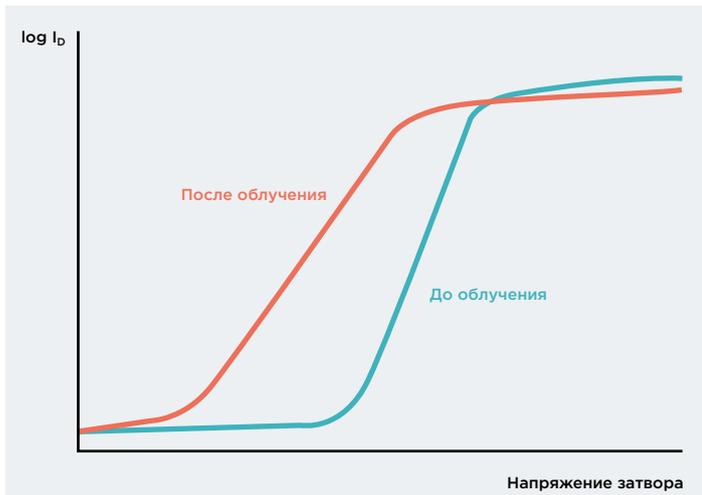
ЧТО ЖЕ ПРОИСХОДИТ С МИКРОСХЕМОЙ, КОГДА ОНА ПОДВЕРГАЕТСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ?

Механизмы повреждений различаются от технологии к технологии, например, для современных микросхем важны радиационно-индуцированные токи утечки, а в старых технологиях важную роль играл сдвиг порогового напряжения транзистора.

К примеру, при прохождении рентгеновского излучения через транзистор в подзатворном диэлектрике начинает накапливаться заряд, который будет влиять на работу транзистора как дополнительно приложенное

напряжение (или как сдвиг порогового напряжения). В результате транзистор будет постоянно «открыт», что естественно приведет к потере работоспособности схемы. Также уменьшение порогового напряжения транзистора приведет к превышению общего тока потребления микросхемы из-за токов утечки.

На рис 8 приведена вольтамперная характеристика МОП n-канального транзистора до и после облучения.



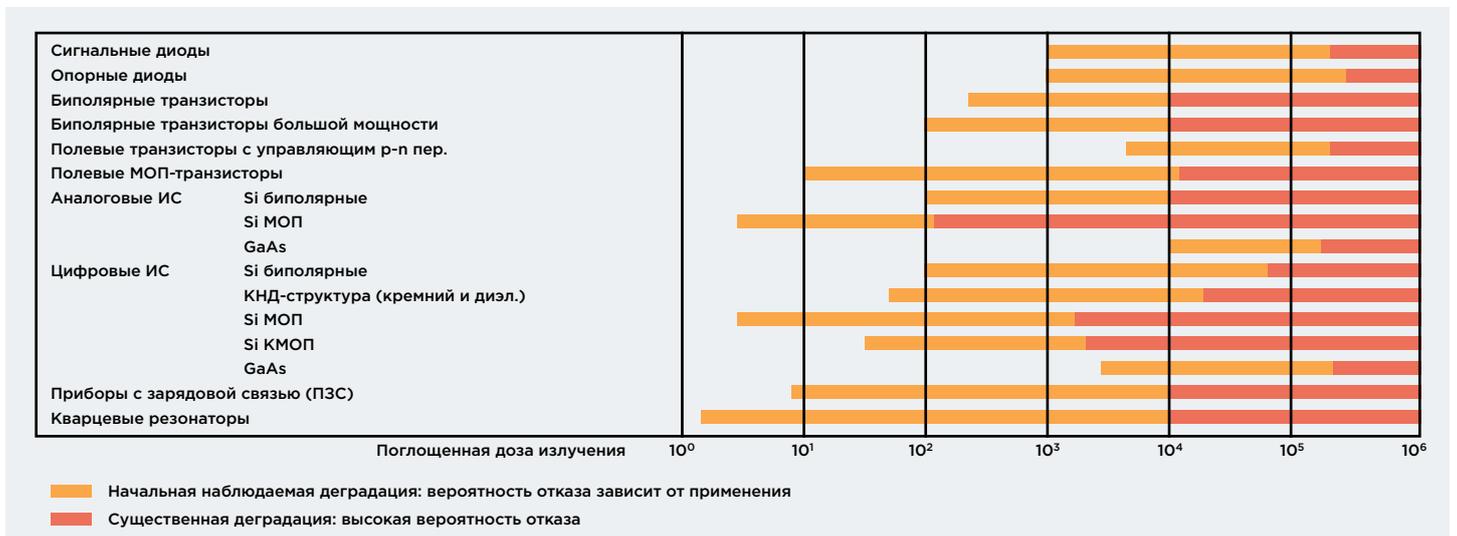
8 Вольтамперная характеристика МОП n-канального транзистора до и после облучения

Зависимость от поглощённой дозы рентгеновского излучения

Дрейф отдельных характеристик микросхемы и, следовательно, возможный отказ обусловлены полной поглощенной дозой. Микросхема, используемая в бытовой технике, после накопления 50-100 Гр может перестать работать (а критическая доза рентгеновского излучения для человека составляет 5-10 Гр). Максимально допустимые дозы приблизительно известны и представлены в различных источниках¹ рис 9.

Отдельно следует рассмотреть радиационно-стойкие микросхемы. На сегодняшний день существует целый класс подобных микросхем, например, микросхемы западного производства, относящиеся к категории «Space» и выпускаемые для космической промышленности. Такие микросхемы, выпускаемые в металлокерамических корпусах, являются радиационно-стойкими.

Следует отметить, что микросхемы отечественного производства (согласно перечню МОП 44.001), прошедшие приемку № 3 и № 5, не обязательно являются радиационно-стойкими. Стойкость к спецфакторам, как правило, указывается в документации на микросхему.



9 Максимально допустимые дозы излучения

1 «Ionizing Radiation Effects in MOS Devices and Circuits»// T.P. Ma und P. V. Dressendorfer// John Wiley & Sons, New York 1989

В общем виде зависимость поглощенной дозы от параметров съемки на рентгеновской установке рассчитывается по формуле:

$$\text{Мощность дозы} = A \cdot \frac{I \cdot U^2}{FOD^2} \left[\frac{\text{Гр}}{\text{с}} \right]$$

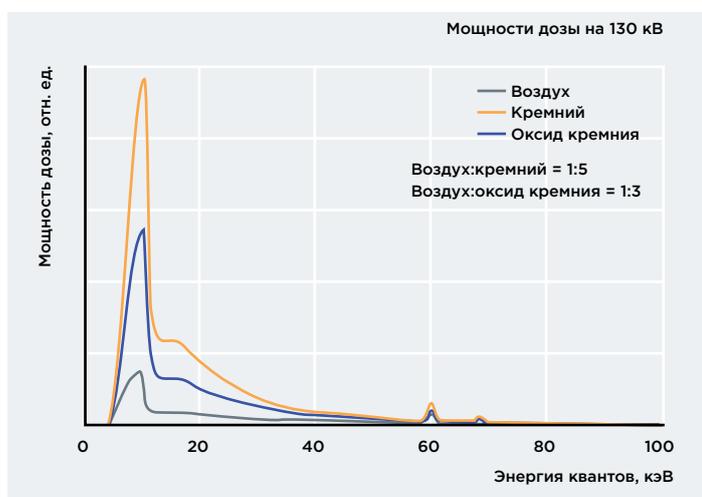
Где I — ток нити накала, U — ускоряющее напряжение, FOD — расстояние от объекта исследования до источника рентгеновского излучения, A — некий параметр, зависящий, в частности, от КПД рентгеновской трубки, используемых фильтров излучения и материала образца

Рассмотрим основные факторы, от которых зависит мощность поглощенной дозы.

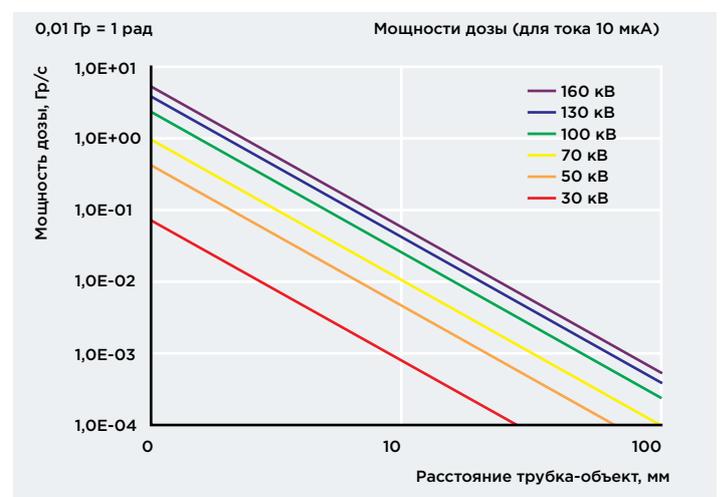
- Зависимость от расстояния: источник излучения — объект. Мощность дозы обратно пропорциональна квадрату расстояния (т.е. увеличение FOD в 2 раза уменьшает дозу в 4 раза). Чтобы уменьшить мощность дозы излучения до допустимого предела, не следует без необходимости приближать исследуемый образец вплотную к источнику излучения.
- Мощность дозы рентгеновского излучения. Зависит от параметров рентгеновской трубки: ускоряющего (анодного) напряжения и тока нити накала. При этом существует квадратичная зависимость от напряжения и линейная зависимость от тока.
- Различные материалы накапливают дозу по-разному. Например, излучение, поглощённое кремнием, выше поглощённого воздухом в 5 раз.

При ускоряющем напряжении 130 кВ и токе 30 мкА и расстоянии трубка-детектор 10 мм (типичные параметры инспекции микросхем) опасная доза для большинства гражданских микросхем (50 — 100 Грей) будет получена примерно за 500 секунд, т.е. менее чем за 10 минут рис 10.

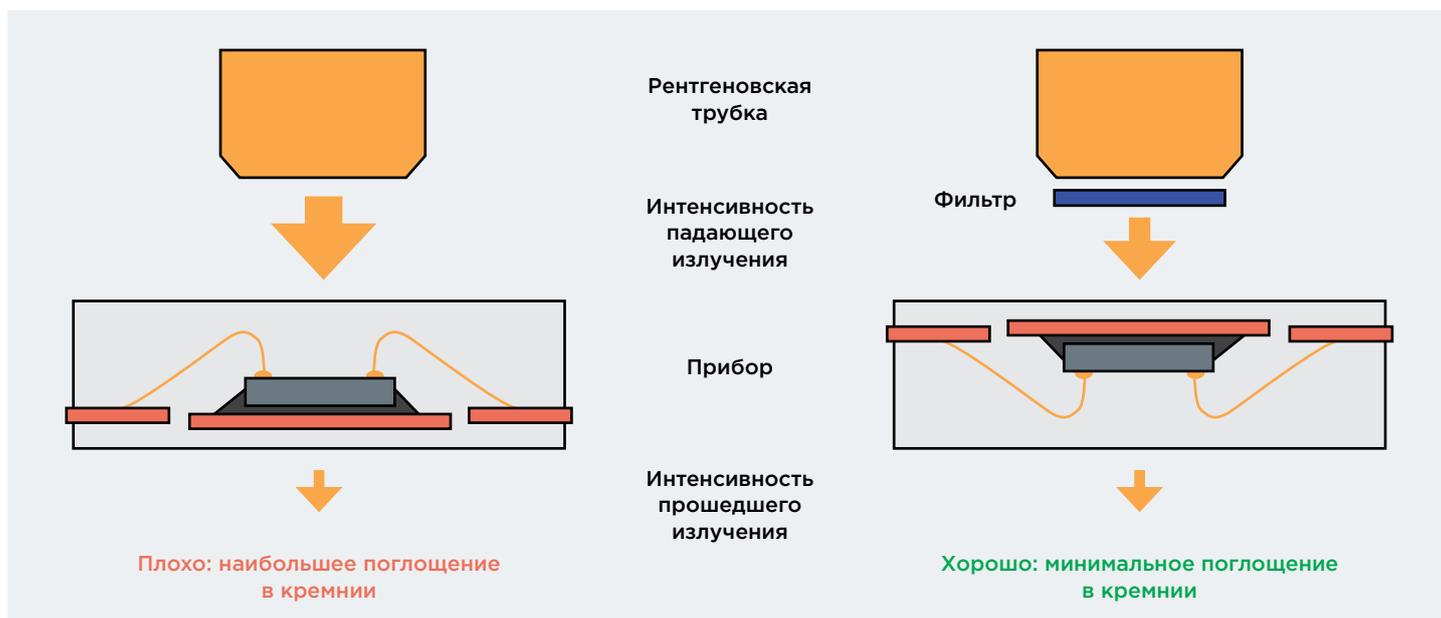
Оценить поглощенную дозу излучения и, следовательно, вероятность отказа из-за деградации, вызванной воздействием рентгеновского излучения, можно следующим образом. По графику, приведенному на рис 11, можно оценить мощность поглощенной дозы в зависимости от расстояния источника излучения-объекта. Умножив эту мощность на время воздействия излучения на объект, получим поглощенную дозу. Подобные графики можно построить при помощи специализированного программного обеспечения, пример которого есть в открытом доступе².



10 Поглощение дозы различными материалами



11 Зависимость мощности дозы от расстояния трубка-объект при различных значениях ускоряющего напряжения



12 Фильтрация рентгеновского излучения

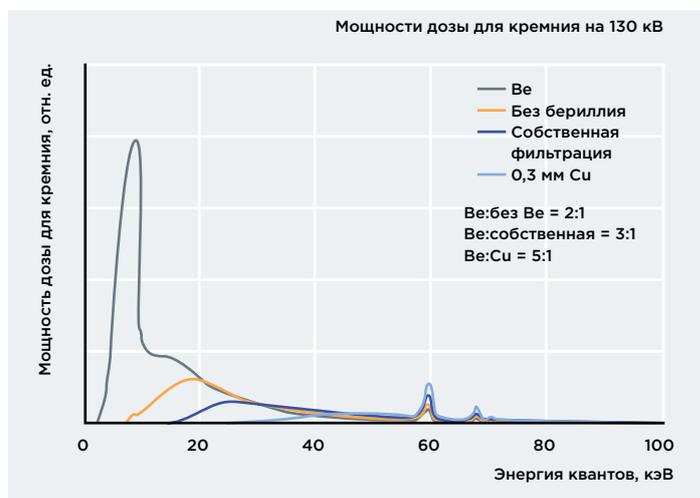
Как снизить дозу рентгеновского излучения

Далее рассмотрим ряд возможностей, позволяющих существенно уменьшить вероятность получения критической дозы при контроле образцов, чувствительных к ионизирующему излучению.

СПОСОБ №1

Прежде всего, это фильтрация излучения трубки. При прохождении рентгеновских лучей через материал спектр излучения меняется, что можно использовать для поглощения опасной для полупроводников части спектра, бесполезной с точки зрения регистрации на детекторе. Фильтрацию можно разделить на собственную и внешнюю. Собственная фильтрация — в качестве фильтра используется корпус изделия, печатная плата рис 12. Объект исследования располагается таким образом, что печатная плата или корпус находятся между рентгеновским излучением от трубки и полупроводниковой микросхемой. Внешние фильтры устанавливаются непосредственно на источник излучения.

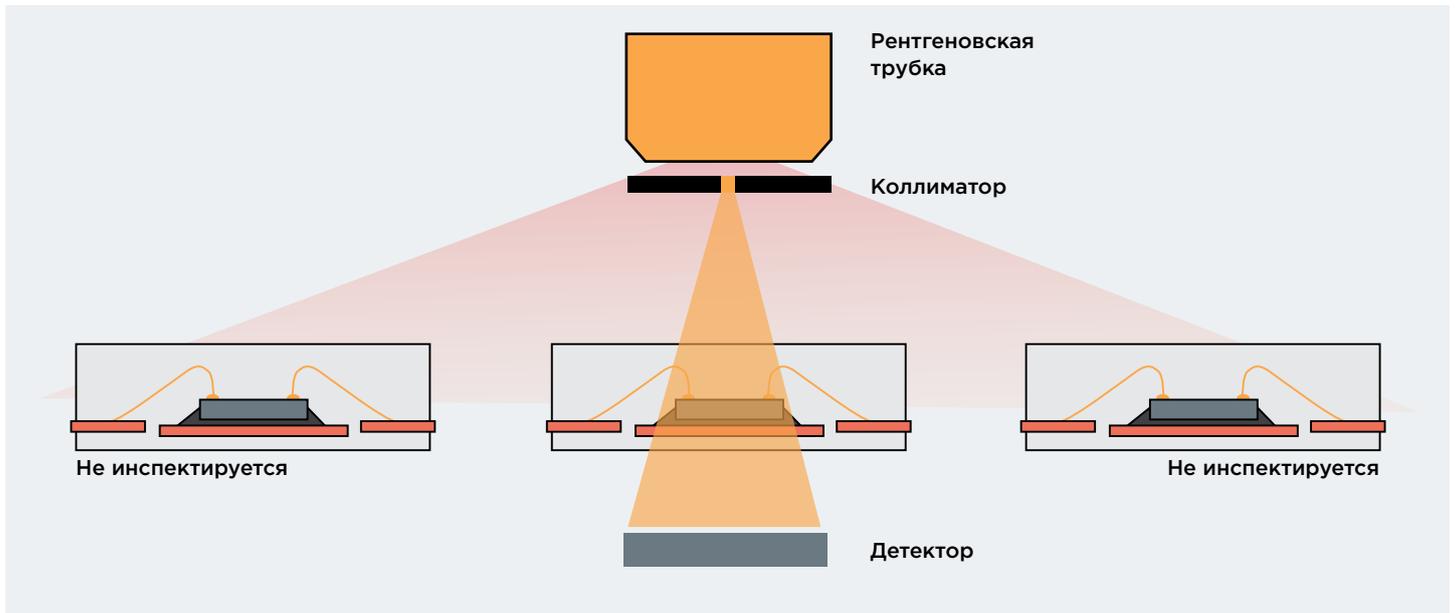
Некоторые источники^{3 4} указывают, что для существенного уменьшения дозы следует использовать фильтры с атомным числом в диапазоне 30-35, например 0,3-0,4 мм цинка. На практике подобные фильтры существенно уменьшают интенсивность рентгеновских лучей, в результате чего получается изображение с низ-



13 Изменение мощности дозы в зависимости от материала фильтра/мишени

3 Blish R. IEEE International Reliability Physics Symposium. Dallas, TX, Apr 2002

4 Blish R. et al. IEEE Trans. Devices & Materials Reliability. 2002. Vol. 2, № 4



14

Результат применения коллиматора

кой контрастностью. Поэтому предпочтительно использовать медь, хотя ее атомный номер несколько ниже ($Z=29$) — подобный фильтр позволяет уменьшить дозу, воздействующую на исследуемый компонент, до пяти раз без потери контраста изображения рис. 13.

Фильтры, устанавливаемые на трубке в сочетании с собственной фильтрацией, позволяют получить достаточную интенсивность на детекторе при минимальной дозе, поглощенной в кремнии.

СПОСОБ №2

Еще одна возможность снизить дозу — использовать коллиматор и/или диафрагму источника излучения. Обрезание неиспользуемого облучения за счет кол-

лиматора или диафрагмы позволяет сократить угол распространения рентгеновского излучения. В результате облучается только та область исследуемого образца, которая находится в поле зрения детектора рис. 14.

СПОСОБ №3

И, наконец, программирование инспекции. Данная опция присутствует практически во всех современных системах рентгеновской инспекции и помогает не только сократить время инспекции, но и значительно снизить общее время облучения образца.

Все вышеперечисленные методы позволяют уменьшить дозу от 10 до 100 раз.

Радиационный метод контроля (рентген-контроль) паяных соединений является одним из популярных способов проверки качества пайки электронных компонентов. В статье мы рассмотрели вопрос влияния рентгеновской инспекции на работоспособность полупроводниковых компонентов. На основе проведенного исследования были выработаны рекомендации по оптимизации процесса рентгеновского контроля для сведения потенциального радиационного ущерба к минимуму. ▽

КАРРА 331 — машина точной мерной резки и зачистки с роторным ножевым блоком



Текст: **Алексей Рябчиков**



Мировые тенденции активно ведут индустрию производства к автоматизации технологических процессов. Зачастую необходима быстрая переналадка оборудования под самые нетривиальные задачи. Поэтому гибкость промышленного оборудования является одним из наиважнейших параметров наряду со скоростью работы и качеством готовой продукции. Для оборудования обработки проводов и кабелей гибкая переналадка позволяет обеспечить быстрый переход с одного изделия на другое. В статье мы расскажем о новинке в области обработки проводов и кабелей от швейцарской компании Komax AG, которая была представлена в октябре 2014 года на демонстрационно-выставочном мероприятии компании — In- House Show -2014.



1
Типы обрабатываемых кабельных изделий

Сегодня для решения многих задач в производстве техники специального назначения и ряде других отраслей производства активно используют радиочастотные кабели, экранированные провода и коаксиальные кабели рис 1. Процессы обработки данных типов кабельных изделий связаны с зачисткой нескольких неоднородных слоев изоляции на различную длину. Обычно на производствах эти операции проводятся при помощи ручного инструмента или полуавтоматических машин, что является очень трудоемким процессом. Для производств специальной техники характерна широкая номенклатура обрабатываемых проводов, поэтому одно из самых важных требований к оборудованию — возможность быстрой переналадки, и эту возможность полностью обеспечивает машина Карра 331.

Котакс Карра 331 рис 2 — машина точной мерной резки и зачистки с роторным ножевым блоком, которая совмещает в себе возможности оборудования для мерной резки провода и оборудования для многоступенчатой зачистки.

Основные особенности машины Карра 331:

- автоматическая мерная резка кабельной продукции;
- многоступенчатая зачистка радиочастотных кабелей, экранированных проводов, коаксиальных кабелей и других типов кабельных изделий;

- высокая производительность;
- дружелюбный интерфейс;
- малое время настройки и переналадки;

Машина способна обрабатывать многожильные коаксиальные, радиочастотные кабели сечением от 0,22 до 35 мм² и максимальным внешним диаметром до 16 мм, опционально можно обеспечить обработку проводов до 50 мм². Возможна частичная или полная зачистка длиной до 180 мм, зачистка необходимого слоя на нужную длину, а также обработка обычных проводов и плоских кабелей.

Машина использует новый интерфейс управления TopTouch с обратной связью через дополнительные датчики контроля процесса обработки провода, что повышает удобство управления.

Ввод параметров рабочего задания и управление процессом обработки происходит через цветной сенсорный дисплей. Интерфейс полностью русифицирован, для большего удобства информация представлена в графическом виде. Данные об обрабатываемых проводах и рабочих заданиях могут быть сохранены и использованы повторно. Интерфейс содержит удобную систему подсказок, и при возникновении ошибок в процессе производства выдается подробное описание ошибки, возможные причины и рекомендации по ее устранению. Обновление программного обеспечения и резервное сохранение данных происходит через встроенный порт USB.



2

Карра 331 — машина точной мерной резки и зачистки с роторным ножевым блоком

Главная отличительная особенность установки Карра 331 — использование роторного ножевого блока рис 3 при зачистке многослойных кабелей и проводов. Механизм позволяет зачищать несколько слоев изоляции с помощью ножей, которые вращаются вокруг кабеля.

Другой особенностью машины является наличие индуктивных датчиков, которые обеспечивают высокоточное определение диаметра жилы провода, что позволяет автоматизировать задание параметров глубины вхождения ножей в изоляцию. Данные системы используются в последних разработках компании Komax.

Важная часть машины Карра 331 — оптический датчик, представляющий собой комбинацию лазера и линейки CCD-сенсоров. С его помощью проводится проверка наличия провода в машине, измерение внешнего диаметра изоляции обрабатываемого провода и контроль процесса зачистки.

Комбинация нового интерфейса и новой системы датчиков позволяет достичь максимальной гибкости и существенно сократить потери времени на настройку и переналадку, уменьшает количество ошибок обработки.

Еще одна особенность машины Карра 331 — более мощная, по сравнению с другими машинами семейства, система протяжки провода, которая обеспечивает высокие тяговые усилия и высокую скорость подачи провода. В зависимости от типа провода по желанию заказчика

в системе протяжки могут использоваться роликовый или ременный приводы. Замена привода на другой тип занимает не более 10 минут.

Прижим роликов или ремней осуществляется пневматически, поэтому открытие или закрытие привода происходит практически мгновенно, что существенно уменьшает время заправки провода и минимизирует время настройки и переналадки.

Большое количество опций, таких как: различные виды ножей, специальная оснастка, модуль продольной резки, разные варианты системы подачи провода позволяют производить экономичную обработку сложных кабелей с высоким качеством.

Новинка компании Komax, машина Карра 331, является идеальным решением для жгутового участка, где используется большая номенклатура и малая серия коаксиальных и радиочастотных проводов. Это решение удачно сочетает в себе возможность обработки широкого диапазона проводов и быстрой переналадки. Интегрированные в машину датчики контроля обеспечивают высокое качество и минимизируют зависимость от человеческого фактора. Сохраняя в себе все преимущества оборудования серии Карра (простота управления и обслуживания, надежность, высокая точность), эта машина существенно расширяет спектр проводов и кабелей, которые можно обрабатывать автоматически.



Видеть сегодня промышленное оборудование будущего невозможно, **но технологии производства электроники для него — необходимо**

Гибкость, точность и надежность, что будут присущи промышленному оборудованию завтра, зависят от технологий его производства, которые необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства промышленной электроники.



будущее
создается

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





Видеть сегодня производство будущего невозможно, **НО ПУТЬ К НЕМУ — НЕОБХОДИМО**

Чем сложнее производство, тем сложнее учесть все факторы, от которых завтра будут зависеть его эффективность, рентабельность, конкурентоспособность его продукции. Опираясь на свой опыт и сотрудничество с ведущими мировыми поставщиками оборудования и технологий, мы содействуем комплексному развитию предприятий электронной и радиоэлектронной промышленности. Наш подход основан на пяти слагаемых: исследование, планирование, проектирование, оснащение, сопровождение. Эта формула технологического роста позволяет предприятиям найти оптимальный путь к успеху.



будущее
создается

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

