05 (40) декабрь 2018

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научно-практический журнал

ПЕРСПЕКТИВЫ
Евгений Мордкович

12 СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ РАЗРАБОТКИ РЭА С НОВЫМ ГОСТОМ ПО ТЕСТОПРИГОДНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

КАЧЕСТВО
Анатолий Лютов

38 ИСТОЧНИКИ СТАНДАРТОВ ИСПЫТАНИЙ HALT ДЛЯ РОССИЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

ОПТИМИЗАЦИЯ
Роман Лыско

52 КАК «УМНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО» ПОВЫШАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Новый язык управления производством

LOGOS

Цифровая система управления

Система LOGOS разработана специалистами Группы компаний Остек для управления производственными процессами на современных российских предприятиях. Система открывает новые возможности по сбору и обработке информации, необходимой для принятия решений, от которых зависят качество, сроки и эффективность работы предприятия.

Протестируйте систему бесплатно!*

Преимущества системы

- исчерпывающая и объективная картина производства для руководителя предприятия;
- прозрачность производственных процессов на всех уровнях;
- прослеживаемость продукции по всему технологическому циклу;
- оперативное и перспективное планирование на основе точных данных;
- диагностика и предупреждение отклонений по качеству, срокам и эффективности;
- сокращение издержек за счет оптимизации ресурсов и снижения доли незавершенного производства.

* Скачайте бесплатную демонстрационную версию ЦСУП LOGOS на сайте www.logos-system.ru.

ostec
группа компаний

будущее создается

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

Дорогие читатели!

Мы живем в век скоростей и бума новых технологий. Благодаря техническому прогрессу мир несется в будущее настолько стремительно, что невозможно спрогнозировать все технологические, экономические, политические и социальные факторы, которые изменят нас с вами в следующем году.

Не потеряет актуальности задача увеличения доли продукции гражданского назначения, сохранятся ключевые тренды «Цифровой экономики»: большие данные, блокчейн, нейротехнологии и искусственный интеллект, технологии виртуальной и дополненной реальности, новые производственные технологии, промышленный интернет, самоуправляемые машины и устройства, робототехника и сенсорика.

А какие еще технологии возникнут? Что изменит наши устоявшиеся представления? Как достижения научно-технического прогресса помогут в достижении наших целей? Какие окна возможностей возникнут или, наоборот, закроются? Как каждому из нас стать готовым к столь стремительному изменению? Вот вопросы наступающего будущего.

2018 год становится историей. И как сказал Федерико Феллини: «Есть три временны́х измерения: прошлое, настоящее и область фантазий». Чем лучше работает наша фантазия, тем больше мы узнаем об окружающем нас мире: невозможно придумать ничего нового, говоря только очевидные вещи; невозможно открывать новые горизонты, ходя по кругу. Будущее становится настоящим тогда, когда выдумка оказывается реальностью.

Новый год — это всегда новая реальность. Пусть она окажется прекрасной и удивительной.

Будьте счастливы, успешны и здоровы в наступающем 2019 году!

Антон Большаков,
директор по маркетингу

Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий», учредитель Группа компаний Остек.
Редакционная группа: Большаков Антон, Волкова Ирина, Кузнецова Наталья.

121467, Москва, Молдавская ул., д. 5, стр. 2.
E-mail: marketing@ostec-group.ru
тел.: 8 (495) 788-44-44
факс: 8 (495) 788-44-42
Оформить бесплатную подписку на журнал можно на сайте **www.ostec-group.ru**

ostec
группа компаний

В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

4 ВЫСТАВКИ ELECTRONICA И SEMICON EUROPA ГОВОРЯТ ПО-РУССКИ!

10 ОСТЕК-ЭЛЕКТРО НА ФОРУМЕ «МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2018» В АЛУШТЕ

11 ИТОГИ СЕМИНАРОВ, ПРОВЕДЕННЫХ ОСТЕК-ЭК В МОСКВЕ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И НОВОСИБИРСКЕ

11 3D-ПРИНТЕР DRAGONFLY НА ВЫСТАВКЕ CHIP EXPO 2018

ПЕРСПЕКТИВЫ

СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ РАЗРАБОТКИ РЭА С НОВЫМ ГОСТОМ ПО ТЕСТОПРИГОДНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ. 12

Автор: Евгений Мордкович

ТЕХНОЛОГИИ

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ЗАЗОРА МЕЖДУ ПОДЛОЖКОЙ И КРИСТАЛЛОМ. ЧАСТЬ 1. АНДЕРФИЛЛЫ КАПИЛЛЯРНОГО РАСТЕКАНИЯ. 16

Автор: Александр Скупов

КАЧЕСТВО

КАЧЕСТВО стр. 20

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА НА ПРОИЗВОДСТВЕ 20

Авторы: Василий Афанасьев, Антон Генцелев

МАЛЫЕ СЕРИИ И МАССОВЫЙ ПРОДУКТ В ОДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ. ВИЗИТ В АО «ПО «ЭЛЕКТРОПРИБОР» 28

Автор: Владимир Мейлицев

ИСТОЧНИКИ СТАНДАРТОВ ИСПЫТАНИЙ HALT ДЛЯ РОССИЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНИКИ. 38

Автор: Анатолий Лютов

КОМПЕТЕНТНЫЙ И ОТВЕТСТВЕННЫЙ ПОСТАВЩИК – КАК ВЫГЛЯДИТ ЕГО РАБОТА НА ПРАКТИКЕ? 46

Авторы: Владимир Команов, Иван Погорельцев

КАЧЕСТВО стр. 46

ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 66

ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 72

ОПТИМИЗАЦИЯ

КАК «УМНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО» ПОВЫШАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ 52

Автор: Роман Лыско

КАК ПОЛУЧАТЬ ОТ ВЫСТАВОК БОЛЬШЕ ? 56

Автор: Николай Желясков

ТЕХПОДДЕРЖКА

СИЛА В ВАШИХ РУКАХ – ПОРТАТИВНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛА И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ 66

Авторы: Александр Фролов, Василий Прибора

ВЫБИРАЕМ ИМПУЛЬСНЫЙ ТЕСТЕР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ. НА ЧТО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ? 72

Автор: Алексей Юдин

АВТОРЫ НОМЕРА

Евгений Мордкович
Генеральный директор
ООО «Остек-Электро»
ostecelectro@ostec-group.ru

Александр Скупов
Главный специалист технического сопровождения
ООО «Остек-Интегра»
materials@ostec-group.ru

Антон Генцелев
Главный специалист Центра технологий и инноваций
ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru

Владимир Мейлицев
Журнал «Электроника: НТБ»
journal@electronics.ru

Анатолий Лютов
Старший специалист по развитию и маркетингу
ООО «Остек-Тест»
test@ostec-group.ru

Владимир Команов
Инженер ООО «Остек-ЭК»
micro@ostec-group.ru

Иван Погорельцев
Начальник отдела сервиса
ООО «Остек-ЭК»
micro@ostec-group.ru

Роман Лыско
Начальник отдела автоматизации рабочих мест
ООО «Остек-СМТ»
urm@ostec-group.ru

Николай Желясков
Начальник группы управления мероприятиями дирекции по маркетингу
ООО Предприятие Остек
marketing@ostec-group.ru

Александр Фролов
Начальник группы технической микроскопии
ООО «Остек-АртТул»
info@arttool.ru

Василий Прибора
Главный специалист по развитию
ООО «Остек-АртТул»
info@arttool.ru

Алексей Юдин
Ведущий специалист отдела электрического контроля
ООО «Остек-Электро»
ostecelectro@ostec-group.ru

НОВОСТИ

ВЫСТАВКИ ELECTRONICA И SEMICON EUROPA ГОВОРЯТ ПО-РУССКИ!

С 13 по 16 ноября 2018 года в Мюнхене, Германия, прошли две крупнейшие международные выставки достижений электроники – Electronica и SEMICON Europa. Вместе с Группой компаний Остек и компанией Mentor Graphics выставки посетили 35 представителей предприятий отечественной радиоэлектронной промышленности.

Культурно-деловая программа поездки предполагала осмотр выставки, посещение предприятий и знакомство с культурой Баварии.

Наша организованная группа прибыла в Мюнхен накануне выставок, и город приветствовал нас солнечной и теплой погодой. Температура была +16 °С, и такая погода простояла почти всю неделю. Это дало отличную возможность не только посетить выставки, но и насладиться яркими красками осеннего Мюнхена!

Вечером первого дня мы собрались на приветственном ужине в традиционном баварском ресторане Augustiner Keller, чтобы познакомиться, пообщаться и наметить планы на неделю!

Можно перечислить много отличных ресторанов национальной баварской кухни. Но для наших гостей мы выбираем Augustiner Keller. Августинер (Augustiner) – вот истинное пиво Мюнхена. Это не просто пиво, произведенное старейшей городской пивоварней – это мюнхенская душа. Но почему именно Августинер называют душой Мюнхена? Во-первых, это старейшая пивоварня города, где пиво варят с 1328 года. Первоначально варили монахи-августинцы, откуда и пошло название. Во-вторых, Августинер действительно варят традиционным способом. Ячмень только местный, солод готовят сами, по старинным рецептам.

11 ноября, в день подписания Договора о перемирии, в Компьене отмечалось столетие окончания Первой мировой войны. По этому случаю мюнхенский артист-постановщик Вальтер Кун превратил площадь Кенигплац в море из нескольких тысяч крупных красных маков из искусственного шелка, символизирующих жертвы тех страшных дней. Художественным контрапунктом по отношению к цветам и краснозонной поверхности газонов был размещен черный куб. На его внешних стенах нанесены слова на нескольких языках – сторон, участвовавших

в Первой мировой войне – «НИКОГДА СНОВА» или «НИКОГДА». С помощью инсталляции организаторы призывали почтить память солдат, погибших во время Первой мировой войны, и напомнить о том, как хрупок и важен мир.

Выставки Electronica и SEMICON Europe имели грандиозные масштабы:

- 4 дня
- 17 павильонов
- 182000 м^2 выставочного пространства
- Более 3100 участников из 50 стран
- 80000 посетителей из 84 стран
- 8000 участников конференций и форумов

Основные разделы выставки

- Дисплеи
- Силовая электроника
- Встраиваемые системы
- Полупроводники
- Пассивные компоненты
- Разъёмы
- Печатные платы
- Микро- и наносистемы
- Датчики
- Трехмерные системы на пластиках (3D-MID)
- Электромеханические компоненты
- Услуги контрактного производства
- Электрическое тестирование
- Испытательное оборудование

Чтобы не упустить самое главное, полезно осматривать выставку в сопровождении опытного и технически грамотного специалиста. Он поможет сэкономить время и силы (а ходить по выставке целый день физически очень непросто) и покажет самые интересные и важные новинки на стендах ведущих производителей.

Именно поэтому мы организовали групповые и индивидуальные экскурсии по стендам на выставке в сопровождении технических экспертов, которые помогали знакомиться с новинками и преодолевать языковой барьер.

Посещая международные выставки, мы зарезервировали время для деловой программы, в рамках которой представители компаний, эксперты и аналитики рассказывали о новинках, рассуждали о технологических и рыночных тенденциях, давали прогнозы.

тра «Сделано в Москве». Мы представили собственные разработки в области тестирования: тестер ферритовых колец Ш1-23, прибор, позволяющий измерять начальную магнитную проницаемость без намотки 10 витков, и мобильный тестер жгутов МПК-24, с помощью которого можно выполнять автоматизированную проверку жгутов. Посетители выставки проявили большой интерес к представленным на стенде экспонатам, задавали много вопросов о наших разработках.

В этом году разделами деловой программы стали:

- Конференция по встраиваемой электронике
- Конференция по автомобильной электронике
- Конференция по медицинской электронике
- Выступления отраслевых экспертов по различным аспектам электроники в презентационных зонах

Также продукция Группы компаний Остек была представлена на коллективном стенде Московского Экспортного Цен-

Выставка Electronica – это не только посещение стендов, но и поездки на предприятия, экскурсии по интересным местам и достопримечательностям.

В этом году одна из наших остановок – город Ингольштадт. Здесь мы посетили научно-технический центр компании Zestron – мирового лидера консалтинга в области оценки надежности электроники. Именно здесь анализируются риски, оценивается вероятность дефектов, ведется поиск решения проблем (проблема может быть и не в отмывке) для любой поверхности: компонента, печатной платы и печатного узла.

Наша экскурсионная программа продолжилась посещением завода и музея Audi (Audi Forum). Во время двухчасовой экскурсии по заводу наша группа посетила различные цеха, где был продемонстрирован высокий уровень автоматизации и применение технологий Индустрии 4.0.

После завода мы посетили музей Audi, где собраны более восьмидесяти автомобилей, велосипедов и мотоциклов, иллюстрирующие историю компании.

Как максимально подробно рассказать о новинках выставки Electronica? Побывать на стендах наших партнеров вместе с журналистами.

Вместе с прессой мы посетили стенды наших партнеров и компаний:

- FRT
- AP&S
- Centrotherm
- EVG
- ADT
- NanoDimentions

Читайте обзор выставки в ближайших номерах журналов «Электроника НТБ» и «Вектор высоких технологий».

Выставки только закончились, а мы уже готовимся к Productronica 2019 – бронируем стенд, отели, разрабатываем программу, чтобы сделать её посещение ярким и запоминающимся событием!

Присоединяйтесь!

ОСТЕК-ЭЛЕКТРО НА ФОРУМЕ «МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2018» В АЛУШТЕ

Компания «Остек-Электро» приняла участие в международном форуме «Микроэлектроника 2018», который прошел с 1 по 6 октября в городе Алушта. В этом году на площадке собрались более 500 участников – представители органов власти, ведущие ученые РАН, руководители крупнейших учебных заведений, компаний микро- и радиоэлектроники и смежных отраслей. Во время мероприятия специалисты 223 предприятий и институтов выступили с 211 докладами.

В течение трех дней на форуме проходили пленарные заседания, были представлены отдельные доклады по девяти секциям. Участники обсуждали вопросы развития микроэлектроники в России, пути и решения различных задач.

Специалисты в области микроэлектроники делились своими знаниями друг с другом, обменивались опытом и рассказывали о новых возможностях своих предприятий.

Во время форума специалисты ООО «Остек-Электро» выступили с докладом в секции «Технологическое оборудование», а также представили на своем стенде различное оборудование: зондовую станцию EverBeing, адаптеры MicroContact, проб-карты и СВЧ-зонды Picoprobe (GGB), генератор импульсов Г6-51, систему поиска неисправных компонентов на печатных платах EyePoint.

На стенде «Остек-Электро» посетители могли пообщаться со специалистами компании, поработать на оборудовании, обсудить различные технологические решения и задать интересующие их вопросы.

Живой интерес вызвала дискуссия, возникшая после выступления в пленарной части директора ФГУП МНИИРИП Куцько П.П. на тему развития торгово-информационной площадки ЭКБ-Маркет (www.ecbmarket.ru). Специалисты «Остек-Электро», входящие в рабочую группу, разъяснили принципы и порядок взаимодействия целевых групп пользователей развивающегося ресурса.

Подводя итоги форума, участники отметили пользу проведения таких мероприятий и наличия «Микроэлектроники» как площадки, позволяющей представителям профильного сообщества собраться вместе, обменяться опытом и видением актуальных проблем отрасли и задать вектор дальнейших совместных действий для их решения.

ИТОГИ СЕМИНАРОВ, ПРОВЕДЕННЫХ ОСТЕК-ЭК В МОСКВЕ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И НОВОСИБИРСКЕ

Специалисты компании «Остек-ЭК» провели цикл семинаров, посвященных технологиям кристального и сборочного производств, в нескольких городах России: Новосибирске, Санкт-Петербурге и Москве. Семинары посетили более 120 специалистов из 60 предприятий, работающих в области микроэлектроники.

Слушателям были представлены комплексные решения для R&D и серийного производства СВЧ МИС на основе структур AIIIB5, тонкопленочных ГИС, последние достижения в области технологий сборочного производства, мировые тенденции и современное оборудование как для ручной, так и для полностью автоматической линии сборки, а также технический обзор вакуумно-термического оборудования.

«Мы решили возобновить традицию проведения регулярных семинаров для пользователей и уверены, что подобные мероприятия являются эффективной площадкой для диалога специалистов отрасли и способствуют обмену опытом, обсуждению и решению актуальных задач, стоящих перед предприятиями. Со своей стороны, мы оказываем всестороннюю технологическую поддержку и делимся современными достижениями мировых лидеров в производстве оборудования», – прокомментировал генеральный директор «Остек-ЭК» В.Ю. Новиков.

Благодарим всех слушателей за участие в наших семинарах!

Если у вас есть вопросы и пожелания по темам будущих семинаров, направляйте их на электронную почту: micro@ostec-group.ru.

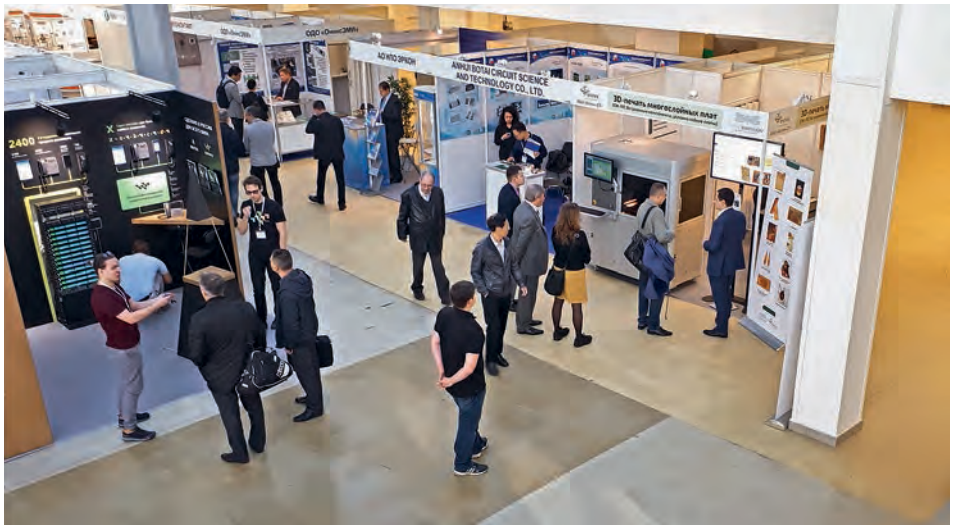
3D-ПРИНТЕР DRAGONFLY НА ВЫСТАВКЕ CHIP EXPO 2018

С 17 по 19 октября в ЦВК «Экспоцентр» прошла 16-я выставка по электронике, компонентам, оборудованию, технологиям «Chip EXPO 2018».

В мероприятии приняли участие более 200 компаний из России, Китая, Бельгии, Германии, Великобритании, Канады, Латвии, Беларуси, Нидерландов. За три дня работы выставку и деловую программу посетили более 6 000 специалистов.

Настоящий ажиотаж на стенде ГК Остек вызвала демонстрация 3D-принтера для прототипирования многослойных печатных плат. Основные вопросы посетителей касались возможностей технологии и ее ограничениях. Подробные ответы о технических возможностях оборудования, материалах и программном обеспечении были представлены во время презентации Семена Хесина и Антона Большакова в рамках деловой программы выставки.

Подробнее о работе принтера можно узнать из статьи «3D-принтер DragonFly – революция в изготовлении многослойных печатных плат», журнал «Вектор высоких технологий» № 4 (39) сентябрь 2018.



ПЕРСПЕКТИВЫ

СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ РАЗРАБОТКИ РЭА С НОВЫМ ГОСТом ПО ТЕСТОПРИГОДНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Текст: **Евгений Мордкович**

10 лет назад стартовала программа технического перевооружения предприятий радиоэлектронной промышленности. Кто-то реализовал ее успешно и перешел на новый технологический уровень производства, кто-то так и не смог выйти из кризиса, и его активы поглотили более крупные структуры. За это время изменения претерпели наиболее заметные элементы производства и управления предприятиями, но так и не изменилась идеология подхода к качеству производимой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). В погоне за автоматизацией технологических процессов удалось нарастить скорость производства, но не скорость выхода годных. Произошло это из-за отсутствия основополагающих документов при переходе на производство современной электроники с высокой плотностью монтажа и функциональностью. Картина характерна для большинства предприятий радиоэлектронной промышленности, хотя ряд наиболее продвинутых заводов и НИИ в инициативном порядке уже начали внедрять элементы выработанных в течение пары десятков лет подходов.

Разработка новых образцов техники происходит без предварительной оценки и моделирования трудоемкости процесса отладки, регулировки и ремонта

аппаратуры. До сих пор каждое предприятие самостоятельно оценивало и технологичность изделия, и ремонтопригодность, но за рамками оставался один из основных аспектов автоматизированного производства – тестопригодное проектирование РЭА. Необходимость в тестопригодном проектировании появилась, как только в ход пошла элементная база, с которой трудно управляться в ручном режиме. И если миниатюрный компонент еще можно удержать пинцетом во время монтажа, то обеспечить повторяемость измерений в ручном режиме могут только виртуозы своего дела, а их с каждым годом все меньше выпускается из ВУЗов.

Выход один – выработка унифицированного подхода, который позволит не зависеть от квалификации разработчика, технолога, регулировщика, еще кого-то, способного понять, что не так с разработанным или собранным устройством. Поскольку ни один из специалистов не возьмет на себя ответственность за изменение техпроцесса или добавление «избыточных» требований к конструкторской документации (ДК), назрел вопрос о разработке Стандарта тестопригодного проектирования печатных плат (узлов) и других изделий на основе интегральных схем, полупроводниковых и других элементов. Внедрение такого стандарта позволит:

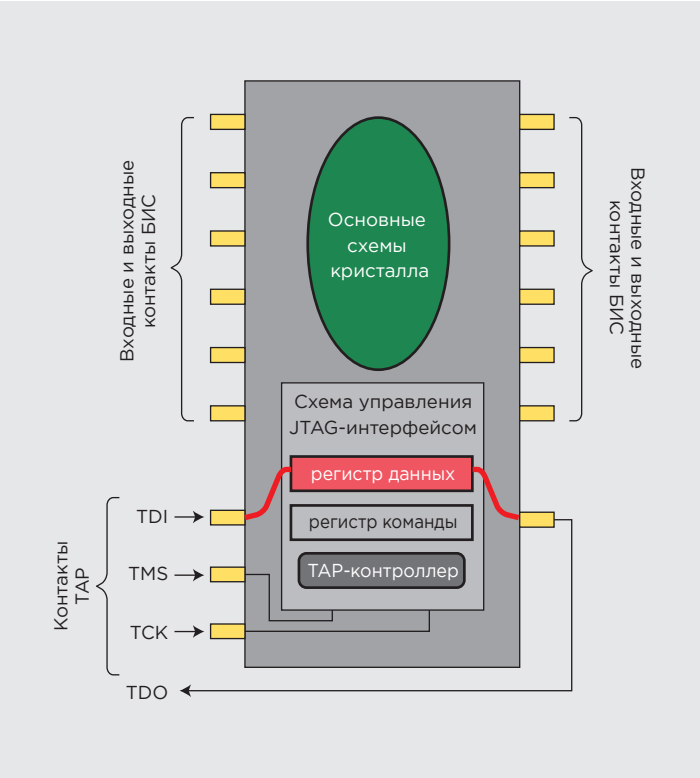
- облегчить процесс передачи изделия от разработчика на производство;
- повысить скорость устранения дефектов производства;
- снизить количество ошибок при проектировании;
- увеличить скорость настройки и регулировки РЭА;
- повысить информированность о состоянии и вероятных отказах устройства;
- снизить затраты на испытания и ремонт;
- обеспечить выполнение заказов в установленные сроки;
- снизить вероятность отказа техники во время эксплуатации;

и, как следствие,

- снизить накладные расходы и стоимость продукции.

На данный момент все существующие документы представлены лишь рекомендациями и наставлениями по осуществлению тестопригодного проектирования. Бóльшая часть документации – на английском языке и требует адаптации к реалиям отечественного производства. Но уже сейчас ясно, что основными разделами разрабатываемого документа будут общие подходы к разработке РЭА с применением автоматизированных средств внутрисхемного контроля. Спецификации потребуются направлениям, которые занимаются проектированием изделий мелкой серии, крупной серии и сложных цифровых устройств с применением специфической элементной базы (типа BGA и им подобных).

В перспективе развитие разрабатываемого стандарта еще активнее подтолкнет изготовителей отечественной ЭКБ дополнять документацию на свои изделия специализированными цифровыми моделями на компоненты, позволяющими применять современные средства диагностики и контроля конечных изделий ответственного применения. Сегодня предоставление таких данных на собственные компоненты осуществляется только наиболее инициативными, ориентированными на продвижение своей продукции компаниями. Больше всего в этом продвинулись ОАО «ВЗПП-С», АО «ПКК «Миландр», АО «НИИЭТ», АО «МЦСТ», но, к сожалению, их пример не заставляет проявлять активность остальных участников рынка. Применение унифицированных требований по-прежнему дело добровольное, что приводит к снижению удовлетворенности потребителя. В странах-«партнерах» с не менее развитым рынком электроники, чем у нас, информация, связанная с тестированием конечной продукции, при возможных ограничениях доступа к остальной документации является открытой. Этот путь прозрачности информации по тестированию от микросхемы до конечного блока позволяет проводить диагностику и тестирование изделий на любой стадии жизненного цикла.



1 Изображение микросхемы со встроенной поддержкой технологии переферийного сканирования

Казалось бы, основными драйверами унификации подходов при проектировании приборов должны были стать сами предприятия. Ведь это дает выигрыш в скорости вывода продукции на рынок и снижает затраты за счет меньшего числа дорогостоящих испытаний и тестирования. Однако за обобщение всех накопленных

2

Этапы развития платформы. www.ecbmarket.ru

отраслью знаний до сих пор никто не брался. Возможно, как это водится, «не дошли руки», а может есть более веские аргументы. Специалисты ООО «Остек-Электро» решили в инициативном порядке выпустить новый отраслевой документ. Проект стандарта, который должен изменить подходы к разрабатываемым ЭКБ и РЭА, проходит вычитку экспертами со стороны производителей радиоэлектронной продукции, профильных институтов и ведомств. В 2019 году планируется внедрить новый стандарт тестопригодного проектирования на всех предприятиях отрасли.

Серьезным подспорьем приближения нашей промышленности к лучшим мировым примерам станет активное развитие торгово-информационной площадки ЭКБ МАРКЕТ, разрабатываемой под руководством ФГУП «МНИИРИП» рабочей группой, включающей представителей ЦНИИ «Электроника», ГК Остек и других предприятий отрасли.

Подготовленные электронные версии документов, гипертекстовое пространство стандартов и база данных моделей для САПР позволят мгновенно переходить от одних массивов данных к другим и в режиме онлайн координировать работу целых коллективов в соответствии с действующими нормативными документами.

Учитывая, что с каждым годом требование по диверсификации производств электроники в России усиливается, игнорирование общепринятых норм проектирования, применяемых в отрасли ведущими странами, как минимум, недальновидно. Внедрение же такой нормативной базы позволит заложить прочную основу для дальнейшего развития отечественной радиоэлектроники в целом.

Новые возможности

и не только

- Каталог ЭКБ отечественного производства
- ТУ и технические описания
- Поиск и параметрическое сравнение по ключевым техническим характеристикам
- Новые ОКР и перспективные разработки
- Библиотека 3D-моделей отечественной ЭКБ
- Блокировка контрафакта

ЭКБМаркет МНИИРИП

ТЕХНОЛОГИИ

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ЗАЗОРА МЕЖДУ ПОДЛОЖКОЙ И КРИСТАЛЛОМ.

Часть 1. Андерфиллы капиллярного растекания

Текст: Александр Скупов

В статье дан ответ на вопрос, почему нужно использовать специальные полимеры (андерфиллы) для заливки пространства между подложкой и смонтированным на ней перевёрнутым кристаллом, а также описываются основные свойства таких материалов. В качестве примера рассматривается один из классов андерфиллов, наиболее активно используемый современной микроэлектроникой.

С увеличением производительности микросхем, их мощности, числа вводов/выводов и одновременном уменьшении топологических норм на смену проволочной разварке приходит монтаж перевёрнутого кристалла (flip chip). Это позволяет наиболее эффективно использовать площадь кристалла, отводить тепло, увеличивать быстродействие устройств и степень интеграции при корпусировании.

Использование перевёрнутого кристалла позволяет избавиться от ряда проблем при корпусировании, существовавших при проволочной разварке. Однако здесь появляются свои специфические сложности. Главная из них – проблема надёжности соединения шариковых выводов и подложки. Для снижения стоимости микросхемы в качестве подложки, на которую монтируется кристалл, используется наполненный полимер (FR4, Rogers и т. п.). Как правило, коэффициент теплового расширения (КТР) этого материала значительно (на порядок) превышает КТР кристалла. Это означает, что при изменении температуры в такой сборке будут возникать существенные термомеханические напряжения. При большом размере кристалла эти напряжения могут привести к отрыву выводов либо разрушению самого кристалла. Данная проблема практически отсутствует при монтаже кристалла на подложку из керамики или на кремниевую промежуточную подложку (инерпойзер). Однако в этом случае не решается проблема низкой стойкости такой сборки к внешним механическим воздействиям (вибрациям, ударам), поскольку площадь механического контакта кристалла и подложки существенно меньше площади самого кристалла.

Чтобы значительно уменьшить влияние описанных проблем, необходимо применять специальные материалы. Они называются андерфиллы (англ.: underfill, under – под, fill – заполнять). Эти материалы разработаны для заполнения пространства между кристаллом и подложкой различными способами.

Основные свойства андерфиллов

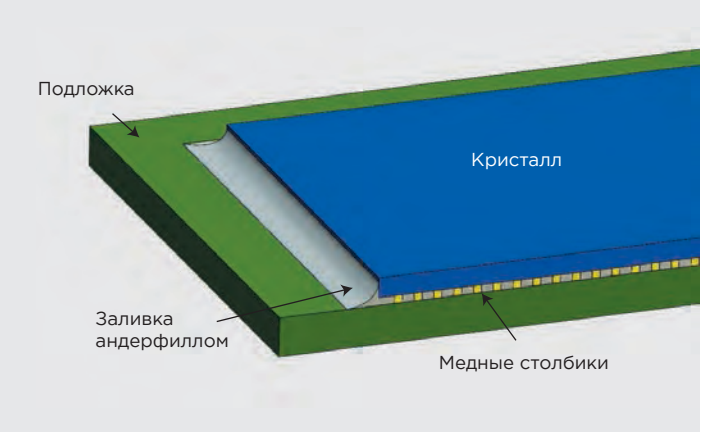
Главным назначением андерфилла (рис 1) является распределение по всей площади кристалла термомеханических напряжений, которые возникают между ним и подложкой. Андерфилл представляет собой полимерный материал, часто с наполнителем из неорганического вещества. Поведение сборки существенно зависит от следующих свойств андерфилла[1]: модуля упругости, КТР, влагопоглощения, адгезии к подложке/пассивации кристалла.

Численное моделирование поведения сборок с андерфиллом[2] и опыт эксплуатации изделий с его использованием[3] позволили условно выявить некоторые закономерности в зависимости от свойств материала.

[1] Materials for Advanced Packaging, edited by D. Lu, C.P. Wong, Springer Science and Business Media, 719 p., 2009

[2] D.G. Yang et al, Investigation on Flip Chip Solder Joint Fatigue With Cure-Dependent Underfill Properties, IEEE Transactions on Components and Packaging Technology, Vol. 26, № 2, pp. 388-398, 2003

[3] G. Fabbri, C. Sartori, Comparison of Mechanical Reliability of Three Underfill Materials for Flip Chip Bumps on High Tg PCB for Automotive Applications, The International Journal of Microcircuits and Electronic Packaging, Vol. 24, № 4, 2001



1

Поперечное сечение смонтированного на подложке кристалла с использованием андерфилла

Модуль упругости андерфилла напрямую влияет на механические напряжения, возникающие после его отверждения. Желательно, чтобы андерфилл имел высокий модуль упругости для максимально жёсткого соединения подложки и кристалла. Однако при большом размере кристалла слишком высокое значение модуля упругости может вызвать разрушение самого кристалла. Значения около 8-10 ГПа считаются оптимальными для большого числа применений.

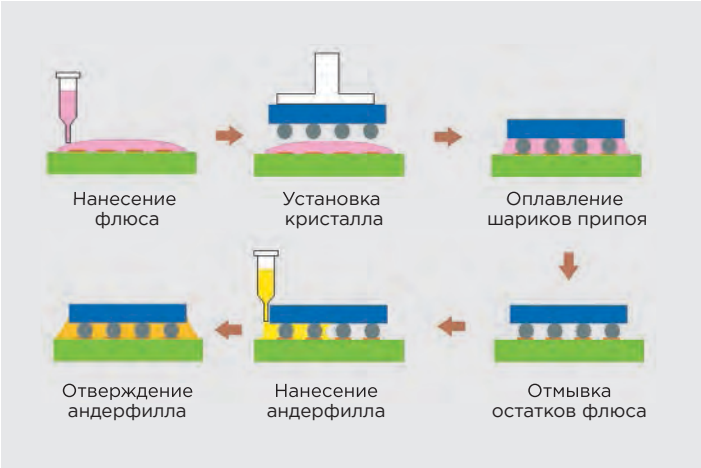
КТР является ключевым параметром для обеспечения надёжности сборки. При изменениях температуры металл выводов подвержен сдвиговым деформациям из-за существенной разницы между КТР подложки и кристалла. Для того, чтобы эти деформации не увеличивались, КТР андерфилла должен быть меньше, чем у подложки. Оптимальным значением КТР считается 22-26*10^{-6} °C^{-1}. Это значение близко к КТР сплавов, из которых сформированы выводы кристалла[4].

Влагопоглощение материала должно быть низким, чтобы не допустить коррозии металлических проводников на кристалле. Оптимальным считается влагопоглощение <0,25 % при стандартном тесте в кипящей воде в течение 8 часов.

Адгезия важна для предотвращения отслоения материала. Отслоение андерфилла от подложки или от поверхности кристалла может привести к целому ряду отрицательных последствий: от конденсации влаги и коррозии проводников до отрыва выводов. Обычно андерфиллы содержат в своём составе праймеры, поэтому проблема адгезии для них стоит не столь остро.

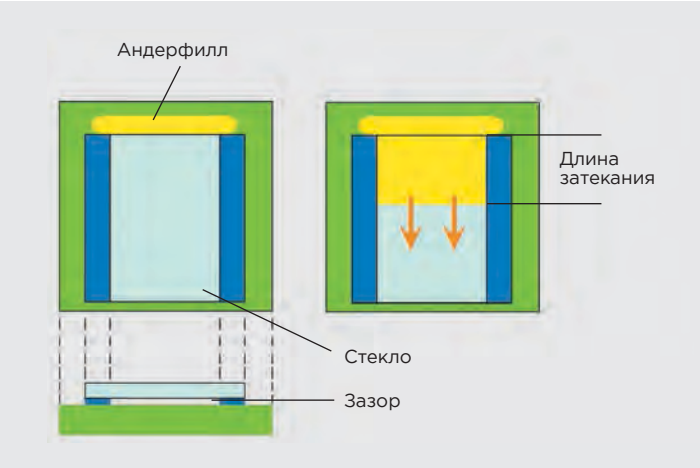
Перечисленные свойства воздействуют на систему именно в совокупности, из них невозможно выделить главный фактор. Кроме того, некоторые из этих свойств оказывают влияние друг на друга, пусть и не определяющее. Универсального рецепта андерфилла, подходящего для всех применений, не существует, его необходимо выбирать, исходя из задачи.

[4] Materials for Advanced Packaging, edited by D. Lu, C.P. Wong, Springer Science and Business Media, 719 p., 2009



2

Технологический маршрут монтажа кристалла с использованием андерфилла капиллярного растекания



3

Схема моделирования затекания андерфилла в узкий зазор

Виды андерфиллов и технологии их применения

Андерфилл можно нанести либо до установки кристалла, либо после. В зависимости от предпочтений заказчика, которые диктуются желаемой производительностью и уровнем качества, выбирается тот или иной метод.

Исторически первыми андерфиллами для монтажа кристалла были андерфиллы капиллярного растекания (англ.: capillary-flow). Они наносятся в жидком виде вдоль кромки уже припаянного кристалла и под действием капиллярного эффекта затягиваются в узкий зазор между подложкой и кристаллом. Затем они отверждаются под действием повышенной температуры (150-175 °C).

Очень близким к андерфиллам капиллярного действия является молд-андерфилл (англ.: mold underfill – MUF). Это эпоксидный компаунд для заливки пластикового корпуса микросхемы, свойства которого оптимизированы таким образом, чтобы в процессе литья он затекал под кристалл. Использование такого материала очень удобно, но ограничено и часто требует особой оптимизации литьевой формы (матрицы) для процесса.

В качестве альтернативы андерфиллам капиллярного растекания было разработано множество вариантов материалов, которые наносятся перед установкой кристалла. Наиболее популярными из них на данный момент являются нерастекающиеся андерфиллы (англ.: no-flow). Они наносятся в жидком виде до монтажа кристалла и отверждаются в процессе оплавления выводов, одновременно выполняя роль флюса. Также существуют андерфиллы, наносимые на уровне пластины, кристалла или платы в виде плёнок либо жидкостей. Разработки таких материалов активно ведутся в настоящее время.

Далее в статье будут рассмотрены особенности применения андерфиллов капиллярного действия.

Андерфиллы капиллярного растекания

Технологический процесс монтажа кристалла с использованием андерфилла капиллярного растекания показан на рис 2. Отмывка флюса не требуется, если используется флюс, который специально оптимизирован для данного процесса, и его остатки не снижают адгезию андерфилла.

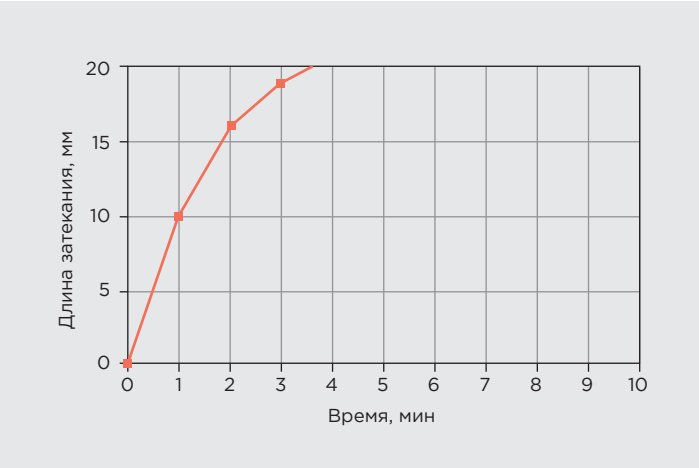
Данные продукты поставляются в виде жидкостей с вязкостью 10-70 Па*с. В качестве основы материала чаще всего используется эпоксидная смола. Для достижения необходимых значений модуля упругости, КТР, влагопоглощения и прочих параметров в материал вносится неорганический наполнитель. Чаще всего это оксид кремния (SiO_2), иногда используется оксид алюминия (Al_2O_3). Размер частиц зависит от величины зазора, для заполнения которого создан материал. Для доступных в настоящий момент андерфиллов он обычно составляет 0,3-5 мкм. Частицы наполнителя имеют сферическую форму и достаточно узкое распределение по размерам, что позволяет минимизировать вязкость материала.

Если расстояние между выводами больше высоты зазора, то при теоретическом моделировании процесса растекания материала часто рассматривается простой случай узкого зазора между двумя плоскими поверхностями без учёта наличия выводов[5]. Эта же модель используется и для оценки поведения андерфилла на практике (рис 3). В качестве одной из ключевых характеристик андерфилла выступает скорость заполнения им зазора. Эту характеристику чаще всего отображают в графическом виде, как показано на рис 4. Для максимального увеличения скорости затекания подложка с кристаллом при нанесении находится на нагретой поверхности.

Когда расстояние между выводами становится сравнимо с высотой зазора, при численном моделировании растекания расположением формой выводов уже не пренебрегают, что несколько усложняет расчёт[6].

[5] S. Han, et al., Experimental and Analytical Study on the Flow of Encapsulant During Underfill Encapsulation of Flip-Chips, Proceedings of the 46th Electronic Components and Technology Conference, pp. 327–334, 1996

[6] L. Nguyen et al., Underfill of Flip Chip on Laminates: Simulation and Validation, IEEE Transactions on Components and Packaging Technology, Vol. 22, №. 2, pp. 168–176. 1999



4

Скорость затекания андерфилла Namics U8410-73A для зазора шириной 50 мкм между двух стеклянных пластин при температуре 110 °C.

Для андерфиллов капиллярного растекания критически важно однородное распределение наполнителя в объёме материала. Неравномерность может привести к блокированию узкого зазора и остановке растекания (образование пустоты) либо неоднородному растеканию (локальное изменение плотности). Такие дефекты часто ведут к механическому разрушению сборок при тестировании на термоциклирование и удары. Вероятность возникновения таких дефектов существенно увеличивается, когда микросхема имеет высокую плотность расположения выводов.

В качестве примера коммерчески доступного андерфилла можно привести U8410-73A производства японской компании Namics. Его основные свойства даны в Т1. Размер частиц наполнителя и вязкость оптимизированы для заливки кристаллов с выводами диаметром 30-50 мкм[7].

С увеличением размера кристаллов, перехода от шариковых выводов к столбиковым с малой высотой и шагом между ними капиллярные андерфиллы становятся неудобными для применения. Для узкого зазора будет сложной отмывка флюса, значительно увеличится время заполнения зазора андерфиллом, что существенно снизит производительность линии. Слишком частое расположение выводов приводит к неоднородному заполнению зазора и пустотам. Столкнувшись с такими проблемами, микроэлектроника требует альтернативных материалов. Таковыми стали андерфиллы, наносимые до монтажа кристалла: не растекающиеся, на уровне пластины и их производные. Обзору этих материалов и технологий их применения будет посвящена следующая статья.

Заключение

Для перераспределения термомеханических напряжений при монтаже перевёрнутого кристалла, а также для улучшения его механической надёжности при вибрации и ударных нагрузках используются андерфиллы.

Т1

Типичные свойства андерфилла капиллярного растекания Namics U8410-73A

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ
Содержание наполнителя (по массе)	65	%
Средний размер частиц наполнителя	0,6	мкм
Максимальный размер частиц наполнителя	3,0	мкм
Вязкость	45	Па с
Теплопроводность	0,5	Вт $м^{-1}$ K^{-1}
Температура стеклования Tg	139 (DMA*) 120 (TMA*)	°C
KTP	<Tg: 28 >Tg: 90	10^{-6} $°C^{-1}$
Модуль упругости при изгибе	11,0	ГПа
Прочность при изгибе	150	МПа

DMA – dynamic mechanical analysis, динамический механический анализ; TMA – thermomechanical analysis, термомеханический анализ

Ключевыми свойствами при выборе андерфилла являются KTP, модуль упругости, температура стеклования, влагопоглощение, адгезия. Надёжность и успешная эксплуатация микросхем, собранных с использованием андерфилла, определяется тем, насколько адекватно были подобраны свойства материала заданным конструкционным параметрам и условиям эксплуатации.

Наиболее распространёнными в настоящее время являются андерфиллы капиллярного растекания. Они наносятся в жидком виде вдоль периметра кристалла, заполняют зазор, после чего отверждаются при повышенной температуре. Скорость и характер заполнения зазора с помощью этих материалов зависит от содержания наполнителя и однородности распределения его частиц в объёме. Использование андерфиллов капиллярного растекания становится ограниченным при наблюдаемой тенденции к уменьшению размеров выводов и шага их расположения.

Группа компаний Остек сотрудничает с производителями андерфиллов, осуществляющими передовые разработки и исследования в этой отрасли для удовлетворения потребностей производителей микросхем. Специалисты Остека могут оказать технологическую поддержку в области применения подобных материалов, совместно с производителями провести исследования и тесты, подобрать оптимальный технологический маршрут и материалы.

[7] U8410-73A Product Data Sheet

Продолжение в следующем номере.

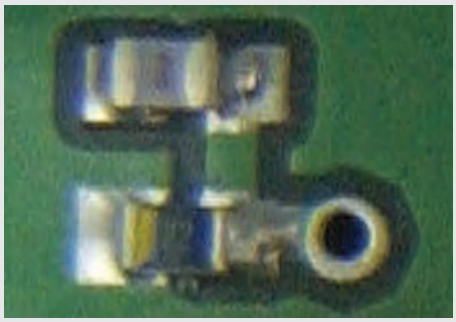
КАЧЕСТВО

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

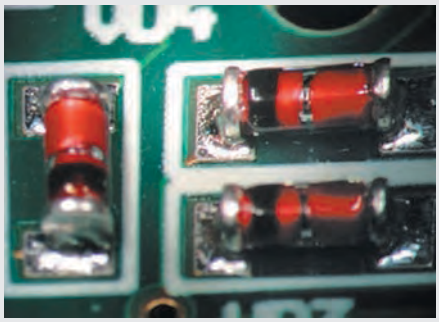
Текст: Василий Афанасьев
Антон Генцелев

Традиционно обеспечение надлежащего уровня качества – это мероприятия, направленные на построение определенной организационной инфраструктуры и затрагивают все аспекты деятельности предприятия. Другими словами, это многофакторная задача, к решению которой необходимо подходить комплексно. Особая роль здесь отводится обеспечению качества выпускаемых изделий.

Близкое расположение дорожки к площадке



Близость переходного отверстия к контактной площадке



Неправильная конструкция контактных площадок

1

Примеры конструкторских дефектов

В приборостроении задача обеспечения качества изделий электронной техники – одна из ключевых. Снижение качества и надёжности выпускаемой продукции подрывает авторитет производителя, снижает прибыль и количество потенциальных заказов. Проведение ремонтов, связанных с неоднократной заменой компонентов, снижает надёжность приборов и увеличивает вероятность проведения гарантийных ремонтов у потребителя. Учитывая широкую географию продаж, затраты на проведение подобных ремонтов могут быть настолько значительны, что сделают производство убыточным, особенно при длительных гарантийных сроках. Высокая трудоёмкость проведения ремонтов приборов на всех этапах их изготовления повышает себестоимость и отпускную стоимость приборов, снижая их конкурентоспособность на рынке.

С развитием технологий «Индустрии 4.0», в том числе искусственного интеллекта, современные предприятия в своей политике обеспечения качества стремятся переходить от поиска, устранения и выявления технологических причин возникновения дефектов к прогнозированию их возникновения и заблаговременной разработке предупреждающих мер. Конечно, предотвратить возникновение дефекта гораздо эффективнее, чем выполнять последующий его поиск и ремонт. Но даже такой подход из-за многофакторности системы обеспечения качества не гарантирует отсутствия дефектов. Поэтому помимо предупреждающих мер на предприятии должна действовать система производственного контроля.

Основные виды дефектов, которые встречаются на производстве в целом и в приборостроении в частности, можно разделить на три группы:

- конструкторские дефекты;
- дефекты покупных изделий /комплектующих;
- технологические дефекты.

Конструкторские дефекты

Конструкторские дефекты – это несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки (модернизации) продукции. Они являются следствием несовершенства конструкции и ошибок при конструировании и разработке. Причины таких дефектов могут быть различными: от неправильного выбора материалов и компонентов до некорректной разводки платы или схемотехнических ошибок.

Ошибки разработки должны быть выявлены на этапах приемки конструкторской документации, технологической подготовки производства и изготовления опытных образцов (рис 1).

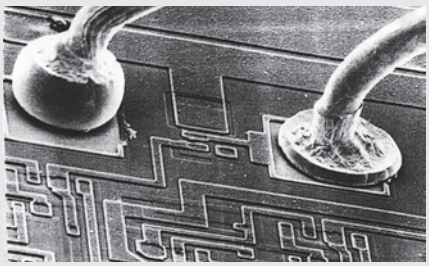
Дефекты электронных компонентов, покупных изделий и материалов

Данный тип дефектов возникает при использовании некачественных комплектующих при сборке изделия (рис 2).

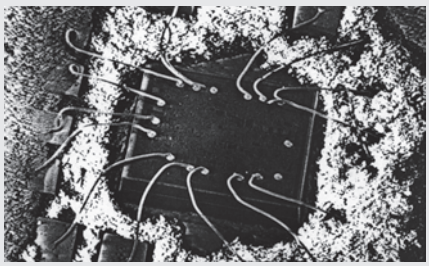
Для предупреждения поступления в производство дефектных (несоответствующих по электрическим параметрам) компонентов, комплектующих и материалов необходимо следующее:

- Разработка, внедрение и поддержание в актуальном состоянии нормативных документов (например, СТП), регламентирующих применение комплектующих (ограничительных перечней).
- Организация постоянной работы по квалификации производителей и поставщиков для поддержания ограничительных перечней в актуальном состоянии.
- При приёмке конструкторской документации контроль применения только изделий, включённых в утверждённый ограничительный перечень.
- Организация проведения входного контроля покупных изделий в соответствии с программами и методиками, разработанными в процессе квалификации.

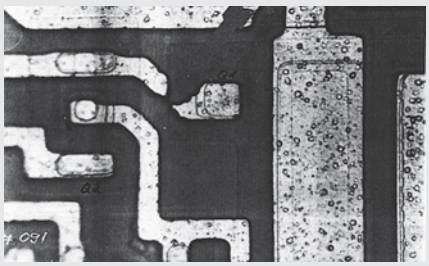
Крайне полезным будет и организация системы прослеживаемости используемых комплектующих, позволяющей вести статистику отказов компонентов с



Дефект соединения кристалла с проводником



Дефект корпусирования и избыточная длина проводников



Дефект травления

2

Примеры дефектов покупных изделий

точностью до носителя (поставщика, производителя), что даст возможность при обнаружении систематических дефектов вернуть все печатные узлы для замены дефектных компонентов.

Технологические дефекты

Технологические дефекты – это несоответствие изделия требованиям нормативной документации на изготовление или поставку продукции. Данные дефекты обычно возникают при нарушении технологического процесса при производстве, неудовлетворительном состоянии оборудования, нарушении условий хранения.

Наиболее распространенные технологические дефекты в приборостроении:

- внутренние повреждения или деформация компонента;
- внутренние дефекты паяного соединения;
- отсутствие компонента;
- смещение компонента;
- «надгробный камень»;
- ошибочный типономинал;
- непропай;
- неправильная форма галтели;
- короткое замыкание;
- шарики припоя;
- перепутанная полярность;
- повреждения выводов компонентов.

На возникновение технологических дефектов влияют практически все производственные параметры, в том числе:

- уровень производственной дисциплины;
- технологические режимы;
- условия окружающей среды;
- состояние оборудования;
- условия хранения и транспортировки изделий и комплектующих;
- уровень квалификации персонала.

Очевидно, что для обеспечения качества на производстве недостаточно выполнить большой ряд сложных мероприятий. Необходимо также обеспечить поддержание всех параметров технологического процесса после достижения запланированного уровня качества. Постоянство параметров производства – необходимое условие повторяемости технических характеристик выпускаемых изделий. Повторяемость характеристик должна быть обеспечена, в том числе, за счёт повторяемости параметров технологических процессов. Строгая технологическая дисциплина – за счёт первоклассного оборудования, квалифицированного персонала и современной организации производства.

Какой уровень качества считается допустимым?

Здесь не может быть единого значения или «золотой середины» для всех. Каждое предприятие вправе устанавливать свои стандарты качества в зависимости от типа и применения выпускаемых изделий. На слуху сейчас концепция «Шесть сигма»[1] с ее 3-4 дефектами на миллион, но она подразумевает комплексный подход по обеспечению качества на выходе каждого из процессов на всем жизненном цикле производства изделия, что в силу разных причин удается далеко не всем. Поэтому чаще можно услышать упоминания про 10 ppm или 100 ppm, что составляет 0,001 % и 0,01 % дефектов соответственно. Между этими показателями разница весьма существенна – в 10 раз.

Но попробуем сделать простейший расчет, пусть на слегка грубом примере, чтобы увидеть разницу в экономии. Для расчета возьмем производство с готовым объемом выпуска 10 000 приборов стоимостью по 100 000 рублей каждый. Конструкция расчетного печатного узла состоит из 1 000 компонентов. Среднее количество точек пайки среднестатистически равно трем на каждый компонент, то есть на печатном узле 3000 паяных соединений.

[1] Шесть сигма – статистическая концепция, на основе которой процесс измеряется в параметрах брака: при высшем уровне в Шесть сигма число дефектов составляет 3, 4 на миллион возможных. Шесть сигма – это также философия управления, в которой основное внимание уделяется устранению брака за счет применения таких приемов, когда ставка делается на анализ результатов измерений и совершенствование процессов

Важно! Для расчета мы принимаем уровень конструкторских дефектов и дефектов, связанных с некачественными комплектующими, равный «0».

Количество дефектов при подходах 100 ppm и 10 ppm

Потенциальное количество дефектных паяных соединений при 100 ppm:

10 000 × 3 000 × 100 / 1 000 000 = 3 000

Это означает, что 3 000 паяных соединений могут иметь дефекты, таким образом, теоретически до 30 % собранных изделий могут оказаться с браком.

Примерная трудоемкость локализации дефектов на плате с 1000 компонентами (без АОИ): 4 часа.
Стоимость нормо-часа: 1 000 рублей.
Стоимость ремонтов в партии:
3 000 × 1 000 × 4 = 12 000 000 рублей.

Потенциальное количество дефектных паяных соединений при 10 ppm:

10 000 × 3 000 × 10 / 1 000 000 = 300

Примерная трудоемкость локализации дефектов на плате с 1000 компонентами (без АОИ): 4 часа.
Стоимость нормо-часа: 1 000 рублей.
Стоимость ремонтов в партии:
300 × 1 000 × 4 = 1 200 000 рублей.

12 000 000 рублей при 100 ppm или 1 200 000 при 10 ppm – разница более чем в 10 миллионов рублей. Весьма ощутимо.

Мы взяли в качестве примера случаи, когда изделие еще не вышло за пределы предприятия, и его неработоспособность была выявлена на этапе производства или функционального контроля. А если изделие успешно прошло испытания и отправилось к заказчику? Технологические дефекты, если они не были выявлены в процессе сборки или тестирования изделия, проявляются, как правило, в начальный период эксплуатации, что влечет за собой выполнение гарантийных обязательств. В этом случае к затратам на ремонт добавляются командировочные расходы, которые, учитывая размеры нашей страны, могут составлять десятки и даже сотни тысяч рублей, и разница между 10 ppm и 100 ppm становится еще ощутимее.

Понятно, что отпускная цена на изделие чаще всего предусматривает расходы на проведение гарантийных работ, но предприятие при недостаточном уровне обеспечения качества теряет собственные средства, а как это назвать – «расходы» или «упущенная выгода» – большой роли не играет.

Таким образом, напрашиваются следующие выводы:

- Уровень дефектности 0,01 % (100 ppm) и более приводит к существенным финансовым потерям предприятия и снижает уровень его репутации.
- Обеспечение производства прогрессивными технологиями контроля и качества является необходимым условием для достижения высоких показателей чистой прибыли и уровня конкурентоспособности.
- Налаженный комплекс обеспечения качества может окупиться уже в первый год.

Способы выявления технологических дефектов и их ограничения

На текущий момент существуют два основных и наиболее распространенных способа поиска технологических дефектов: визуальный контроль (или оптическая инспекция) и рентгеновский контроль. Причем именно для выявления дефектов больше используется первый, а второй по большей части служит для отладки технологического процесса. Но тенденция ко все большему использованию компонентов со скрытыми под корпусом выводами делает использование АОИ менее эффективным, а рентгеновский контроль более востребованным как раз для поиска дефектов.

Известно, что разные методы контроля хороши каждый под свои задачи. Например, оптические системы контроля неспособны выявить пустоты в паяном соединении и другие скрытые или невидимые глазу дефекты. Для этого нужен рентген. С его помощью можно обнаружить наибольшее количество дефектов, но вряд ли кому-то придет в голову использовать его для поиска надгробного камня, наличия/отсутствия компонента или шариков припоя.

У названных методов контроля помимо функциональных существуют еще аппаратные и программные ограничения самих систем.

В АОИ это:

- длительные подготовка и отладка программ инспекции (при том, что скорость самой инспекции обычно высокая);
- теневые зоны, например, расположение высоких компонентов рядом с низкими может затруднять проведение инспекции последних;
- невозможность измерения высот на плате;
- невозможность определения формы галтели;
- невозможность инспекции боковых сторон компонентов.

У систем рентгеновского контроля самым существенным ограничением является скорость инспекции, т.к. большинство операций выполняется оператором. Также может быть затруднена инспекция плат с двухсторонним монтажом из-за наложения изображений компонентов друг на друга при «просвечивании» рентгеновским излучением. Необходимо помнить, что не все компоненты способны выдержать длительное рентгеновское излучение (подробнее в статье «Воздействие рентгеновского излучения на электронные устройства и компоненты»[2]).

[2] Журнал «Вектор высоких технологий» № 8 (13) декабрь 2014

Самое существенное ограничение систем рентгеновского контроля?
- Скорость инспекции.

Самое существенное ограничение систем АОИ?
- Невозможность видеть скрытые дефекты.

Ключевое достоинство систем рентгеновского контроля?
- Возможность видеть скрытые дефекты.

Ключевое достоинство систем АОИ?
- Скорость инспекции.

Разумеется, свои отличия и ограничения есть у каждой системы АОИ или рентгеновского контроля, зависящие от ее класса и технических характеристик, выше мы показали наиболее общие, свойственные большинству систем на рынке.

Получается, что так и нет «универсальной таблетки» от всех болезней или, вернее, способа инспекции, способного обеспечить и высокую скорость, и обнаружение всех дефектов на печатных узлах, выходящих со сборочной линии.

Значит, ограничение одной системы является достоинством другой. А если системы объединить? Тогда ограничения могут быть компенсированы, а совокупность функциональных возможностей даст синергический эффект.

Именно так решили в компании Viscom и представили рынку комбинированную систему X7056-II, сочетающую в себе богатые возможности оптической инспекции и рентгеновского контроля и одновременно нивелирующую ограничения этих двух технологий.

Система автоматической 3D-рентгеноскопии и оптической инспекции X7056-II

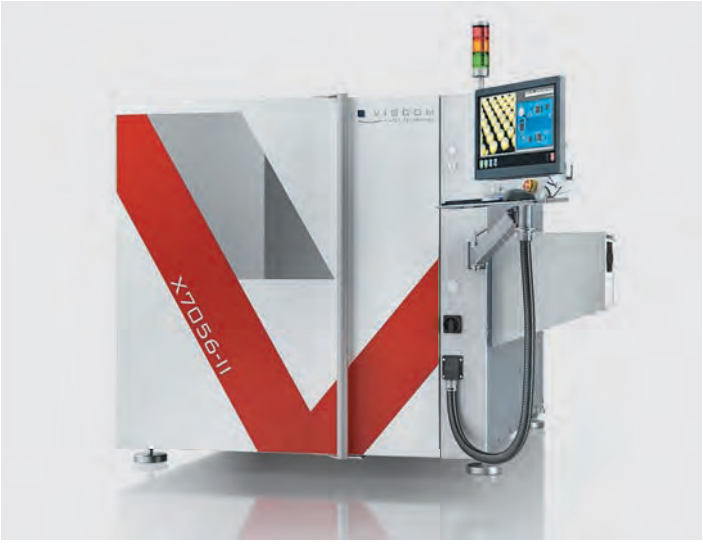
Viscom X7056-II – это уникальное решение, которое сочетает автоматическую оптическую 3D-инспекцию с высоким разрешением (АОИ) и автоматическую рентгеноскопию (АРИ) с опцией «Planar CT».

Объединение двух видов контроля в одном корпусе позволило получить фантастическую по своим возможностям систему, способную обеспечить практически 100 % контроль качества печатных узлов после пайки.

В цикле инспекции могут быть задействованы как обе секции АОИ и АРИ, так и каждая отдельно. Если проведение одного из видов контроля для какого-либо изделия не требуется, незадействованная секция может работать просто «на проход». Секции разделены защитной автоматической перегородкой, которая открывается только в момент перемещения платы между ними.

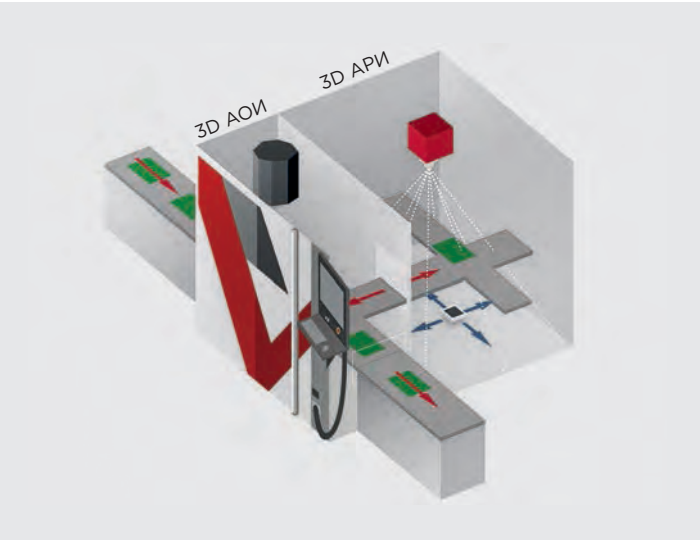
Работа X7056-II построена следующим образом:
- Плата А поступает по конвейеру в секцию АОИ, где осуществляется полный оптический контроль качества ее сборки.
- После завершения оптического контроля плата А перемещается в секцию АРИ.
- Плата Б поступает в секцию АОИ.
- Система автоматически начинает рентгеновский контроль выборочных участков платы А.
- Параллельно с этим происходит полный оптический контроль платы Б.
- После завершения операций плата А выходит из секции АРИ и поступает на выход системы, а плата Б занимает ее место, переместившись из зоны АОИ и так далее.

Так как рентгеновский контроль всего печатного узла не является обязательным и длителен по време-



3

Система автоматической 3D-рентгеноскопии и оптической инспекции Viscom X7056-II



4

Устройство системы АОРИ Viscom X7056-II

Т1

Типы корпусов компонентов с предпочтительным способом инспекции для определения различных типов дефектов

	НАЛИЧИЕ	ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ	ПЕРЕМЫЧКИ	ПУСТОТЫ	ПОЛЯРНОСТЬ	ПАЙКА
BGA	АОИ	АОИ	АРИ	АРИ	АОИ	АРИ
FlipChip	АОИ	АОИ	АРИ	АРИ	АОИ	АРИ
MLF/QFN	АОИ	АОИ	АРИ	АРИ	АОИ	АРИ
QFP	АОИ	АОИ	АОИ/АРИ	АРИ	АОИ	АОИ/АРИ
THT	АОИ	АОИ	АОИ/АРИ	АРИ		АРИ
CHIPs	АОИ	АОИ	АОИ/АРИ	АРИ	АОИ	АОИ/АРИ
PLCC	АОИ	АОИ	АОИ/АРИ	АРИ	АОИ	АОИ/АРИ
SOTs	АОИ	АОИ	АОИ/АРИ	АРИ	АОИ	АОИ/АРИ

ни, X7056-II производит инспекцию только выборочных участков платы, указанных при подготовке рабочей программы. Логично, что такими участками на печатном узле будут наиболее критичные элементы и компоненты со скрытыми выводами. Эти же компоненты предварительно можно проконтролировать при помощи АОИ. В Т1 представлены некоторые типы корпусов компонентов с предпочтительным способом инспекции для определения различных типов дефектов. Использование разных видов инспекции в одной системе не исключает, а дополняет друг друга.

Разделение печатных узлов на «прошедшие» и «не прошедшие» контроль происходит с учетом проведения обоих видов инспекции. Даже если плата прошла проверку в АОИ, но АРИ показал в ней наличие дефектов, она будет перемещена в отбракованные. Оператору на ремонтной станции для проведения анализа будут доступны все изображения, полученные из системы, – как снимки с АОИ, так и из АРИ.

Понятно, что объединить две системы в одну – еще не значит обеспечить себе гарантированное выявление дефектов. Тут важно не то, что две системы объединены в одну, а то, какие именно это системы, насколько эффективно они могут работать. Компания Viscom пошла по пути реализации оптимального для конкретного исполнения оборудования функционала, для каждой из секций.

Секция АРИ

Для проведения рентгеноскопии в системе применяется рентгеновская трубка закрытого типа с максимальным напряжением 130 кВ и силой тока 300 мкА. Такие характеристики достаточны и оптимальны для большинства задач при проведении контроля печатных узлов. Выбор в пользу закрытой трубки со встроенным генератором был сделан, исходя из соображений производительности и минимизации времени простоя рентгеновской секции – отсутствие необходимости замены катодов и проведения операций откачки воздуха из трубки оказывают на это непосредственное влияние.

Используемые цифровые детекторы с глубиной градаций серого 14 бит и разрешением 8/10/20 мкм/пиксель позволяют инспектировать самые мелкие на сегодняшний день корпуса и автоматически оптимизировать скорость инспекции в зависимости от сложности и размеров компонента или потенциального дефекта.

В системе возможны три типа конфигураций детекторов:

- один неподвижный детектор: 2D-инспекция с вертикальной съемкой;
- один детектор на подвижном столе: 2D-инспекция с вертикальной съемкой, 2,5D-инспекция – боковые снимки под необходимым углом и 3D-инспекция – Planar CT;
- система из пяти детекторов: 2D-инспекция с вертикальной съемкой, 2,5D-инспекция – боковые снимки под определенными углами и 3D-инспекция – Planar CT.

«Planar CT» – косоугольная компьютерная томография, которая позволяет получать послойные срезы и проводить объёмный анализ полученных снимков. Это дополнительная функция, доступная для X7056-II. При инспекции двухсторонних сложных плат, где компоненты с разных сторон могут перекрывать друг друга на рентгеновских снимках, функция «Planar CT» становится незаменимой. Она делает все скрытые и неявные детали отчётливо видными и пригодными для оценки. Полученный в «Planar CT» срез или вид определенного слоя позволяет провести точную оценку изображения без наложения элементов с других слоев. Процесс программирования упрощается, а количество ложных срабатываний уменьшается.

Секция АОИ

В АОИ системы X7056-II используется высокопроизводительный оптический модуль XM, применяемый в самых современных установках 3D АОИ от Viscom. Благодаря высокой скорости захвата и обработки изо-

5

Рентгеновская трубка системы АОРИ Viscom X7056-II

6

Высокопроизводительный оптический модуль XM

бражений до 3,6 Гпикс/сек и большому полю обзора в 40×40 / 50×50 мм инспекционные модули XM являются одними из самых быстрых на рынке. Уникальная конструкция модуля камер с возможностью переключения разрешения, а также всесторонняя четырехцветная светодиодная RGBW-подсветка обеспечивают оптимальное качество изображения в процессе работы. Полноценная верхняя черно-белая камера с разрешением в 25 Мп способна проводить инспекцию сверхмалых компонентов 03015 (300×150 мкм). Четырехцветная подсветка и специальные алгоритмы обработки изображений, несмотря на использование черно-белой камеры, позволяют получать качественные цветные изображения.

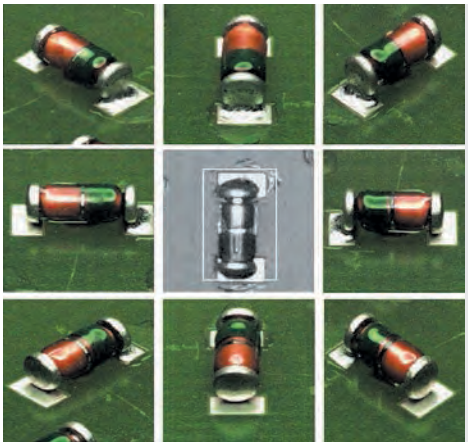
В дополнение к верхней камере в АОИ можно использовать также 4- или 8-угловые камеры. Это означает, что систему можно настроить на автоматический поиск различных дефектов не только по изображениям с верхней камеры, но и с угловых. Только так можно обеспечить полноценный контроль всего спектра возникающих дефектов. Например, восемь угловых камер, располагаясь под углами 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 и 360 градусов, обеспечивают круговой обзор компонентов, что дает возможность проинспектировать самые труднодоступные участки на плате: при перекрытии выводов высокими компонентами, при наличии повернутых на 45 градусов корпусов или контроле скрытых выводов компонентов QFN и PLCC. Кроме того, высококачественные снимки с угловых камер можно использовать на станции верификации для помощи в принятии решения по классификации дефектов.

Также стоит отметить подготовку рабочих программ инспекции. Имея в своем составе богатую библиотеку компонентов, ПО системы после автоматического анализа платы способно самостоятельно подгрузить из нее необходимые корпуса компонентов со всеми правилами проверки для текущей используемой программы. После этого оператору остается лишь внести необходимые правки, и программа готова для запуска. Для нестандартных компонентов существует библиотека правил проверки с «открытой структурой алгоритма» для различных компонентов, она позволяет создавать свои правила и редактировать текущие.

3D-инспекция

Технология 3D-инспекции уже стала неотъемлемой частью всех современных АОИ. Система X7056-II способна получать 3D-реконструкции поверхности печатных узлов с последующим их автоматическим измерением, анализом и поиском дефектов. Она может построить высокоточную 3D-модель инспектируемой поверхности. Далее в любой области 3D-модели можно построить профиль сечения, по которому система проведет автоматические измерения и сравнения с эталоном. По итогам сравнения будут выведены результаты о малейших отклонениях в форме и объеме галтелей, приподнятых выводах, смещениях и других возможных дефектах.

Кроме того, система реконструирует 3D-изображения по высоте с разрешением в 0,5 мкм. Это дает возможность с высокой достоверностью выявлять даже минимальные отклонения в пайке и точно оценивать объем припоя в



7

Снимки компонента на плате с угловых камер модуля XM

Т 2

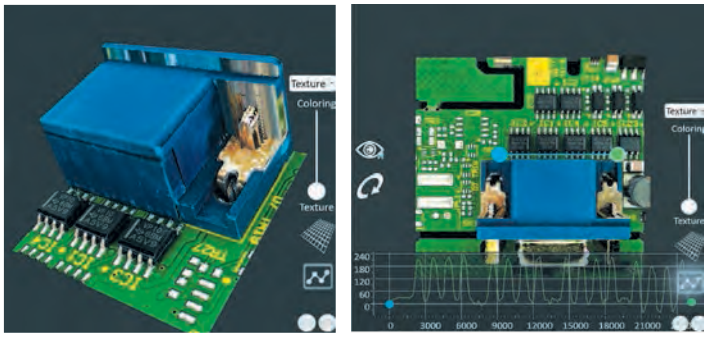
Ограничения технологий инспекции и их решения в X7056-II

СЕКЦИЯ	ОГРАНИЧЕНИЕ	РЕШЕНИЕ
АОИ	Теневые зоны	Угловые камеры 3D-инспекция
	Программирование и отладка	Встроенная библиотека Угловые камеры Библиотека алгоритмов
	Невозможность измерения высот на плате	3D-инспекция
	Невозможность определения формы галтели	3D-инспекция
	Невозможность инспекции боковых сторон компонентов	Угловые камеры 3D-инспекция
АРИ	Скорость инспекции	Закрытая трубка Выборочная инспекция Различные конфигурации детекторов Автоматический алгоритм выполнения
	Инспекция двухсторонних плат	Косоугольная томография «Planar CT»

галтелях паяных соединений. Использование же угловых камер в процессе реконструкции позволяет исключить так называемый «эффект водопада» на 3D-изображении, возникающий при использовании лишь верхней камеры, когда теряется информация о текстурах на боковых поверхностях компонентов. 3D-изображения, получаемые на системах АОИ Viscom, содержат максимум информации о компоненте, что полезно при анализе и верификации дефектов, например, при оценке корпуса компонента или возникновении проблем смачивания выводов.

Все особенности секций АРИ и АОИ системы X7056-II в рамках одной статьи рассмотреть невозможно, но даже все вышеописанное позволяет понять, что в данном оборудовании компания Viscom реализовала самые современные технологии и разработки в области инспекции.

Если вернуться немного назад и вспомнить те ограничения, которые свойственны системам рентгеновского контроля и АОИ, можно сделать вывод о том, что в X7056-II эти ограничения снимаются за счет используемых технологий.



8

Инспекция 3D-модели при плотном монтаже

Система X7056-II как единое целое – это функционально законченный высокотехнологичный комплекс, не пропускающий ни одного дефекта на производстве и создающий фундамент для построения на предприятии управляемой системы обеспечения качества.

Заключение

Даже неполный обзор технологий, приведенный в этой части статьи, показывает, насколько контроль качества в электронном производстве – многофакторная задача, к решению которой необходимо подходить комплексно. Повторим основные тезисы предлагаемого комплексного подхода:

- Система обеспечения качества на производстве – это комплекс мероприятий, охватывающий все виды производственной деятельности.
- Виды производственных дефектов делятся на три основные группы: конструкторские, дефекты комплектующих и технологические.
- Любое, даже не слишком существенное увеличение качества может принести предприятию миллионные выгоды.
- С учетом множества факторов, влияющих на качество и современные тенденции в конструировании печатных узлов, только совокупность оптического и рентгеновского контроля может дать уверенность в том, что с линии выходят изделия без дефектов.
- Для поддержания высокого уровня качества важно не только своевременное выявление дефектов, но и система, позволяющая предотвращать или устранять их на самой ранней стадии.

В продолжении статьи мы расскажем о системах предотвращения дефектов как части философии управления качеством производства.

МАЛЫЕ СЕРИИ И МАССОВЫЙ ПРОДУКТ В ОДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.

ВИЗИТ В АО «ПО «ЭЛЕКТРОПРИБОР»

Текст: **Владимир Мейлицев**

Цифровая экономика XXI века подразумевает внедрение информационно-коммуникационных технологий во все сферы жизни и деятельности общества. Для этих задач надо производить программный и аппаратный продукт, что требует подготовленных кадров и технологического оснащения, позволяющего выпускать приборы и системы необходимого технического уровня. Такие кадры, такое оснащение сегодня имеются на многих предприятиях отечественной электронной отрасли, созданных еще в 1960-е годы и позднее; но есть и проблема. Эти предприятия хорошо умеют производить сложные приборы и комплексы для работы в составе техники ответственного назначения – в тех областях, где международная кооперация всегда была в той или иной степени ограничена. И теперь стоит вопрос о распространении этих компетенций на транспорт, энергетику, коммунальную инфраструктуру, на системы для «Умного производства» и «Умного дома» – словом, на то, что включает в себя понятие «Четвертая промышленная революция».

Конверсия – ведь именно так называется комплекс мероприятий по переносу компетенций из какой-то сравнительно узкой области на другие, менее специальные и более массовые группы продукции, – пусть пока небыстро, начинает набирать обороты. Она представляет собой нетривиальный и весьма интересный процесс. Поэтому, узнав, что пензенское предприятие «Электроприбор» делает шаги в этом направлении и уже достигло некоторых результатов, мы поехали туда. Как это обычно бывает, разговор начался в кабинете руководителя – временного генерального директора АО «Производственное объединение «Электроприбор» Алексея Алексеевича Трошина.

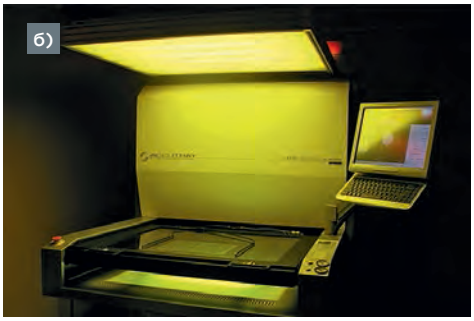
Алексей Алексеевич, как мы знаем, сегодня вы заканчиваете установку третьей автоматической линии поверхностного монтажа. Заводу «Электроприбор» уже более полувека, и начиналось всё, наверное, как у всех – с ручной пайки. Какой путь пройден предприятием за это время в плане технологического развития?

Наше предприятие создано в 1961 году. Базовая продукция, говоря обобщенно, – средства связи, как отдельные приборы, так и модули, устанавливаемые в системы заказчика, и законченные комплексы, в том числе базирующиеся на мобильных платформах. Техника, для монтажа которой достаточно простого паяльника, производилась примерно до середины 1990-х годов, а потом наступили качественные изменения. Мы производим то, что разработано в проектных организациях – в основном это институты концерна, в состав которого мы входим. А они стали применять импортные процессоры и другие микросхемы с малым шагом выводов. Примерно тогда же появились чип-компоненты с их совсем уж малыми габаритами, и в 1997 году мы поняли, что ручной монтаж больше не может нас удовлетворять.

Первым этапом технологического перевооружения стало приобретение ручных манипуляторов для компонентов поверхностного монтажа и печи оплавления производства НПП «Радуга». Нельзя сказать, что это оборудование решительно облегчило нашу работу. Мы долго осваивали его, приноравливались, но все равно получалось, что опытная монтажница спаяет плату быстрее, чем устанавливаются компоненты на манипуляторе. А монтажницы у нас были уникальные; мы даже организовали из них специальную бригаду, оснастив ее современными на тот момент паяльными станциями.

Алексей Трошин

Однако время шло, номенклатура увеличивалась со средним темпом 10 типов изделий в год, микросхемы с точки зрения монтажа становились всё более сложными, размеры чип-компонентов продолжали уменьшаться… Стало понятно, что без автоматической линии не обойтись, и в 2006 году с помощью наших партнеров из компании «Остек-СМТ» она была скомплектована, приобретена и установлена. Под линию выделили небольшое помещение из двух комнат, провели венти-



Производство печатных плат в ПО «Электроприбор»: а – станок лазерной резки и формирования отверстий Combi Drill компании Schmoll Maschinen (Германия); б – установка совмещения и экспонирования OLEC AT30 (США); в – линия проявления фоторезиста компании Wise (Италия); г – полуавтоматический ламинатор Automatic Lamination Technologies SA 3024 (Италия); д – установка травления компании PILL (Германия); е – прессовая система со сборкой пакета компании Lauffer

Сергей Казаков

ляцию, сделали полы с антистатическим покрытием, докупили два ремонтных центра – так у нас появился участок автоматического поверхностного монтажа.

Помнится, мы были очень впечатлены превосходством в скорости и качестве, которые показала автоматическая линия по сравнению с нашим прежним оборудованием. Конечно, была масса проблем, технологических «детских болезней», но все это было постепенно преодолено.

Сегодняшний цех не похож на маленький участок, о котором вы говорили…

По мере накопления опыта и роста объемов выпуска стало понятно, что надо развиваться дальше. Начали думать о работе для других предприятий, помимо наших основных заказчиков. Обосновали заявку, и по одной из федеральных целевых программ (ФЦП) был отремонтирован ранее законсервированный корпус. Два этажа в нем отвели под производство печатных плат и еще один – под монтаж и сборку электронных модулей и приборов. Весь технологический комплекс, разместившийся на трех этажах, мы называем контрактным производством – ведь, как уже говорилось, мы не разрабатываем приборы сами, а изготавливаем то, что нам закажут. Выходной продукт этого комплекса – функциональные модули с необходимыми силовыми деталями, радиаторами, экранами и т. п., которые будут установлены в шасси систем более высокого уровня, а также автономно используемые приборы в собственных корпусах.

Первая линия автоматического монтажа была перебазирована в новый корпус, затем купили и запустили вторую, а первую в это же время доукомплектовали еще одним установщиком. В прошлом году, в связи с организацией производства массового продукта – прибора контроля и учета расхода электроэнергии – определили конфигурацию и приступили к закупке третьей линии, значительно более производительной, чем две имеющиеся. Правда, на настоящий момент из ее состава введены только трафаретный принтер и два установщика, а печь конвекционного оплавления будет поставлена в первой декаде августа.

Репортаж проводился в июле 2018 года.

А почему так – частями?

Мы – приборный завод, выпускающий конечную продукцию. У нас есть и механическая обработка, и гальваника, и сборка больших систем на различного рода шасси, и мощная испытательная база – всё, вплоть до участка изготовления поставочной тары. Планирование капитальных вложений, их распределение по годам ведется в интересах всего предприятия, а не отдельно взятого цеха, так что иногда кому-то приходится подождать. И еще надо учесть непростые обстоятельства последних лет. Средства, вкладываемые в модернизацию, на 50% наши собственные, а остальные выделяются в рамках ФЦП. За три года, прошедшие с момента согласования ФЦП, по которой приобреталась третья линия, курс валюты заметно возрос, так что на печь попросту не хватило выделенных по программе денег. Получилось, что печь мы должны купить сами, а возможность выделить средства на это появилась только в бюджете текущего года.

Какова сегодня загрузка участка поверхностного монтажа?

Загрузка колеблется, но в среднем составляет 80–90% при двухсменной работе. Эта цифра относится к двум линиям. Третью, еще не доукомплектованную, мы пока в основном осваиваем, а плановую продукцию изготавливаем на ней эпизодически. Основная часть работы делается для предприятий концерна, есть и заказы от других компаний, работающих в Пензе. Доля последних сравнительно невелика, в пределах 25% от общего объема выпуска. Однако теперь, с получением заказа на выпуск приборов учета электричества, положение может заметно измениться. Как я уже сказал, во многом именно под эту задачу мы покупали третью линию автоматического монтажа; но, наверное, об этом вам лучше расскажут специалисты прямо на месте – в цеху.

После того, как мы переместились в цех, нашими собеседниками стали главный инженер контрактного производства Сергей Александрович Казаков и руководитель проектов ООО «Остек-СМТ» Артём Владимирович Сухочев.

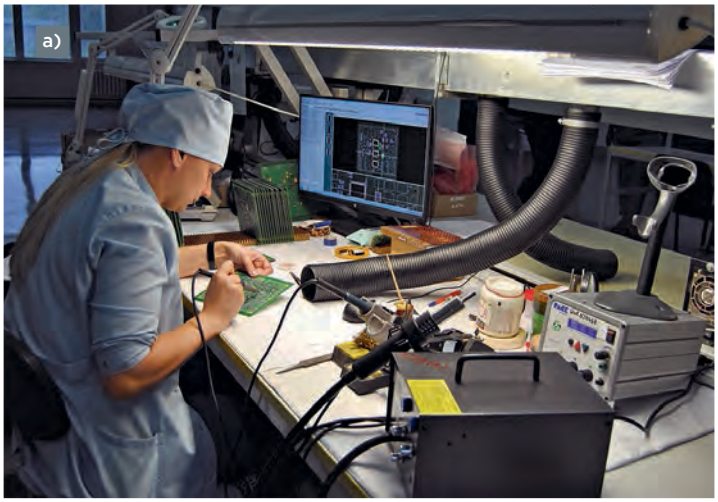
Сергей Александрович, давайте начнем с общих вопросов. Какова численность персонала, занятого в контрактном производстве? Как можно охарактеризовать вашу продукцию с точки зрения номенклатуры и объемов выпуска?

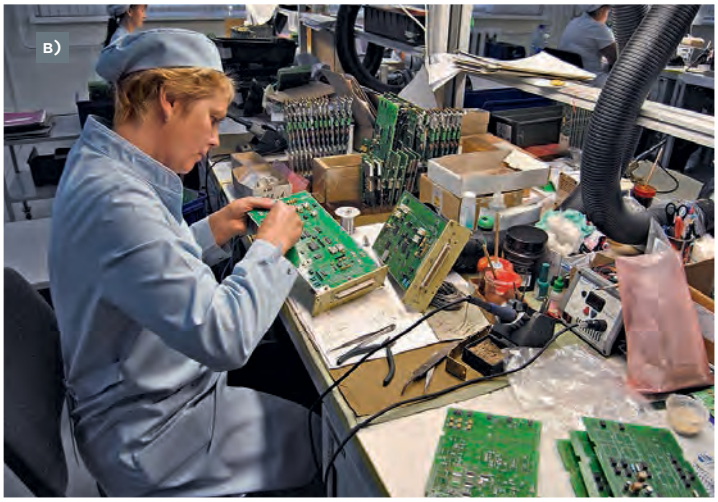
На сегодня численность персонала – 108 человек. Коллектив молодой, средний возраст – 36 лет. Что касается характера производства, то на данный момент он явно выраженный мелкосерийный многономенклатурный. Обычно в месяц мы собираем 15–20 видов изделий, в каждый из которых входит 4–5 разнотипных печатных узлов; причем многократный запуск одного и того же изделия в течение года бывает нечасто. Дополнительный вклад в номенклатурное разнообразие вносит еще один фактор: некоторые изделия выпускаются много лет, и за это время какие-то компоненты снимаются с производства. Разработчику приходится перепроектировать участок принципиальной схемы, а для контрактного производства это – новый продукт со всеми вытекающими последствиями, начиная с трафаретов для нанесения паяльной пасты и заканчивая режимом оплавления и программой электрических испытаний; фактически, требуется заново провести весь цикл подготовки производства.

Как бы то ни было, теперь мы готовимся к серьезным изменениям. Мы уже включились в производство продукции широкого применения – делаем ГЛОНАСС / GPS-треккеры для контроля целостности грузов, перевозимых в контейнерах и вагонах; а теперь на очереди приборы контроля и учета электроэнергии, и здесь уже можно говорить о серийности порядка миллиона штук в год.

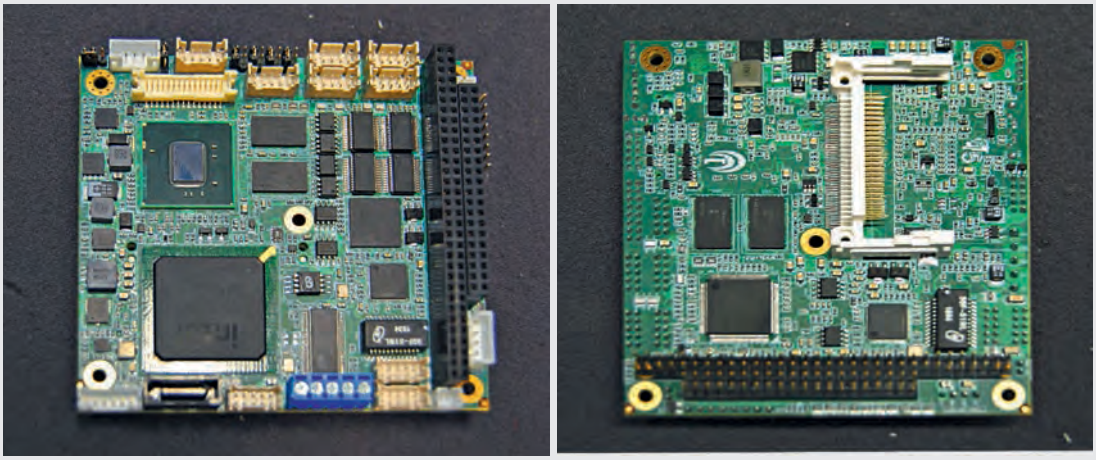
Вы рассчитываете на миллионные тиражи и уже закупили для этого высокопроизводительную линию поверхностного монтажа. На чем основана ваша уверенность в том, что эта продукция будет востребована?

В настоящее время ПАО «Россети» готовит новые требования к приборам учета расхода электроэнергии. Причем требования будут распространяться не только на вновь устанавливаемые приборы; предстоит заменить и те, которые уже эксплуатируются.





Участок ручного монтажа и слесарной сборки: а – рабочее место ремонта по результатам оптической инспекции; б, в – установка компонентов со штыревыми выводами; г – слесарная сборка



Одноплатный компьютер, верхняя и нижняя сторона

Можно себе представить, сколь велика емкость этого рынка. С масштабом рынка понятно; но ведь в него надо войти, закрепиться…

Заказчиком по приборам учета выступает компания из Зеленограда, с которой у нас уже есть опыт успешного партнерства. Да, предлагать свои изделия будет множество производителей, но только эта компания сама делает процессоры, устанавливаемые приборы учета собственной разработки. Отечественный процессор в массовом изделии гражданского назначения, которое, к тому же, является элементом современной информационно-управляющей инфраструктуры в таких значимых областях, как энергетика и коммунальное хозяйство… Думается, не надо объяснять, насколько важно такое преимущество в условиях курса на импортозамещение, в рамках минимизации воздействия санкционных ограничений. А еще это небольшой, но конкретный и очевидно полезный шаг на пути к инновационной экономике.

На какие подразделения делится цех по функциональному признаку?

В основном помещении этажа располагаются участки: поверхностного монтажа; ручного монтажа и слесарной сборки; контроля; комплексной настройки и регулировки; кроме того, в отдельном помещении расположен участок отмывки. В управлении и обеспечении производства заняты технологическая и экономическая службы, участок комплектации с локальным складом, производственно-диспетчерское бюро.

Характеристика уровня технологии поверхностного монтажа – класс точности используемых плат, минимальный размер компонента. Какие у вас показатели в этом плане?

Сегодня 90 % нашей продукции собирается на платах 5 класса точности, но уже в заметных количествах идет 6 класс, и его доля постоянно растет. Компоненты особо крупных размеров ставим вручную, наши автоматы допускают установку микросхем габаритами в горизонтальной плоскости до 56 х 56 мм и высотой до 28 мм. На другом конце размерной шкалы – массово используем типоразмер 0402, можем ставить и 01005 – в частности, такие компоненты входят в комплектацию выпускаемого нами одноплатного компьютера.

Автоматическая линия поверхностного монтажа с установщиками компании Samsung, работающая с 2006 года

Линия с каплеструйным принтером и установщиком компании MYDATA, вид со стороны печи оплавления

Вторая линия автоматической сборки: а – загрузчик и каплеструйный принтер MY500; б – сборочный автомат MY100DX с боковым загрузчиком из поддонов; в – конвейер с тыльной стороны сборочного автомата

Этот компьютер – достаточно интересное устройство; сейчас в производстве уже третье поколение этой разработки. Впервые мы его изготовили по одному из заказов на продукцию коммерческого назначения, теперь же он выступает как отдельный готовый продукт. На него выпущены Технические условия, BIOS сертифицирован, проведен цикл испытаний на работу в жестких условиях внешней среды, и его стали заказывать у нас различные организации, в том числе и те, которые занимаются техникой ответственного применения.

Данная разработка – удачный, перспективный продукт. Для нас же она стала заметным явлением по другой причине, чисто производственной. В перечне элементов этого устройства – порядка 200 типономиналов, из них около 80 – чипы 0201 и 01005. Заказ надо было выполнить быстро, а нужного количества соответствующих питателей у нас не было. Пришлось собирать одноплатник с четырьмя перезарядками питателей – по две на верхнюю и нижнюю стороны. Потом мы докупили питатели и немало – несколько десятков.

Вот теперь мы, наконец, подошли к техническому оснащению участка поверхностного монтажа. Давайте поговорим о составе ваших линий.

Первая сборочная линия, поставленная ООО «Остек-СМТ» в 2006 году, включает принтер DEK HORIZON03I, автоматы-установщики Samsung SM421 и SM451 (с последним работает боковой питатель из поддонов), печь оплавления конвекционного типа ERSA Hotflow 2/12.

В соответствии с характером нашего производства мы в то время не стремились к достижению высокой производительности, и поначалу в линии был только один установщик – SM421 с максимальным быстродействием 21 тыс. компонентов в час. По той же причине мы удовлетворились конвекционной печью ERSA Hotflow с шестью зонами нагрева / охлаждения. И дооснащение машиной SM451 с максимальной скоростью установки 8,5 тыс. компонентов в час на чипах 0603 и 4–7 тыс. на микросхемах не дало принципиального увеличения производительности линии. Но оно и делалось не для этого; мы хотели расширить возможности автоматической линии, придав ей способность установки комплектующих сложной формы, большого размера. Для этого и был выбран автомат SM451, укомплектованный четырехшпиндельной монтажной головой, которая может оперировать механическими захватами – грипперами.

Для своего времени линия была одной из самых передовых в отечественной электронной промышленности, она позволяла совместить высокую гибкость в работе с хорошей – тоже, конечно, для того времени, – скоростью монтажа. Точностных характеристик этой линии и по сей день хватает, чтобы работать со всеми серийными изделиями.

На первой линии упор был сделан на универсальность по компонентам. А какая цель ставилась при формировании облика второй линии?

Эта линия собрана на основе автомата установки компонентов производства компании MYDATA. При ее комплектации мы хотели расширить возможности производства в плане изготовления единичных и экспериментальных изделий. Установщик MYDATA MY100 оснащен агрегатом поперечной подачи плат, их загрузка производится с внешнего конвейера, не проходящего через рабочую зону самой машины, а смонтированного за пределами ее основного объема с тыльной стороны. Направляющие конвейера могут раздвигаться, адаптируясь под плату большой ширины – это важное достоинство в условиях, когда неизвестно, с какой конструкцией мы встретимся в следующем заказе. Повышению гибкости способствует также применение каплеструйного принтера, позволяющее сократить цикл технологической подготовки за счет отсутствия необходимости заказа трафаретов. А для оплавления паяльной пасты мы выбрали парофазную систему; для нас была важна ее способность с гарантированным качеством паять узлы, в которые установлены компоненты с большой теплоемкостью.

Итак, первая линия знаменует переход от ручного монтажа к автоматизированному, вторая – рост гибкости производства, наконец,

Артём Сухочев

Высокопроизводительная сборочная линия, устанавливаемая компанией «Остек-СМТ» на контрактном производстве ПО «Электроприбор». На день посещения завода она заканчивалась конвейером, ведущим к системе оплавления

третья – достижение мощности контрактного производства, достаточной для выпуска массового продукта. Что же вошло в состав третьей линии?

А. Сухочев: Основу третьей линии составляют два установщика компании Samsung последнего поколения – SM471 Plus и SM481 Plus. Платы в них подаются из трафаретного принтера EKRA X5 Professional, для оплавления паяльной пасты закуплена конвекционная система ERSA Hotflow 4/26 с 13 зонами нагрева и четырьмя – охлаждения. Автомат установки компонентов SM471 Plus на данный момент является самым быстрым установщиком компонентов из 400-й серии. Имеет две монтажные головы с 10 шпинделями каждая, передвигающиеся по отдельным балкам и работающие, как правило, с базой питателей со своей стороны машины. Это типичный чип-шутер, система технического зрения смонтирована на головах, так что распознавание и центрирование компонентов всегда производится «на лету», что позволяет достичь производительности до 78 тыс. компонентов в час.

Новая линия крупным планом:

а – принтер EKRA X5 Professional;

б – автомат установки компонентов Samsung SM471 Plus;

в – две 10-шпиндельные монтажные головы автомата SM471 Plus;

г – рабочая зона однопортального SM481 Plus. В нижней части кадра видна стационарная камера для распознавания крупноразмерных компонентов

Смена питателей в старых и новых автоматах Samsung: а – подкатные тележки для SM421 и SM451; б – сменные базы питателей для SM471 Plus и SM481 Plus; в – за подкатной тележкой можно видеть сменную базу, подключенную к установщику SM481 Plus

Установщик имеет двухсегментный конвейер и поперечно передвигающийся шаттл, раздающий на сегменты платы, пришедшие из принтера, и собирающий их в один поток для передачи в систему оплавления. Такое решение позволяет либо собирать одновременно две платы разными порталами, либо одну большую – двумя порталами одновременно. В случае, когда номенклатура компонентов электронного узла очень велика, любая из монтажных голов может брать компоненты как из передней, так и из задней базы питателей, устанавливая их на собираемые платы поочередно. Диапазон компонентов – от чипов типоразмера 01005 до микросхем с габаритами 14 x 14 x 12 мм.

SM481 Plus – однопортальная, одноконвейерная машина с такой же 10-шпиндельной головой, как SM471. Скорость сборки меньше – до 40 тыс. компонентов в час, но зато он оснащен неподвижной камерой, позволяющей оперировать компонентами длиной до 42 мм и высотой до 15 мм.

Выбор системы оплавления обусловлен необходимостью сочетать в одной установке большую производительность и высокое качество пайки. 13 зон нагрева позволяют построить плавный температурный профиль и избежать термоудара даже при быстром движении конвейера внутри печи, соответствующем темпу установки компонентов высокопроизводительными автоматами SM471 и SM481.

Немаловажны были и экономические соображения. Парофазная система второй линии тоже дает высокое качество пайки. Но одна поставочная емкость специальной жидкости, при нагревании которой и образуется паровая фаза, стоит около тысячи евро, а мы используем за год порядка 30 таких емкостей. Понятно, что система сопоставимой стоимости, которая не требует столь дорогого расходного материала и при этом дает сходное качество пайки, будет правильным решением.

Для многономенклатурного производства очень важна возможность быстрой переналадки линии с одного изделия на другое. Как вы решаете этот вопрос?

С. Казаков: В первые годы существования контрактного производства мы не придавали большого значения скорости переналадки, вся механизация в части смены питателей, которая была предусмотрена для SM421 и SM451, ограничивалась подкатными тележками, на которых удобно подвозить питатели всем комплектом для одной стороны установщика; а вставлять их в гнезда надо вручную, по одному.

Для новой линии мы приобрели сменные базы питателей. База – это тоже тележка, однако она подключается целиком, одной операцией. Еще одно преимущество: база снаряжается на отдельном рабочем месте и сразу программируется и проверяется. Так исключаются ошибки, случающиеся порой при поочередном подключении питателей, доставленных на подкатной тележке. Такие ошибки тем неприятнее, что у нас имеется значительный парк питателей старого образца, неинтеллектуальных. Они не позволяют привязать типономинал компонента к конкретному питателю; в результате о неверном подключении становится известно только по результатам оптического или электрического контроля, и это уже не маленькое осложнение, а большой объем ремонтных работ.

Ни в одной из линий у вас не стоит автоматическая оптическая инспекция (АОИ). Почему?

Мы пробовали поставить инспекцию в линию – и быстро от этого отказались. АОИ в составе линии хороша там, где идут большие серии однотипной продукции. А при нашей многономенклатурности она очень сильно, недопустимо тормозит процесс. Поэтому у нас две АОИ стоят на участке контроля, и мы относим туда собранные платы комплектами. В результате получаем комфортный режим работы: серии у нас маленькие, но по большинству изделий они периодически повторяются годами, поэтому программы инспекции отработаны и не выдают чрезмерного количества ложных срабатываний.

Вы сказали про участок контроля. Чем еще он оснащен?

Оптических инспекций у нас две. Первая, Orbotech Vantage S22, поставлена по контракту с «Остек-СМТ» 2008 года. Машина и по сей день выполняет свои функции, но ввиду появления новых возможностей последнего поколения оптических систем планируем заменить ее в будущем. Готовясь к этой замене, часть программ с Vantage S22 мы уже перенесли на вторую АОИ – производства компании Koh Young. Кроме двух АОИ имеется

Участок контроля:
а – АОИ Orbotech Vantage S22;
б – рабочая зона внутрисхемного тестера с «летающими щупами» компании Seica (четыре щупа);
в – печатный узел прибора учета и контроля электроэнергии и оборудование стенда, на котором он проверяется. Подключение к компьютеру не требуется, вся необходимая электроника оформлена в виде компактного блока (на фото – справа);
г – «ложе гвоздей» крупным планом

система рентгеновской инспекции и автоматический внутрисхемный тестер с «летающими щупами». Он, как и АОИ, тоже уже далеко не новый, и мы будем подбирать ему замену – надеюсь, «Остек-СМТ» поможет нам и с ним.

Помимо этого набора оборудования, фактически, обязательного для серьезного контрактного производителя, на участке организована группа рабочих мест электрического контроля печатного узла прибора учета электроэнергии, для которого закуплена третья линия поверхностного монтажа. Поскольку предполагается массовое производство этого изделия, разработчик создал для его контроля специальный проверочный стенд с адаптером типа «ложе гвоздей», который, как известно, обеспечивает многократное увеличение скорости тестирования по сравнению с установкой с «летающими щупами». В случае положительного результата теста процесс завершается записью в память прибора штатной исполнительной программы. Полная функциональная проверка, калибровка и поверка осуществляются после окончательной сборки прибора в другом подразделении, имеющем аттестат аккредитации на право проведения таких работ.

Вернемся к поверхностному монтажу. Чем обусловлено ваше решение при комплектации третьей линии опять обратиться к оборудованию Samsung?

Безусловно, рассматривалось несколько вариантов закупки оборудования у разных производителей. Выбирая установщики Samsung, мы имели в виду перспективу изготовления прибора учета сразу на двух линиях с максимально возможной унификацией по комплектующим – питателям, технологической оснастке и т. п., а также по программному обеспечению и расходным материалам. Выбор же техники другого производителя неизбежно вел к росту объема инвестиций в требуемое увеличение масштаба производства из-за затрат на необходимые дополнительные комплектующие, на разработку второго комплекта исполнительных программ для станков в линии. К тому же оба установщика Samsung показали себя практически безотказными «рабочими лошадками», не требующими особенно пристального ухода, затраты на их содержание сравнительно невелики. Немаловажным фактором стала и возможность подключения системы диспетчеризации и контроля эффективности использования оборудования не только к новой линии, но и к одной из уже имеющихся.

Однако выбор Samsung в качестве производителя еще не означает обязательного выбора «Остек-СМТ» в качестве поставщика…

Эта компания предложила нам наиболее сбалансированный вариант линии по составу и комплектации входящих в нее машин, наилучшим образом подходящий для того типа продукции и объема выпуска,

который нам предстоит освоить. Но это еще не всё; в дальнейшем мы планируем совместно провести ряд мероприятий по повышению эффективности производства с применением элементов концепции цифрового производства.

Мероприятия, ориентированные на концепцию цифрового производства… Можно ли сказать о них несколько слов?

А. Сухочев: При запуске новой линии будет сделан первый шаг, направленный на автоматизацию диспетчерских задач на участке поверхностного монтажа. Эта функция будет реализована на базе программно-аналитического комплекса «Умная линия», который мы показывали на выставке «ЭлектронТехЭкспо». Кроме того, будет внедрена синхронизация и балансировка линий Samsung. Суть этой задачи состоит в следующем.

С одной стороны, мы имеем две линии с разной производительностью: у одной менее 30 тыс. компонентов в час, у другой – до 118 тыс. С другой стороны, к изготовлению запланированы несколько заказов, в каждый из которых входят 2–3 печатных узла, различающихся по сложности, составу компонентов, величине партии, степени срочности заказа. Необходимо «разложить» работу на четыре автомата в двух линиях таким образом, чтобы минимизировать, а лучше – свести к нулю простои оборудования. В этой задаче много переменных. Как лучше расположить во времени рабочего дня периоды зарядки питателей и сборки на той или другой линии? Как исключить задержки из-за отсутствия питателя с компонентом, нужным в данный момент в данном автомате? Как учесть такой ресурс, как питатели с содержимым, не использованным до конца в предыдущем цикле сборки?

Есть еще множество подобных вопросов, и их оптимальное решение и есть та задача, которую мы называем балансировкой процесса в двух линиях. Ее решением занимается программа, являющаяся одной из важнейших составляющих системы диспетчеризации процесса сборки.

Балансировка производится заранее на отдельных рабочих местах – тех же, где пишутся управляющие программы для машин сборочной линии. Такую работу в принципе возможно сделать только благодаря тому, что основу линий составляет оборудование одного производителя.

Следующим шагом будет реализация функции «Умной линии», позволяющей контролировать загрузку оборудования. Это уже выход на следующий уровень управления – тот, где анализируется эффективность производства и возможные пути ее повышения.

Сергей Александрович, что вы можете сказать о достоинствах «Остек-СМТ» как партнера по реализации крупных долгосрочных проектов?

Постановка дела в этой компании отличается одной особенностью, которая не встречалась мне в других организациях: за проект, за взаимодействие с заводом отвечает один человек. Это очень важно в практической деятельности. Ведь вопросы возникают самые разные: по комплектующим и расходным материалам, по сервисному обслуживанию и технической документации, по неисправностям оборудования и технологическим проблемам. Представьте себе, что по каждому такому вопросу нужно общаться с отдельным специалистом, а сначала надо еще найти его через секретаря директора или какого-то другого сотрудника…

А в «Остек-СМТ» – что бы ни понадобилось, звонишь или пишешь в один адрес, в нашем случае – Артёму Владимировичу. И через небольшое время получаешь ответный звонок; говорит незнакомый человек, но именно тот, кто может и должен решать твою проблему. Привлекает также отсутствие избыточной формализации. После того, как установлен официальный контакт – без этого, конечно, нельзя, – деловые коммуникации на уровне специалистов идут без руководящих указаний или бюрократических процедур. Сервисные инженеры, программисты, технологи общаются между собой напрямую, не вовлекая без нужды начальство в решение текущих вопросов.

Артём Владимирович, а что вы отметили бы из опыта совместной работы с представителями завода «Электроприбор»?

Очень импонирует системный подход, который проявляют специалисты и руководители контрактного производства. Они умеют четко и полно сформулировать задачу и хорошо ориентируются в подходах к ее решению, так что всегда могут предложить свой вариант, который берется в совместное обсуждение для окончательной отработки всех подробностей. Это говорит о высоком уровне профессионализма, понимания специфики производства и, шире, компетентности в своей области деятельности. Именно в таких условиях создаются проекты, полноценно решающие поставленную задачу и не требующие при этом излишне масштабных инвестиций. И наоборот, когда заказчик не может грамотно объяснить свои потребности или недостаточно осведомлен о возможностях оборудования, которое намерен использовать, – тогда возникают накладки, способные перерасти в очень серьезные проблемы при реализации проекта. Такие случаи были…

А еще – с «Электроприбором» просто интересно работать. Постоянно приходится сталкиваться с новыми задачами. Разработчики делают свое дело, изделия усложняются, а технологии поверхностного монтажа в значительной степени устоялись, больших прорывов ждать не приходится; да и не будешь же покупать новую машину под каждую следующую разработку. Надо обеспечивать производство, оставаясь в рамках имеющихся ресурсов, и поиски выхода порой приводят к очень нетривиальным решениям. Такая работа постоянно держит в хорошем тонусе, и это приятно.

Спасибо за интересный рассказ!

ИСТОЧНИКИ СТАНДАРТОВ ИСПЫТАНИЙ HALT ДЛЯ РОССИЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Текст: **Анатолий Лютов**

После публикации статьи «Испытай меня, если сможешь. Обзор комбинированных установок Qualmark»[1] мы получили вопросы от читателей: по каким стандартам проводятся ускоренные испытания? Каким образом этот вопрос решается в мире?

Мы обратились к мировой практике и расскажем о стандартах, на основе которых проводят испытания своей продукции такие компании как Dell, General Motors и Airbus.

[1] Журнал «Вектор высоких технологий» № 4 (33) июль 2017

Все новые технологии, тренды, инструменты и изобретения в области высоких технологий приходят к нам из Европы, Америки и Азии. Та же ситуация и с бизнесом. Если считается, что изобретено что-то новое, и в нашем мире чего-то нет, то чаще всего разработчик плохо искал и анализировал данные. Поэтому, если в России не применяются установленные стандарты HALT-испытаний, то это не значит, что их не существует. Международные стандарты HALT-испытаний широко внедряются внутри корпораций, занимающихся производством потребительской электроники, автомобилей, самолетов и других приборов.

На примере известных компаний мы рассмотрим, какой подход они применяют к ускоренным испытаниям.

Компания Dell (производство компьютеров)

Dell Technologies – крупнейшая американская корпорация по производству компьютеров. Чтобы поддерживать высокое качество материнских плат в ноутбуках, Dell в середине 90-х годов прошлого столетия оснастил свой испытательный центр установками ускоренных испытаний Qualmark (рис 1).

Как и российские производители электроники, американские испытатели столкнулись с проблемой отсутствия стандартов. Чтобы восполнить этот пробел, нужно было самостоятельно сформулировать и подготовить внутриотраслевой стандарт по этим испытаниям.

Элементы стандарта:

- Кадровый состав для испытаний HALT. Вовлеченность всех отделов, ответственных за изготовление продукта.
- Требования к климатическим испытаниям (диапазон температур).
- Требования к виброиспытаниям (диапазон ускорений).
- Схема монтажа испытуемого образца.
- Требования по функциональным испытаниям.
- Термические испытания на воздействия ступенчатых нагрузок.
- Вибрационные испытания на воздействия ступенчатых нагрузок.
- Мероприятия, проведенные после HALT-теста.
- Подготовка к проведению HASS/HASA-испытаний.
- Подготовка к HASA-тестам.

Эти испытания завершаются при верхнем или нижнем пределе температуры, если до этого изделие не вышло из строя. Комбинированные испытания температуры и вибрации проводятся согласно графику на рис 2. На нем представлен один цикл испытаний. Цикл начинается с линейного увеличения температуры при н. у. Количество циклов, последовательное включение/выключение и другие параметры испытаний должны быть определены в зависимости от типа ожидаемых отказов. Количество циклов испытаний изделий – 50.

1

Установки ускоренных испытаний Qualmark в испытательном центре Dell

После испытаний выполняется контроль изделий:

- визуальный контроль в течение испытаний (совместно с инженером по надежности).
- контроль паяного соединения и такого дефекта, как расслаивание, при помощи акустического микроскопа.

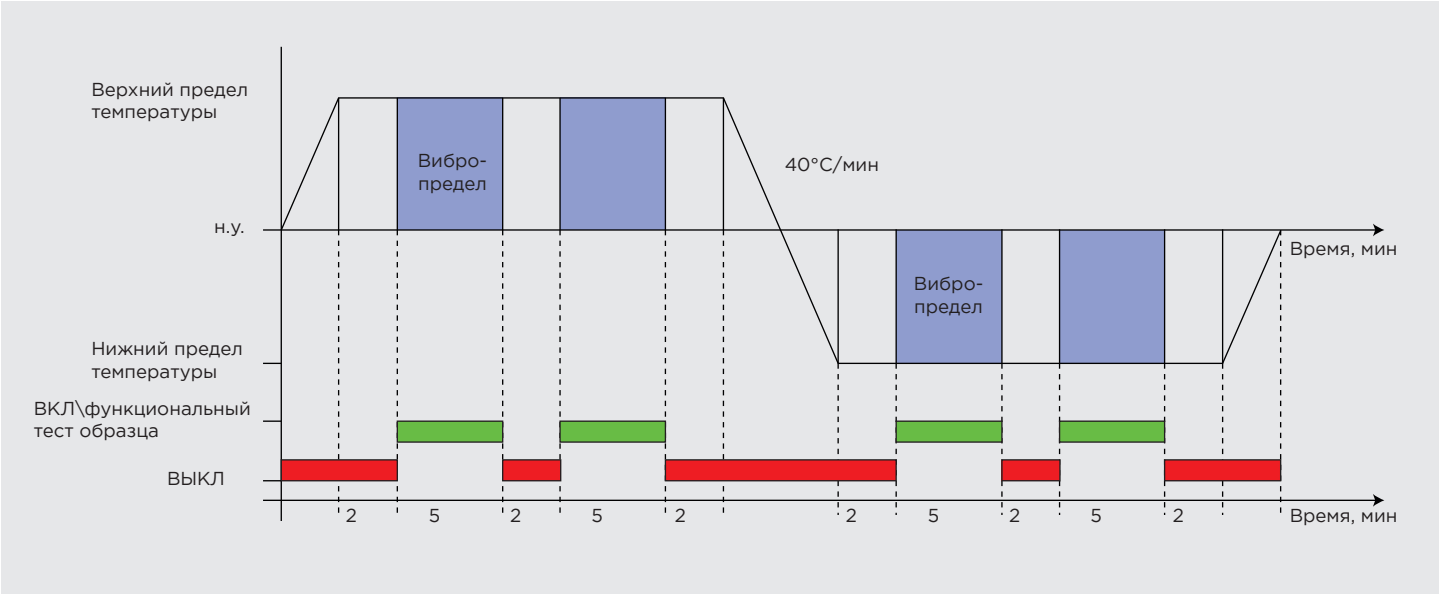
Итоги проведения HALT-тестов

- Механические испытания принтеров.
  Перед запуском нового продукта и выходом на рынок Dell внедрил «программу надежности», основанную на HALT-испытаниях. Благодаря проведенным тестам удалось обнаружить и устранить дефекты пластмассовой конструкции принтера.
- Испытания материнских плат.
  Инженеры по надежности выявили проблемы при испытании на сверхнизких температурах из-за отсутствия прочных компонентов набора микросхем.
- Механические испытания соединений (коннекторов).

Т 1

Типовой режим HALT-испытаний (компания Dell Technologies)

ИСПЫТАНИЯ	ШАГ НАГРУЗКИ	НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ	ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ
Термические испытания на воздействия ступенчатых нагрузок	10 °C	-60 °C	+95 °C
Вибрационные испытания на воздействия ступенчатых нагрузок	5 Grms	10 Grms	50 Grms



2

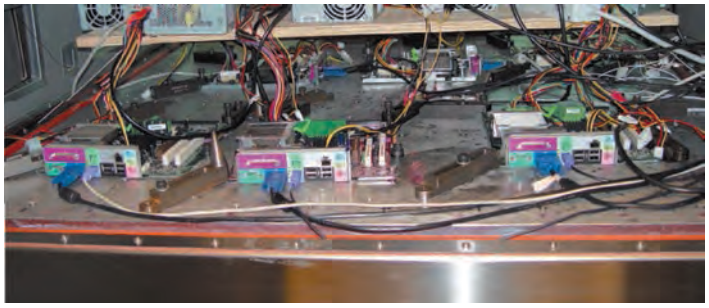
Комбинированные циклы испытаний

Проведен редизайн конструкции коннекторов ноутбука из-за низкого уровня номинальной силы, зафиксированной при ускоренных испытаниях.

- Карты памяти RAM.
  Изменен дизайн посадочного механизма из-за выявленного дефекта при механических испытаниях.
- Корродированные контакты на диске.
  Поставщик заменил коррозионные материалы, из-за которых изделие переставало функционировать в процессе HALT-испытаний.
- Дефект генератора – замена компонента поставщиком, закупка нового компонента.

Все это – благодаря HALT-испытаниям (рис 3).
По коммерческим соображениям температуры, уровни вибраций и прочие данные компанией Dell не были представлены во внутреннем документе.

Резюме: *представлен общий подход к проведению испытаний. Указано количество циклов для проведения HALT-теста.*



3

Установки ускоренных испытаний Qualmark в испытательном центре Dell

Компания Airbus (авиастроение)

Во внутреннем стандарте компании Airbus описан регламент и порядок проведения испытаний. Стандарт разделен на три основных раздела:

- Планирование.
- Проведение процедуры HALT.
- Пост HALT-рекомендации.

Планирование включает следующие этапы:

- определение тестовых рекомендаций HALT, описание минимальных достижимых температур, определение дополнительных характерных тестов;
- формирование требований по функциональному тесту изделий;
- определение метода фиксации изделия;
- описание компонентов продукта, их расположение и мониторинг термопар и акселерометров;
- обзор результатов HALT-теста.

Интересны специфические тесты, которые также описываются в стандарте Airbus.

Испытания электрических изделий:

- цикличное включение/выключение электрического прибора;
- граничные частоты и напряжение переменного тока;
- предел изменения постоянного напряжения;
- другие виды тестов.

Гидромеханические испытания изделий:

- термоциклирование в жидкой среде в диапазоне -80 °С/+200 °С;
- испытание на загрязненность жидкости по классу 10 (NAS1638);
- гидравлическое давление в диапазоне от 30 до 50 %;

- пульсовое колебание давления (по спецификации);
- механические испытания с увеличенными перегрузками (Grms).

Перейдем к основным методам HALT-теста.

Ступенчатое нагружение температуры

- Испытание начинается при температуре окружающей среды (от 20 до 30 °C).
- Шаг температуры составляет макс. 10 °C.
- Время выдержки 10 минут после стабилизации температуры при установившемся режиме. Сразу после выдержки необходимо провести полный функциональный тест изделия.
- Ступенчатое нагружение температуры продолжается до тех пор, пока камера не достигнет максимума. Эксплуатационный предел должен превышать рабочие характеристики по спецификации. Если камера достигла предельных значений температур, а изделие не вышло из строя, то необходимо расширить период максимального нагружения температуры и сформировать максимальную накопленную усталость при циклических нагрузках.

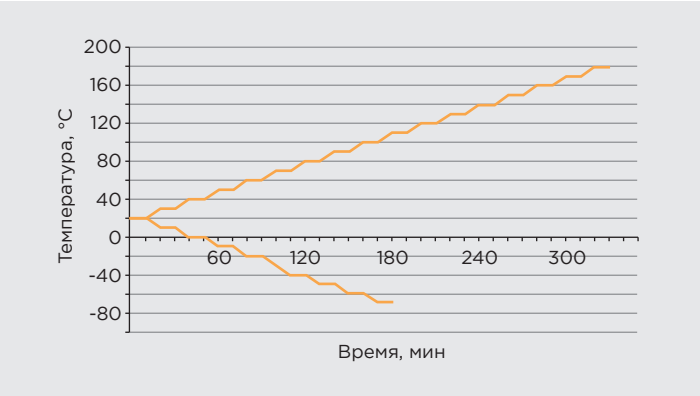
При ступенчатом нагружении температуры (рис 4) определяются верхний и нижний пределы температуры.

Ускоренные температурные циклические испытания при быстрой скорости нагрева/охлаждения

Минимум три термоцикла до разрушения изделия. Термоиспытания проводят при максимально возможной скорости изменения температуры. Диапазон колебаний температур в верхней и нижней зоне – не более ±5 °C. Время выдержки должно составлять не менее 5 минут после стабилизации испытуемого образца в установленной температурной зоне. Функциональный тест изделий проводится периодически во время испытаний. Если это возможно, необходимо определить чувствительные к температуре элементы. При возникновении отказа нужно провести оценку и выявить причину. Если изделие выдерживает тест, то испытание необходимо продолжить для формирования максимальной накопленной усталости при циклическом нагружении (рис 5).

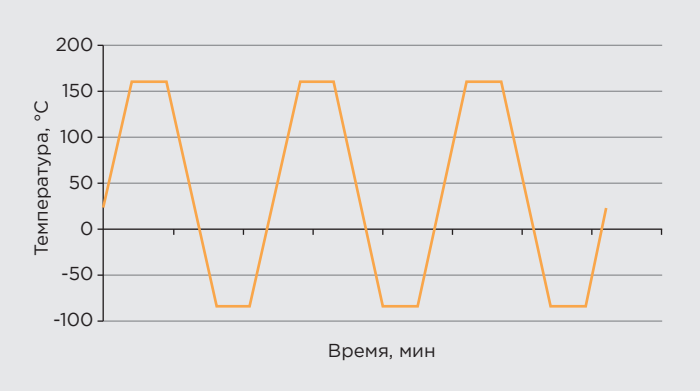
Вибрационные испытания на воздействие ступенчатых нагрузок

Виброиспытания (рис 6) начинаются при ускорениях от 1 до 10 Grms (5 Grms – рекомендация), при частотах от 2 до 2000 Гц. Шаг увеличения нагрузок от 10 Grms (5 Grms – рекомендация). После завершения выдержки проводится функциональный тест. Время выдержки на каждом уровне составляет 10 минут. Функциональный тест производят после 10-минутной выдержки, таким образом, общее время складывается из времени, затраченного на функциональное тестирование образца, и времени выдержки. Нужно учитывать, что функциональный тест выполняют через один шаг. Виброиспытания проводят до определения эксплуатационных пределов изделия.



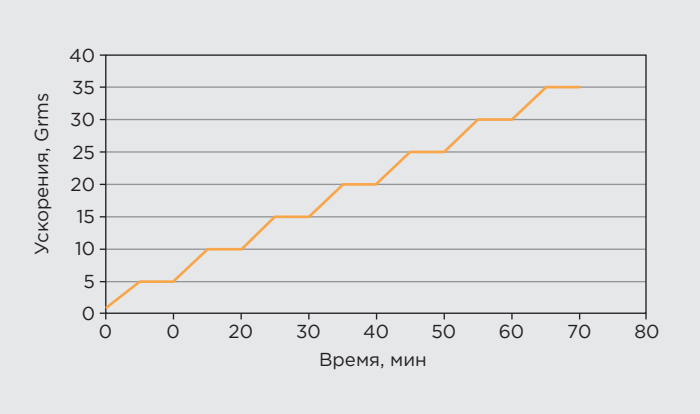
4

График ступенчатого нагружения температуры



5

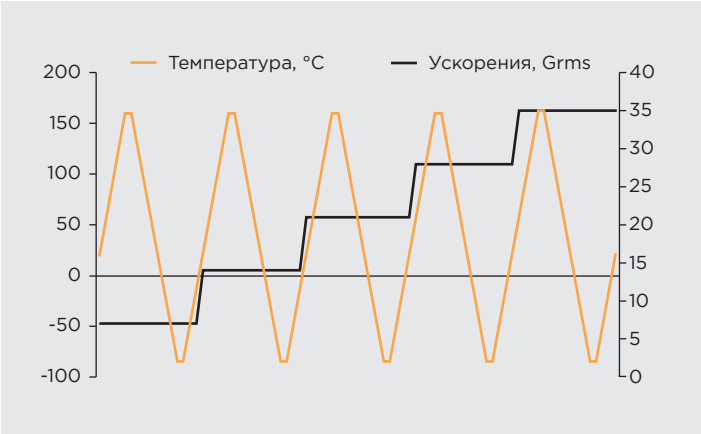
Ускоренные температурные циклические испытания



6

График виброиспытаний на воздействие ступенчатых нагрузок

При ступенчатом нагружении определяют верхний предел вибрации (UVOL). При отказе изделия устанавливают причины отказа, если изделие еще работает – то тест продолжается. Если при максимальных нагрузках изделие продолжает свою работу, то увеличивается время выдержки при максимальных уровнях нагружения для достижения максимальной усталости объекта испытаний.



7

График комбинированных испытаний

Комбинированные испытания

Минимальное количество проводимых комбинированных испытаний – пять. Комбинированный профиль испытаний – это циклическое изменение температуры в предельном диапазоне (рис 7). Минимальное время выдержки составляет 10 минут.

Для виброиспытаний должно быть выполнено не менее пяти циклов. Чтобы определить, с каким периодом проходят испытания, необходимо поделить заданный диапазон как минимум на пять частей. Так мы получим шаг проводимых испытаний. На первом и последнем шаге также необходимо провести испытания.

Функциональный тест проводится во время выдержки изделия. Время выдержки может быть расширено для проведения полного функционального теста. Функциональный тест должен проводиться на каждом шаге испытаний, особенно при заключительном тесте при последней 10-минутной выдержке.

Определение разрушающих пределов

- Если нижний предел разрушения изделия лежит за диапазоном температур, то необходимость в его определении отпадает.
- Предел разрушения по вибронагрузкам достигнут в том случае, если изделие не может функционировать после снижения к предыдущему вибрационному уровню.
- Если изделие после очередного повышения температуры не включается, а при понижении температуры функционирует, то достигнут эксплуатационный предел.
- Если изделие не включается и при понижении температуры, то достигнут предел разрушения изделия.

Испытания на этом шаге не заканчиваются. Продолжается аналитическая работа.

1. ***Результаты тестов и их архивирование***

   Характеристики изделий, которые фиксируют после HALT-теста:
   - верхний эксплуатационный предел изделия;
   - нижний эксплуатационный предел изделия;
   - верхний эксплуатационный предел вибрации изделия;
   - верхний предел разрушения вибрации изделия;
   - верхний предел разрушения изделия;
   - нижний предел разрушения изделия;
   - анализ причин неполадок в работе изделия;
   - внедренные корректирующие мероприятия.

2. ***Пост HALT-рекомендации***
   - Анализ причин неполадок в работе изделия.
   - Анализ неисправностей.
   - Трекинг HALT.
   - Корректирующие действия.
   - Проверка достоверности HALT.

3. ***Изменения, вносимые в продукт***

Резюме: *представлена полноценная методика HALT-испытаний. Пошагово определены алгоритмы и методы испытаний, представлены графики. Даны принципы и подходы по документированию результатов, их анализу и хранению. Описаны определения разрушающих пределов изделий. Дополнительно рекомендованы специфические тесты в зависимости от среды применения изделий.*

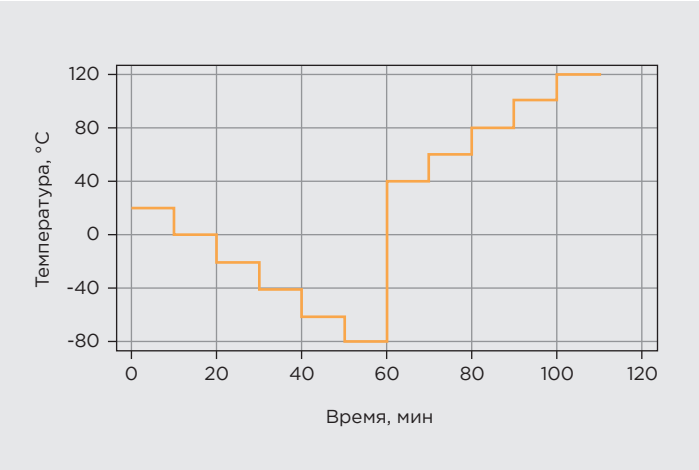
Компания General Motors (автомобилестроение)

Рассмотрим стандарт General Motors и изучим подход компании к проведению HALT-теста. Так же как и в компании Airbus, здесь реализован внутренний стандарт по проведению HALT-испытаний. Фундаментальная разбивка на три раздела, описанная в предыдущем примере, также применяется и во внутреннем стандарте GM. Но алгоритмы и методы испытаний отличаются.

Ступенчатое нагружение температуры

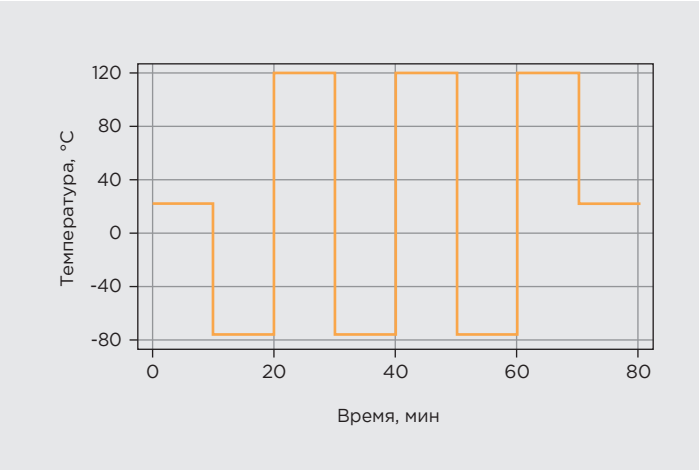
Температурные испытания (рис 8) начинаются при температуре окружающей среды (диапазон +20...+30 °C). Максимальное значение температуры должно быть определено перед испытаниями на основе фазовых изменений материала в продукте. Все пластиковые детали необходимо снять, чтобы управляющие платы и электроника достигли максимальных температур при испытаниях, а также чтобы избежать ложных отказов. Шаг при температурных испытаниях обычно составляет 10 °C, он может быть увеличен до 20 °C в зависимости от ТУ на изделие.

Выдержка температуры должна быть достаточной для полной стабилизации процесса. Время выдержки колеблется от 5 до 15 минут после стабилизации образца на установленной температуре, оно контролируется термопарой на образце. Полный функциональный тест изделия проводится сразу после выдержки образца, а также возможен во время этого процесса. Ступенчатое нагружение темпе-



8

Температурные испытания



9

Ускоренные температурные испытания

ратуры продолжается до тех пор, пока не будет выявлен эксплуатационный температурный предел образца или камера не достигнет максимальной температуры. Важно: определение пределов разрушения не проводится, если изделие редкое или дорогое. Эту операцию можно выполнить позднее, когда продукт станет общедоступным и цена на образец снизится.

Ускоренные температурные испытания

Минимальное требуемое количество термоциклов – три или до того момента, как будут определены ошибки разрушения образца. Тепловой переход от максимальной к минимальной температуре должен происходить при максимальной скорости изменения. Независимо от физических свойств материала этот тест необходим, поскольку при циклическом воздействии температур (рис 9) циклы могут определить чувствительность образца, которую нельзя зафиксировать во время комбинированных испытаний.

Диапазон термоциклирования должен быть на 5 градусов меньше или на 5 градусов больше эксплуатационных пределов изделия (определяется во время ступенчатого нагружения температуры), если иное не было оговорено заранее до проведения испытаний. Время выдержки – минимум 5 минут после стабилизации образца в установленной точке. Показания температуры снимаются термопарой, которая должна устанавливаться на образце. Выдержка может быть увеличена для тренировки изделий.

Функциональный тест изделия проводится при тепловом переходе от нижней температуры к верхней, по возможности определяется чувствительность элементов образца во время перехода.

Ступенчатое нагружение вибрацией

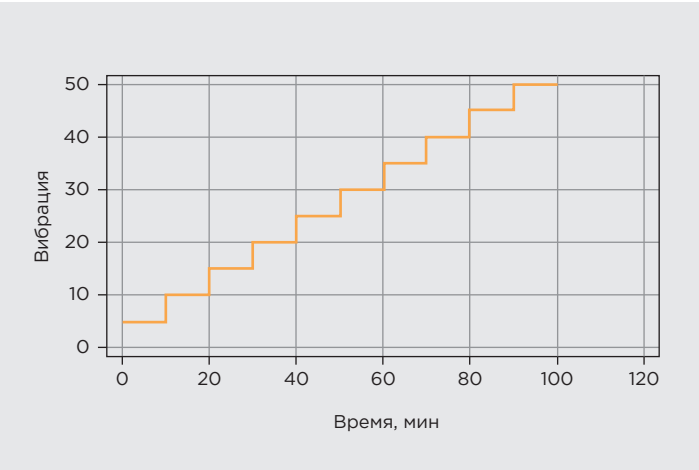
Виброиспытания (рис 10) начинаются при ускорениях от 1 до 10 Grms, в диапазоне частот от 2 до 2000 Гц. Время выдержки при каждом ускорении составляет не менее 10 минут. Функциональный тест может проводиться либо во время выдержки, либо в последнюю, 10-ю минуту испытаний.

Рекомендуется возвращение к плавающим уровням (5 ± 3 Grms) в конце каждого уровня, для обнаружения возможной ошибки, которая могла быть скрыта при экстремальных перезагрузках на высоких уровнях вибрации. Ступенчатое нагружение вибрацией продолжается до тех пор, пока не достигнут эксплуатационный предел образца или камера не достигла максимальных значений. Затем испытания продолжаются, пока не будут обнаружены пределы разрушения до достижения максимальных эксплуатационных нагрузок камеры.

Комбинированные испытания

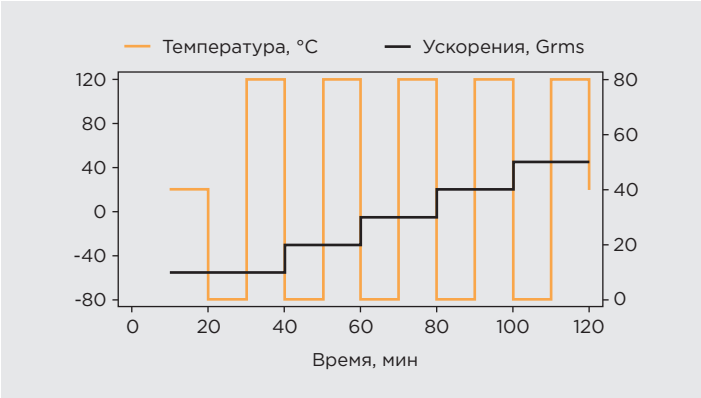
Минимальное количество проводимых циклов испытаний – пять. Температурный профиль комбинированных испытаний формируется, исходя из эксплуатационных пределов. Минимальное время выдержки на экстремальной температуре составляет 10 минут.

Вибрационный профиль (рис 11) испытаний формируется путем разделения всего диапазона вибраций на пять частей. Каждый уровень включает выдержку на максимальной и минимальной температурах и увеличивается, пока не достигнут предел разрушения изделия. Если предел



10

Ступенчатое нагружение вибрацией



11

График проведения комбинированного испытания

разрушения не был достигнут, необходимо взять завершающий максимальный диапазон и снова разделить его на пять частей, после чего повторить испытания.

Можно также вернуться к минимальным уровням вибрации для проверок на разрушение изделия. Возврат к плавающим виброуровням рекомендован в конце каждой нагрузки, чтобы обнаружить возможные скрытые отказы, которые могут быть замаскированы при резком переходе на следующий, более высокий уровень.

Функциональное тестирование образца необходимо проводить во время каждой выдержки циклических испытаний. Таким образом, время выдержки расширяется с учетом проверок образца на работоспособность.

На рис 12 представлен обобщенный процесс проведения HALT-испытаний. Определение разрушающих пределов реализуется тем же методом, что и в стандарте Airbus.

Испытания на этом шаге не заканчиваются. Продолжается аналитическая работа. Инженер по надежности должен внести в описание следующие результаты и записи:

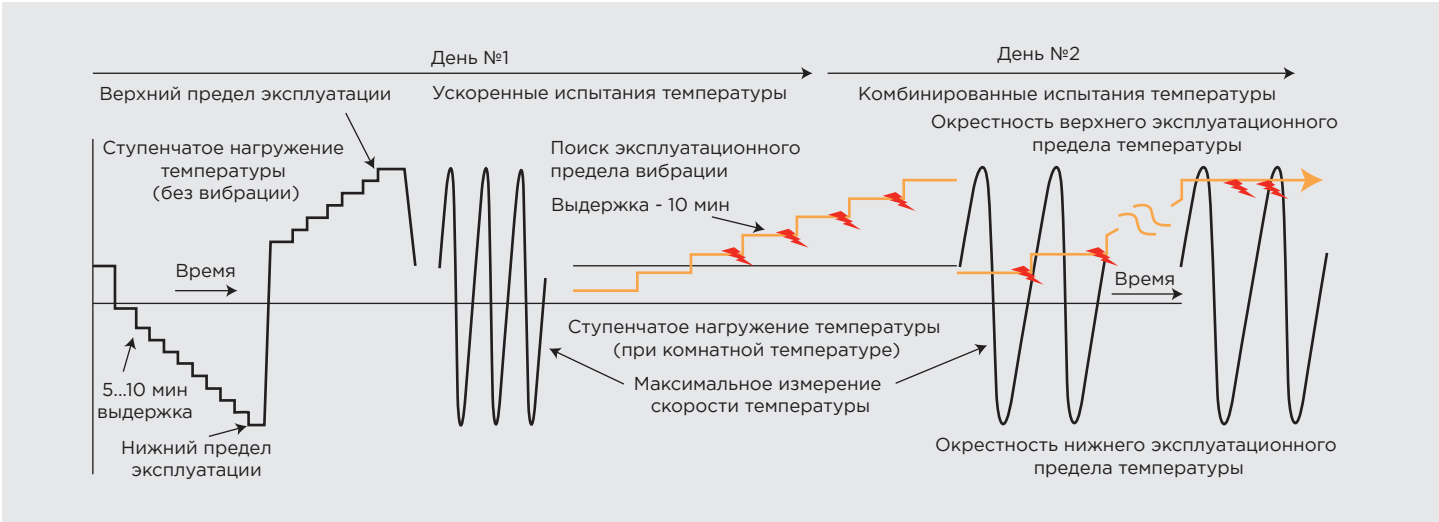
- Реакция образцов на результаты HALT-тестов.
- Анализ поломок и неисправностей.
- Анализ корректирующих действий.
- Достоверность HALT-тестов.
- Инжиниринговые изменения HALT.
- Другие записи.

Резюме: *представлена подробная и полноценная методика HALT-испытаний с дополнениями. Указаны действия, которые необходимо выполнить после HALT-испытаний. Даны рекомендации, алгоритмы и шаблоны по внедрению и анализу тестирований. В методиках есть дополнительные советы по определению рабочих пределов изделия (плавающие ускорения).*

Стандарт GM является самым полным по проведению HALT-испытаний. Если вас заинтересовала информация по анализу отказов или другой аналитике, обращайтесь по электронной почте test@ostec-group.ru

Эта статья завершает цикл материалов по HALT-испытаниям. На примерах известных компаний мы показали необходимость данного теста для продвижения на рынок качественного продукта.

Мировое инженерное сообщество уже проводит исследования надежности своих изобретений, опираясь на HALT-испытания. В стандарте IEC 61014 «Программа увеличения надежности» подробно изложены основные подходы к проведению испытаний на надежность, в том числе и к HALT. Включение в международный стандарт – сигнал к постепенному внедрению таких испытаний в российские внутренние стандарты и на предприятия для конкурентного вывода отечественной радиоэлектронной продукции на внешний рынок.



12

Обобщенный процесс проведения HALT-испытаний

Начните работать
в новом качестве

Стандарты международной ассоциации производителей электроники (IPC) — наиболее авторитетные нормативные документы, принятые в отрасли, которые позволяют совершенствовать технологические процессы в мировом масштабе.

Тренинги, проводимые Группой компаний Остек, — наиболее эффективный и доступный способ научиться применять на практике самые востребованные стандарты IPC:

- **IPC-A-610** «Критерии качества электронных сборок»
- **IPC-7711/7721** «Восстановление, модернизация и ремонт печатных плат и электронных сборок»

Тренинги IPC от Остека это:

- Более 50 обученных специалистов за год
- Современное оборудование и материалы для практических занятий
- Лучшие мировые практики
- Более 60 видов технологических материалов, радиоэлементов и аксессуаров для ручного монтажа и доработки печатных узлов
- Специально оборудованный класс

Тренинги IPC от Остека позволят вам:

- Снизить производственные затраты
- Обеспечить управляемое качество и надежность конечного изделия
- Повысить имидж и конкурентоспособность
- Реализовать практическое применение стандартов IPC в отечественном производстве для всех классов изделий
- Повысить эффективность взаимодействия с поставщиками и сотрудниками

ostec
группа компаний

будущее
создается

+7 (495) 788-44-44 | materials@ostec-group.ru

Актуальное расписание тренингов и запись:
http://ipc610.ostec-materials.ru
http://ipc7711.ostec-materials.ru

КОМПЕТЕНТНЫЙ И ОТВЕТСТВЕННЫЙ ПОСТАВЩИК – КАК ВЫГЛЯДИТ ЕГО РАБОТА НА ПРАКТИКЕ?

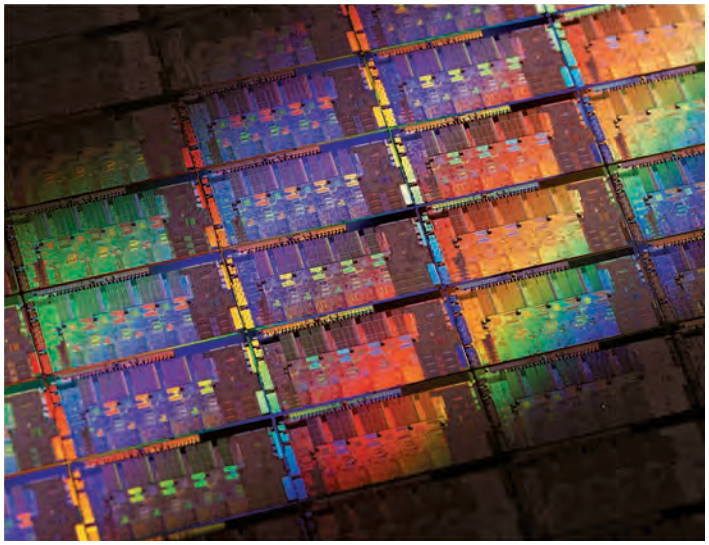
Текст: Владимир Команов
Иван Погорельцев

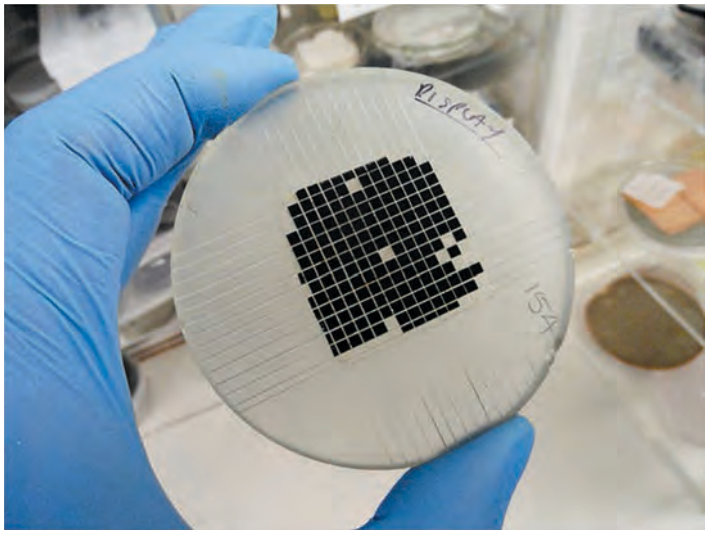
Эта статья – продолжение темы, начатой в материале «Компетентный и ответственный поставщик – для чего он нужен»[1]: что может и должен делать для своего клиента поставщик оборудования, если считает себя добросовестной и компетентной компанией и хочет, чтобы таким же его видели другие.

В первой части было показано, почему качественный дистрибьютор выступает не просто продавцом заказанной техники, но и идеологом при определении технического облика будущего производства, и ведущим звеном при пусконаладочных работах и отладке технологии, и учебным центром, и активным соисполнителем при переоснащении производства или модернизации оборудования, и каналом оперативной связи – не только с производителями поставленного оборудования, но и с другими компаниями, чья помощь может понадобиться заказчику. Мы рассказали, какими возможностями для реализации всего перечисленного обладает компания, ответственно относящаяся к своей работе и имеющая многолетний опыт функционирования в своем сегменте рынка.

Теперь же, на примере крупного проекта, успешно завершенного компанией ООО «Остек-ЭК» в 2017 году, мы хотим показать, как все это выглядит в реальности.

[1] Журнал «Вектор высоких технологий» № 2 (37) апрель 2018





Предприятие, на котором проводились работы, является одним из крупнейших в Восточной Европе производителем электронных компонентов. Оно крайне нуждалось в серьезной модернизации сборочного производства для улучшения технико-экономических показателей, повышения качества и конкурентоспособности своей продукции на рынке микроэлектронных компонентов. Имеющийся парк оборудования морально устарел и не мог обеспечить ни должного уровня качества, ни текущих и перспективных требований в части производительности.

От задумки до ТЗ

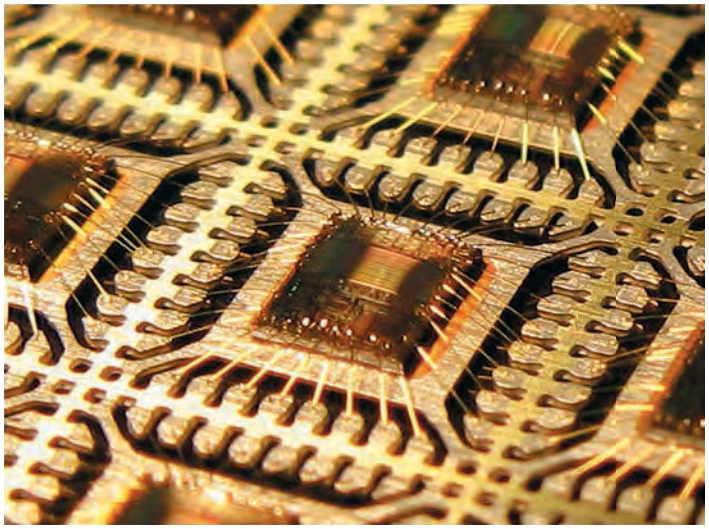
Как обычно, все началось с поступления первичного запроса – документа с общей информацией о планируемом переоснащении производства. После принятия принципиального решения об участии в проекте стартовал первый этап работ – расширенный аудит производства. Было проведено множество дистанционных консультаций, личных визитов, в ходе которых специалисты сформировали полную картину потребностей клиента, выяснили особенности существующего производственного процесса, в который надо было интегрировать современную линию сборочного микроэлектронного производства – от монтажа кристаллов на выводную рамку до упаковки готовых интегральных микросхем в пластиковые пеналы.

Необходимость адаптации предполагаемой новой технологической линейки под существующее производство влекла за собой обширный перечень ограничений и специфических задач. Поставляемое оборудование должно было, в первую очередь, заменить устаревшие машины, чтобы значительно улучшить качественные характеристики производства, то есть его надо было сопрягать с теми установками, которые замене не подлежали. Необходимо было обеспечить универсальность работы линии по отношению к различным типам и конструкциям изделий, дизайну заготовок, применяемым материалам и целому ряду других факторов производственного процесса – вплоть до оптимального построения технологического маршрута и проработки межоперационной тары.

Линия должна была давать возможность монтировать кристаллы на многорядные выводные рамки и в металлокерамические корпуса и разваривать выводы на обоих типах оснований, причем проволокой из любого материала: золота, меди, алюминия. Все единицы оборудования должны были работать с универсальной переносной тарой – магазинами. Планируемые качественные характеристики продукции и количественные параметры ее выпуска потребовали дооснащения стандартных моделей оборудования индивидуальными модулями (конфигурациями) под нужды заказчика, применения современных систем самодиагностики и автоматической отбраковки продукции. Наконец, необходимо было обеспечить простоту и оперативность перестроения линии с одного типа продукции на другой.

В ходе большой и непростой работы, проведенной специалистами Остек-ЭК совместно с заказчиком, первоначальное техническое задание (ТЗ) было существенно изменено и дополнено – достаточно сказать, что его объем увеличился почти вдвое. Остек-ЭК давал предложения по совершенствованию качественных характеристик оборудования, заказчик расширял перечень требований к выходной продукции, все вместе выявляли и устраняли некоторые моменты исходной версии ТЗ, имевшие критическое значение для того или иного этапа технологического процесса.

Были запрошены и отправлены на заводы производителей образцы материалов клиента для получения демонстрационных экземпляров изделий. Специалисты Остек-ЭК продемонстрировали функционал выбранных моделей оборудования и преимущества, обеспеченные реализованными в них уникальными, защищенными патентами техническими решениями, показали возможности опций и дополнительной оснастки, выбранных под задачи модернизируемого производства, а также возможные направления дооснащения оборудования.



Компания сделала все, чтобы предложенное решение исчерпывающим образом удовлетворяло потребности предприятия, а его инженеры и руководство детально оценили возможности предлагаемого комплекса оборудования, соответствующего самому современному уровню в своем классе, а также убедились, что оно будет наилучшим выбором для реализации как текущих задач, так и перспективных планов по новым поколениям продукции. Последнее изначально не предполагалось, но сформировалось как одна из целей в ходе работы над ТЗ и нашло отражение в его финальной версии.

Что и почему было выбрано

Новая установка монтажа кристаллов позволила совершить качественный скачок в производительности с 20 тыс. кристаллов за 8-часовую смену на старом оборудовании до 10–15 тыс. кристаллов в час на новом при большом разнообразии типов корпусов: QFN, TSOP, QFP, BGA, CSP-BGA, SiP-BGA, FBGA или LGA. Еще один плюс – возможность работы с многорядными выводными рамками, что дает сокращение их числа в 2,5 раза: например, если сейчас на рамку помещается 40 кристаллов, то в перспективе их можно будет ставить до 140. Наконец, третьим положительным фактором является наличие четырех областей технического зрения. Они позволяют одновременно контролировать пластины, с которых производится монтаж, подаваемые выводные рамки, нанесение клея и процесс монтажа кристаллов.

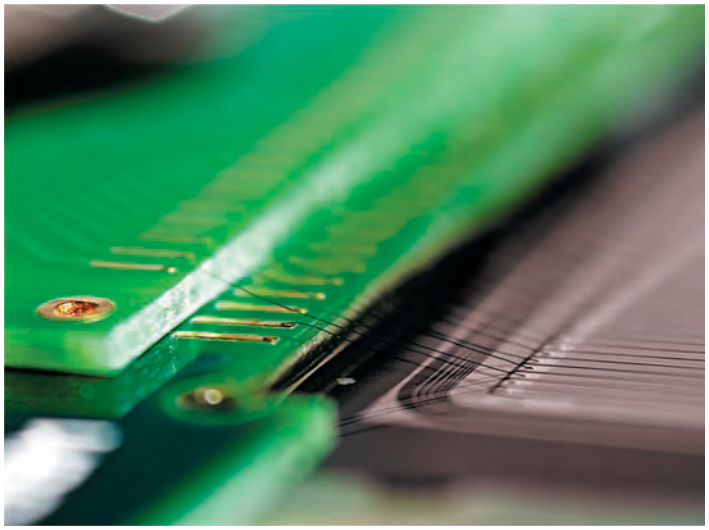
Для решения наиболее сложных задач микросварки проволочных соединений с учетом требований по таким ключевым параметрам, как повторяемость процесса, легкость переоснащения, простота использования, надежность, потенциал модернизации, возможность разварки всеми основными типами проволоки, была выбрана установка IConn Plus.

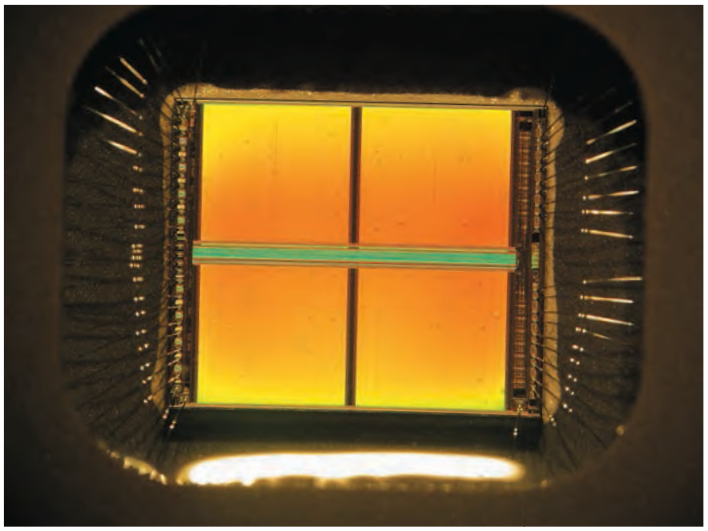
Она обладает точностью позиционирования ±2 мкм, способна формировать низкопрофильные петли нескольких форм, работать со стеками кристаллов многоуровневых сборок, оснащена системой измерения высоты петли и двухдиапазонным преобразователем частоты. IConn Plus предлагает широкий перечень режимов формирования петли, обеспечивающий решение любых поставленных задач. Новый формат меню ProLoop упрощает использование этих параметров и делает его более гибким.

Для заливки микросхем в пластиковый корпус было проработано решение по герметизации выводных рамок. Выбранная установка предназначена для производства всех существующих и перспективных типов корпусов, может использовать в качестве основного производственного материала любые марки компаунда в пеллетах. Данное оборудование уже успешно зарекомендовало себя в реальном производстве электронных компонентов в России и за рубежом.

Высокая производительность системы герметизации гарантируется рядом отличительных особенностей, таких как независимая работа пресс-станций, быстрая замена пресс-форм, адаптивная система заливки. Система позволяет заранее готовить пресс-форму для следующего по плану изделия и, следовательно, максимально быстро переходить от производства одного продукта к другому. На общую производительность работает также дружественный интерфейс, минимизируя затраты времени на переналадку; это особенно важно при отработке новой технологии или оптимизации уже работающего процесса.

Высочайшее качество сборки пресс-форм считается отличительной характеристикой выбранной модели оборудования. Ее производитель сам изготавливает пресс-формы по документации заказчика и перед отгрузкой проверяет их в составе пресса.





Система загрузки/разгрузки с магазинами на входе и выходе машины освобождает оператора от ручных манипуляций с каждой пресс-формой. Участие оператора в работе системы герметизации также минимально – даже в процессе чистки пресс-форм. Оборудование оснащено такими дополнительными модулями, как шкафы автоматической загрузки и разгрузки магазинов, стол предварительного подогрева рамок перед производственным циклом, модуль автоматического удаления литников, прессовальные станции с усилием до 90 т. Обеспечивается распознавание и контроль ориентации выводных рамок, подача пеллетов с контролем их размера, отслеживание перемещения изделий, обнаружение посторонних объектов в пресс-форме для предупреждения ее повреждения и поломок оборудования.

Производительность установки – более 60 рамок в час, что вдвое больше, чем предприятие получало на имевшемся оборудовании. Установка совместима с чистыми производственными помещениями (ЧПП) класса 1000, чему в значительной мере способствует система удаленной подачи пеллетов компаунда, питатель которой может находиться за пределами ЧПП на расстоянии до 40 м от самой машины.

Совокупность этих функций и характеристик объясняет преимущество выбранной модели и ее комплектации перед установками предыдущих поколений в части самых значимых для производства факторов: производительности, высокой повторяемости и безупречного качества готовой продукции.

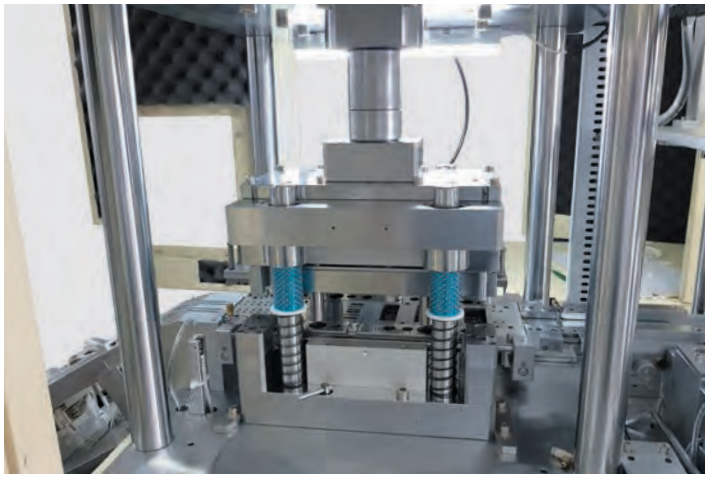
Замыкающим звеном быстродействующей линии стала высокопроизводительная интеллектуальная автоматическая установка формовки и обрубки выводов. Оборудование было сконфигурировано в широкой комплектации. Два отдельных пресса – формовочный и разделительный, уникальная запатентованная транспортная система, мультистековый загрузчик рамок, модуль автоматической разгрузки в пластиковые пеналы, система видеоконтроля ориентации рамок и вырубки технологических перемычек, контроль уровня внесенных загрязнений, система распознавания инструментов по RFID-метке, модуль разделения компонентов, способный работать с многорядными рамками – все эти инновационные системы позволили достичь высочайших показателей производительности и выйти на новый современный уровень качества.

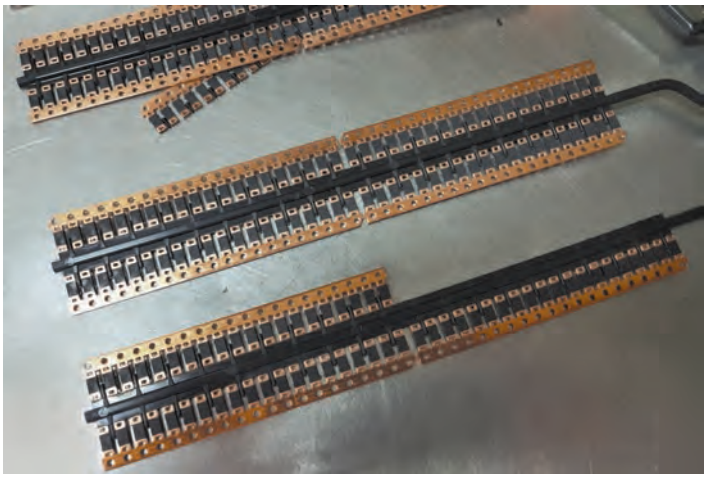
Поставка, монтаж, запуск

Одним из ключевых факторов успеха при реализации комплексных проектов является грамотное управление. Длительность реализации, возникновение непредвиденных ситуаций, соблюдение сметы, контроль прохождения всех этапов и работы множества различных групп специалистов ложатся на плечи руководителя проекта. Для этого он проводит декомпозицию задач на подзадачи и составляет подробный календарный план-график, в котором отражены детали выполнения проекта. Затем руководитель проекта встречается с различными заинтересованными сторонами у покупателя, обсуждает и фиксирует их ожидания от проекта и составляет план по реализации.

Как обычно, непосредственная практическая работа поставщика с производителями началась после оформления большого пакета документов контракта с договорами, банковскими гарантиями, аккредитивом и т. д. По мере продвижения проекта в необходимых случаях запрашивалась техническая документация на образцы и материалы, уточнялись требования к аппаратному оснащению и параметрам режимов технологических этапов монтажа, разварки, герметизации и вырубки-формовки.

По готовности оборудования была проведена совместная с представителем заказчика приемка оборудования на заводе-изготовителе. Подошла очередь таможенных процедур, страхования грузов, решения вопросов логистики, перевода на русский язык пакетов технической документации для каждой единицы оборудования.





Все операции – разгрузка, такелажные работы и инсталляция оборудования сопровождались инженерами отдела сервиса; периодически привлекалась собственная такелажная группа. Шефмонтажные и пусконаладочные работы также проводились силами специалистов поставщика. Лишь на коротком этапе первичного запуска и настройки линии компания «Остек-ЭК» привлекла иностранных специалистов от компаний производителей оборудования, обеспечивая все прочие этапы силами собственных сотрудников.

Результаты каждой фазы отладки технологического процесса согласовывались с заказчиком. Проводились все необходимые испытания изделий, такие как замер усилия на сдвиг кристаллов, усилия на сдвиг шарика сварного соединения, тест на обрыв проволоки, выявление наличия сколов под разваркой и др., осуществлялся мониторинг и общий контроль происходящих процессов.

Данная совокупность работ более или менее одинакова для любого проекта такого рода, если его ведет поставщик-интегратор, правильно понимающий свою роль и добросовестно ее исполняющий. Но каждый проект имеет свои индивидуальные особенности, и в первую очередь, это относится к вопросам технического характера. Обусловленные номенклатурой выпускаемой продукции, пожеланиями в части гибкости производства и многими другими факторами, они всегда возникают в ходе адаптации состава оборудования и режимов его работы к потребностям технологического процесса у конкретного заказчика. Способность и желание максимально эффективно и полно провести такую адаптацию служит одним из важнейших признаков компетентности и добросовестности компании, ведущей проект. Приведем несколько примеров таких технических вопросов, решенных специалистами Остек-ЭК при отработке технологического процесса на поставленной линии сборки электронных компонентов.

Оперативное решение возникавших вопросов

В ходе настройки установок посадки кристаллов под требования массового производства выяснилось, что конструкция имевшихся у заказчика носителей корпусов не могла обеспечить достаточной фиксации заготовок в рабочей области. Установка периодически останавливалась, выдавая предупреждение об утечке вакуума в зонах нанесения адгезива и монтажа кристаллов.

Анализ показал, что единственным решением будет изготовление специальной оснастки – дополнительных верхних прижимов и вакуумной плиты индивидуального дизайна под продукт заказчика. Инженер фирмы-производителя оперативно передал необходимую информацию в свой конструкторский отдел, и нужная оснастка была разработана, изготовлена и отправлена заказчику. Задача не была бы решена так быстро, если бы не тесные партнерские взаимоотношения Остек-ЭК с производителями оборудования, благодаря которым было обеспечено присутствие ее представителей на всех этапах работ.

К установкам микросварки IConn Plus также было предъявлено требование универсальности. Один из ее аспектов – возможность работать со всеми типами оснований, использовавшихся на предприятии: несколькими типами выводных рамок и рядом типоразмеров металлокерамических корпусов. Причем в договоре было записано требование универсальности технологической тары: загрузочные/разгрузочные магазины должны быть совместимыми со всеми машинами в линии. Была предложена идея рамок-носителей с разными посадочными гнездами, но одинаковыми внешними габаритами – это решало проблему многотипности магазинов. Такую оснастку и соответствующие ей магазины надо было создать; часть носителей была изготовлена производителем установок K&S, а ТЗ и конструкторскую документацию на остальные, так же как и на два типа универсальных переносных магазинов, разработали конструкторы ООО «Остек-ЭК», а изготовили их российские партнеры.

Второй стороной универсальности установок IConn Plus должна была стать способность разваривать проволоку из золота, меди и алюминия при времени перенастройки с одного материала на другой не более 5 мин. Для золота и меди Остек-ЭК уже располагал полностью отработанным технологическим процессом, внедренным

на нескольких производственных площадках других заказчиков. Оставалось лишь адаптировать техпроцесс для различных типов продукции заказчика с имеющимися материалами, подобрать оптимальный режим сварки, правильную форму петли и, в конце концов, добиться качественных результатов, соответствующих техническому заданию.

Настоящим прорывом стала технология разварки алюминиевой проволоки керамическим капилляром на оборудовании, предназначенном для разварки методом «шарик-клин». На установке IConn Plus был доработан алгоритм перемещения сварочной головы, что позволило разваривать методом «клин-клин» любой тип проволоки – золотую, алюминиевую, медную – керамическим капилляром без замены каких-либо частей установки. Это абсолютно новая технология, не имеющая аналогов в мире. Разработка конструкторской документации для изготовления специализированной оснастки, отработка рабочих режимов микросварки, подбор необходимых типов инструментов – все это было сделано инженерами ООО «Остек-ЭК», и полученный результат подтвердил соответствие самым жестким требованиям заказчика.

На установке герметизации в пластиковый корпус инженеры провели работу с технологами и доработали стандартный технологический профиль герметизации с учетом свойств используемого материала. Необходимо было найти оптимальное время цикла заливки: слишком быстрый процесс приводил к засорению пресс-формы и плунжерных цилиндров, слишком долгий – к выходу производительности за нижний уровень, предусмотренный техпроцессом. Сложности к этой работе добавляло малое время сохранения жидкого состояния (gelation time) используемого молд-компаунда. Много усилий было приложено для обучения обслуживанию установки, для этого был приглашен специалист от компании-производителя. Самым ответственным моментом в этом процессе является обслуживание пресс-форм. Малейший дефект на их поверхности ведет к появлению аналогичного дефекта на поверхности продукта, а неравномерный нагрев рабочей области может привести к появлению трудно обнаруживаемых внутренних полостей в корпусе изделия.

Много внимания было уделено качественной настройке функции оптического распознавания. Оптическая камера на входе не только распознает ориентацию выводной рамки, но и выявляет перевернутые заготовки или изделия не того типа, который должен герметизироваться в данном цикле. Для контроля изделий на выходе вместо интегрированного модуля контроля качества заливки и выявления дефектов на поверхности корпусов была поставлена отдельная система бесконтактных трехосевых измерений FALCON с разрешением аналогово-цифровых датчиков перемещения по осям X, Y, Z, равным 1 мкм. Такое решение позволило заказчику применять оптический контроль не только при проверке

корпусов, сформированных в установке герметизации, но и для контроля любой другой продукции, изготавливаемой на предприятии. Система FALCON обладает высокой степенью гибкости, она значительно расширила возможности заказчика в части визуальной инспекции изделий, контроля качества и измерений параметров.

В целом инженерам ООО «Остек-ЭК» пришлось немало потрудится с тонкой настройкой каждого модуля; при калибровке механических узлов надо было «ловить» буквально микроны. Не всегда легко давалось получение нужного качества на том материале, который использовался у заказчика; впрочем, с этой проблемой время от времени сталкиваются многие компании – интеграторы технологических линеек, ведь заказчик не обязан, а иногда просто не имеет возможности менять материал ради совместимости с новым оборудованием.

***

Любое сложное дело требует от исполнителя высокой компетентности и безусловной ответственности. Сотрудники должны включаться в работу на самых ранних этапах проекта, начиная с обсуждения особенностей продукта и проработки целей переоснащения производства. Для обеспечения четкого управления ходом реализации проекта целесообразно создавать специализированную группу и далее на каждом этапе поддерживать проект силами инженеров-технологов, сервисных инженеров, финансистов, логистов и сотрудников других профессиональных специализаций компании – любых, какие могут потребоваться для выполнения плановых задач и разрешения возникающих проблемных ситуаций, без которых обычно не обходится никакая большая работа.

Эффективность этого подхода многократно подтверждена практикой. Он позволяет добиться формирования оптимального набора оборудования, безупречной согласованности всех машин в линии и высокой стабильности производства. И предприятие-заказчик, получив требуемый результат, обычно продолжает сотрудничество с таким исполнителем и после закрытия выполненного договора.

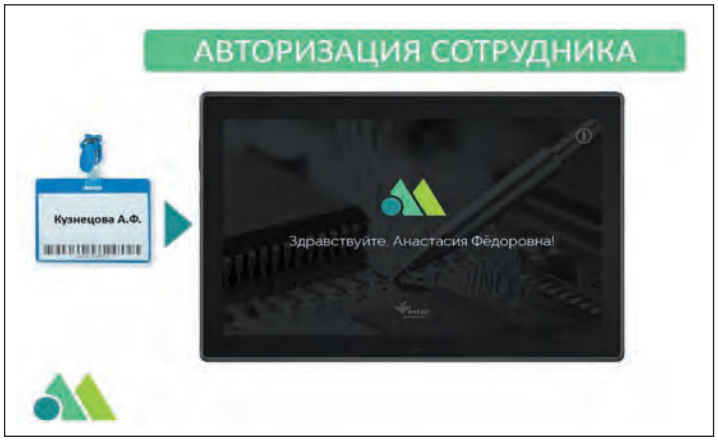
ОПТИМИЗАЦИЯ

КАК «УМНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО» ПОВЫШАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Текст: **Роман Лыско**

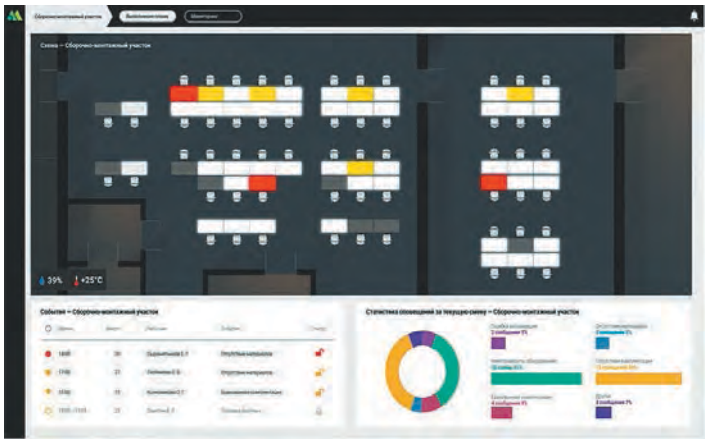
В статье «Умное рабочее место. Как внедрить цифровое производство на участках ручного труда?»[1] мы рассказали о новом программно-аппаратном комплексе «Умное рабочее место» и о возможности оцифровать ручные технологические операции на рабочих местах. Конечная цель внедрения таких решений – повышение эффективности работы как отдельного сотрудника, так и производственных подразделений. В этой статье мы подробно расскажем, какие факторы влияют на эффективность рабочего места, и как эту эффективность может изменить внедрение программно-аппаратного комплекса «Умное рабочее место».

[1] Журнал «Вектор высоких технологий» № 4 (39) сентябрь 2018



1

Авторизация на рабочем месте с помощью Proxy-карты



2

План-схема производственного участка с отображением информации о внештатных событиях

Среди факторов, объективно влияющих на эффективность работы сотрудников, можно выделить дисциплину производственного персонала и его квалификацию. В программно-аналитическом комплексе «Умное рабочее место» (УРМ) реализован ряд функциональных возможностей по контролю производственной и технологической дисциплины. Например, контролировать присутствие сотрудника на рабочем месте можно с помощью функции распознавания лица – при нерегламентированных и необоснованных отсутствиях на рабочем месте информация будет поступать руководителю подразделения. Время прихода и начала работ контролируется с помощью авторизации на рабочем месте через логин/пароль или с помощью Proxy-карты (рис 1)

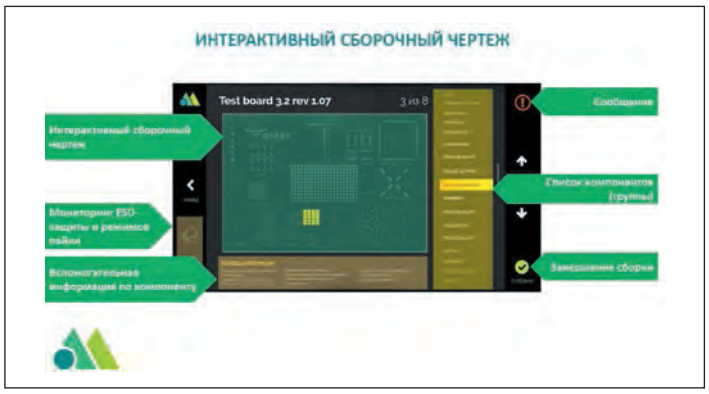
Внедрение дополнительных инструментов контроля дисциплины, особенно на начальных этапах, не вызывает у производственного персонала позитивной поддержки. Но помимо дополнительного контроля, у сотрудников на рабочих местах появляется возможность оперативно информировать о любых внештатных ситуациях на рабочих местах, приводящих к незапланированным простоям. И зачастую причины этих простоев не связаны с нарушением производственной дисциплины, а лежат в области организационных проблем: отсутствие комплектации или материалов, выход из строя оборудования и т. д. Информация об этом также будет поступать руководителю, отображаться на мониторе (рис 2) и фиксироваться в системе сбора данных.

Второй важный фактор, влияющий на эффективность работы, – уровень квалификации персонала. Квалификация подразумевает не только высокий уровень практических навыков выполнения работ, но и определенный уровень знаний сотрудника. В частности, для монтажника РЭА (радиоэлектронной аппаратуры) можно выделить следующие компетенции, необходимые для эффективной работы:

- знание технологических процессов, умение определять и задавать требуемые технологические режимы;
- знание таблиц дефектов и умение их определять;
- знание стандартов о формовке выводов компонентов;
- знание принципов работы и управления современным технологическим оборудованием.

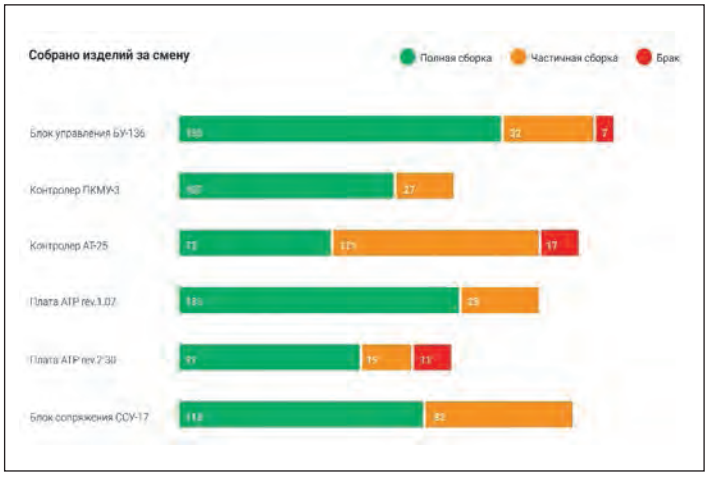
Программно-аналитический комплекс дает возможность на каждом рабочем месте получить оперативный доступ ко всей информации, перечисленной выше, обеспечить ее накопление и добавление в базу знаний предприятия. Все это, а также централизованное администрирование, позволяет снизить риски в работе при отсутствии на месте опытных сотрудников, организовать системную передачу знаний и компетенций. Благодаря отображению на рабочем месте интерактивных инструкций по сборке и дополнительной справочной информации по каждому изделию (рис 3) сокращается время на обучение и адаптацию новых сотрудников, что способствует повышению эффективности работы.

По опыту общения с заказчиками из разных отраслей мы знаем, что сотрудники сборочно-монтажных участков сталкиваются с частой сменой и разноплановостью выполняемых задач, что отрицательно сказывается на качестве работы. УРМ позволяет нивелировать данные проблемы. Наиболее типичная ситуация на производственном предприятии – изменение конструкторской документации. И не всегда эти корректировки оперативно доходят до сотрудников, непосредственно осуществляющих сборку и монтаж



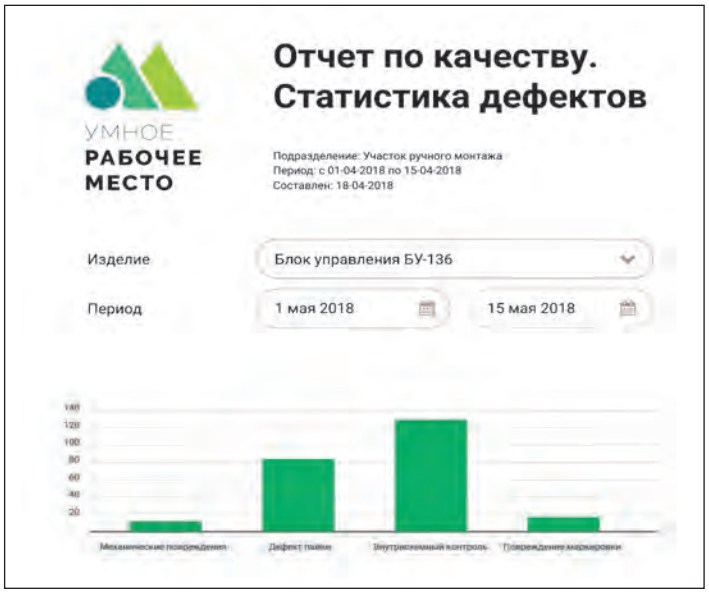
3

Интерактивный сборочный чертеж со вспомогательной информацией



4

Статистика сборки изделий за смену



5

Статистика дефектов

изделий. Возможности программно-аппаратного комплекса позволяют довести все изменения до каждого рабочего места в режиме онлайн. При этом практически до нуля сведена вероятность утери или искажения информации при передаче до непосредственных исполнителей.

Эффективность работы в немалой степени зависит от эффективности планирования. В УРМ реализованы технические решения, позволяющие получать информацию о фактической загрузке сотрудников и реальную статистику о количестве собранных изделий (рис 4).

Планирование работы производственного предприятия – это сложный процесс, который должен охватывать все сферы деятельности. В любой сложной системе, которой является производство, не должно быть «белых пятен» при осуществлении процесса планирования. Достоверная исходная информация непосредственно с рабочих мест является хорошей основой для этого.

Например, руководитель подразделения в онлайн режиме получает оперативную информацию о количестве собранных изделий за смену или другой промежуток времени. Помимо возможности быстро предоставить отчет руководству, это позволяет более качественно распределять людские ресурсы, планировать и проводить закупку комплектующих, материалов или инструмента. От того, насколько эффективна система материально-технического обеспечения предприятия, во многом зависит своевременность выполнения производственных заданий. Обладая информацией по статистике дефектов по изделиям (рис 5), можно предпринять превентивные меры по устранению и минимизации дефектов, а также грамотно спланировать эти мероприятия.

«Умное рабочее место» не ставит своей целью заменить MES- или ERP-системы, внедренные или планируемые к внедрению на промышленных предприятиях, но является хорошим дополнением к этим системам. УРМ отличается простотой и легкостью внедрения и позволяет оцифровать процессы на каждом рабочем месте, благодаря чему можно обеспечить высокую степень достоверности исходных данных, что будет основой для эффективного планирования и управления.

Рассматривая вопрос эффективности, нельзя не сказать о такой важной детали рабочего места, как эргономика. Одной из эргономических составляющих УРМ является возможность оперативно отметить выполнение/частичное выполнение операций или работ на сенсорном мониторе.

К эргономическим плюсам системы можно отнести и удобный доступ к конструкторской, технологической и другой документации. К сожалению, в большинстве случаев, когда на предприятиях проводят мероприятия по улучшению эргономики рабочего места, этим моментам уделяют мало внимания. Безусловно, очень важно организовать рабочее место так, чтобы у сотрудника было удобное размещение, удобный доступ к основному и вспомогательному инструменту, но помимо этого важна и эргономика средств учета и контроля и доступа к документации и информации.

Программно-аппаратный комплекс «Умное рабочее место» предоставляет широкие возможности для повышения эффективности производственных участков ручного монтажа и в большой степени – за счет оптимизации организационных процессов и планирования. Наличие достоверных и оперативных данных о состоянии производственных процессов является основой для принятия грамотных решений, направленных на повышение эффективности и качества продукции.

— Как оптимизировать работу монтажников РЭА?

— Как увеличить производительность труда?

— Как повысить качество выпускаемой продукции?

— Как снизить влияние человеческого фактора?

— Как совместить ручной труд и автоматизацию производства?

Закажите производственный аудит цехов и участков ручного монтажа РЭА!

А также получите рекомендации и квалифицированные ответы на интересующие вопросы:

+7 495 788-44-44, доб. 5500
urm@ostec-group.ru

ostec
группа компаний
будущее создается

Специальные условия

для предприятий с численностью рабочих мест монтажников 100+

КАК ПОЛУЧАТЬ ОТ ВЫСТАВОК БОЛЬШЕ?

Текст: **Николай Желясков**

Если директор предприятия спросит у специалиста по маркетингу: «Зачем мы участвуем в выставке?», скорее всего он услышит такой ответ: «Для укрепления имиджа и увеличения продаж». Но если спросить, как именно выставка повлияла на имидж или насколько повысились продажи после выставки – скорее всего ответа не последует или он будет звучать так: «Слишком длинные продажи» или «У нас недостаточно ресурсов, чтобы адекватно оценивать эффективность».

Несмотря на это большинство компаний из года в год продолжает участвовать в отраслевых выставках, а посетители приходят туда, чтобы найти решение своих задач, выбрать поставщика, познакомиться с новинками и развить деловые связи.

Часто приходится слышать, что с развитием интернет-технологий выставки перестанут быть интересными для посетителей. Мы считаем, что скорее наоборот – чем больше люди будут погружаться в мир цифровых технологий, чем больше информации будет появляться, чем быстрее будут внедряться инновации и усложняться продукт, тем актуальнее будет живая встреча сразу со всеми представителями отрасли.

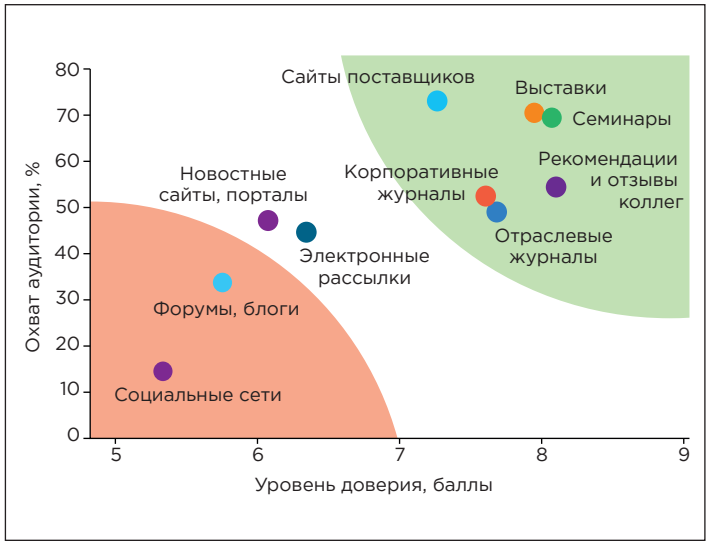
Выставки обрастают надстройками, появляются новые инструменты, но, как и рыночные площади много веков назад, сегодня они по-прежнему остаются местом встречи покупателя и продавца, местом встречи интересов бизнеса покупателя и бизнеса продавца, если мы говорим о B2B рынке. На такой встрече специалисты в сжатые сроки могут оценить степень достоверности рекламных обещаний поставщика, сравнить конкурентов, получить информацию о дополнительных преимуществах и перспективах сотрудничества. В этом и состоит главная привлекательность выставки для посетителя – он может познакомиться с деятельностью компании в целом и ее продуктом «вживую», на нейтральной территории, тут же сравнить их с другими предложениями и убедиться в правильности своего выбора.

Мы видим, что для многих промышленных предприятий выставки являются одним из главных инструментов продвижения продукции. Ведь туда приходят сотни и тысячи покупателей с реальными потребностями, готовые к сотрудничеству. Но когда клиенты приходят, чтобы оценить деятельность компании в целом, часто приходится наблюдать, что продавцы ограничиваются только демонстрацией своего продукта (Product), считая, что все остальные **«P»*** приложатся сами собой.

В этой и следующих статьях о выставках мы рассмотрим элементы выставочной системы и их особенности; сделаем акцент на важных элементах, без которых участие в выставке не будет полноценным; поделимся опытом многолетней практики и работы с заказчиками и обозначим точки роста и возможности для развития выставочной деятельности компании.

Системный подход к выставочной деятельности

Для начала давайте обозначим основные элементы, составляющие выставочную деятельность компании. По большому счету, это те же блоки, из которых состоит деятельность организации: стратегия, маркетинг, реклама, продажи, отношения с клиентами, работа с персоналом, финансы, логистика, сервис. Плюс специфические для выставки элементы, например, строительство стенда, дизайн, архитектура и даже кулинария при организации питания.



Выставки – это один из наиболее доверительных каналов коммуникации с большим охватом аудитории. По данным исследования, проведенного ГК Остек в 2017 г.

Но если в обычной офисной жизни всем можно заниматься последовательно или не заниматься чем-то вовсе, то на выставке все элементы встречаются в одном месте, в одно и то же время, в присутствии всех участников рынка: клиентов, конкурентов, экспертов, прессы. Поэтому все недочеты будут заметны сразу.

С одной стороны, выставка может стать мотивирующим событием, хорошим поводом, чтобы подтянуть определенные функции, ведь дату выставки не перенесут, если у вас что-то не готово в срок. С другой – сама по себе выставка не является волшебным инструментом. И если вы хотите улучшить выставочную деятельность своей компании, вам не обойтись без системного подхода, учитывающего взаимосвязи всех элементов.

Для одних компаний выставка – это короткий спринт, проект, который не всегда вписывается в операционную систему организации и каждый раз обрушивается на все подразделения как сти-

* Теория (концепция) 4P (англ. Marketing mix, комплекс маркетинга) – маркетинговая теория, основанная на четырёх основных «координатах» маркетингового планирования:

- **Product** – продукт, товар или услуга
- **Price** – цена, наценки, скидки
- **Promotion** – продвижение, реклама, пиар, стимулирование сбыта
- **Place** – местоположение торговой точки, каналы распределения

хийное бедствие. Часто выставочная деятельность таких компаний не интегрирована в рекламную и маркетинговую политику компании.

Для других – наоборот, участие в выставках – это рутина, непрерывный марафон, и за привычными действиями уже сложно увидеть новые возможности.

Некоторые компании не оценивают свою выставочную деятельность, потому что либо считают это невозможным, либо не знают, как это сделать и, соответственно, не исправляют ошибки и не развивают успешные решения на следующих выставках. Другие оценивают результаты выставки только по количеству контактов с новыми клиентами, не учитывая, что выставка может способствовать решению целого ряда задач.

Давайте рассмотрим постановку целей и задач более подробно.

НАПРАВЛЕНИЕ	ЗАДАЧИ, КОТОРЫЕ МОЖНО РЕШАТЬ НА ВЫСТАВКЕ
Продажи	▪ привлекать новых клиентов ▪ удерживать постоянных клиентов ▪ восстанавливать отношения с потерянными клиентами
Маркетинг	▪ демонстрировать достоинства товаров или услуг, представлять новинки, проводить маркетинговые исследования, оценивать востребованность продуктов, выявлять потребности клиентов, изучать конкурентную среду ▪ вести конкурентную борьбу, производить на клиентов лучшее по сравнению с конкурентами впечатление, демонстрировать отличия от конкурентов ▪ приобретать или укреплять статус эксперта в профессиональной и клиентской среде
Имидж	▪ формировать или поддерживать репутацию компании и оказывать на целевую аудиторию позитивное влияние
Реклама	▪ оказывать рекламное воздействие на целевую аудиторию, повышать запоминаемость и узнаваемость бренда или компании ▪ привлекать особое внимание к бренду или компании (благодаря рекламным возможностям выставки и информационным поводам)
Производство / HR	▪ находить поставщиков сырья, оборудования, расходных материалов, эффективные решения и идеи для оптимизации производства и повышения производительности (бенчмаркинг), привлекать квалифицированный персонал ▪ поддерживать отношения с существующими поставщиками
Развитие бизнеса	▪ определять перспективные направления деятельности и тенденции развития рынка, находить новые рынки, целевые группы, каналы сбыта ▪ находить новых партнеров, привлекать инвесторов
Расширение связей / GR	▪ устанавливать или поддерживать полезные связи с VIP-посетителями (представителями госструктур, профильных учреждений, профессиональных отраслевых организаций)
Коммуникации / PR	▪ устанавливать контакты или поддерживать отношения с представителями отраслевых и деловых СМИ

Постановка целей

В первую очередь, участников выставок интересует привлечение новых клиентов и увеличение продаж, однако также важно решать производственные, маркетинговые, рекламные, имиджевые и коммуникационные задачи.

Участие в выставке – это проект, а потому к нему применимы модели проектного менеджмента, в частности постановка задач по принципу **SMART***.

Примеры формулировок конкретных задач, которые может решать выставка:

- Провести 200 встреч с потенциальными клиентами, сделать 20 продаж клиентам, встречи с которыми состоялись на стенде, на общую сумму 10 000 000 рублей в течение шести месяцев после выставки.
- Провести 45 встреч с постоянными клиентами, представить новый продукт, сделать 15 продаж нового продукта постоянным клиентам, встречи с которыми состоялись на стенде, на общую сумму 5 000 000 рублей в течение трёх месяцев после выставки.
- Встретиться с представителями 12 профильных печатных изданий и интернет-порталов, договориться о выходе 8 публикаций о новом продукте в течение трёх месяцев после выставки.

Каждая поставленная задача должна иметь четкий механизм достижения определенного конечного результата, который можно подсчитать или измерить. Здесь вступает в силу известное правило: если вы не можете это измерить, вы не можете этим управлять.

Используйте результато-ориентированные формулировки задач, избегайте расплывчатых и двусмысленных формулировок, используйте активный залог и глаголы действия – получить, найти, установить, сделать и т. д. Поставьте сотрудникам, отвечающим за взаимодействие с клиентами, индивидуальные задачи и утвердите форму отчётности по результатам работы на выставке. Личная ответственность за достижение конкретной задачи по количеству и качеству контактов с посетителями повышает эффективность работы.

Определите, кто входит в вашу целевую аудиторию. В зачёт могут идти контакты не со всеми посетителями, а только с теми, кто отвечает определённым требованиям. Качественными характеристиками посетителей могут служить:

- профиль деятельности;
- должность;
- полномочия принимать решения;
- размеры и статус компании;
- покупательная способность;
- интерес к товарным группам;
- география;
- новый / постоянный клиент;
- степень важности / ценности / заинтересованности.

Правильно сформулированные задачи определяют общий успех. От них зависит все – начиная с формирования бюджета и заканчивая анализом эффективности участия. С целями участия в выставке должны быть ознакомлены все участники команды, это позволит достигнуть максимальных результатов.

Определившись с целями и задачами, выработайте концепцию участия в выставке: какими методами вы будете реализовывать поставленные цели и задачи, какие ресурсы (материальные, человеческие) необходимы. Решите, на какие группы посетителей будут направлены ваши основные действия. Ваши предложения должны совпадать с потребностями профильной аудитории. Поговорите с вашими партнерами и клиентами, выясните, какие цели они преследуют, посещая выставки. Возможно для этого придется провести специальное маркетинговое исследование.

По данным АВК «ЭкспоЭффект» основными целями посетителей выставок являются:

- расширение или налаживание деловых контактов, поддержание связей и отношений с партнерами;
- ознакомление с новыми товарами и возможностями их применения;
- поиск способов решения проблем;
- сравнение однотипных продуктов;
- изучение конкурентов;
- получение новых знаний и повышение квалификации.

* Согласно принципу SMART, задачи участия в выставке должны быть:

- **Specific** – конкретными;
- **Measurable** – измеримыми
- **Achievable** – достижимыми
- **Relevant** – релевантными (соответствовать стратегическим, тактическим и оперативным приоритетам компании)
- **Time-limited** – ограниченными временными рамками

«ФОРМУЛА ЭКСПОЭФФЕКТИВНОСТИ»

Можно ли заранее оценить коммерческий потенциал выставки, рассчитать примерное количество посетителей стенда и определить необходимое количество стендистов? Пожалуй, универсальная модель расчёта не может быть безупречной, тем не менее, располагая исходными данными, попробовать можно. Для этого нужно знать:

- время работы выставки (в часах);
- количественный и качественный состав участников выставки*;
- количественный и качественный состав посетителей выставки*;
- среднее количество деловых контактов, которое совершает один посетитель за время пребывания на выставке;
- среднее количество контактов, которое осуществляет один стендист в час.

По данным АВК «ЭкспоЭффект» результаты опросов показывают, что в среднем за время пребывания на выставке один посетитель совершает семь деловых контактов (длительностью десять-двадцать минут). Умножив количество посетителей на среднее количество деловых контактов, устанавливаемых одним посетителем за время пребывания на выставке, мы получим **общее количество деловых контактов**, которое могут совершить все посетители выставки.

Разделив полученное число на количество участников, мы узнаем **среднее количество деловых контактов**, приходящихся на одного участника выставки.

Затем, разделив среднее количество контактов, которое будет приходиться на одного участника выставки, на количество часов работы выставки мы получим **среднее количество контактов на стенде в час**.

Посетители выставки, как правило, распределяются неравномерно в пространстве (не все стенды одинаково привлекают посетителей) и во времени (интенсивность потока посетителей может меняться в течение дня и в разные дни работы выставки). Учитывая перечисленные факторы и необходимые перерывы в работе, предположим, что **количество контактов, которое осуществляет один стендист за час**, может в среднем равняться двум[1].

Разделив среднее количество контактов на стенде на среднее количество контактов, которое осуществляет один стендист в час, мы определим **количество сотрудников, необходимое для работы на стенде**.

Теперь мы можем рассчитать **среднее количество контактов на одного стендиста** и поставить каждому индивидуальную задачу, за выполнение которой он будет нести личную ответственность.

Согласно исследованиям Incomm Center for Research & Sales Training (США), примерно каждый десятый контакт на выставке приводит к продаже[2]. Зная сумму вашей средней продажи, вы можете рассчитать **общий объём продаж по результатам выставки**.

Данные организаторов о качественном составе участников и посетителей выставки могут повысить точность расчётов. Вместо общего количества участников и посетителей можно принять во внимание только категорию ваших клиентов и конкурентов. Если вы располагаете количественными и качественными показателями именно ваших контактов с посетителями прошлой выставки и объёмами продаж по её итогам, сравните их с данными расчёта. Если ваши реальные результаты выше, чем в расчётах, ориентируйтесь на них. Если ниже – руководствуйтесь данными расчёта.

---

* Профессиональные организаторы предоставляют достоверные статистические данные по количественному и качественному составу экспонентов и посетителей выставок. Многие выставочные мероприятия проходят официальный аудит по международным стандартам.

[1] Если по вашему опыту сотрудник за час в среднем осуществляет не два, а три или четыре контакта или наоборот, только один, вносите изменения в расчёты.

[2] Если ваш опыт участия в прошлых выставках показывает, что к продаже приводит не один, а два или три контакта из десяти или наоборот, чтобы продать один раз требуется двадцать или тридцать контактов, смело вносите изменения в расчёт.

Предвыставочная рекламная кампания

Безусловно, профессиональные организаторы проводят перед выставкой комплексную рекламную кампанию для привлечения профильной аудитории. Однако это не означает, что, оказавшись на выставке, посетители обязательно зайдут на ваш стенд.

Согласно международной статистике:[1]

- 61 % посетителей проводят на выставке только 1 день. Средняя продолжительность посещения выставки составляет 1,7 дня.
- 25 % посетителей успевают нанести визит только 5 экспонентам выставки, тогда как средний показатель равен 11.
- 76 % посетителей приходят на выставки с заранее подготовленным планом, основанным на довыставочной информации.

Важность предвыставочной рекламной кампании сложно переоценить, поэтому для достижения успеха на выставке нельзя ограничиваться только арендой места и строительством стенда.

Рекламная кампания вашего участия в выставке позволяет заблаговременно проинформировать целевую аудиторию о ваших предложениях, а также создать у них ощущение «чего-то знакомого» по отношению к вашей фирме или бренду. На выставке посетители будут непроизвольно выделять вас среди других экспонентов и относиться к вам с бóльшим доверием, благодаря чему посещаемость вашего стенда и качество контактов существенно повысятся.

Как правило, предвыставочная рекламная кампания начинается за 2-3 месяца до начала выставки и включает несколько этапов. Чтобы сделать ее максимально результативной, необходимо использовать ряд инструментов маркетинговых коммуникаций. Организаторы выставки часто предлагают определенный набор таких инструментов, в том числе и бесплатных. Например, анонсы новинок и мероприятий на сайте выставки, включение анонсов в рассылки новостей. Не пренебрегайте этими возможностями и создавайте свои собственные рекламные кампании.

Например, мы в своей деятельности используем специальные «Посадочные страницы» (Landing page) для привлечения внимания целевой аудитории к конкретному предложению или направлению деятельности. Правильная настройка интернет-рекламы позволяет анализировать спрос и более точно рассчитывать стоимость привлечения клиентов.

Какую информацию должны содержать информационное письмо или анонс участия в выставке?

- Место проведения выставки.
- Дни и часы работы выставки.
- План выставочного комплекса с указанием павильона, в котором пройдёт выставка.
- План экспозиции и место расположения вашего стенда.
- Программу мероприятий: семинаров, мастер-классов, презентаций, пресс-конференций с вашим участием (если они планируются).
- Перечень (и по возможности графические изображения) продуктов, которые будут представлены на вашем стенде.
- Предложение назначить встречу на выставке и возможные темы переговоров.
- Аргументы в пользу посещения вашего стенда.

СПИСОК ОСНОВНЫХ КАНАЛОВ ДЛЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Адресные почтовые рассылки. Кроме писем вы можете отправить потенциальным посетителям открытки с приглашением на выставку.

Электронные рассылки. Используйте специальные средства рассылки, интегрированные с вашей CRM-системой и позволяющие получать статистические данные.

Курьерская доставка. Как показывает практика, курьерская доставка именных приглашений весьма эффективна и демонстрирует особое уважение и внимание к получателю.

Телемаркетинг – ещё один эффективный способ персонального приглашения посетителей.

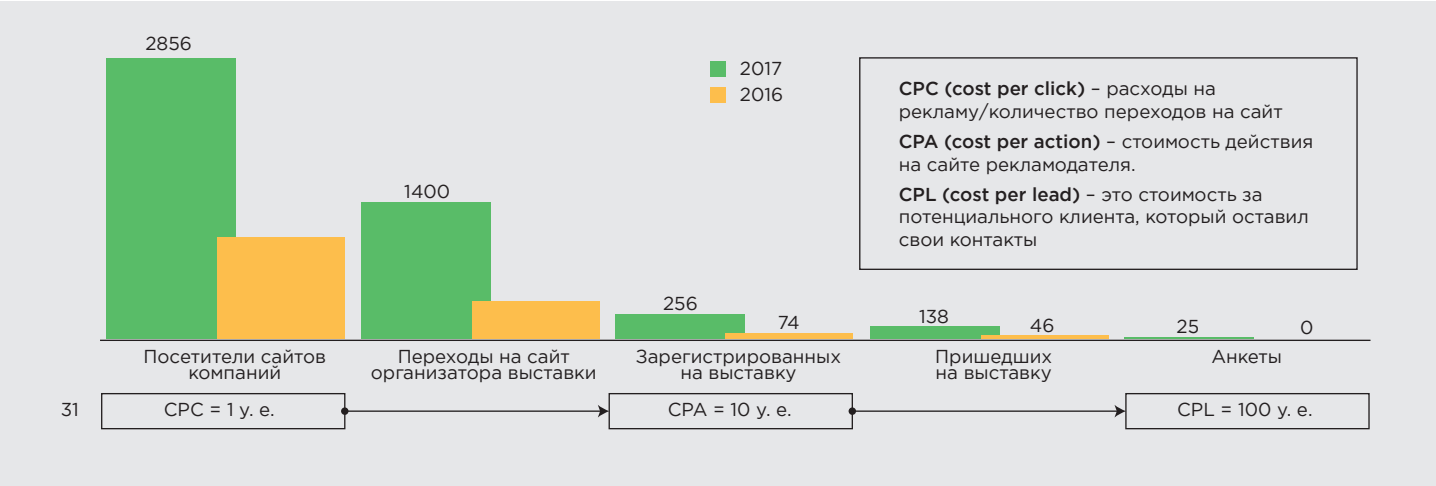
После отправки приглашений у вас появляется обоснованный повод позвонить клиентам, удостовериться в получении информации и назначить встречи на выставке.

Печатные издания. Размещайте анонсы участия в выставке на рекламных полосах в профильных печатных изданиях.

Интернет. Размещайте анонсы участия в выставке на вашем корпоративном сайте, на сайтах партнёров, в социальных сетях.

Личное приглашение потенциальных клиентов. Получите необходимое количество пригласительных билетов у организаторов выставки. Используйте выставку как повод для контакта с клиентами.

[1] *Данные АВК «Экспоэффект»



Пример анализа стоимости привлечения клиентов на выставку

Обратите внимание: сегодня недостаточно просто информировать посетителей о том, что вы участвуете в выставке. Их нужно убеждать инвестировать своё время и деньги в посещение именно вашего стенда. Приведите наиболее веские доводы в пользу работы с вашей компанией, опишите преимущества ваших продуктов, ответьте на вопросы потенциального клиента: «Что я получу от посещения их стенда? Что я там увижу? Что у них есть такого, чего нет у других? Зачем я должен тратить на них время?».

Интерес посетителей могут привлечь:

- новинки, которые будут представлены впервые именно на выставке;
- акции и специальные предложения, действующие только во время выставки;
- хиты продаж (самые востребованные продукты);
- эксклюзивные товары или услуги;
- консультации специалистов;
- материалы, которые можно получить только на выставке (каталоги, книги, печатные издания, результаты аналитических или маркетинговых исследований, обзоры рынка и т. д.);
- образцы продукции;
- сувениры, подарки.

Обязательно разместите подробную схему проезда к выставочному комплексу. Чем меньше времени посетители потратят на дорогу и поиски вашего стенда, тем больше времени они уделят общению с вами.

Рекомендуйте вашим клиентам пройти предварительную регистрацию на сайте выставки – так они смогут избежать очередей и сэкономить время. Если у вас нестандартный или эксклюзивный стенд, разместите в анонсах его графическое изображение. Посетителям будет легче найти ваш стенд, если они будут знать не только его номер, но и представлять, как он выглядит.

Посетителям важно знать мнение специалистов и тенденции развития отрасли, им необходимы свежие идеи, проверенные решения и примеры успешного использования технологий, товаров или услуг. Они все чаще рассматривают выставки как способ заимствования опыта. Поэтому проведение деловых мероприятий, презентаций и демонстраций с обязательным предвыставочным анонсированием этих событий является востребованным инструментом продвижения, хотя и требует дополнительных ресурсов. Иногда отдельное деловое мероприятие в рамках выставки может стать альтернативой традиционному формату участия или

В 2009 году мы начали сотрудничество с английской компанией Spectrum Technologies, которая на тот момент обладала уникальным решением для маркировки и зачистки провода. Мы понимали, что данная технология должна быть востребована у производителей авиационной техники. Встал вопрос о том, как максимально быстро и с минимальными затратами донести информацию до целевой аудитории. Мы решили, что проведение серии семинаров на Международном Авиасалоне МАКС будет оптимальным решением. Арендовали небольшой зал, подготовили анонсы мероприятия, сделали персональные приглашения. В результате мы собрали широкий круг заинтересованных специалистов, с которыми продолжили работу и после выставки.

дополнить его, став хорошим инструментом продвижения продукта или услуги на выставке.

На фоне появления новых информационных, рекламных и коммуникационных каналов и всё большей фрагментации существующих системный комплексный подход к использованию средств маркетинговых коммуникаций приобретает особую значимость. Чем более фрагментировано и насыщено информационное поле, тем острее ощущается потребность в ясной, легко узнаваемой связующей идее – единой для всех видов коммуникации с целевой аудиторией.

Если у вас не хватает внутренних ресурсов для выработки маркетинговой стратегии, тактики участия в выставках, креативной рекламной концепции или проведения отдельных мероприятий, вы можете воспользоваться услугами профессионального агентства.

Эффективный выставочный стенд

Выставочный стенд – это временный офис вашей компании. Большую роль играет его атмосфера, отражающая корпоративную культуру. Ваши постоянные клиенты и те, кто видит вас впервые, отождествляют ваш стенд с вашей компанией. Внешний вид стенда может работать как на созидание вашего имиджа, так и в обратную строну.

Как с помощью дизайна и конструктивных решений сделать стенд максимально привлекательным для посетителей и создать позитивную атмосферу, способствующую установлению контактов и поддержанию имиджа?

Следуя классической коммуникационной модели **AIDA***, выставочный стенд должен решать одновременно четыре задачи: привлекать внимание посетителей, быть интересным, вызывать желание на него зайти, побуждать к действию.

Так или иначе, всё начинается с внимания. Какие средства позволяют его привлечь? Прежде всего, это свет и движение. Известно, что глаз человека непроизвольно обращается в сторону более освещённого объекта. Поэтому вы можете использовать в оформлении стенда различные световые элементы: лайт-боксы (световые короба) и витрины.

Посетителей привлекают ярко освещённые стенды. Слабое освещение будет отрицательно влиять на настроение посетителей и их желание зайти на ваш стенд. Зачастую в выставочных павильонах недостаточно света, и ваш стенд будет выгодно отличаться на фоне остальных, его будет легче заметить. Направленное освещение позволяет фокусировать внимание посетителей на конкретных объектах или зонах.

Световые элементы в оформлении стенда

Но имейте ввиду, что неправильно организованное освещение стенда или витрин слепит глаза. Свет люминесцентных и неоновых ламп хорошо работает на привлечение внимания, однако от него стендисты будут быстро уставать. Посетители отмечают, что наиболее комфортно чувствуют себя на равномерно освещённых стендах. Благодаря такому освещению вы не только создадите комфортные условия для посетителей, но и повысите работоспособность сотрудников своей компании.

Для привлечения внимания целесообразно использовать движущиеся объекты. Динамический элемент будет выгодно выделять ваш стенд, делая его более заметным для посетителей. Что будет создавать эффект движения – принципиального значения не имеет. Это может быть вращающаяся подставка с образцом продукции, крутящийся куб с логотипом компании или представляемого бренда, бегущая строка с рекламным текстом, проецируемое на пол или стены движущееся графическое изображение. Внимание посетителей можно привлечь и с помощью демонстрации видеороликов на плазменной панели, мониторе или проекционном экране. При этом важно, чтобы кадры были динамичными и менялись достаточно часто. Также эффект движения может обеспечить работа вашего оборудования. Способом привлечения внимания может служить необычный цвет или нестандартное представление продукта, а также наглядная демонстрация его свойств: прочность, влагостойкость, звукоизоляция.

* АИДА (акроним от англ. AIDA: Attention, Interest, Desire, Action – внимание, интерес, желание, действие) – принятая в практике маркетинга модель потребительского поведения, описывающая последовательность событий, ведущих к принятию решения о покупке: внимание → интерес → потребность → действие.

Теперь поговорим о коммуникативных функциях стенда. Как донести до посетителей необходимую информацию? Как улучшить восприятие и повысить запоминаемость сообщений? Как заставить ваш стенд «говорить»?

При оформлении стенда уделите особое внимание не только логотипу и названию вашей компании, но и описанию профиля деятельности, сферы применения продукта, преимуществ, которые получит ваш потенциальный клиент. Это может быть хорошо читаемая надпись или рекламный плакат, содержащий краткое послание (не более 5-7 слов), излагающее суть вашего предложения. Не заставляйте посетителей гадать и мучиться сомнениями: открыто напишите кто вы, чем занимаетесь и какой продукт представляете. Учитывайте интересы вашей целевой аудитории, покажите потенциальным клиентам, что отличает ваши товары или услуги, как они могут быть использованы для развития их бизнеса, какую пользу даст сотрудничество с вашей компанией.

Не перенасыщайте стенд экспонатами. Известно, что человеческий мозг работает как фильтр, защищая нас от переизбытка информации. На выставке посетители очень быстро устают от изобилия, нагромождение разноплановых экспонатов создает впечатление неопределенности, и клиентам сложно с первого взгляда понять, чем вы можете быть для них полезны. Отнеситесь к выбору экспонатов как к формированию «оптимального ассортимента», определите номенклатуру продукции, необходимую вашей целевой аудитории. Самый простой случай, когда основной задачей участия в выставке является представление новинки или какого-то одного продукта – они и становятся центральным экспонатом, а прочий ассортимент служит дополнением. Определив, какие товары и услуги будут представлены на стенде, организуйте экспозицию так, чтобы она привлекала внимание именно к этим элементам. Композиция стенда должна выделять продукт, а не отвлекать от него внимание.

Если вы располагаете обширным ассортиментом продукции, то необходимо:

- определить образцы, которые представляют наибольший интерес для целевой аудитории, остальной ассортимент может быть представлен в каталогах;
- сократить количество экземпляров каждого вида продукции;
- сгруппировать товары по категориям.

Важно учесть следующее:

- большое впечатление на ваших постоянных клиентов и потенциальных заказчиков производит внешний вид и упаковка продукции. Все должно выглядеть идеально; никакой грязи, пыли, царапин, сколов, отстающей краски и т. д.;
- образцы продукции должны быть качественными;
- экспонаты должны быть видны основному потоку посетителей, их обзор не должны закрывать стендисты;
- для новинки или особенно важного экспоната в экспозиции следует выделить наиболее выгодное и хорошо просматриваемое место;
- экспонаты, которые предположительно будут привлекать повышенное внимание, должны размещаться так, чтобы стоящие возле них люди не мешали работе сотрудников стенда и движению потока посетителей.

Конечно, привлечь внимание к выставочному стенду совсем несложно, для этого существует огромное количество проверенных способов. Но привлечь внимание – это только полдела. Главное, грамотно им распорядиться и сделать всё, чтобы превратить посетителей выставки в своих клиентов.

О том, как подготовить сотрудников к работе на выставочном стенде и о том, как оценивать эффективность выставок, мы расскажем в следующем номере журнала.

Продолжение в следующем номере.

В статье использованы материалы нашего партнера Агентства выставочного консалтинга «ЭкспоЭффект».

ПОВЫСЬТЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ УЧАСТИЯ В ВЫСТАВКАХ!

- Бесплатный **экспресс-аудит выставочной деятельности**. Вы получаете комплексную оценку и рекомендации по повышению эффективности участия в выставках.
- Скидка 10 % на самый популярный в России **тренинг выставочного персонала** «Как посетителей превращать в клиентов». Проводится совместно с агентством выставочного консалтинга «ЭкпоЭффект».

Чтобы воспользоваться специальными предложениями и получить скидку, оставьте заявку на сайте **www.ostec-marketing.ru**

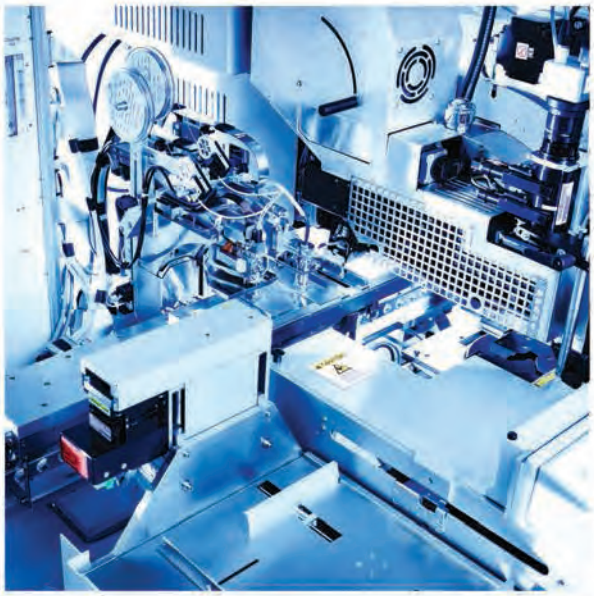
E·X·P·O ELECTRONICA

ELECTRON TECHEXPO

Выставки **ExpoElectronica** & **ElectronTechExpo** охватывают весь цикл производства электроники — от процесса производства микросхем до готовых изделий

15–17 апреля 2019

Москва
Крокус Экспо



Участники:
431 из **14** стран

Посетители:
11 073
из **66** регионов России

Получите бесплатный билет по промокоду **ee19pEEKK**

Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
electron@ite-russia.ru

expoelectronica.ru
electrontechexpo.ru

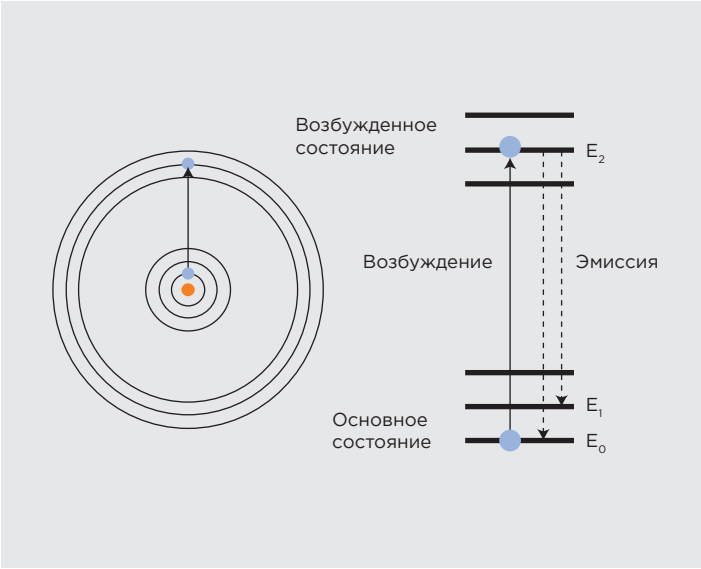
ТЕХПОДДЕРЖКА

СИЛА В ВАШИХ РУКАХ – ПОРТАТИВНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛА И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ

Текст: Александр Фролов
Василий Прибора

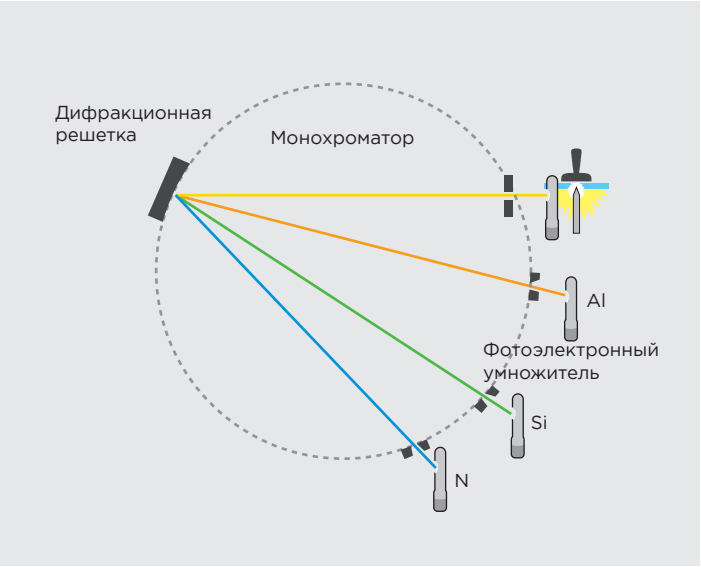
С древних времен именно сила рук человека была важна для выживания и развития. Давайте попробуем приложить эту идею к химическому анализу. Сегодня анализ можно проводить непосредственно в том месте, где он необходим. Эта возможность постоянно расширяет области применений и одновременно требует внедрения инновационных решений, которые облегчают повседневную работу в различных сферах жизни и промышленности.

Использование ручного аналитического оборудования и, в первую очередь, анализаторов металлов уже внесло революционные изменения во многие отрасли и процессы. Будь то переработка отходов, сортировка лома, контроль качества сплавов или инспекционный контроль трубопроводов, экологический мониторинг или геологоразведка – для различных задач «Портативная сила» изменила сам подход к технологическому процессу или производственной тактике.



1

Возбуждение и деэкситация атомарных уровней



2

Типовая схема искрового спектрометра

Радиоэлектронное и машиностроительное производства требуют проводить сортировку (отбраковку) применяемого металла. Эту задачу нужно решать быстро, на массивном образце и непосредственно на производстве или складе. Классическим методом химического анализа металлов и сплавов является метод искровой оптико-эмиссионной спектроскопии (ИОЭС). В данном методе при помощи электрического разряда между электродом и образцом металла в аргоновой атмосфере происходит абляция материала образца и возбуждение его ионов.

Регистрация излучения при деэкситации (рис 1) этих ионов позволяет определить, из каких атомов состоит металлический образец, и их концентрации.

Для лабораторных прецизионных измерений используют стационарные напольные или настольные спектрометры (рис 2), например, спектрометр СПАС-05 фирмы «Актив», Санкт-Петербург (рис 3)

Приборы данного класса рационально использовать в ЦЗЛ. Они обладают оптимальным соотношением цена-качество и обеспечивают высокую точность при относительно «низкой» стоимости, что является неоспоримым преимуществом при окончательном выборе.

ООО «Остек-АртТул» является авторизованным поставщиком компании ООО «Актив» на территории РФ и осуществляет поставки и сервисное обслуживание продукции компании.

Для аналитических задач, решаемых вне лаборатории, некоторые фирмы создали мобильные искровые спектрометры. Пожертвовав высокой точностью анализа (существенно худшей, чем у стационарных), разработчики получили системы, позволяющие анализировать, например, массивные металлические объекты в цеху.

Однако даже самые миниатюрные мобильные спектрометры имеют ощутимые габариты и вес и, в частности, нуждаются в большом объеме аргона (рис 4).

Для быстрого визуального полуколичественного анализа распространённых марок легированных сталей и цветных сплавов по их спектрам излучения на производствах часто используют стилоскопы.

Принцип действия стилоскопа основан на испарении исследуемого металла в электрическом разряде и визуальном наблюдении спектра свечения паров. Встроен-

3

Искровой спектрометр СПАС-05

5

Стилоскоп 30-х годов прошлого столетия и современный РФА анализатор металлов и сплавов SciAps X300 Turbo

ный спектроскоп имеет подвижный окуляр для последовательного обзора всего полученного линейчатого спектра. Определение примесных элементов проводится оператором по «атласу», прилагаемому к прибору, где указаны характерные спектры примесей. По яркости спектральных линий грубо оценивается количество определяемого элемента. Прибор в современном виде был введён в практику в 30-х годах прошлого столетия и получил широкое распространение в промышленности для экспресс-оценки состава сплавов и сварных швов.

4

Переносной спектрометр PMI-Master Smart Hitachi

Основные достоинства – простая конструкция и дешевизна, быстрота по сравнению с лабораторным химическим анализом. Недостатки – низкая точность, зависимость оценки от оператора. В классическом приборе не используется невидимая часть спектра излучения, процедура анализа требует времени на разглядывание и идентификацию спектра, что может привести к перегреву прибора или образца. Современные усовершенствованные стилоскопы оборудованы устройствами фотографирования полученного спектра и ввода изображений в компьютер для автоматического анализа.

Поэтому оптимальным решением для проведения сортировки металлов служит ручной спектрометр, основанный на методе лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии (ЛИЭС). В западной литературе этот метод называется Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). В методе ЛИЭС абляция и возбуждение материала происходят при помощи лазерного излучения. Современные лазеры имеют миниатюрные размеры, поэтому можно реализовать подобный спектрометр с малыми габаритами.

Рассмотрим ЛИЭС-анализаторы серии Z фирмы SciAps, США (рис 5). Благодаря оригинальной схеме SciAps Z являются единственными в мире портативными анализаторами, способными определять углерод на уровне от 0,008 % в любых сталях. При этом они могут анализировать все типы сплавов, контролировать коррозию по низким содержаниям кремния (0,05 %) и хрома в сталях, быстро и точно анализируют алюминиевые и другие сплавы, определяют элементы, недоступные для рентгенофлуоресцентных портативных анализаторов: Li, Be, C, B.

При этом ЛИЭС-анализаторы SciAps Z имеют низкие эксплуатационные расходы из-за отсутствия дорогостоящих компонентов, таких как детектор и трубка, срок службы этого лазера не менее 10 лет.

Определение углерода в сталях с помощью портативного лазерного анализатора SciAps Z

Рассмотрим практическую задачу: анализ сталей. Ключевым элементом, определяющим их свойства, является углерод. С появлением анализаторов SciAps Z впервые возникла возможность измерения содержания углерода и углеродного эквивалента CE в низколегированных, высоколегированных и углеродистых сталях с помощью портативного анализатора. SciAps Z – единственный в мире «лазерный пистолет», способный определять углерод на уровне 0,02 % и выше в различных сталях. Основанный на технологии ЛИЭС, SciAps Z использует импульсный мощный лазер. Рабочий диапазон спектрометра 190-625 нм с разрешением <0,13 нм в области 193 нм, где расположены эмиссионные спектры углерода.

Анализатор имеет систему обдува аргоном в виде маленького баллона, встроенного в ручку (рис 6). Аргоновая среда необходима для анализа углерода и сталей в целом, анализатор может работать также в воздушной среде для прочих сплавов. Одного баллончика хватает на 120-150 тестов с углеродом, для обычных сплавов – 600 тестов. Время анализа углерода составляет 10-25 секунд, включая подготовку поверхности и обдув аргоном.

Аналитические возможности

Общее время анализа при помощи спектрометра Z составляет несколько секунд. При этом предел обнаружения углерода для данного анализатора – 0,08 % (Z 200 C) и 0,008 % (Z 200 C+) (3 сигма). Типичная воспроизводимость (повторяемость), полученная для каждого отдельного уровня концентрации, составляет C ±0,002 % и ±0,01 % абсолютных. Таким образом, сталь 30 (ст30) с содержанием углерода 0,30 % преодолевает стандартное отклонение 0,035 % C.

6

ЛИЭС-анализатор SciAps

Для спектрометра разработана глобальная калибровка для нержавеющей стали, которая выполняется с использованием различных стандартов с содержанием углерода от малых концентраций до 0,15% C. Типичная калибровочная кривая показана на рис 8. При необходимости пользователи могут расширить калибровочную матрицу или создать дополнительные калибровки по типу, например, для нержавеющей стали с высоким никелем A286 и 06ХН28МДТ (904L).

Процесс анализа на спектрометре Z аналогичен искровым ОЭС. Сначала прибор выполняет предобдув, предобжиг и затем двух или трехсекундный тест. Оператор может настроить анализатор для автоматического повторения определенного числа тестов или выполнить эту операцию вручную, нажимая на курок. После каждого теста выводятся результаты, затем идет автоматическое усреднение, которое также представлено на экране (рис 9).

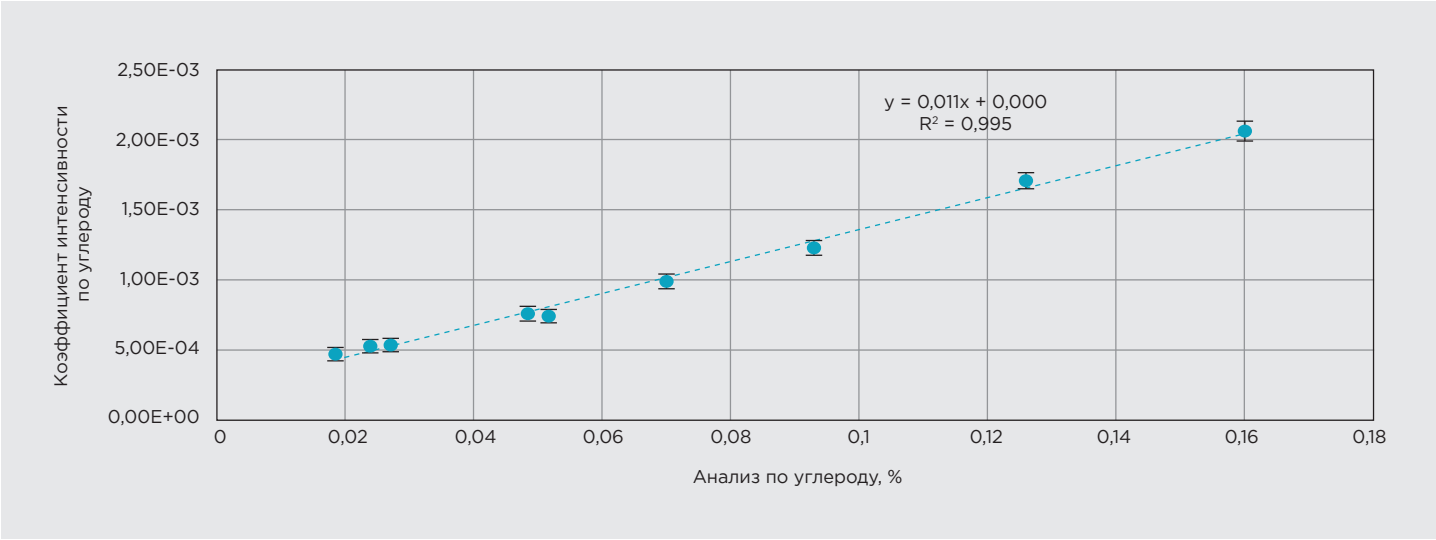
Однако для ряда задач предпочтительным является рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), основанный на регистрации эмиссии фотонов, возник-

7

Установка баллона с аргоном в спектрометр Z

8

Анализ стальных образцов



9

Общая калибровка по углероду, охватывающая нержавеющие стали с высоким и низким содержанием углерода

10

Результаты последовательных замеров. Пользователь может удалить столбец, с любым замером, чтобы убрать его из усреднения для финального результата теста, показанного в крайнем правом столбце

10

Портативные рентгеновские анализаторы SciAps X

ших при переходах с глубоких атомарных уровней. Более подробно метод РФА описан в статье «Анализ покрытий методом рентгенофлуоресцентного анализа»[1].

В определенных материалах из-за взаимного влияния излучения элементов, чувствительность анализа методом РФА может быть гораздо выше, чем ЛИЭС. Поэтому компания SciAps предлагает также портативные рентгенофлуоресцентные анализаторы серии X.

Спектрометр SciAps X может анализировать все типы сплавов. Заводская калибровка включает 31 элемент, но также, как и при работе с лазерным анализатором SciAps Laser Z, пользователь может в любое время добавить новые элементы с помощью программы ФП (метод фундаментальных параметров) или с помощью эмпирических калибровок – что более предпочтительно для аналитической задачи.

SciAps X оснащен миниатюрной упрочненной рентгеновской трубкой, созданной по новейшей технологии, и высокоскоростным кремниевым дрейфовым детектором.

Единое решение

Поскольку методы РФА и ЛИЭС дополняют друг друга при анализе материалов, компания SciAps

[1] Журнал «Вектор высоких технологий» № 6 (35) декабрь 2017

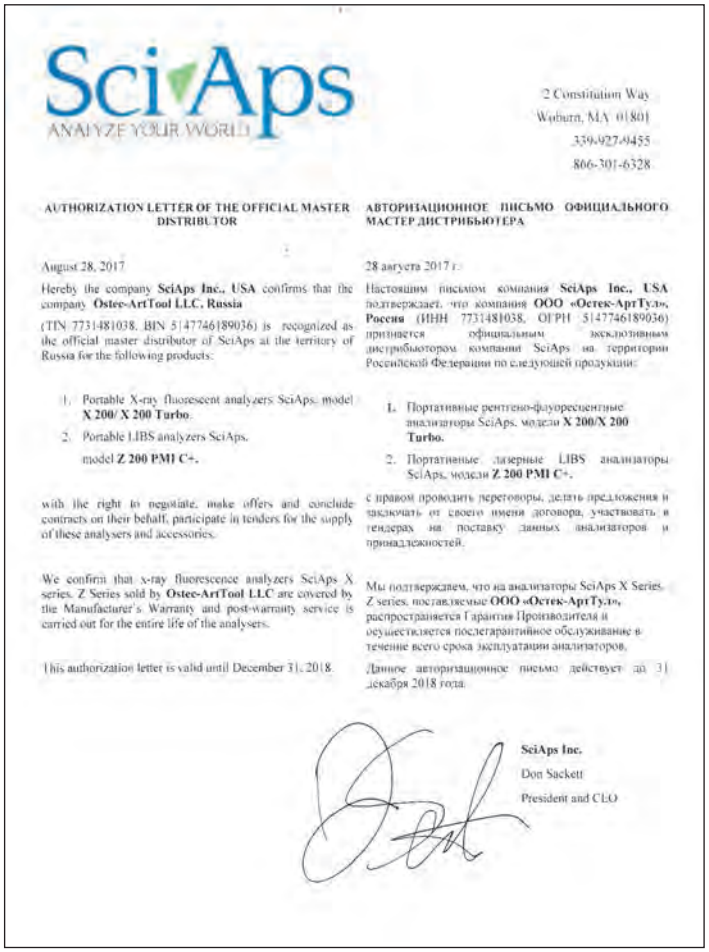
1 1

Пример использования прибора на предприятии

1 2

Решение One Box компании SciAps

предлагает единый пакет SciAps ONE BOX, включающий в себя спектрометры X, серия РФА, и спектрометры Z, серия ЛИЭС, для экспресс-анализа любых сплавов и сталей (рис 1 2). Лазерный спектрометр Z можно использовать для сталей и алюминия, поскольку он обеспечивает анализ суперлегких элементов, недоступных для рентгена (литий, бериллий, бор, кальций, углерод), а рентгеновский спектрометр X – для всех остальных сплавов плюс анализ серы и фосфора. Также в программу рентгеновского анализатора можно добавить режимы «Почва», «Геохим» для анализа руд, керна и прочих образцов горнохимического сырья.



SciAps
ANALYZE YOUR WORLD

2 Constitution Way
Woburn, MA 01801
339-927-9455
866-301-6328

AUTHORIZATION LETTER OF THE OFFICIAL MASTER DISTRIBUTOR

August 28, 2017

Hereby the company **SciAps Inc., USA** confirms that the company **Ostec-ArtTool LLC, Russia**

(TIN 7731481038, BIN 5147746189036) is recognized as the official master distributor of SciAps at the territory of Russia for the following products:

1. Portable X-ray fluorescent analyzers SciAps, model **X 200/ X 200 Turbo**.
2. Portable LIBS analyzers SciAps, model **Z 200 PMI C+**.

with the right to negotiate, make offers and conclude contracts on their behalf, participate in tenders for the supply of these analysers and accessories.

We confirm that x-ray fluorescence analyzers SciAps X series, Z Series sold by **Ostec-ArtTool LLC** are covered by the Manufacturer's Warranty and post-warranty service is carried out for the entire life of the analysers.

This authorization letter is valid until December 31, 2018.

АВТОРИЗАЦИОННОЕ ПИСЬМО ОФИЦИАЛЬНОГО МАСТЕР ДИСТРИБЬЮТЕРА

28 августа 2017 г.

Настоящим письмом компания **SciAps Inc., USA** подтверждает, что компания **ООО «Остек-АртТул», Россия** (ИНН 7731481038, ОГРН 5147746189036) признается официальным эксклюзивным дистрибьютором компании SciAps на территории Российской Федерации по следующей продукции:

1. Портативные рентгено-флуоресцентные анализаторы SciAps, модели **X 200/X 200 Turbo**.
2. Портативные лазерные LIBS анализаторы SciAps, модели **Z 200 PMI C+**.

с правом проводить переговоры, делать предложения и заключать от своего имени договора, участвовать в тендерах на поставку данных анализаторов и принадлежностей.

Мы подтверждаем, что на анализаторы SciAps X Series, Z series, поставляемые **ООО «Остек-АртТул»**, распространяется Гарантия Производителя и осуществляется послегарантийное обслуживание в течение всего срока эксплуатации анализаторов.

Данное авторизационное письмо действует до 31 декабря 2018 года.

SciAps Inc.
Don Sackett
President and CEO

1 3

Письмо от производителя SciAps на право поставок и проведения сервисных работ компанией «Остек-АртТул»

Сегодня линейка приборов SciAps включает XRF- (рентгено-флуоресцентные) анализаторы, LIBZ- (лазерно-искровые эмиссионные) спектрометры, а также Рамановские и ИК- (Raman, NIR, FTIR) спектрометры. Решения компании дают возможность быстро и удобно провести анализ различных материалов, и это может быть сделано не только в лаборатории, но в цеху или на складе. SciAps Laser Z-серия – это безопасность и сверхвозможности лазера, Li, Be, B, Al, Si, Mg, Na, любые сплавы – определяются молниеносно. SciAps X-серия – самый легкий, точный и быстрый XRF в мире, двойная защита детектора и нанотрубка нового поколения.

ООО «Остек-АртТул» является официальным дистрибьютором компании SciAps Inc. USA на территории РФ и обеспечивает поставки, инструктаж, гарантийные/постгарантийные и сервисные работы (рис 1 3). Компания предлагает портативные анализаторы, использующие самые современные, мощные, но вместе с тем простые и проверенные методы анализа совместно с новейшими технологиями экспресс-анализа.

Благодаря инновационным технологиям, экспертным знаниям и всесторонней технической поддержке наших специалистов «Портативная сила» анализаторов будет работать в ваших руках надежно, эффективно и прибыльно.

ВЫБИРАЕМ ИМПУЛЬСНЫЙ ТЕСТЕР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.

НА ЧТО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ?

Текст: **Алексей Юдин**

Начнем с терминологии. Импульсный тестер обмоток, импульсный тестер электродвигателей, «surge»-тестер – это все разные названия одного прибора, который позволяет определить дефекты изоляции в обмотке, в том числе дефекты межвитковой изоляции, которые являются одними из наиболее сложно диагностируемых. В статье будут рассмотрены основные вопросы, на которые стоит обратить внимание перед покупкой данного типа тестеров.

1

Мобильные и стационарные тестеры компании Schleich

Кем и где будет эксплуатироваться тестер?

Чаще всего данные типы тестеров эксплуатируют либо на предприятиях, производящих электродвигатели, либо на предприятиях, занимающихся ремонтом. Еще одна категория покупателей приобретает их для диагностики парка электродвигателей предприятия. Среди предлагаемых решений нашего партнера, компании Schleich, есть стационарные и мобильные тестеры (РИС 1). Первые хорошо подходят для производства, вторые – для выездной диагностики. Мобильные тестеры поставляются в ударопрочных кейсах, некоторые версии приборов работают от аккумуляторной батареи. У компании Schleich есть очень компактные и легкие модификации мобильных тестеров, но, к сожалению, с выигрышем в габаритах вы получаете и ограничения в характеристиках и возможностях тестера. Это как выбор между ноутбуком и стационарным компьютером: первый легче и компактнее, второй – производительнее и надежнее.

Какое импульсное напряжение должен выдавать тестер?

Для начала необходимо понять, что вы собираетесь тестировать? Чем будете руководствоваться при тестировании: стандарт, ТУ, внутренний регламент предприятия? Если импульсный тестер выбирают для тестирования шаблонных катушек, тогда можно опираться на данные таблицы из стандарта МЭК 60034-15[1]. В ней указаны предельные уровни импульсных напряжений для шаблонных катушек, используемых в машинах переменного тока, в зависимости от номинальных напряжений. Также рекомендации по максимальному импульсному напряжению можно найти в документе «Объем и нормы испытаний электрооборудования», выпущенный РАО «ЕЭС России».

Если по каким-то причинам рекомендации этих документов вам не подходят, то можно воспользоваться следующими формулами:

$$U_{тест.\ HVAC} = 2 \times U_{ном.} + 1000\ В$$

$$U_{имп.} = k \times U_{тест.\ HVAC},$$

где $U_{тест.\ HVAC}$ – максимальное напряжение переменного тока;
$U_{ном.}$ – номинальное напряжение электродвигателя;
k – коэффициент; k = 1,5 для двигателей после ремонта или для периодической диагностики; k = 2 при тестировании новой обмотки;
$U_{имп.}$ – импульсное напряжение тестирования

Определив максимальное необходимое импульсное напряжение для тестирования, можно подобрать не-

[1] Машины электрические вращающиеся. Часть 15. Предельные уровни импульсного напряжения для вращающихся машин переменного тока с шаблонной катушкой статора

2

Варианты исполнения тестеров серии МТС2

обходимый тестер. В названии тестеров фирмы Schleich серии МТС2 указано максимальное импульсное напряжение, выдаваемое установкой (рис 2). Возможны следующие варианты: 6, 12, 15, 25, 30, 40 и 50 кВ. Также важно понимать, что установленное тестовое значение и реальное значение на обмотке всегда немного отличаются. Реальное значение ниже из-за емкости, возникающей между обмоткой и корпусом двигателя.

Какие опции необходимо рассмотреть в первую очередь?

Одна из наиболее часто заказываемых опций импульсного тестера – функция измерения сопротивления. Тестеры низшей ценовой категории никогда не комплектуются данной опцией. Как правило, приходится дополнительно приобретать микроомметр. При этом важно понимать, что в данном случае речи об автоматическом тестировании быть не может. Соответственно на крупносерийных производствах значительная часть времени будет уходить на подключение. Еще желательно, чтобы при измерении сопротивления значения автоматически пересчитывались к температуре 20 ^{0}С. Это очень удобно, т. к. позволит сравнить результаты, полученные при разных температурах тестирования. Оператору нет смысла выполнять импульсный тест на обмотке двигателя, если разброс по сопротивлению между испытуемыми обмотками слишком большой. Некоторые тестеры сами измеряют температуру, автоматически проводят коррекцию измерений к 20 ^{0}С, имея информацию о материале обмотки. Другие же тестовые системы могут запрашивать у оператора температуру окружающей среды, что естественным образом сказывается на скорости тестирования, т. к. нарушается автоматизация процесса.

Часто в импульсных тестерах низшей ценовой категории нет теста высоким напряжением постоянного тока. Таким образом, для измерения сопротивления изоляции придется добавлять мегаомметр. У известных брендов данный тест включен в базовую комплектацию.

Что такое автоматическое тестирование?

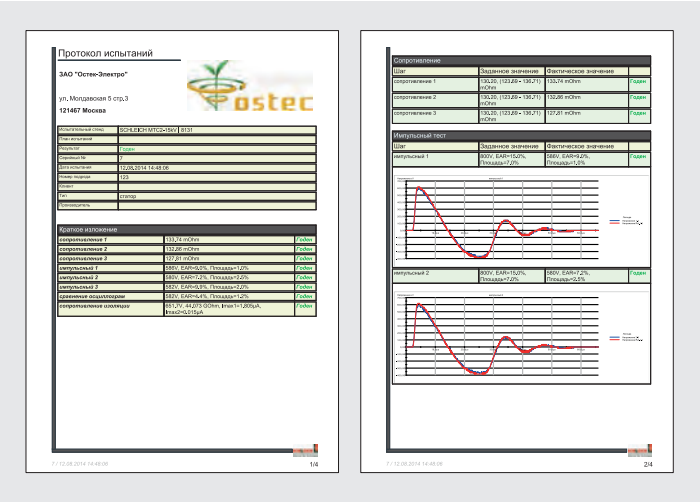
Автоматизация процесса особенно важна для тестирования на крупносерийном производстве. При разовых измерениях в процессе ремонта, конечно, можно обойтись и без нее. Но когда речь идет о тестировании серии изделий, когда важно время, затрачиваемое на одно изделие, необходимо выбирать прибор, который умеет тестировать по готовой тестовой программе. К сожалению, даже именитые производители импульсных тестеров тут лукавят, декларируя наличие такой возможности. Некоторые тестеры от очень известных производителей требуют дополнительных манипуляций со стороны оператора в процессе «автоматического» тестирования. Например, для измерения омического сопротивления необходимо подключать один тип клемм, для проведения высоковольтных испытаний – другой. Трудно понять, о каком автоматическом тестировании идет речь, когда тестер при проверке каждого изделия требует от оператора дополнительных действий. Отличительная особенность всех импульсных тестеров компании Schleich линейки МТС2 и МТС3 – это наличие коммутационной матрицы, которая позволяет подключить измерительный модуль в нужный момент времени (рис 3). Тем самым, вся линейка МТС поддерживает возможность автоматического тестирования. Требуется один раз подключить изделие, нажать кнопку «старт» и получить результат.

Локализация программного обеспечения

Вряд ли кто-то будет спорить, что интерфейс на русском языке делает программу более удобной в работе. Во-первых, привыкнуть к новому программному обеспечению намного проще. Во-вторых, локализованное ПО не потребует от оператора знания английского языка. Программное обеспечение, установленное на серии МТС2 и МТС3, переведено на русский язык.

3

Тестер МТС2-40кВ и шаблонная катушка



Протокол испытаний

ЗАО "Остек-Электро"

ул. Молдавская 5 стр.3

121467 Москва

Испытательный стенд	SCHLEICH MTC2-1500 / 8131
Ответственный	
Изделие	статор
Протокол №	7
Дата испытания	12.08.2014 14:48:08
Номер задания	123
Модель	
S/N	статор
Производитель	

Краткое изложение

сопротивление 1	133,74 mOhm	Годен
сопротивление 2	132,86 mOhm	Годен
сопротивление 3	127,91 mOhm	Годен
импульсный 1	980V, EAR=6,5%, Площадь=1,0%	Годен
импульсный 2	980V, EAR=5,3%, Площадь=2,0%	Годен
импульсный 3	980V, EAR=5,9%, Площадь=2,0%	Годен
сдвинутые осциллограмы	980V, EAR=4,1%, Площадь=1,2%	Годен
сопротивление изоляции	951,7V, 44,273 GOhm; Imax1=1,200µA, Imin2=0,515µA	Годен

1/4

Сопротивление

Шаг	Заданное значение	Фактическое значение	
сопротивление 1	130,20; (123,69 - 136,71) mOhm	133,74 mOhm	Годен
сопротивление 2	130,20; (123,69 - 136,71) mOhm	132,86 mOhm	Годен
сопротивление 3	130,20; (123,69 - 136,71) mOhm	127,91 mOhm	Годен

Импульсный тест

Шаг	Заданное значение	Фактическое значение	
импульсный 1	800V, EAR=15,0%, Площадь=7,0%	980V, EAR=6,5%, Площадь=1,0%	Годен
импульсный 2	800V, EAR=15,0%, Площадь=7,0%	980V, EAR=5,3%, Площадь=2,0%	Годен

2/4

4

Пример отчета с логотипом компании на русском языке

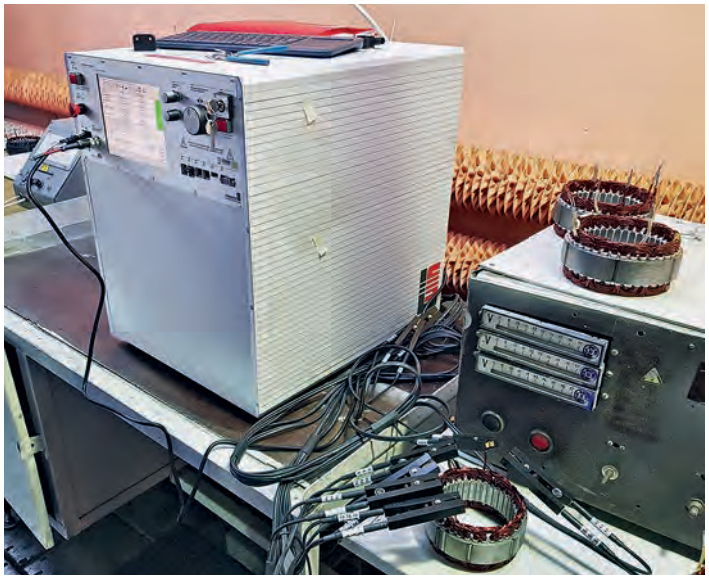
Это касается и формируемых программой отчетов. И, что немаловажно, в него могут быть включены данные и логотип компании, выполняющей тестирование (РИС 4).

Стоит ли обращать внимание на территориальный признак при выборе импульсного тестера?

В современном мире понятие «качество выпускаемой продукции» все меньше связано со страной происхождения оборудования. Приобретая технически сложное устройство, никто не может быть застрахован от поломок. И никто из дистрибьюторов не имеет склада всех необходимых запчастей для ремонта импульсного тестера. Поэтому чаще всего при поломке поставщику придется доставлять запчасть для ремонта от производителя. Дистрибьюторы американских импульсных тестеров сроки ремонта нередко затягивают, аргументируя любые срывы как раз страной происхождения. Период ремонта может затягиваться до полугода.

Со страной происхождения могут быть связаны и другие особенности. Импульсный тестер – это технически сложный прибор, который изготавливают под конкретного заказчика. Но совершенно иной подход у китайских производителей. В Китае есть такое понятие, как минимально возможное количество приборов для заказа – MOQ[2]. Например, у одного из производителей китайского импульсного тестера MOQ равно пяти. Поэтому дистрибьюторы китайского оборудования вынуждены держать на складе часть нераспроданного товара. У заказчика нет возможности выбрать комплектацию, т. к. чаще всего это единственно возможная модель для заказа.

Подписывая дистрибьюторский договор, компания принимает на себя определенные обязательства за производителя на вверенной ей территории. Выбор поставщика оборудования – непростая задача. В первую очередь, это осознанный разносторонний анализ имеющихся поставщиков оборудования. Немецкая компания Schleich, эксклюзивным дистрибьютором которой является Остек-Электро, не первый год показывает отличные результаты. Она уже четыре раза была награждена престижным титулом «ТОП-100 инновационных компаний Германии»: в 2012, 2014, 2016 и 2018 годах. Сегодня компания занимает лидирующие позиции по объемам продаж импульсных тестеров на территории Европы и США.



5

МТС2-6кВ с опцией тестирования прочности изоляции

[2] Минимально возможное количество для заказа (Minimum Order Quantity (MOQ)) – минимальное количество конкретного типа изделия, которое производитель желает / может продать. Если дистрибьютор не может заказать необходимое минимальное количество, значит, производитель не начнет производство.

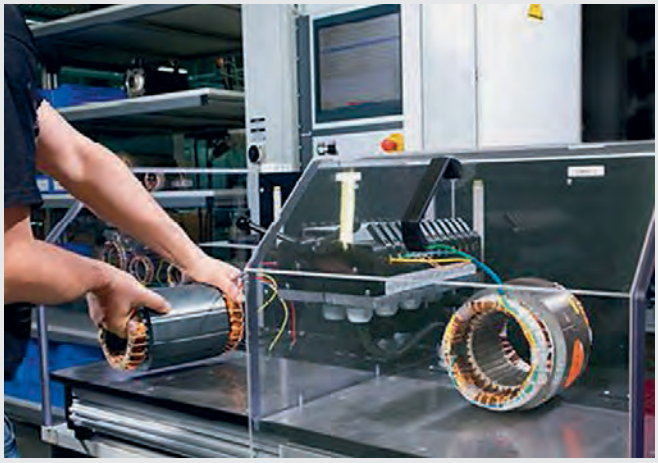
6 Тестер МТС3-6кВ с защитным кожухом

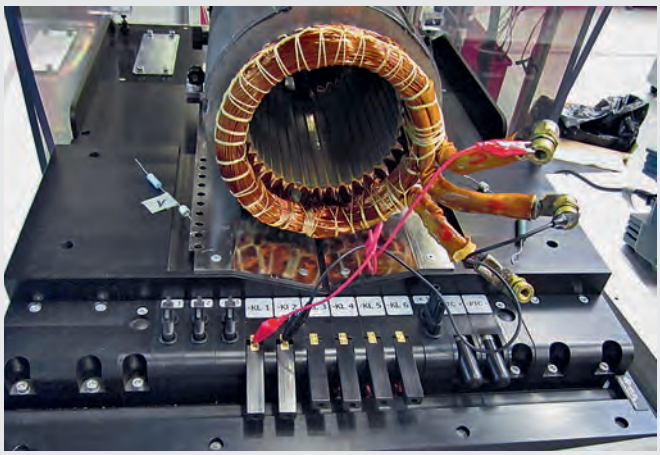
Как обстоят дела с тестом прочности изоляции?

Почти все импульсные тестеры не могут выполнять тестирование высоким напряжением переменного тока. У тестеров серии МТС2 и МТС3 такая возможность есть, но с определенными ограничениями. Максимальное напряжение – 6 кВ, максимальный ток – 100 мА (рис 5). Это будет полностью интегрированный в прибор тест, который расширяет возможности тестера, сохраняя возможность автоматического тестирования.

Оснастка или варианты подключения двигателя к тестеру

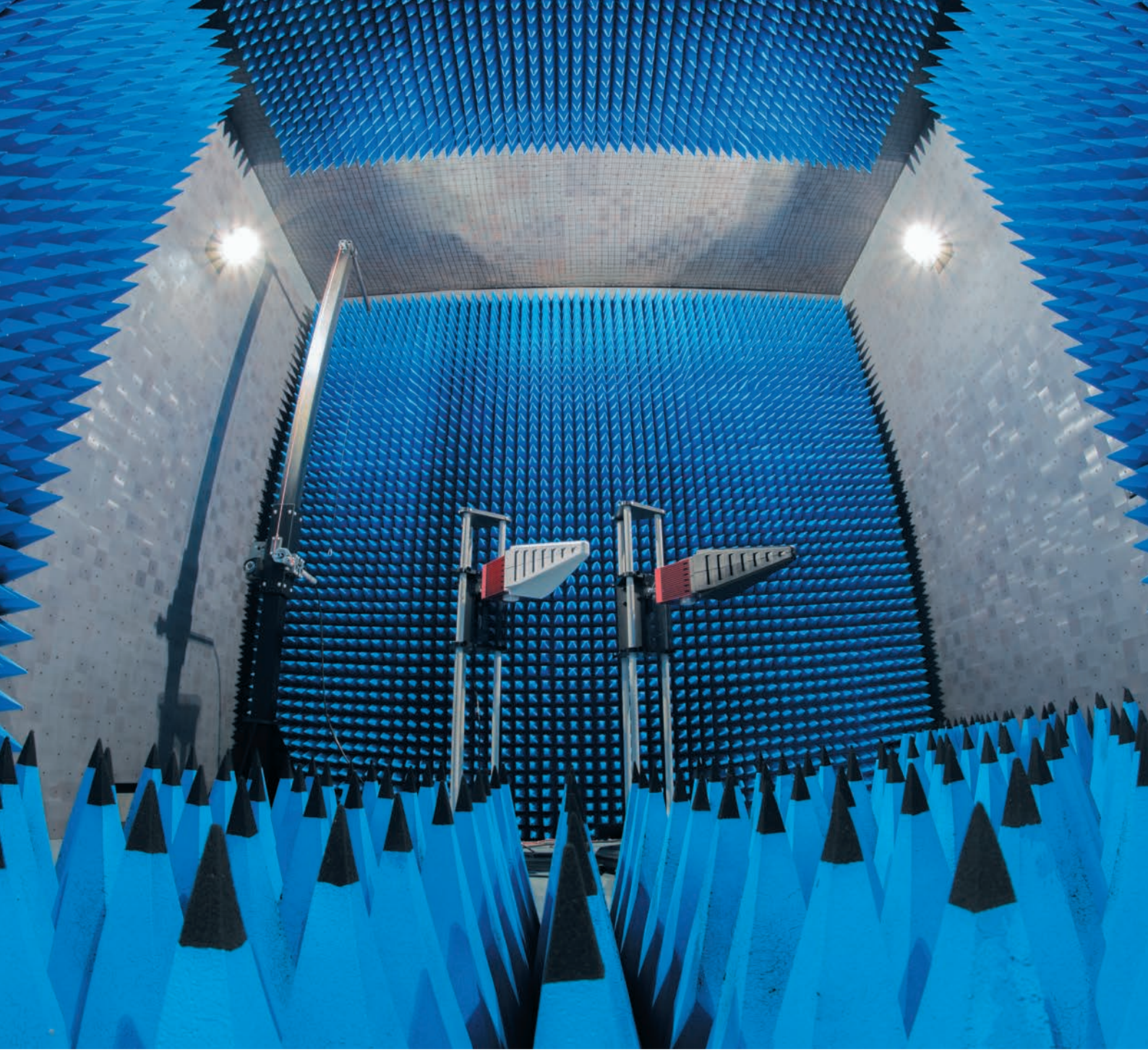
Для многосерийного производства одним из важных критериев выбора является скорость тестирования. Время, затрачиваемое на тестирование, состоит из двух частей: времени на подключение и времени на измерение. Время измерения параметров будет минимальным только при наличии у тестера возможности автоматического тестирования. Чтобы сократить время на подключение, изготавливают специальные защитные кожухи, внутри которых происходит коммутация изделия с клеммами. И это не просто удобство подключения, но и безопасность оператора. Существуют также двойные защитные кожухи, которые обеспечивают подключение одного двигателя во время тестирования другого. На рис 6 и 7 показаны примеры тестеров с кожухами, изготовленными компанией Schleich. Также у прибора есть функция автоматического открытия крышки кожуха, что особенно удобно, т. к. открытая крышка сигнализирует оператору об окончании теста. Запуск теста происходит автоматически при закрытии крышки.





7 МТС3 тестер с двойным защитным кожухом

В статье были рассмотрены основные вопросы, на которые стоит обратить внимание при выборе прибора и которые помогут задать правильные вопросы потенциальному поставщику, а также расширят представление о возможностях современных импульсных тестеров. Конечно, это не отменяет необходимости сравнивать импульсные тестеры по основным техническим характеристикам. Особенно важно оценить емкость конденсатора и максимально возможную энергию импульса, потому что именно они являются основными параметрами подобного оборудования.



Полное погружение в проект*

Спроектируем. Построим. Аттестуем.

Безэховые камеры и измерительные комплексы

- для измерения параметров антенн
- для испытания на ЭМС
- для акустических измерений
- для работы в полевых условиях

* Узнай о **БЭК в Остек** на сайте www.ostec-electro.ru
Эксклюзивный дистрибьютор в РФ и странах Таможенного союза
(Киргизия, Белоруссия, Казахстан, Армения)
ООО «Остек-Электро»

ostec
группа компаний

будущее
создается

Что скрывается за высокотехнологичным сервисом?

Неравнодушное отношение к делу

Безупречный сервис для нас — это больше, чем знание всех возможностей оборудования, практический опыт и профессиональная компетентность. Это еще и искреннее желание сделать все возможное, чтобы вместе с вами достичь успеха. Мы отвечаем за свои слова и всегда выполняем взятые на себя обязательства. Мы вкладываем в инжиниринг душу.

ostec
группа компаний

будущее
создается

ostec-group.ru I (495) 788 44 44