

СЕНТЯБРЬ | 2014 | №3

ЭКСПЕРТ+

ЗНАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ

Полеты наяву

Тестирование печатных плат с использованием метода «летающих щупов»

Губит узлы вода

Методика исследования и испытаний влагозащитных покрытий, паяльных паст и технологических процессов

Сверхновая «Звезда»

Комплексный подход в сотрудничестве компаний ФГУП «Электромеханический завод «Звезда» и «Диполь»

Г
Д ДИПОЛЬ

**+ Положительно
заряжен**



 **ДИПОЛЬ**

От редакции



Софья Честникова,
директор по развитию
компании «Диполь»



**С нашей точки зрения,
технологический аудит —
это обязательная процедура,
когда речь идет о комплексной
модернизации предприятия**

Общаясь с руководителями промышленных предприятий, концернов, мы все чаще слышим об изменении подхода к задачам предприятия. И если раньше речь шла о переоснащении, то сейчас — о необходимости повышения эффективности производственных и технологических процессов. И это не может не радовать нас, как компанию, которая считает технологическую эффективность одним из принципов своей деятельности. Помимо принципа есть и практика: мы предлагаем инструмент, который служит отправной точкой повышения эффективности, — технологический аудит предприятия.

С нашей точки зрения, технологический аудит — это обязательная процедура, когда речь идет о комплексной модернизации предприятия. Ошибки, совершенные на начальном этапе проектирования, выбора технологии, подбора оборудования, исправить потом

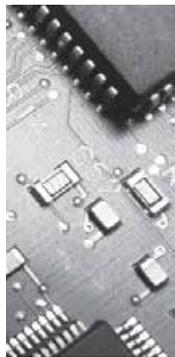
будет чрезвычайно сложно. Нет хороших и плохих технологий, есть технологии, удовлетворяющие потребности конкретного предприятия. Аудит выявляет такие потребности, становясь фундаментом для последующих этапов: подбора технологии, оснащения оборудованием, обучения сотрудников, запуска техпроцесса.

Неверно предполагать, что процесс лежит только в технологической плоскости. Наш подход затрагивает и ключевые управленческие решения, и инструменты. Среди них: автоматизация управления производственными процессами, внедрение стандартов и методов контроля качества, обучение персонала и другие организационные меры.

В целом, несмотря на очевидный прорыв в модернизации отрасли, эффективность производственных процессов остается достаточно низкой — об этом нам говорят сами руководители предприятий.

Вместе с этим, отношение к проведению технологических аудитов — достаточно сдержанное. Почему? Вероятно, это объясняется консерватизмом, свойственным нашей промышленности и обществу в целом. Наша компания многократно сталкивалась с такой проблемой в прошлом, предлагая рынку новые решения или новые подходы, и каждый раз эту инерционность успешно преодолевала. Не сомневаемся мы в успехе и сейчас. В связи с этим нам хочется особенно отметить тех руководителей и собственников предприятий, с которыми мы уже начали сотрудничество в столь непростой работе. Это люди, которые определяют будущий облик отрасли и российской промышленности в целом. У нас есть все основания полагать, что число таких лидеров, стоящих во главе инновационных производств, будет постоянно увеличиваться.

Содержание



8. Технологии

Полеты наяву

22. Технологии

Методы автоматической маркировки проводов и кабелей на технологической линии

34. Технологии

Губит узлы вода...



48. Технологии

Автоматическая оптическая инспекция с применением 3D-технологии

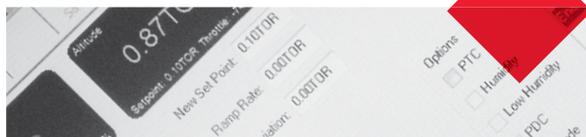


54. Оборудование

Высокий уровень измерения низкого сопротивления

58. Оборудование

Преимущество автоматического диапазона



68. Испытания

Превзойденные ожидания

62. Оборудование

Выбор климатической камеры: финансы и нюансы





70.

Заказчик

Сверхновая «Звезда»



90.

Концепция

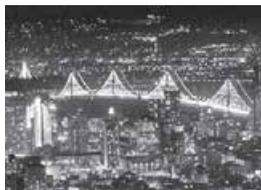
Особенности
перезагрузки



84.

Личный опыт

Спортивный принцип



96.

Калифорнийские
испытания

Путевые заметки

114.

События

Международная конференция
по аэрокосмической метрологии
IEEE International Workshop on
METROLOGY FOR AEROSPACE

ЭКСПЕРТ+

ЗНАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ

СЕНТЯБРЬ | 2014 | №3

Научно-технический журнал «Эксперт+» является корпоративным информационным изданием компании «Диполь». Журнал посвящен инновационным решениям для разработки, производства и испытаний электронной техники.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 58957 от 05 августа 2014 года.

Учредитель ЗАО «Диполь Технологии».

Периодичность выхода – 4 раза в год.

Распространяется бесплатно.

Редакционный совет:

Юрий ВАСИЛЬЕВ-КУКЛИН

Алексей СМЫШЛЯЕВ

Главный редактор:

Алексей СМЫШЛЯЕВ

Дизайн и верстка:

Ольга ТИХОНОВА

Компания «Диполь»

Санкт-Петербург

(812) 702 12 66

Москва

(495) 645 20 02

Нижний Новгород

(831) 464 97 27

Прага

+420 2 5573 9633

expert@dipaul.ru

www.dipaul.ru

Подписка на журнал

осуществляется запросом

в произвольной форме

на электронный адрес:

expert@dipaul.ru





Качество системы качества

Компания «Диполь» успешно прошла независимый аудит и подтвердила соответствие внедренной системы менеджмента качества (СМК) стандарту ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008) «Системы менеджмента качества. Требования».

Наличие сертификата соответствия на документальном уровне доказывает руководству предприятия-держателя и внешним заинтересованным

участникам деловых отношений, что СМК в компании есть и работает на необходимом уровне.

Помимо этого получены сертификаты на соответствие Системе экологического менеджмента ГОСТ Р ИСО 14001-2007 (ISO 14001:2004) и Системе менеджмента ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008) в отношении производства работ по проектированию, строительству,

проведению пусконаладочных работ и продаже чистых производственных помещений. Полученные сертификаты еще раз подтверждают высокий профессиональный уровень компании «Диполь» при реализации высокотехнологичных проектов для различных отраслей промышленности.



Новые технологические материалы производства компании «Диполь»

«Диполь» объявляет о расширении линейки технологических материалов, производимых компанией. Отмывочные жидкости серии «Аквен» предназначены для отмывки печатных плат и электронных узлов от всевозможных загрязнений. Отмывочные жидкости «Аквен» уже известны на рынке и зарекомендовали себя с наилучшей стороны. Предыдущий производитель этого продукта — компания «Аквен-Технологии» была поглощена группой компаний «Диполь», и в настоящее время изготовление жидкостей происходит на производственных мощностях «Диполя». Жидкости «Аквен» позволяют эффективно отмывать с печатных плат и сборок всевозможные остатки — флюсов, паст, консервационных смазок, а также загрязнения от пальцев. В серию входят отмывочные жидкости для разных процессов отмывки. Специально подобранные составы не содержат легковоспламеняющихся жидкостей и проверены для различных условий и загрязнений.

«Аквен-12» — это отмывочная жидкость на основе органических растворителей, разработана для полуводных процессов

отмывки. Жидкость имеет длительный срок жизни в ванне, прекрасно растворяет полярные и неполярные загрязнения.

«Аквен-16» — это отмывочная жидкость на водной основе, разработана для водных процессов отмывки. Жидкость не агрессивна к ПВХ-пластикам и уретановым покрытиям. Поставляется как в готовом виде, так и в виде концентрата («Аквен-16К»).

Жидкости «Аквен» практически не имеют запаха, прекрасно смачивают поверхности, проникают под компоненты, обладают универсальными моющими свойствами и полностью смываются водой. После отмывки, ополаскивания и сушки поверхности не имеют разводов, паяные соединения не тускнеют.

Первой отмывочной жидкостью производства компании «Диполь» стал «ДиКлин», представленный рынку в апреле 2014 года. Отмывочная жидкость «ДиКлин» прошла тестирование в производственных условиях и успешно используется на российских предприятиях — изготовителях электроники.

Отмывочные жидкости «ДиКлин» и «Аквен» хорошо зарекомендовали себя

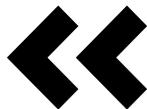
не только в простом отмывочном оборудовании (ультразвуковые ванны), но и в сложных системах отмывки таких производителей, как MBTech, PBT, FinnSonic, AquaTerm, и других.

Отмывочные жидкости производства компании «Диполь» предлагаются заказчиком по цене, существенно меньшей, чем стоимость зарубежных аналогов. Техническая документация соответствует российским нормам, что является важным обстоятельством для заказчиков военно-промышленного комплекса. Жидкости имеют необходимые сертификаты. Все вышеперечисленное позволяет рекомендовать отмывочные жидкости «ДиКлин» и «Аквен» для российских предприятий, занимающихся сборкой электронной аппаратуры.

Полеты на яву

**Тестирование печатных плат
с использованием метода
«летающих щупов»**

Электроника — наука о контактах. Эта истина известна любому специалисту в данной области. Впрочем, как и тот факт, что существуют лишь два типа отказов электронной аппаратуры: либо нет контакта там, где он должен быть, либо есть контакт там, где его быть не должно. Конечно, обе аксиомы лежат скорее в плоскости профессионального остроумия, нежели имеют реальное отношение к исследованию, устранению и предотвращению отказов, но, как говорится, в каждой шутке есть только доля шутки.



В условиях опытного, мелкосерийного и среднесерийного производства большой номенклатуры узлов на печатных платах практически безальтернативным является метод электрической проверки с применением «летающих щупов»

В реалиях современного серийного производства отказы электронных блоков могут иметь далеко идущие последствия и оборачиваться серьезным увеличением затрат как для производителя, так и для потребителя данного вида техники. Случайных отказов в электронике не бывает — и это тоже аксиома. Каждый отказ имеет вполне определенные причины, которые в полной мере его объясняют. И ошибочно полагать, будто эти причины кроются в дефектах конкретных узлов или печатных плат, которые входят в состав отказавшего изделия. Дефект печатной платы тоже всего лишь следствие. Одной из важнейших причин отказов в производстве электроники является несовершенство технологии проверки и контроля качества продукции.

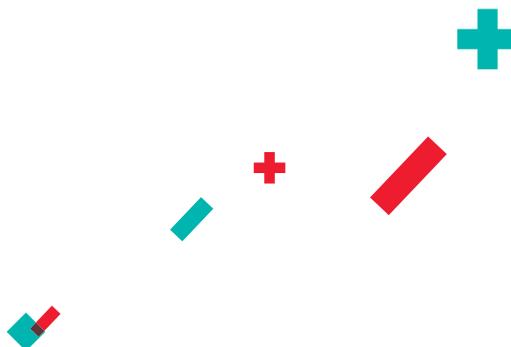
Контроль качества важен на любой стадии производства изделий. И монтаж печатных плат не исключение. Напротив, современный печатный узел может быть весьма сложной системой, требующей особых навыков, оборудования и технологий проверки на всех стадиях изготовления — начиная с анализа конструкторской документации и входного контроля электронных компонентов, имеющих в его составе, и заканчивая процедурой сдачи и отгрузки заказчику.

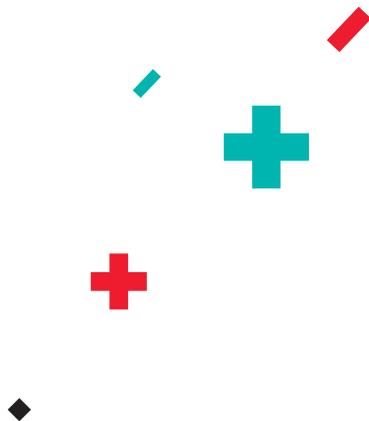
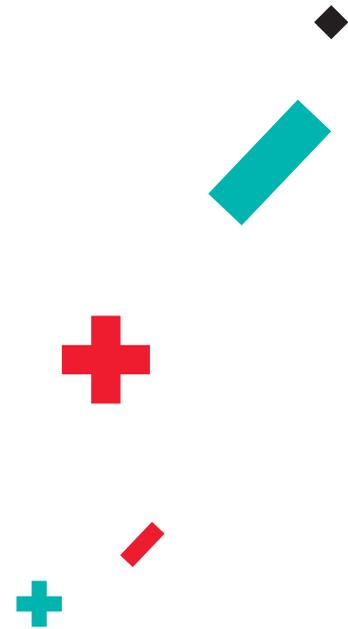
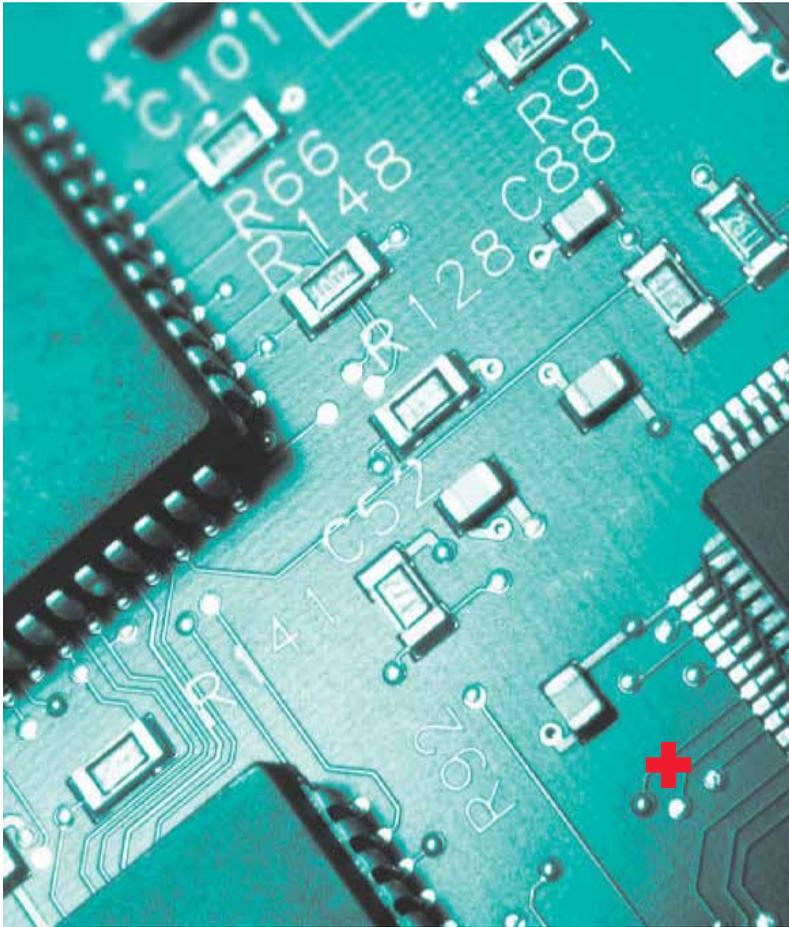


Алексей Зайцев,
руководитель направления
тестового оборудования

Особое место в этой последовательности занимает электрическое тестирование и функциональный контроль печатной платы, поскольку именно эти проверки дают комплексную картину характеристик смонтированного печатного узла. На данном этапе есть возможность выявить все предпосылки вероятного отказа, тем самым предотвратив установку некачественного или неверного компонента, брак печатной платы, дефекты пайки и т.д. Здесь же выявляются ошибки, по каким-то причинам допущенные на предшествующих этапах контроля.

Существует несколько методов электрического тестирования печатных плат: ручной, «ложе гвоздей» (bed of nails), метод «летающих щупов» (flying probes) и метод «летающих матриц».

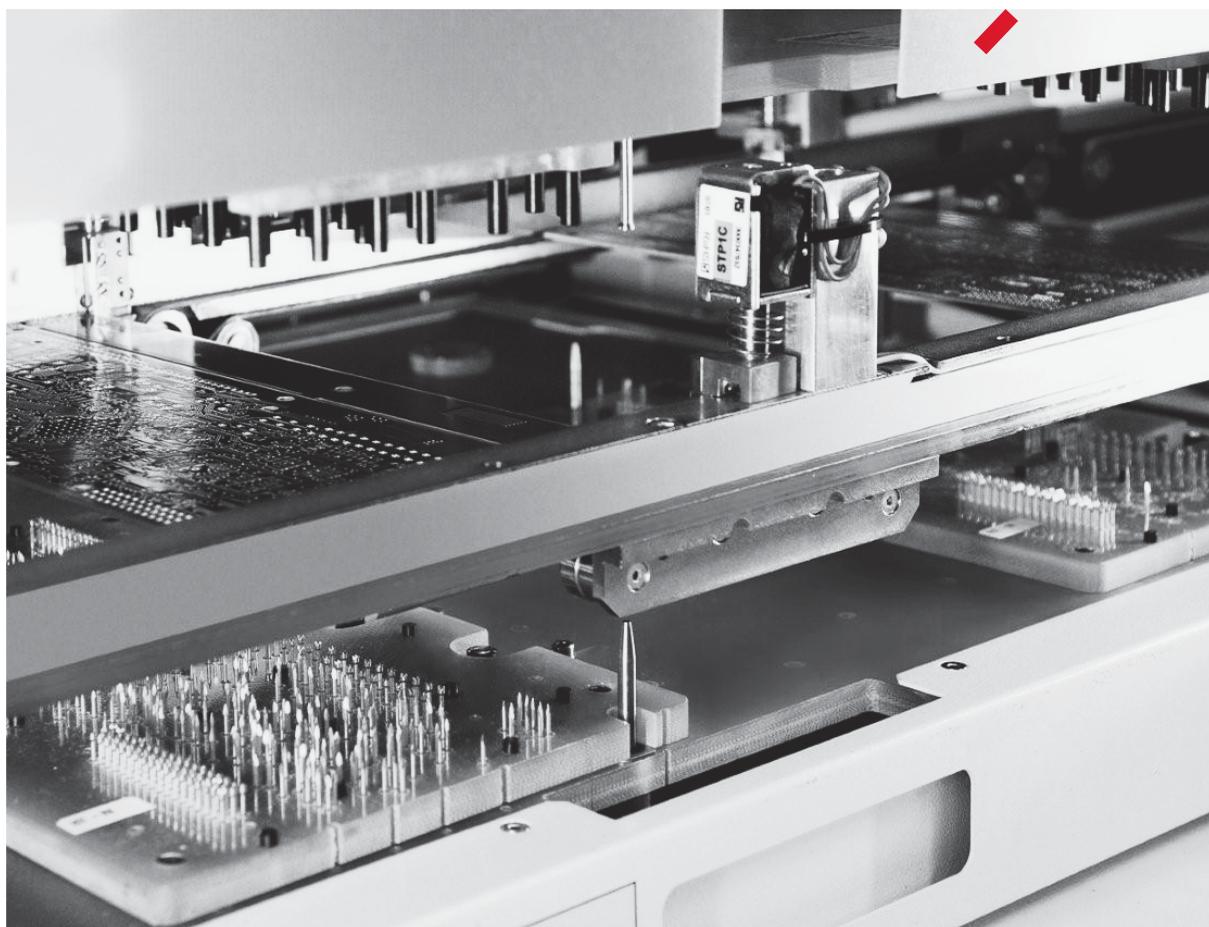




Все они сегодня имеют право на жизнь, так как каждый из них оказывается эффективнее других в зависимости от объемов производства печатных плат, их номенклатуры и требований к качеству продукции, принятых на предприятии. В условиях опытного, мелкосерийного и средне-серийного производства большой номенклатуры узлов на печатных платах практически безальтернативным является метод электрической проверки с применением «летающих щупов».

Его основное преимущество в данном случае очевидно — быстрая

переналадка оборудования при переходе с одного изделия на другое. Вкупе с возможностью встраивать такое оборудование в конвейерную линию это позволяет снизить производственные издержки и увеличить эффективность процессов изготовления в целом. Ведущие мировые производственные компании (Tbp, Bosch, Siemens, Airbus, British Aerospace, etc.) уже два десятка лет используют подобную технологию проверки качества продукции. За это время сменилось несколько поколений установок с «летающими щупами», которые постоянно совершенствуются,

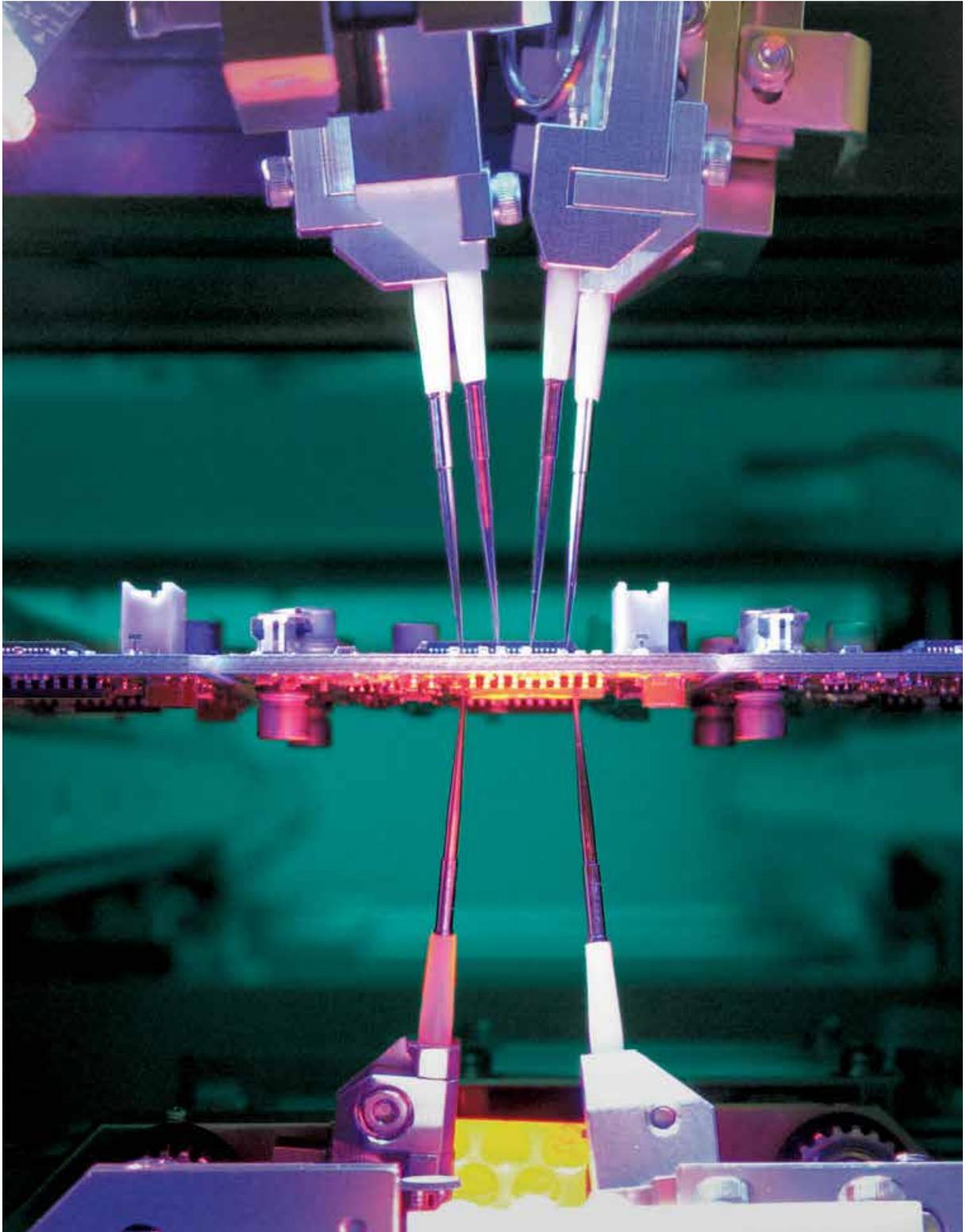


чтобы соответствовать растущим требованиям эксплуатирующих компаний. Российские производственные компании в этом плане сегодня выступают в роли догоняющих. Но в такой ситуации есть и свои плюсы — можно использовать готовые современные решения и многолетний опыт зарубежных компаний, не проходя тот путь поисков и ошибок, которым шли те, кто отработывал данную технологию на своих производствах. Плюс ко всему за минувшее время ассортимент установок с «летающими щупами» расширился настолько, что теперь рынок можно

поделить на сегменты по многим параметрам: по цене, по производительности, по техническим и точностным характеристикам. Разумеется, самым малочисленным является сегмент высокоточных и скоростных установок, характеристики которых позволяют использовать их для проверки печатных узлов и учитывать особые требования как по качеству монтажа, так и по функциональным параметрам.

Сегодня лидером среди производителей высокоточных систем функционального контроля печатных узлов считается японская компания TAKAYA,

чья продукция занимает около 50% мирового рынка подобной техники. Это неудивительно, поскольку именно TAKAYA стала родоначальником технологии «летающих щупов», первой представив в 1986 году подобную установку. Если говорить о российском рынке автоматизированных систем электрического контроля, то в настоящее время он только формируется, ведь спрос на подобные технологии появился у предприятий относительно недавно. Однако в ближайшие годы переоснащение электронных производств и их автоматизация по примеру ведущих



мировых производителей неизбежно повлечет за собой увеличение спроса на автоматизированные системы контроля качества продукции в целом и на системы электрического контроля в частности. И здесь, как уже было сказано, у отечественных предприятий есть уникальная возможность использовать успешный мировой опыт по внедрению таких систем.

Так сложилось, что последние полвека безусловными лидерами в области точной механики, электроники и организации эффективных производств остаются японские компании. Это первенство обусловлено многими факторами, в том числе уменьшением производственных потерь из-за выпуска дефектной продукции. Данный фактор, кстати, является одним из принципов концепции «бережливого производства», сформулированной Тайити Оно, одним из создателей системы управления предприятием в компании Toyota, признанным законодателем мод в области эффективного производства.

Уменьшение потерь из-за выпуска дефектной продукции — задача, актуальная и для электронных производств, и для отдельных участков сборки и монтажа печатных узлов. В рамках концепции управления эффективностью производства (Production Efficiency Management) в портфеле «Диполя» имеются комплексные решения для реализации данных задач — 6-е и 7-е поколения установок с «летающими щупами» японской компании TAKAYA.

Сотрудничество «Диполя» как отраслевого интегратора с TAKAYA обусловлено в первую очередь тем, что сегодня TAKAYA — это авангард технологий в области автоматических систем электрического контроля, что подтверждается широчайшим функционалом данных установок и высочайшим уровнем их технических, а главное, точностных характеристик.

Современное контрактное производство электронных блоков и систем предъясвляет соответствующие

требования к тестовому оборудованию. На первый план выходят возможность быстрой перенастройки, скорость и точность проведения проверки, объемы проверок и минимальные требования к квалификации персонала, осуществляющего контроль. В идеале производитель хочет иметь на выходе конструктивно и функционально завершенный печатный узел, затратив на это минимум усилий и времени. То есть в плане систем проверки и настройки необходимо максимально автоматизировать процессы разработки, входного контроля, выявления дефектов, регулировки и испытаний. И все эти процессы должны быть неотъемлемой частью общего автоматизированного процесса производства. А потому современная система электрического контроля должна быть по-настоящему универсальной, совмещающая множество функций, и системы с «летающими щупами» не исключение. Рассмотрим основные из этих функций.

Внутрисхемное тестирование

Технология внутрисхемного тестирования (In-Circuit Testing, ICT) эффективно применяется для тестирования печатных плат (ПП) с конца 1970-х гг. по настоящее время. Этот метод оказался очень удобен не только для тестирования правильности монтажа компонентов на ПП, но и для внутрисхемных измерений параметров компонентов. Внутрисхемным измерением называется измерение параметров смонтированного на поверхности ПП компонента, не предполагающее его

демонтажа или отключения от цепей, с которыми он связан в соответствии со схемой ПП. При выполнении внутрисхемных измерений по отношению к пассивным компонентам (резисторам, конденсаторам, индуктивностям и т. д.) нет необходимости подавать питание на тестируемую плату. Это позволяет выполнить предварительную сортировку смонтированных плат без риска их значительного повреждения после включения питания при наличии опасных коротких замыканий или неверного

монтажа резисторов, перемычек и других проводимостей. При включении питания ПП внутрисхемные измерения могут выполняться и для активных компонентов — как цифровых, так и аналоговых.

Самым прогрессивным методом внутрисхемного тестирования на сегодняшний день является запатентованной компанией Siemens метод узловых импедансов. Суть его заключается в том, что вместо контроля параметров каждого отдельного компонента и физической проверки каждой отдельной связи на ПП система проверяет на соответствие заданным параметрам целые цепи. При обнаружении несоответствия параметров цепи заданным, система автоматически выполняет проверку компонентов, связанных с данной цепью, до тех пор, пока не будет установлен конкретный «виновник» отклонения. При применении данного метода значительно (иногда на порядки) сокращается количество контактов с цепью,

что положительно сказывается на времени тестирования и его эффективности. Данная технология позволяет обнаруживать дефекты в цепях, не имеющих физического доступа, выявлять поврежденные статикой компоненты и многие другие дефекты, которые невозможно обнаружить традиционными методами внутрисхемного тестирования.

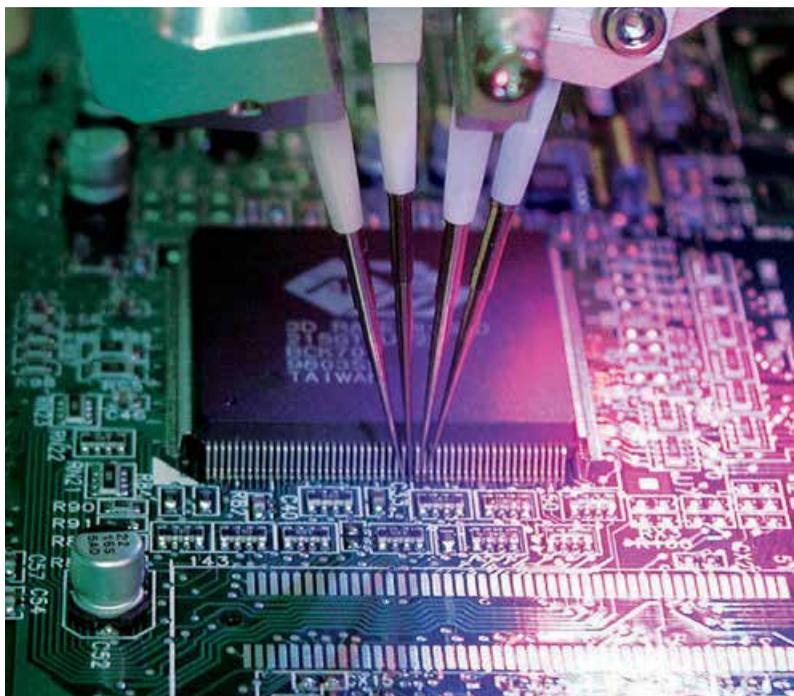
Технологии IC-Open

Технология подразумевает использование емкостных датчиков для определения отсутствия паяного соединения (непропай). Выявление дефекта при этом возможно с помощью как наведенного сигнала, так и защитных диодов в микросхемах.

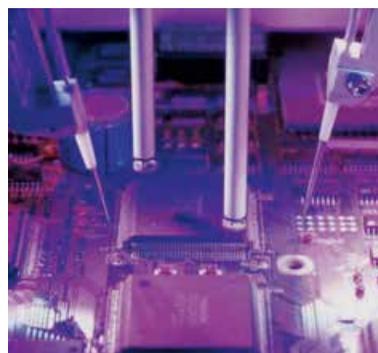
Технология IC-Open направлена на обнаружение не припаянных выводов компонентов и дефектов соединений между выводами и кристаллом в микросхемах.

Системы оптического контроля

Наличие данных систем в установках электрического контроля — правило хорошего тона. Они позволяют отслеживать процесс тестирования в режиме реального времени и сами по себе являются действенным инструментом тестирования. Они способны в автоматическом режиме отследить наличие или отсутствие компонентов на своих местах, проверить наличие маркировки компонентов и их полярность, установить соответствие заданных координат компонента его фактическому положению на ПП, считать штрихкоды и 2D-коды, обеспечить подсветку тестовой зоны, а также распознать иную графическую и текстовую информацию на печатной плате.



Снимок печатной платы в режиме реального времени при проведении оптического контроля



Проведение проверки с использованием технологии IC-Open

Внутрисхемное программирование

Возможность внутрисхемного программирования (On Board Programming) должна быть реализована в любой современной автоматической системе внутрисхемного контроля. Внутрисхемное программирование (In-System Programming, ISP) — технология программирования электронных компонентов (ПЛИС, микроконтроллеры и т. п.), позволяющая программировать компонент, уже установленный на ПП.

Главное преимущество технологии — возможность объединить процессы

программирования и тестирования при производстве и исключить отдельную фазу программирования компонентов перед окончательной сборкой. Технология также позволяет производителям устройств обойтись без закупки заранее запрограммированных компонентов, выполняя программирование прямо в процессе производства. Кроме того, можно снизить стоимость изготовления и вносить изменения в программируемую часть устройства без остановки производства.

Микросхемы, в которых предусмотрено внутрисхемное программирование, обычно имеют специальную схему, генерирующую необходимые для этой цели напряжения из обычного напряжения питания, а также схему для коммуникации с программатором посредством последовательного интерфейса (большинство микросхем используют вариации протокола JTAG).





Функциональное тестирование

Это, пожалуй, важная часть тестового цикла при проверке ПП. На данном этапе выполняется подача питающих напряжений на плату, контроль тока потребления. На изделие подаются управляющие аналоговые и цифровые сигналы, осуществляется проверка и анализ выходных сигналов,

их сравнение с требуемыми параметрами. Здесь же должен быть реализован контроль сигналов в контрольных точках изделия. При необходимости обеспечивается возможность подключения внешней задающей и контрольной аппаратуры с применением широкого спектра интерфейсов.

Периферийное сканирование

Периферийное сканирование (Boundary Scan) — метод тестирования современных собранных печатных плат. Используя предназначенную для этого тестовую логику, внедренную в огромное количество современных ИМС, периферийное сканирование проверяет, корректно ли установлен и припаян каждый компонент платы. Технология периферийного сканирования способна существенно увеличить тестовое покрытие сложных изделий, особенно содержащих большое количество компонентов BGA.

Несмотря на относительно многообразие установок с «летающими щупами», представленных сегодня на рынке, очень немногие на должном уровне сочетают весь перечисленный функционал, а тем более способны дополнительно предложить набор функций, направленных на реализацию узкоспециализированных потребностей

современных производств. Именно это и отличает системы внутрисхемного электрического контроля TAKAYA — они совмещают самый широкий набор тестовых функций, возможность индивидуализации под конкретные задачи производства и высочайший класс характеристик. Как уже было сказано, сегодня «Диполь» готов предложить несколько решений для комплексного тестирования печатных узлов. База для этих решений — системы TAKAYA, каждая из которых заточена под свои объемы производства и специфику выпускаемых печатных узлов.

Основной системой линейки TAKAYA является установка TAKAYA APT-9411.

Забегая вперед, следует сказать, что понятие «базовая» отнюдь не означает занижение характеристик относительно «старших» моделей. Комплекс АРТ-9411 включает набор опций, необходимый и достаточный для того вида производства, для которого он предназначен. В данном случае речь идет о мелкосерийном изготовлении большой номенклатуры печатных узлов с преимущественно односторонним расположением компонентов. АРТ-9411 характеризуется беспрецедентно низкими временными затратами на программирование и наладку, что позволяет осуществлять быстрый переход от одного изделия производственной программы к другому. В совокупности с полным набором тестового функционала, описанного выше, это делает систему АРТ-9411 оптимальным решением для мелкосерийных производств.

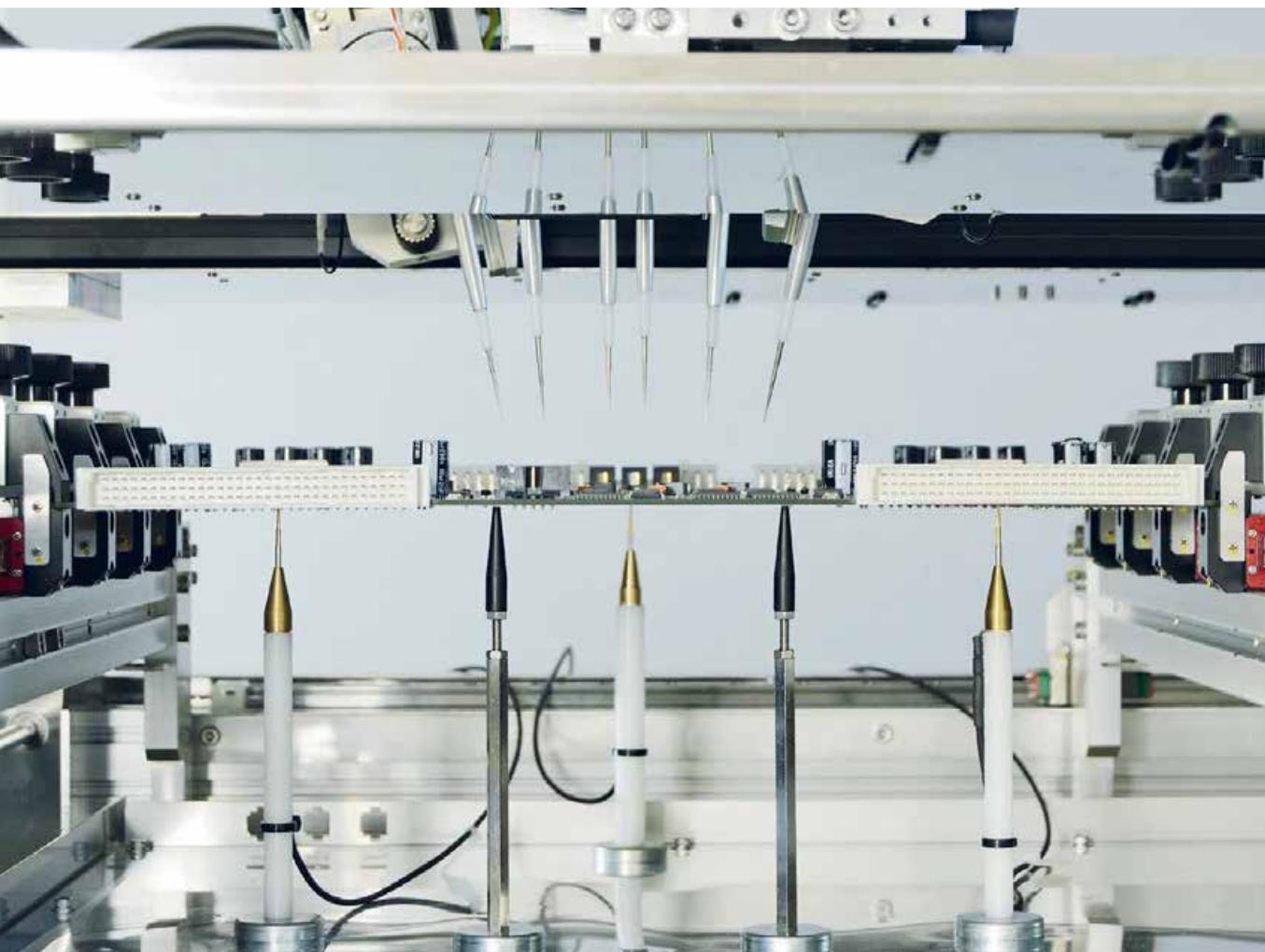
Дальнейшим развитием технологии «летающих щупов» стала система TAKAYA АРТ-9600.

Обладая всем функционалом установки АРТ-9411, TAKAYA АРТ-9600 все же принадлежит к системам несколько иного уровня благодаря возможности полноценной работы с печатной платой одновременно с двух сторон и расширенному списку опций, позволяющих сделать TAKAYA АРТ-9600 поистине многофункциональной системой, идеально адаптированной к задачам производства сложных печатных узлов мелких и средних серий. Программный комплекс, управляющий работой АРТ-9600, как и на всех установках TAKAYA, разработан таким образом, чтобы максимально упростить процессы программирования и наладки, тем самым свести к минимуму время на подготовку к тестированию нового типа изделий.

Новым поколением систем с «летающими щупами» можно считать установку TAKAYA АРТ-1400.

Иная конфигурация приводов «летающих щупов», их увеличенное количество, серьезно модернизированная аппаратная и программная часть установки — все это делает TAKAYA АРТ-1400 лидером в части скорости осуществления проверок (на 30–50% быстрее обычных систем) и их точности. Благодаря этим свойствам TAKAYA АРТ-1400 наиболее эффективна в условиях среднесерийного производства печатных плат с высокой плотностью размещения элементов. Кроме того, расширенная площадь зоны тестирования позволяет системе TAKAYA АРТ-1400 работать с печатными платами увеличенных размеров.

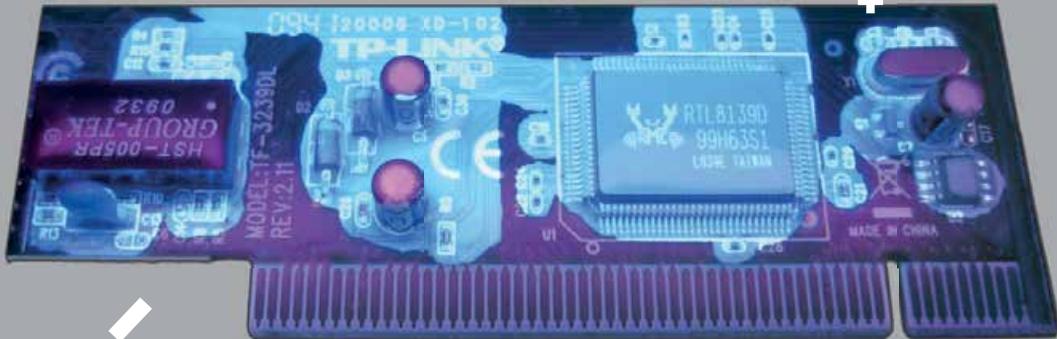




Возвращаясь к теме сокращения затрат в производстве и увеличения его эффективности, необходимо резюмировать все вышесказанное. Экономические реалии сегодняшнего дня диктуют жесткие требования к организации производства, его автоматизации, гибкости и в конечном счете прибыльности. Для обеспечения высоких показателей по каждому из этих аспектов недостаточно просто наполнить производство оборудованием

и ждать результатов. Необходим тщательный расчет и индивидуализация каждого элемента производственной линии. Опыт ведущих мировых компаний-изготовителей показывает, что будущее за комплексным построением автоматизированных производств на базе многофункциональных высокоточных систем. Особенно эта тенденция проявляется, когда речь заходит о системах внутрисхемного контроля и тестирования, поскольку именно они

являются важным, а зачастую и единственным инструментом, позволяющим создать продукцию высочайшего качества. Именно поэтому, ставя целью сокращение издержек и потерь в производстве, следует делать выбор в пользу наиболее эффективных инструментов обеспечения качества продукции. В области тестирования и контроля печатных узлов сегодня таким инструментом объективно являются системы внутрисхемного контроля TAKAYA. 



Новый силиконовый лак УФ-отверждения

Компания Peters (Германия), один из ведущих производителей технологических материалов для защиты электронных модулей, выпустила новый защитный лак TWIN-CURE DSL 1707 FLZ

Отличительные свойства лака TWIN-CURE DSL 1707 FLZ

- Силиконовая основа без растворителя
- Может наноситься толстым слоем за одну операцию
- Придает дополнительную прочность изделию (микropодзалвка)
- Механизм двойного отверждения: УФ-отверждение + химическая реакция с влагой из воздуха
- Высокая термостойкость
- Устойчив к термоциклированию даже при большой толщине слоя нанесения
- Отличная химическая стойкость
- Соответствует UL 746E

Технические характеристики

- Вязкость (при 20°C): 3000±600 мПа·с
- Плотность (при 20°C): 0,98±0,05 г/см³
- Диэлектрическое сопротивление: 36 кВ/мм
- Напряжение пробоя: >600 В
- Поверхностное сопротивление изоляции: 1,0×10¹³ Ом
- Объемное сопротивление: 9,0×10¹⁵ Ом
- Сопротивление изоляции во влажной среде: 5,0×10⁹
- Сопротивление изоляции при конденсате: 3,5×10¹⁰

Официальным дистрибьютором продукции компании Peters в России является компания «Диполь».

ДИПОЛЬ



Программное обеспечение для управления производством

AEGIS
SOFTWARE

- Скорость
Сокращает простои оборудования, уменьшает время подготовки производства при запуске новых изделий, оптимизирует работу со складами комплектующих и материалов.
- Контроль
Контролирует производственный процесс, расход материалов и комплектующих, обеспечивает контроль качества сборки, испытаний и других производственных процессов при выпуске изделий.
- Прослеживаемость
Собирает информацию о местонахождении конкретной детали, изделия, материала, стадии выполнения операции, о качестве собираемых изделиях и т.д. Формирует аналитические и статистические данные в виде отчетов, графиков, диаграмм, в том числе в формате, пригодном для просмотра на мобильных устройствах.

Отраслевой интегратор

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru



Методы автоматической маркировки проводов и кабелей на технологической линии

| ПИТ ДОЙОН (PETE DOYON)

вице-президент компании Schleuniger, Inc. по менеджменту продукции

Многие производители оборудования требуют, чтобы отдельные провода и кабели, используемые в их продукции, имели четкую маркировку в виде меток или этикеток. В некоторых отраслях, например в оборонной и авиационной промышленности, маркировка проводов и кабелей является обязательной и регулируется строгими стандартами, такими как SAE AS50881 (ранее MIL5088L). В других случаях маркировка делается по желанию.

Провода и кабели могут маркироваться в ходе выполнения технологических операций по их обрезке и зачистке на автоматическом оборудовании. Кроме того, маркировка может производиться вручную или полуавтоматически после этих операций. В статье рассматривается только автоматическая маркировка на технологической линии. Описывается, какие сведения обычно указаны на проводах и кабелях, какие пути для повышения производительности существуют, какие разновидности систем для маркировки представлены на рынке и каковы достоинства и недостатки каждой из них.



Маркировка провода методом горячей штамповки

Для чего нужна маркировка

Маркировка нужна для идентификации отдельных проводов и кабелей на протяжении всего срока службы изделия — от первоначальной сборки и испытаний до обслуживания и ремонта через много лет эксплуатации. Основные требования к маркировке — разборчивость, долговечность и стойкость к истиранию. Поэтому метод маркировки должен соответствовать условиям эксплуатации изделия.

Основные цели маркировки:

- Идентификация концов. Самый распространенный тип маркировки — концевая маркировка. Она позволяет четко идентифицировать место подсоединения провода или кабеля на клеммной колодке, разъемном соединителе и т. д. Концевая маркировка позволяет предотвратить перепутывание проводов при изготовлении жгутов, а также при сборке, испытании, обслуживании и ремонте изделий.
- Обеспечение прослеживаемости. Во многих отраслях требуется обеспечить прослеживаемость компонентов и узлов изделия. Для этого на каждый провод или кабель могут наноситься логотипы компаний, серийные номера и коды дат. Особенно часто это делает-

ся в дорогостоящих узлах, прошедших электрические и другие испытания. В случае отказа или гарантийной рекламации можно найти исходный протокол испытаний конкретного узла, воспользовавшись уникальным кодом.

- Штрихкодирование. Ряд методов маркировки позволяет печатать штрихкоды непосредственно на проводах или кабелях либо на этикетках, которые крепятся к ним. На практике штрихкоды используются при диаметре провода или кабеля не менее 2,5 мм, так как при меньшем диаметре сканер может оказаться не в состоянии считать штрихкод. Перед внедрением штрихкодов следует всегда изготавливать опытные партии.

- Нанесение логотипов. Некоторые компании предпочитают снабжать свои кабельные сборки собственным логотипом, фирменным наименованием или другим уникальным отличительным знаком. Большинство методов маркировки (кроме горячей штамповки) обеспечивает такую возможность. Маркировка и повышение производительности.



Маркировка и повышение производительности

Эффективное изготовление жгутов

Маркировка проводов и кабелей может быть экономически эффективной мерой, особенно в условиях мелкосерийного многономенклатурного производства — например, при изготовлении проводных жгутов по одному.

Полностью интегрированные автоматы для обработки провода, управляемые с персонального компьютера (ПК), позволяют изготовить полный комплект проводов для одного жгута. Все провода обычно укладываются в лоток или сборщик проводов. Без маркировки трудно было бы идентифицировать отдельные провода и их назначение. При наличии концевой маркировки на

каждом проводе оператор легко найдет начальную и конечную точки при выкладке проводов на стенде для изготовления жгутов. Если маркировка отсутствует, оператор сначала должен идентифицировать каждый из проводов (по общей длине, цвету, длине зачистки, типу зажимов и т. д.), а затем по электрической схеме или таблице определить, куда должны идти оба его конца. Маркировка на концах каждого провода или кабеля подобна инструкции по прокладке провода, которая всегда под рукой.

Маркировка трубок разного диаметра методом горячей штамповки



Маркировка провода
каплеструйным методом

Одноцветные или многоцветные провода

Ключ к успеху в условиях мелкосерийного многономенклатурного производства — сокращение времени переналадки оборудования до абсолютного минимума. При обработке провода на каждую смену цвета провода может уходить от одной до нескольких минут. Уменьшив количество цветов провода с десяти до одного, удастся снизить частоту переналадки, а с нею и трудозатраты на 90%. Использование белого провода с этикетками вместо провода множества различных цветов (если это допустимо) дает весьма ощутимую экономию. В некоторых областях действуют стандарты и нормы, предписывающие применение проводов конкретных цветов. Например, заземляющий проводник в электрическом оборудовании должен быть сплошного зеленого цвета или зеленого цвета с желтой полосой. Во многих других видах изделий и электрических цепей допустимы провода любого цвета. Если это разрешается

производителем продукции, а также соответствующими стандартами и нормами, использование одного цвета вместо множества способно обеспечить и другие преимущества. Вот некоторые из них:

- Снижение частоты переналадки и, следовательно, затрат на оплату труда.
- Возможность оптовых закупок провода (на более крупных катушках или барабанах) по сниженной цене.
- Сокращение стоимости хранения провода.
- Все провода можно маркировать, используя один цвет чернил для каплеструйной печати или фольги для горячей штамповки.
- С более крупными катушками или барабанами менее выражен «эффект памяти» провода, что дает более единообразные результаты при обработке.

Если проводной жгут для конкретного изделия изначально проектировался в расчете на применение проводов различных цветов, то один из выходов — использовать только белый провод и печатать на нем название цвета. Например, красный провод можно заменить белым, на котором через каждые 8 см будет напечатано слово «RED» (англ. «красный»). Кроме того, на проводе можно напечатать номер цепи, чтобы отличать его от других белых проводов с обозначением «RED». Использование провода одного цвета (или небольшого количества цветов) с системой маркировки провода, встроенной в технологическую линию, экономит время и средства, особенно при мелкосерийном многономенклатурном производстве.

Концевая и сплошная маркировка

Как уже отмечалось, концевая маркировка применяется обычно для идентификации концов провода. Кроме концевой маркировки можно также использовать сплошную маркировку для указания той или иной дополнительной информации через заданные интервалы на протяжении каждого проводного или кабельного жгута. Обычно это артикул компонента, к которому идет провод, или номер соответствующей цепи. Как правило, он повторяется через каждые 8–15 см по всей длине провода. Это позволяет идентифицировать отдельные провода в любом месте при их обслуживании. Если какая-то отметка плохо читается, всего в нескольких сантиметрах от нее есть другая.

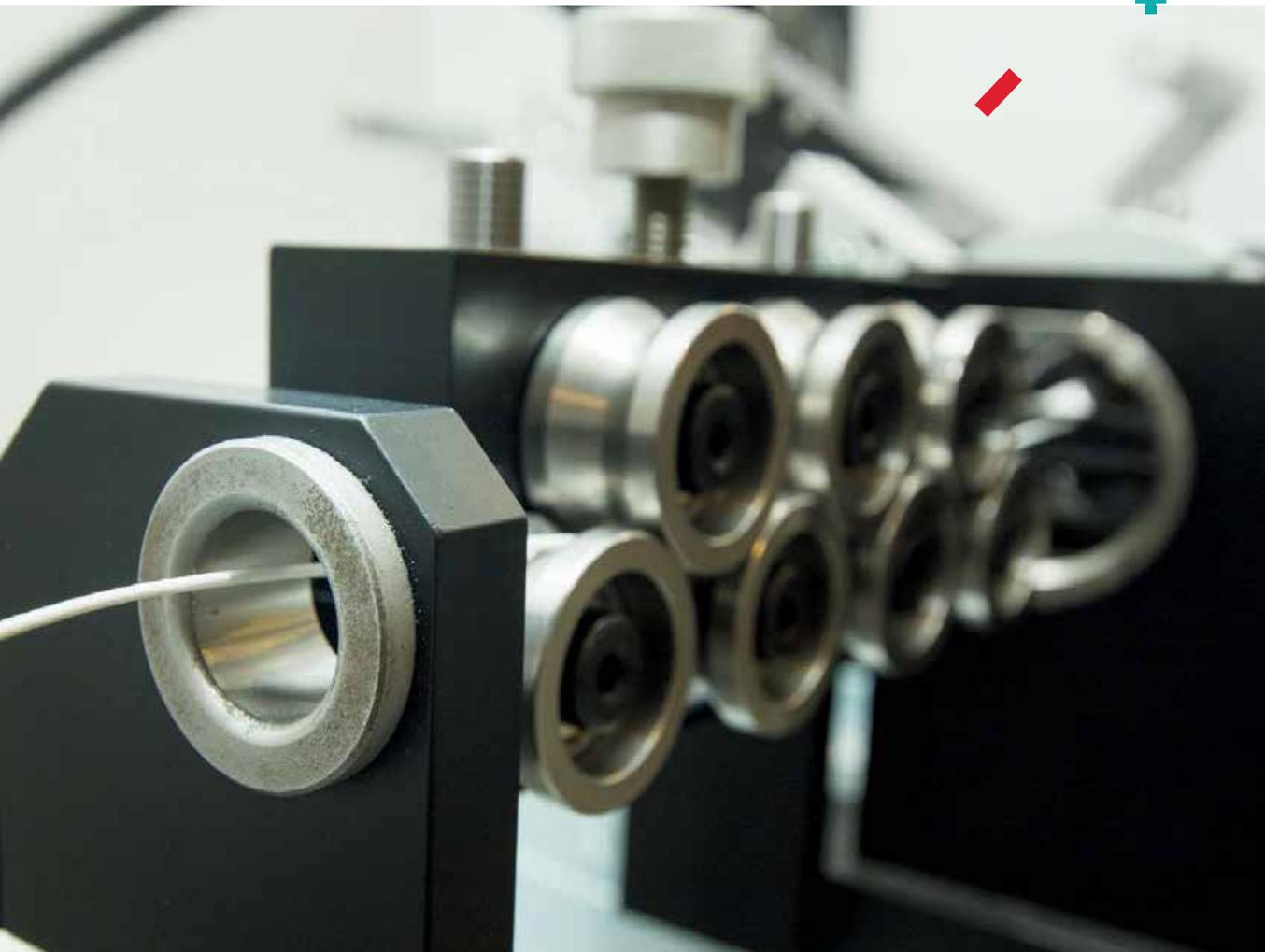
Маркировка на ходу

Подобно лазерной маркировке, маркировка капле струйной печатью производится на ходу, то есть пока провод находится в движении. Преимущество состоит в том, что провод не нужно останавливать для маркировки, поэтому производительность автоматов для обработки провода снижается незначительно. Для сплошной маркировки лучше подходит капле струйная печать или другие методы, не требующие остановки. При использовании этикеток, горячей штамповки и термопечати провод приходится останавливать, поэтому данные методы лучше применять только для концевой маркировки.



Маркировка нужна для идентификации отдельных проводов и кабелей на протяжении всего срока службы изделия — от первоначальной сборки и испытаний до обслуживания и ремонта через много лет эксплуатации. Основные требования к маркировке — разборчивость, долговечность и стойкость к истиранию





Механизм рихтовки кабеля

Программное обеспечение для управления списками проводов

В полной мере воспользоваться преимуществами автоматической маркировки проводов на технологической линии можно только при наличии программного обеспечения, предназначенного для управления списками проводов и руководящего действиями систем обработки и маркировки проводов. В таком программном обеспечении хранятся параметры обработки каждого изготавливаемого

провода. Обычно это его типоразмер, длина, длина зачистки с обоих концов, текст и место маркировки. Программа управления списками проводов синхронизирует операции, выполняемые автоматами обработки и маркировки, обеспечивая в том числе автоматическую смену текста (в зависимости от применяемого метода маркировки). Все провода для конкретного жгута могут быть изготовлены последовательно

без вмешательства оператора. Поскольку все функции синхронизированы, провод не идет в отходы при переходе к следующему пункту в списке проводов. Список проводов можно сортировать по размеру, типу и цвету. При таком подходе оператор останавливает работу системы только для смены размера, типа или цвета провода.

Методы маркировки проводов

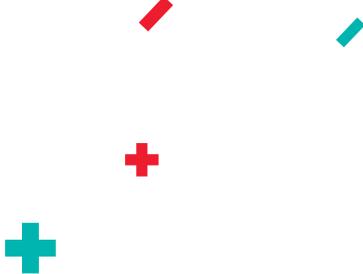
Горячая штамповка

Горячая штамповка — один из самых старых методов маркировки проводов. Его достоинства заключаются в том, что это один из самых дешевых методов, а выполненная таким образом маркировка разборчива и долговечна. Помимо лазерной маркировки, этот метод относится к числу немногих позволяющих выполнять перманентную маркировку на тефлоновой изоляции. К тому же цвет фольги легко менять, что дает возможность печатать на изоляции любого цвета. Недостаток метода — необходимость останавливать

провод на время выполнения операции горячей штамповки (длительность цикла около 1 с), что снижает производительность. Смена текста маркировки в большинстве систем делается вручную, а значит, горячая штамповка не слишком хороша для мелкосерийного многономенклатурного производства. Неверная установка параметров (температура, давление и время выдержки) может привести к повреждению изоляции. Некоторыми стандартами предписывается проверять целостность изоляции искровым методом после маркировки горячей штамповкой.



Маркировка проводов и кабелей может быть экономически эффективной мерой, особенно в условиях мелкосерийного многономенклатурного производства



Прямая термопечать

Прямая термопечать — относительно новый метод маркировки проводов, предусматривающий печать непосредственно на проводе или кабеле, а не на этикетке. Как и при горячей штамповке и маркировке этикетками, провод или кабель необходимо останавливать на время нанесения маркировки. Длительность цикла при этом несколько больше, чем при горячей штамповке (около 1–2 с). Преимущество термопечати перед этикетками — существенно меньшая стоимость в расчете на одну метку, так как не нужно закупать чистые этикетки. Особенностью данного метода является прокатка провода или кабеля, благодаря которой маркировка наносится на большую часть его окружности, чем было бы возможно в ином случае. Подобно горячей штамповке, при термопечати легко менять цвет фольги, что позволяет маркировать изоляцию любого цвета.



Автоматическая линия мерной резки, зачистки и нанесения маркировки на основе машины Omni Strip 9450

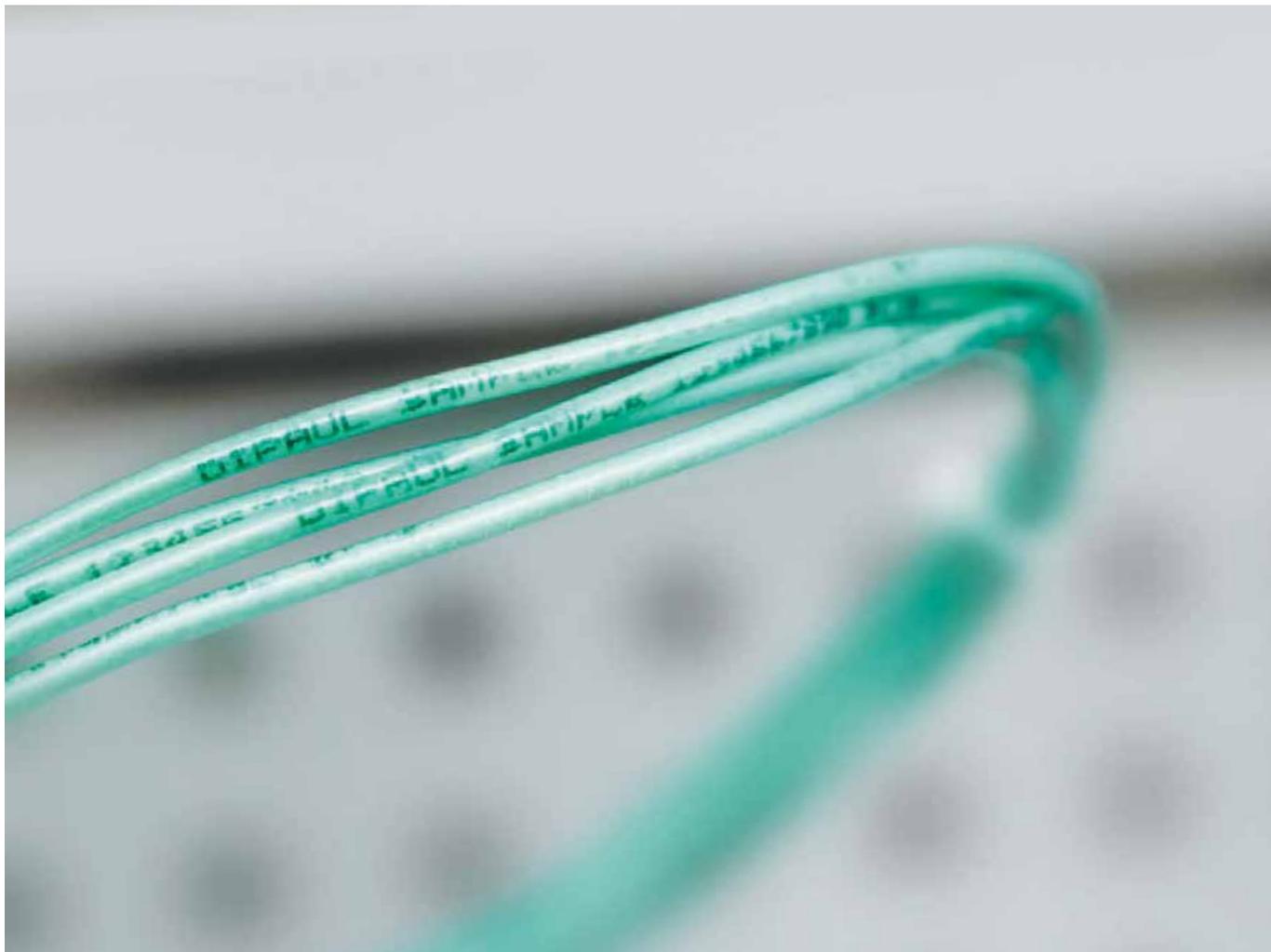
Каплетруйная печать

Для маркировки кабелей и проводов используются системы каплетруйной печати непрерывного действия (continuous inkjet, CIJ). Представленные на рынке новые каплетруйные принтеры проще, производительнее и надежнее, чем их предшественники. Они предусматривают автоматический запуск и выключение, а также обеспечивают гораздо лучшее управление технологическим процессом. У них гораздо ниже расход растворителя в единицу времени, благодаря чему сни-

жается интенсивность запаха и повышается качество воздуха.

Метод каплетруйной печати совместим с большинством материалов изоляции, кроме тефлона. Он позволяет наносить весьма долговечную и стойкую к истиранию маркировку на большинство разновидностей поливинилхлоридной изоляции. В любом случае целесообразно опробовать маркировку на образцах проводов, чтобы определить пригодность того или иного метода маркировки для конкретных

целей. В зависимости от аппаратного и программного обеспечения системы пользователю доступны дополнительные функции. Например, можно подгонять размер шрифта под диаметр провода. Стандартная ориентация текста — горизонтальная, но ее не трудно сменить на вертикальную. С помощью специальных кодов реализуется автоматическая печать даты, времени или уникального серийного номера на каждом проводе, что пригодится для обеспечения прослеживаемости



Маркировка провода малого диаметра каплеустройным методом

на производстве. В тексте применяется полужирное и курсивное начертание, а также подчеркивание. Полезная функция — зеркальное отображение (поворот текстовой строки на 180° с одного конца). Это иногда необходимо для того, чтобы текст маркировки был ориентирован одинаково на клеммной колодке (примером может служить проводная перемычка на панели управления).

Специально для изготовления проводных жгутов разработаны

новые составы чернил. Они позволяют повысить скорость движения технологической линии, долговечность маркировки и стойкость ее к истиранию и действию растворителей. Основные цвета — черный и белый, но можно использовать и другие цвета. Черные чернила изготавливаются на основе красителя, а белые — на основе пигмента. Принтеры с чернилами на основе красителей более надежны, поэтому лучше всего за стандарт принять печать черными

чернилами на проводе белого или другого светлого цвета.

Ассортимент типов изоляции, совместимых с каплеустройной печатью, можно расширить с использованием дополнительных технологических процессов, таких как предварительная плазменная обработка и ультрафиолетовое отверждение (последнее требует специальных чернил). Эти дополнительные процессы существенно повышают стоимость и сложность системы.

Лазерная маркировка

Для маркировки проводов можно использовать лазеры различных типов. Чаще всего в этих целях применяются ультрафиолетовые лазеры (УФ-лазеры). Маркировка УФ-лазером распространена главным образом в военной и авиационной промышленности. Данный метод позволяет наносить высококачественную, долговечную маркировку, в том числе на провода с тефлоновой изоляцией. Для получения удовлетворительных результатов необходимо, чтобы изоляция провода содержала достаточное количество

диоксида титана (TiO₂) — это нужно для изменения цвета изоляции.

К счастью, большинство типов изоляции, предназначенных для военной и аэрокосмической отраслей, содержит достаточно TiO₂. Как и наплеструйная печать лазерная маркировка выполняется в движении, что позволяет достичь более высокой производительности по сравнению с горячей штамповкой и маркировкой этикетками. Лазерная маркировка провода в аппаратуре коммерческого назначения используется гораздо

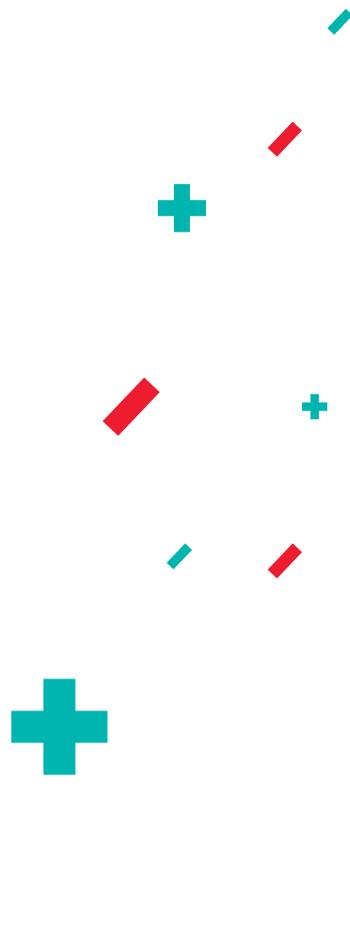
реже из-за плохой совместимости с применяемыми в ней типами изоляции (в частности ПВХ). Стоимость систем лазерной маркировки находится в диапазоне от \$100 000 до \$500 000 и выше. Дорогие системы обеспечивают более высокую производительность, а системы начального уровня обычно находят применение в мелкосерийном производстве и обслуживании.

Выбор оптимальной системы

С ростом сложности проводных и кабельных жгутов все более важной становится правильная идентификация отдельных проводов и кабелей в процессе изготовления жгута, а также сборки, испытания и обслуживания изделия. Существует множество методов маркировки, у каждого из них есть свои преимущества и недостатки. Чтобы выбрать оптимальную систему для конкретного заказчика и применения, необходимо всесторонне проанализировать целый ряд факторов, включая следующие:

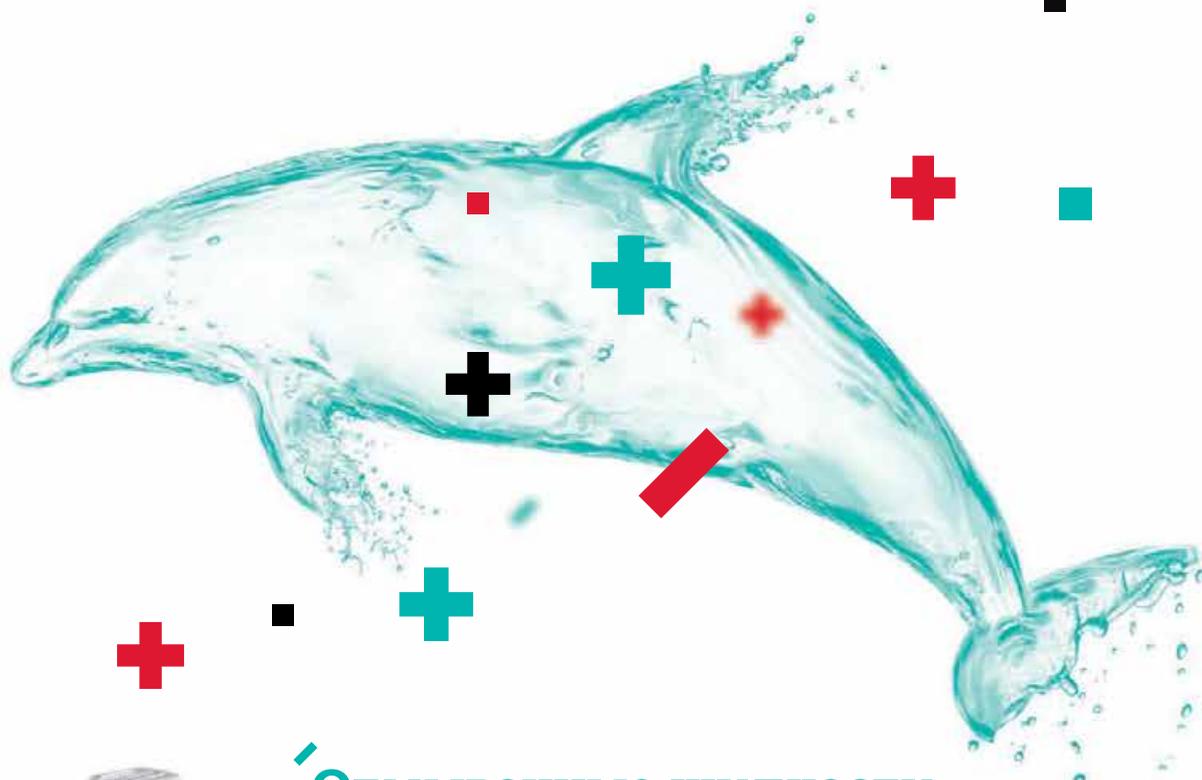
- применимые стандарты и нормы;
- типы изоляции, подлежащие маркировке;
- информационное содержание маркировки (количество символов, наличие логотипов и т. д.);
- типичный размер партии;
- скорость обработки;
- стоимость в расчете на одну метку.

Согласно принципам бережливого производства идеальный размер партии равен единице. Полностью интегрированная система обработки и маркировки проводов позволяет по запросу изготовить отдельный провод или весь комплект проводов для сборки одного жгута. Тем самым снижается объем незавершенных работ и достигаются все прочие преимущества непрерывного потока в производстве.



Сравнение систем автоматической маркировки проводов и кабелей на технологической линии

МЕТОД МАРКИРОВКИ	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЦИКЛА, С	ПЛЮСЫ	МИНУСЫ
Горячая штамповка	1	<ul style="list-style-type: none"> - Наименьшая стоимость системы - Возможность маркировки проводов с тефлоновой и тефзеловой изоляцией - Наличие маркировочной фольги множества цветов, легкая смена фольги - Весь диапазон алфавитно-цифровых символов 	<ul style="list-style-type: none"> - Необходимость остановки провода - Размер шрифта на маркировочном диске должен соответствовать диаметру провода; смена дисков затруднена - Возможность повреждения изоляции при неверных настройках - Радиус кривизны шрифта на маркировочном диске должен соответствовать радиусу провода в случае тонких проводов
Этикетки	4–5	<ul style="list-style-type: none"> - Разрешение печати 300 dpi - Возможность многострочной маркировки - Печать и нанесение этикетки за один цикл - В продаже имеется множество размеров и типов этикеток - Самоламинирующиеся этикетки обеспечивают защиту маркировки - Возможность печати штрихкодов и логотипов 	<ul style="list-style-type: none"> - Необходимость остановки провода - Увеличенная длительность цикла по сравнению с другими методами - Повышенная стоимость в расчете на одну метку
Прямая термопечать	1–2	<ul style="list-style-type: none"> - Разрешение печати 300 dpi - Возможность многострочной маркировки - Маркировка непосредственно на проводе или кабеле - Возможность печати штрихкодов и логотипов 	<ul style="list-style-type: none"> - Необходимость остановки провода - Требуется перенастройка нескольких параметров при смене задания
Каплевая печать	0	<ul style="list-style-type: none"> - Маркировка на ходу - Возможность маркировки большинства типов изоляции, кроме тефлона и тефзела - Возможность полной синхронизации с системой обработки провода - В продаже имеются чернила множества цветов - Возможность маркировки широкого диапазона размеров провода и кабеля - Возможность печати штрихкодов и логотипов 	<ul style="list-style-type: none"> - Смена цвета чернил затруднена - Чернила и растворители на базе метилэтилкетона
Лазерная маркировка	0	<ul style="list-style-type: none"> - Маркировка на ходу (только в дорогостоящих системах) - Возможность маркировки проводов с тефлоновой и тефзеловой изоляцией 	<ul style="list-style-type: none"> - Наивысшая стоимость системы - Ограниченный диапазон совместимых типов изоляции - Низкая производительность, кроме самых дорогих систем



Отмывочные жидкости российского производства «ДиКлин» и «Аквен»

Жидкости «ДиКлин» и «Аквен» производства компании «Диполь» предназначены для отмывки печатных плат и собранных электронных модулей от всевозможных загрязнений, возникающих в процессе сборки, позволяют производить высококачественную отмывку всех существующих на рынке паяльных паст и флюсов.

Отличительными особенностями новых отмывочных жидкостей российского производства являются:

- экономичность — длительное время жизни раствора в ванне, высокая поглощающая способность;
- универсальность — отмывают печатные платы, трафареты и оборудование;
- высокая эффективность — растворяют все виды остатков флюсов;
- отличное качество отмывки, без разводов.



Отраслевой интегратор

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru

Губит узлы вода...

Методика исследования и испытаний влагозащитных покрытий, паяльных паст и технологических процессов

Д-Р МАНФРЕД СУППА (MANFRED SUPPA),
Lackwerke Peters GmbH + Co KG,
Кемпен, Германия

Под редакцией инженера-технолога,
к. х. н. Татьяны Кузнецовой



Введение

Тема воздействия окружающей среды на электронные изделия и обусловленных ее влиянием отказов в последнее время привлекает все больше внимания. Электронные узлы различного оборудования подвергаются воздействию усиливающихся неблагоприятных условий окружающей среды.

Помимо испытаний, связанных с чисто температурным воздействием, следует также проводить испытания, которые включают, с од-

ной стороны, термоциклирование в широком диапазоне температур, создающее термомеханическую нагрузку, а с другой — температурное воздействие, усугубленное воздействием влаги. Следует понимать, что воздействие влажности отличается от воздействия конденсации.

При конденсации могут возникнуть осмотические процессы, которые запускают химические и физические процессы, чего обычно не происходит в условиях высокой

влажности. В этом случае чисто физические процессы могут сопровождаться химически необратимыми процессами деградации. Учитывая это, немаловажное значение имеет изучение влагозащитных свойств конформных покрытий (конформное покрытие — тонкое покрытие, точно повторяющее форму изделия).

О климатических факторах

Ряд климатических факторов, воздействующих на электронный узел на протяжении его срока службы, может несколько отличаться от общепринятых представлений о климате. Это такие факторы, как:

- температура;
- влажность воздуха;
- конденсация (точка росы);
- дождь;
- давление воздуха, воздушные потоки, ветер;
- химически активные газы (включая NOx, SO2, H2S);
- УФ-излучение (солнечный свет).

В данном исследовании рассматриваются эксплуатационные воздействия, связанные с первыми тремя факторами, и их влияние на надежность электронных узлов. С физической точки зрения воздействие дождя имеет последствия, очень схожие с последствиями конденсации.

Климатические факторы, влияющие на работоспособность электронного узла, оценить труднее, поскольку кроме «внешнего» климата (погоды), необходимо еще измерить и учесть влияние микроклимата, который часто усугубляет нагрузки. Примерами в том же автомобиле могут служить внутреннее пространство дверей (очень высокие климатические нагрузки: температура около +70 °С, относительная влажность около 100%), педальный узел (высокая влажность) и моторный отсек (высокие тепловые нагрузки и риск попадания брызг воды). Помимо постоянных атмосферных воздействий электронный узел испытывает также воздействие, связанное с их изменениями. Это могут быть последствия смены времени суток или сезона, а также гроз и проливных дождей.



Электронные узлы различного оборудования подвергаются воздействию усиливающихся неблагоприятных условий окружающей среды

В автомобиле непосредственные воздействия могут быть обусловлены [3, 11]:

- включением и выключением кондиционера;
- регулированием температуры в салоне;
- переменным нагревом двигателя в результате управляющих воздействий водителя;
- проникновением влаги (снега, воды) в салон при открытии дверей.

В целом можно отметить, что атмосферные воздействия в нормальных климатических условиях всегда сопровождаются воздействием влаги. Влияние влажности воздуха будет рассмотрено в следующем разделе.

Влага (вода), попадающая на поверхность или внутрь различных материалов, например полимеров или металлов, может вызывать как обратимые, так и необратимые изменения. При повышении температуры содержащих влагу материалов возникает тенденция к росту энтропии, то есть к необратимым изменениям в этих материалах. Влияние влажности подробно рассматривается ниже.

Еще в 1991 году Лемэр и соавторы писали, что «химическая роль воды в совокупности процессов, вызванных

воздействием погодных факторов, еще до конца не изучена» [1]. Камаль и Саксон [2] подчеркивают, что вода может вызывать в полимерах по меньшей мере три вида эффектов, приводящих к деградации:

- Потеря связи между полимером и подложкой или пигментом (наполнителем) — физические механизмы.
- Образование гидроксильных радикалов под воздействием солнечного света (УФ-излучения) — фотохимические механизмы.
- Гидролиз (расщепление), например, сложноэфирных или амидных связей — химические механизмы.

Четвертый возможный механизм — это образование ионов и увеличение подвижности носителей электрического заряда. Последний механизм играет роль спускового крючка, особенно в процессах электрохимической коррозии. Этот аспект будет подробно рассмотрен далее.

Воздействие влажности на электронные узлы

Под влажностью воздуха обычно понимают относительную влажность. Как правило, этот параметр важен, но в контексте химических и физических процессов зачастую более значимую роль играет абсолютная влажность. Дадим определения этих двух понятий.

Относительная влажность — это выраженная в процентах степень насыщения воздуха парами воды при данной температуре (то есть отношение давления паров воды в воздухе к максимально возможному давлению паров воды в воздухе при данной температуре). В английском языке (как и в отечественной научной литературе) применяется аббревиатура RH (от англ. relative humidity — «относительная влажность»).

- Если относительная влажность равна 50%, содержание водяного пара в воздухе вдвое меньше максимума при данной температуре.
- Если относительная влажность равна 100%, воздух полностью насыщен водяным паром.
- Избыточная влага, превышающая 100%-ный уровень, уже не может находиться в воздухе в виде паров, а выпадает в виде капель воды или водяного тумана.

Абсолютная влажность — это общая масса водяного пара в 1 м³ воздуха. Она измеряется в граммах на кубический метр (г/м³).

Когда влажный воздух нагревается, относительная влажность резко

падает, а абсолютная остается неизменной. Течение многих физических процессов определяется именно абсолютной влажностью, выраженной через парциальное давление водяного пара. С другой стороны, точка росы (температура конденсации) непосредственно связана с относительной влажностью: в точке росы воздух насыщен водяным паром (относительная влажность равна 100%) и происходит конденсация. Точка росы — это температура, при которой воздух насыщается водяным паром, при опускании температуры ниже точки росы происходит конденсация. В точке росы относительная влажность воздуха равна 100%. Точку росы часто указывают в относительной форме — как разность

Таблица 1. Взаимодействие некоторых распространенных веществ с водой [8]

ПОГЛОЩЕНИЕ ВОДЫ В % (ПОГРУЖЕНИЕ НА 24 Ч ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ)	
Эпоксидные соединения	0,5–1
Кремнийорганические соединения	< 0,3 (в основном < 0,1)
Полиуретаны	0,6–0,8
Полиакрилаты	около 0,3
Полиамиды	2–8,5

между фактическим значением температуры и температурой точки росы.

Покрытие электронного узла и содержащийся в атмосфере водяной пар находятся в состоянии равновесия, которое определяется парциальным давлением (давлением только водяного пара). Общее давление

атмосферного воздуха равно смеси парциальных давлений компонентов — азота, кислорода, углекислого газа, водяного пара и пр. Поскольку ни один полимер не является непроницаемым для водяного пара (!), в любом полимере всегда содержится некоторый процент воды. С увеличением

температуры и/или влажности этот процент растет. Способность распространенных полимеров, применяемых в электронике, к поглощению воды приведена в таблице 1.

Внешним проявлением этого может служить так называемый эффект попкорна (деформация поверхностей, расслоение под воздействием захваченной влаги, растрескивание герметичного корпуса компонентов, вздутие) в процессе пайки.

В этих случаях разность между давлением воды, которую впитал полимер, и парциальным давлением водяного пара в атмосфере становится причиной резкого вскипания воды в полимере, приводящего к растрескиванию или вздутию полимера. Но при конденсации дело обстоит иначе.

Физические эффекты, связанные с воздействием влажности (воздуха) на полимеры, а следовательно, и электронные узлы, можно разделить на эффекты адсорбции и абсорбции влаги (воды). Если говорить простым языком, адсорбция — это поглощение воды, происходящее только на поверхности полимера (например, при конденсации влаги), тогда как абсорбция — явление, проходящее в объеме (идет поглощение паров воды полимером за счет разности концентраций воды внутри полимера и в воздухе).

Под адсорбцией понимается образование на поверхности металла или пластмассы водяной пленки, которая может привести к снижению поверхностного удельного сопротивления. Адсорбция, в отличие от абсорбции, не влияет на изоляционные свойства толщи материала. Абсорбцией называется поглощение одного материала другим.



В практических ситуациях, связанных с воздействием влаги на электронные узлы, оба эти эффекта возникают одновременно. Водяная пленка есть даже на «сухих» поверхностях! Отсюда вопрос: насколько сухими в действительности являются сухие поверхности? Ответ может дать, например, сканирующий туннельный микроскоп [4]. В очень сухой атмосфере с относительной влажностью менее 50% образуется водяная пленка толщиной около 10 нм в форме капель или островков. Пленка такой толщины уже способна взаимодействовать с гигроскопичными (поглощающими воду) загрязнениями на поверхности. При относительной влажности 50% и выше толщина водяной пленки резко возрастает и может даже превысить 60 нм. Следует отметить, что большинство электронных узлов эксплуатируется в условиях, не требующих нанесения защитного покрытия.

У металлических поверхностей с высокой гидрофильностью (например, слоев оксидов металлов) адсорбция гораздо сильнее. Водяная пленка толщиной 80 нм образуется на них всего при 50%-ной влажности, а с дальнейшим повышением влажности толщина пленки быстро растет более чем до 100 нм. Таким образом, при относительной влажности выше 50% поверхность металла покрывается сплошной водяной пленкой! При толщине пленки более 10 нм можно ожидать, что она будет проявлять свойства «обычной» воды. Фактически она уже ведет себя таким образом: на поверхности могут начаться процессы растворения солей и ионного обмена [5, 6]. При влажности воздуха выше 80% всегда существует скрытый риск конденсации, а температура точки росы может становиться ниже на 2–3 °С.

Загрязнение может значительно снижать температуру точки росы: так, при загрязнении хлоридом натрия (NaCl) конденсация наступает уже при относительной влажности 75%. Для каждого материала существует критическое значение относительной влажности — это значение влажности при данной температуре, по достижении которого вещество начинает поглощать влагу из атмосферы. Критическая относительная влажность является постоянной материала [12, 13].





Электрическая изоляция при воздействии влаги

Описанные выше процессы адсорбции, с высокой вероятностью ослабляющие изоляцию между двумя точками, между которыми существует разность потенциалов в электронном узле, можно надежно исключить, нанеся подходящее влагозащитное покрытие. При этом адсорбция действительно будет по-прежнему происходить, но на поверхности защитного покрытия, не влияя на изоляцию. То же самое относится и к конденсации: температура и влажность воздуха существенно влияют на электрическую изоляцию.

Водопроницаемость полимера не означает, что его не следует использовать в качестве изоляционного материала. Необходимо лишь, чтобы диффузная влага не накапливалась на границе перехода «полимер — печатная плата» или в толще полимера. Отсюда вытекают требования, которые относятся к печатной плате. Электропроводящие загрязнения, например, соли (в частности, отпечатки пальцев), определенно способны ослабить границу перехода за счет образования островков влаги.

Иначе обстоит дело, когда вода накапливается в толще полимера. Количество воды определяется как количеством полярных групп в структуре полимера, так и степенью поперечной сшивки полимера. Эксперименты по диффузии показали, что подвижность зависит не только от температуры, но и от количества воды, уже поглощенной полимером. Если воды в полимере немного (и, соответственно, мало полярных групп), небольшое количество молекул воды свободно перемещается внутри полимера, незначительно взаимодействуя с ним, и коэффициент диффузии относительно высок. С ростом содержания воды (увеличением количества полярных групп) ее молекулы собираются в кластеры, интенсивность взаимодействий растет, а подвижность (и, следовательно, коэффициент диффузии), как правило, снижается. Простое скопление изолированных друг от друга молекул воды довольно безобидно, в то время как образование кластеров или заполненных водой переходов имеет

серьезные последствия. В этих кластерах создаются благоприятные условия для переноса электрического заряда, что приводит к резкому снижению сопротивления изоляции. Такая захваченная гидратационная вода, которая часто проявляется в виде побеления лаковой пленки, электрически и осмотически активна.

Высокую проницаемость материала для водяного пара не следует путать (!) с абсорбцией воды. Поясним этот момент на примере кремнийорганических соединений. Несмотря на высокую проницаемость для водяного пара (таблица 2), они поглощают на порядок меньше воды по сравнению со стандартными органическими полимерами (таблица 1). В этом состоит одно из преимуществ кремнийорганических покрытий в условиях высоких влажностных и температурных нагрузок. Они обеспечивают намного большую стабильность электрических характеристик.

Таблица 2. Взаимодействие некоторых распространенных веществ с водой [8]

	ПРОНИЦАЕМОСТЬ ДЛЯ ВОДЯНОГО ПАРА (+37 °С, 90%, В Г/М2 ПРИ D = 25 МКМ)
Эпоксидные соединения	20–37,2
Кремнийорганические соединения	594–1872
Полиуретаны	66,7–134,9
Полиакрилаты	550

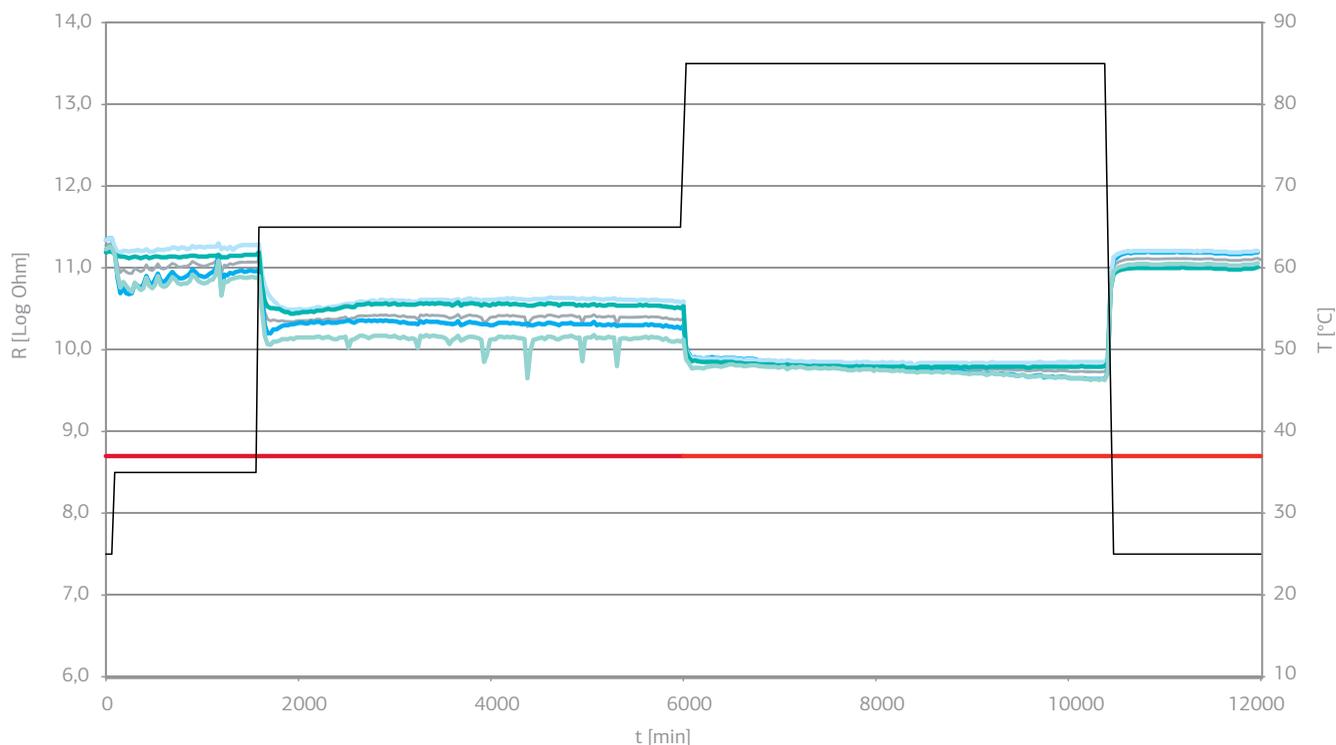


Рис. 1. Цикл «85/85» для оценки влажности и сопротивления изоляции (предельное значение IPC по классу В для «гидролитически устойчивого конформного покрытия» согласно IPC-CC-830В [7] установлено равным 500 МОм)

Проницаемость полимерной пленки для молекул воды привлекает внимание к поверхности печатной платы, на которую наносится покрытие. Если на ней уже имеется какое-либо влагочувствительное загрязнение, его нельзя будет просто изолировать и обезвредить. Водорастворимые загрязнения — одно из потенциальных слабых мест. На самом деле защитный эффект покрытия можно подтвердить только для такого печатного узла, который собирают как можно в более закрытом технологическом процессе [14].

Для изучения характеристик изоляции в различных климатических условиях проводятся циклические испытания в климатической камере при разных сочетаниях температуры и влажности: +25 °C/50%; +35 °C/90%; +65 °C/90% и +85 °C/85%. Измерение производится через 1 ч, 1 сутки

и до 3 суток. По окончании цикла оценивается внешний вид, липкость покрытия и сопротивление изоляции при комнатной температуре (предполагается относительная влажность 50%). Это испытание позволяет изучать характеристики защитных покрытий и/или технологических процессов их нанесения (качество очистки поверхности, степень отверждения полимерного покрытия и т. п.).

Более того, оно позволяет заключить, что постоянное снижение влажности и сопротивления изоляции в течение 3 суток при +85 °C/85% указывает на стабильность этих параметров при типовом испытании с выдержкой в 7 суток при +65 °C/90%. В частности, это помогает быстро выявлять основные проблемы, связанные с совместимостью материалов и/или с технологическими процессами, а также тенденции к возникновению

таких проблем. Кроме того, полимерные материалы могут характеризоваться снижением электрического сопротивления при повышенных температурах. В этом контексте для различных параметров, зависящих от температуры (например, для адсорбции, абсорбции или диффузии влаги), определяются тенденции к их изменению.

Проницаемость — это способность пленочного покрытия пропускать влагу (воду) из паровой фазы (атмосферы) при различных климатических условиях. Процесс переноса вещества через твердое тело состоит из следующих этапов:

- адсорбция проникающего вещества с одной стороны;
- поглощение твердым телом;
- диффузия через твердое тело (в направлении снижения концентрации).

Идеальный процесс описывается законом Генри:

$$c = S \times p,$$

где c — концентрация поглощаемого вещества; S — растворимость/постоянная сорбции полимера; p — парциальное давление пара над полимером.

Атмосферная влажностная нагрузка — это преобладающее в воздухе давление водяного пара, которое связано с относительной влажностью следующим соотношением:

$$p = RH \times ps(T)/100,$$

где RH — относительная влажность, %; $ps(T)$ — давление насыщенного водяного пара в воздухе при температуре T [9].

Отсюда следует, что определяющим параметром является не относительная влажность, а фактическое давление водяного пара в атмосфере.

При температуре $+35^\circ\text{C}$ и относительной влажности 90% давление водяного пара приблизительно равняется 51 Па, при $+65^\circ\text{C}$ — 225 Па, а при $+85^\circ\text{C}$ и 85% — 491 Па, а при «обычных условиях окружающей среды» давление водяного пара не превышает примерно 16 Па.

Растворимость/постоянная сорбции — постоянная величина для конкретного влагозащитного покрытия электронного узла, омываемого водой или поглощающего воду. Посторонние включения, такие как ионные загрязнения (например, соли олова или свинца) или полярные смолы из остатков паяльной пасты, могут привести к увеличению этой постоянной и, соответственно, росту абсорбции, который вызовет дальнейшее снижение сопротивления изоляции.

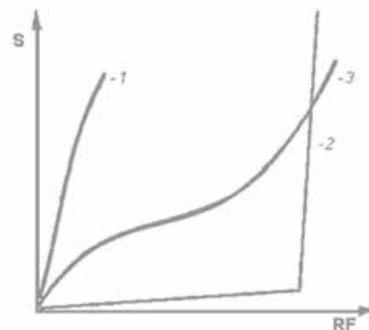


Рис. 2 Изотерма сорбции S описывает связь между содержанием воды в веществе и относительной влажностью RH окружающего воздуха при постоянной температуре: 1 — высокогигроскопичные вещества; 2 — соли; 3 — полимеры с низким поглощением воды

В этом контексте следует отметить, что подобно константе скорости в уравнении Аррениуса, существуют дополнительные зависимости от преобладающей влажности воздуха или других воздействий окружающей среды. «Скорость реакции» деградации полимера, имеющей зависимость от температуры в соответствии с уравнением Аррениуса, выражается следующим образом:

$$RGt = A \times \exp(\Delta E_a/kT).$$

На базе модели Аррениуса можно применить формулу Эйринга, то есть подход с математически разделяемыми независимыми переменными, задав один или несколько дополнительных типов воздействия, помимо температуры. В отличие от энергии активации, которая выводится из механистического подхода, функции воздействий

(таких как относительная влажность, напряжение, мощность и т. д.) имеют эмпирическую природу с задаваемыми путем подбора коэффициентами пропорциональности:

$$RGt = A(T) \times \exp(\Delta E_a/kT + (B+C/T) \times Sf),$$

где B , C — это параметры, которые определяют деградационные взаимосвязи между различными комбинациями воздействий; Sf — дополнительная функция воздействий (относительная влажность, напряжение, мощность и т. д.). Все прочие параметры можно взять из модели Аррениуса. Формулу Эйринга можно дополнить другими членами (см. приложение [10]).

Исходя из физико-механистического описания, относительную влажность в подходе Эйринга необходимо заменить парциальным давлением



водяного пара, поскольку согласно закону Генри именно оно задает абсорбцию влаги. При использовании такой комбинации воздействий имеет место, например, уменьшение времени исследования (исходя из $E_A = 0,5 \text{ эВ}$ — для типичных коррозионных процессов) в соответствии с уравнением, приведенным в приложении, — ориентировочно с 1000 ч при $+40^\circ\text{C}/93\%$ до 200 ч при $+85^\circ\text{C}/85\%$.

Такие математические подходы справедливы, пока воздействия идентичны тем, которые задаются законом Генри (то есть мы пока мы имеем гетерогенное равновесие между твердым телом и паром). Однако при конденсации данное главное условие уже не выполняется. В этом случае образуется замкнутая водяная пленка, препятствующая обмену влагой между полимером и атмосферой. Изотермы сорбции материалов покрытий обычно имеют сигмовидную форму (рис. 1, 2), то есть абсорбция воды растет с увеличением относительной влажности, а затем резко возрастает при относительной влажности выше 95%.

Удобно, что последствия описываемой сорбции водяного пара можно определить путем косвенного измерения влажности и сопротивления изоляции. С накоплением влаги электрическое сопротивление падает, что позволяет делать выводы о содержании влаги и при этом дает важный параметр покрытия, который можно использовать.

Для практической оценки характеристик электрической изоляции при различных условиях температуры и влажности рекомендуется пользоваться

набором параметров, которые установлены при таких условиях температуры и влажности. В рамках процедуры внутреннего квалификационного отбора наши материалы покрытий должны сохранять сопротивление изоляции не менее 500 МОм при максимальной климатической нагрузке (температура $+85^\circ\text{C}$, относительная влажность 85%).

При оценке данного подхода следует отметить, что он действительно применим для описания влажности и сопротивления изоляции. Он позволяет быстро выявлять основные проблемы, связанные с совместимостью материалов и/или технологическими процессами, а также тенденции к их возникновению. Описываемый цикл испытаний должен быть ориентирован на то, чтобы воздействие влаги на полимер было регенерируемым, то есть конечное состояние после испытания должно быть идентично исходному.



Для практической оценки характеристик электрической изоляции при различных условиях температуры и влажности рекомендуется пользоваться набором параметров, которые установлены при таких условиях температуры и влажности



Электрическая изоляция в условиях конденсации

Испытания, проводимые в условиях высокой влажности (например, +85 °C/85%), не обязательно приводят к отказам. Так, паяльные пасты и флюсы способны выдерживать подобные воздействия. В этом смысле ценность защитного покрытия представляется сомнительной. Но если в тех же обстоятельствах имеет место незначительная конденсация (риск ее, разумеется, возрастает при очень высокой влажности и интенсивных колебаниях температуры), рост дендритов и электрические отказы начинаются всего через несколько минут [11].

Испытания на воздействие конденсационной влаги впервые начали применять в сфере защиты от коррозии. Испытание на конденсацию по стандарту DIN EN ISO 6270-2 (ранее DIN 50017) — это моделирование высокой атмосферной влажности (например, тропического климата) или помещений с высокой степенью конденсации. Нагрузка заключается в воздействии смеси воздуха и водяного пара при относительной влажности 100% и температуре +40 °C. В данном случае испытание выполняется при так называемых условиях

постоянной конденсации. В его ходе образец непрерывно подвергается действию конденсационной влаги. Это тестирование предполагает высокую осмотическую нагрузку на материал покрытия и поверхность печатной платы и очень чувствительно к ионным загрязнениям. На коротких отрезках времени такое испытание описывает поведение в условиях высокой влажности с конденсацией, а при долговременном воздействии (более 30 дней) оно начинает перекрываться с испытанием на стойкость к гидролизу.

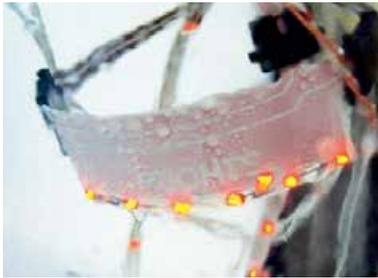


Рис. 4. Пример электронного узла в условиях конденсации при 40 °C/100% (источник: Lackwerke Peters GmbH + Co KG)

В отличие от чистого испытания на стойкость к гидролизу, это испытание позволяет измерить электрические характеристики (сопротивление изоляции при воздействии влажности в условиях конденсации), приложив к объекту испытаний напряжение. Типичные графики результатов такого испытания, в данном случае ограниченные по времени воздействия 72 ч, приведены на рис. 3. Здесь снижение сопротивления изоляции коррелирует с поглощением влаги полимером под воздействием конденсации. Состав наших конформных покрытий таков, что они удовлетворяют требованиям стандарта IPC даже в условиях конденсации

при температуре +40 °C. По окончании испытания измеряется способность системы к регенерации [14].

На рис. 4 показан пример электронного узла, на котором четко видна сконденсировавшаяся влага. На гибкую печатную плату со смонтированными на ней светодиодами было нанесено конформное (влагозащитное) покрытие ELPEGUARD. Далее эта плата проработала без сбоев в течение 42 дней в условиях конденсации (+40 °C/100%), после чего испытание было прервано. Эффектов переноса, коррозии или иной деградации выявлено не было.

В условиях конденсации следует уделить особое внимание

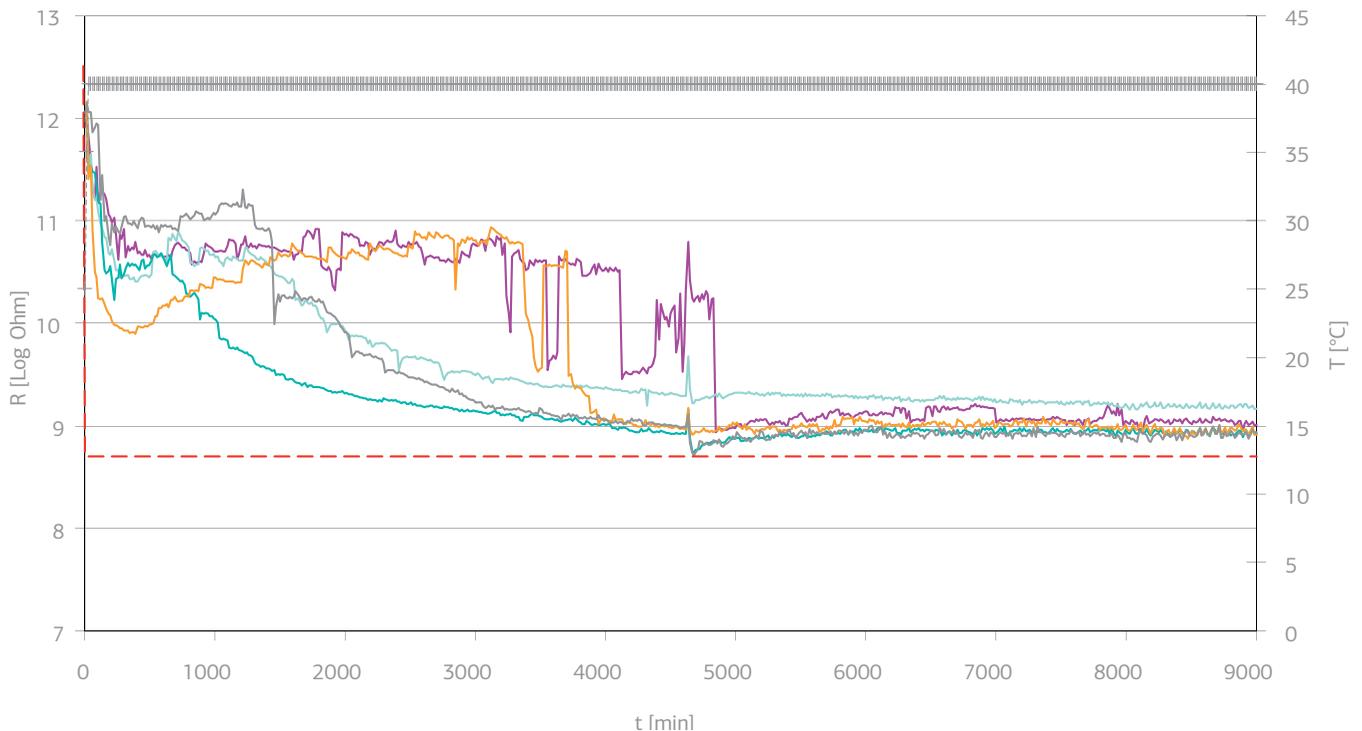


Рис. 3. Влажность и сопротивление изоляции в условиях конденсации (+40 °C/100%) для трех конформных покрытий ELPEGUARD с пределом IPC, равным 500 МОм

взаимодействию между конформным покрытием и, например, остатками паяльной пасты. В процессе нанесения покрытия на электронный узел присутствующие на печатной плате частицы загрязнений становятся частью конформного покрытия. В зависимости от загрязнения такое включение может резко снизить уровень защиты влагостойкого покрытия. Здесь воздействие конденсационной влаги сказывается гораздо ощутимее, чем, скажем, высокая влажность воздуха. Испытательные гребенчатые структуры, имеющие достаточно высокое сопротивление изоляции (выше 500 МОм при температуре +85 °С и относитель-

ной влажности 85%), в условиях конденсации могут в течение всего нескольких часов или дней [14] продемонстрировать снижение сопротивления всего до нескольких кОм и коррозионные отказы, обусловленные эффектами переноса.

На рис. 5 показаны примеры воздействия влаги на смесь лака на основе акриловой смолы со смолой из типовой паяльной пасты при намеренно выбранном неблагоприятном соотношении содержания смол (50:50). В смеси отсутствовали остатки флюса, соли олова и свинца после процесса пайки. Здесь можно видеть четкую разницу между физическим

воздействием (подача напряжения на гребенку для измерения сопротивления поверхностной изоляции) и результатом такого воздействия в условиях высокой влажности воздуха (+85 °С/85%) и конденсации (+40 °С/100%).

Хотя данная смесь устойчива к электромиграции при высокой атмосферной влажности, в условиях конденсации наблюдается интенсивная электрохимическая коррозия. Процессы, происходящие при воздействиях этих двух типов, сравнить нельзя!

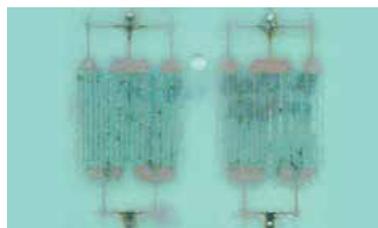
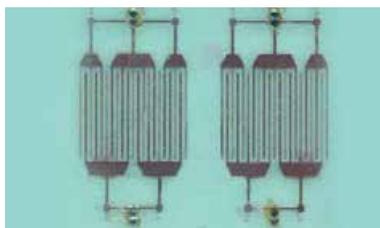


Рис. 5. Смесь лака на основе акриловой смолы со смолой из типовой паяльной пасты, подвергнутая воздействию:

- а) высокой влажности воздуха (+85 °С/85%);
- б) конденсации (+40 °С/100%) (для более четкой демонстрации была выбрана медная гребенчатая структура, в которой коррозия вызывает изменение окраски)

Выводы

Воздействие конденсационной влаги следует рассматривать как особо критическое воздействие. С одной стороны, конденсация вызывает отказ электронных узлов без защитного покрытия за очень короткое время, а с другой — выявляет слабые места покрытия, связанные с наличием технологически обусловленных посторонних включений в защитной пленке.

Соответственно, в ходе квалификационных испытаний электронных узлов их действительно необходимо подвергать воздействию высокой влажности при более или менее высоких температурах, хотя такого

рода испытания недостаточно показательно, поскольку не учитывают последствия неизбежных на практике процессов конденсации.

Результаты исследования воздействия температурных и влажностных нагрузок на конформные покрытия показывают, что при рассматриваемых воздействиях сохраняется функциональная надежность объектов испытаний. Выводы о функциональной надежности делались на основании подробного анализа электрических параметров испытанных печатных узлов. Результаты измерения сопротивления изоляции в условиях

воздействия влаги подтверждают, что даже при жестких атмосферных воздействиях (температура 85 °С, относительная влажность 85%), а также при конденсации сохраняются достаточно высокие значения данного параметра. Это показывает, что защитное покрытие электронного узла может надежно обеспечивать безопасность даже при высокой температуре и влажности при условии использования надлежащих материалов. ■

Приложение

Адаптированная формула Эйринга по Лоусону, которая часто используется для исследования температурно-влажностных воздействий:

$$AFT/RH = AFT \cdot AFRH = \exp[-EA/k(1/T_0 - 1/T_1) - B(RH_02 - RH12)],$$

где AFT/RH — комбинированный коэффициент ускорения

(T — температура; RH — относительная влажность);

AF — коэффициент ускорения;

EA — энергия активации реакции (например, для коррозионных процессов — 0,4–0,6 эВ);

k — постоянная Больцмана ($k = 1,38 \times 10^{-23}$ Дж/К, или $8,617 \times 10^{-5}$ эВ/К);

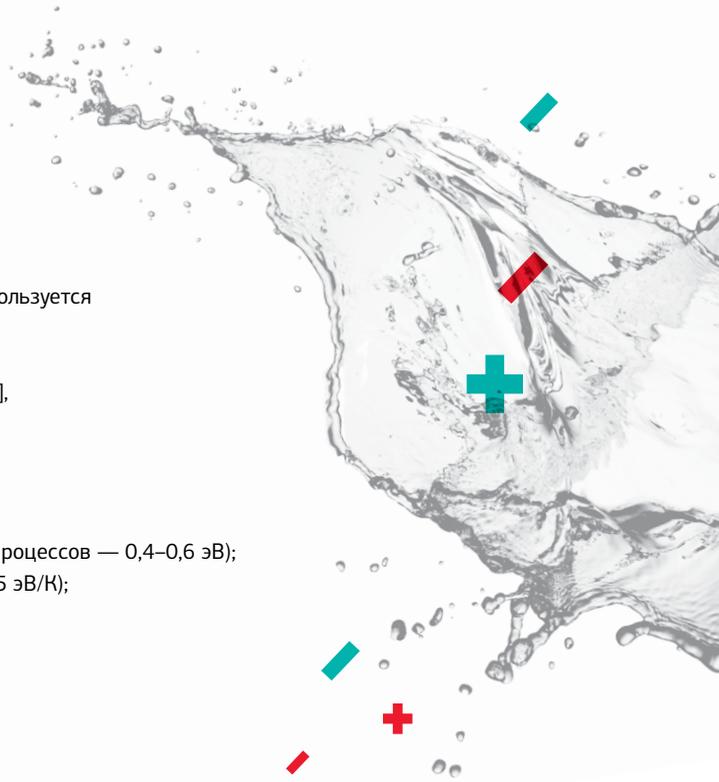
T₀ — температура эксплуатации, К;

T₁ — температура при испытаниях, К;

RH₀₂ — относительная влажность в процессе эксплуатации;

RH₁₂ — относительная влажность в условиях испытаний;

B — экспериментальная постоянная (например, $5,57 \times 10^{-4}$).



Литература

1. Lemaire J., Arnand R., and Gardette J.-L. Low temperature thermo-oxidation of thermoplastics in the solid state. *Polymer Degradation and Stability* 33:277–94, 1991.
2. Kamal M. R. and Saxon R. Recent developments in the analysis and prediction of the weatherability of plastics. *Applied Polymer Symposia* 4:1–2, 19678.
3. Scherl R. Klimatische Anforderungen und Prüfungen im Automobilbereich für Elektronik. VDE-Seminar, Frankfurt, 2007.
4. Freund J., Halbritter J., Körber J. K. H. How dry are Dried Samples? Water Adsorption Measured by STM; *Microscopy Research and Technique* 44, 327–338 (1999).
5. Luck W. A. P. Structure of Water and Aqueous Solutions, Verlag Chemie 1973.
6. IPC-HDBK-830 Guidelines for Design, Selection, & Application of Conformal Coatings, 2002.
7. IPC-CC-830B Qualification and Performance of Electrical Insulating Compound for Printed Board Assemblies, Ausgabe 2002.
8. Licari J. C., Hughes L. A. Coating Materials For Electronic Applications. Noyes Publications, Park Ridge NJ, 1990.
9. Funke W. Permeability Processes in painting films, *Proceedings of Surface* 66, 1966.
10. NIST, Engineering Statistics Handbook — Assessing Product Reliability, Statistical Engineering Division, National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, MD, 2007.
11. Vermeidung von Elektronik-Fehlern durch Feuchtigkeit, Auto-Jahresbericht 2004, VDA.
12. Pinfos L. Water absorption and water vapour permeability. Corporate Magazine of the Peters Group, Edition 25 of May 2004.
13. Tegehall P.-E. Impact of Contamination from Production Processes on the Reliability of Printed Board Assemblies. *Proc. Int. Conf. on Electronic Assembly: Materials and Process Challenges*, pp. 69–80, 1998.
14. Pinfos L. Electrical insulation under moisture stress. Corporate Magazine of the Peters Group, Edition 29 May 2006.



MYCRONIC

Micronic Mydata AB теперь — Mycronic AB

Компания Micronic Mydata AB сменила название. Решением общего собрания зарегистрировано новое наименование компании-учредителя — Mycronic AB. Вслед за этим все филиалы также сменяют названия на Mycronic.

Новое название объединяет имена производителя MYDATA и компании-учредителя Micronic Mydata под одним брендом и символизирует общие стремления в области научно-исследовательских разработок. Переименование подчеркивает не только динамичный характер компании, но и то, что компетенции Mycronic AB распространяются в том числе и за пределы SMT-

технологий. Устойчивая приверженность технологическим инновациям и обеспечение высокой потребительской стоимости — так в первую очередь характеризует себя новый бренд Mycronic. «Новое имя усиливает наши позиции на мировом рынке и демонстрирует как внутренне, так и внешнее объединение, — говорит Лена Ольвинг, президент и генеральный директор компании. — Мы стремимся создать сильный бренд, сформировать твердую почву для работы прибыльной и прогрессирующей компании. Результат принесет пользу нашим клиентам, сотрудникам, партнерам и, как следствие, нашим акционерам».

Компания Mycronic AB (Mydata) — высокотехнологичная компания, занятая развитием, изготовлением и маркетингом производственного оборудования для промышленной электроники. Являясь одним из мировых лидеров в производстве технологического оборудования для поверхностного монтажа, имеет многолетние партнерские отношения с компанией «Диполь».

Автоматическая оптическая инспекция с применением 3D-технологии

ТОРСТЕН НИЕРМЕЙЕР (THORSTEN NIERMEYER),
Koh Young Technology

Под редакцией специалиста направления
контрольного оборудования Людмилы Бойковой,
boykova@dipaul.ru



Ставят ли под сомнение будущее этой технологии ограничения, свойственные двумерным автоматическим оптическим инспекциям?

Термин «3D-технологии» стал популярным в отрасли, однако на сегодняшний день у него нет общепринятого значения или определения. Что в действительности стоит за этим термином и какие подходы в данном контексте предлагаются сегодня производителям электроники?

3D-технологии успешно применяются в целом ряде систем, но изначально его использовали для контроля качества нанесения паяльной пасты (solder paste inspection, SPI) или, если точнее, измерения объема нанесенной паяльной пасты.

Компания Koh Young не остановилась на достигнутом и шагнула дальше. Инспектирование с использованием 3D-технологий было применено для контроля паяных соединений. В чем же ее преимущества по сравнению с технологией двумерного оптического контроля, которая применяется на протяжении последних 25 лет? Двумерная автоматическая оптическая инспекция (АОИ) до настоящего времени была единственной технологией, позволявшей заменить визуальный контроль печатных плат человеком.

Применение 3D-технологии измерения объема нанесенной паяльной пасты в последнее десятилетие значительно повлияло на усовершенствование технологических процессов производства электроники, в особенности на процесс трафаретной печати. Для глобальной отстройки и усовершенствования процесса трафаретной печати инструмент в виде 3D-инспектирования дал возможность очень точно определять нанесенный отпечаток паяльной пасты, то есть появилась возможность в цифрах оценить проведение

инспекции, объем нанесенного отпечатка. Благодаря простым расчетам на основе прогнозируемого объема отпечатка и полученного после трафаретной печати реального значения, процесс отстройки процесса стал прозрачным и более простым. Применение 3D-технологии стало прорывом в технологии поверхностного монтажа. Десять лет назад системами 3D-инспекции качества нанесения паяльной пасты в Европе было оснащено лишь 15% технологических линий поверхностного монтажа, а сегодня доля таких линий выросла до 60%!

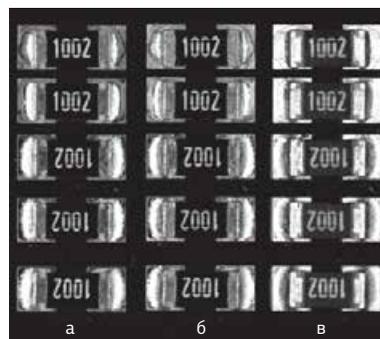


Рис. 1. SMD-резисторы, освещенные: а) нижним угловым светом; б) средним угловым светом; в) верхним угловым светом

Поскольку в 2D АОИ освещение печатной платы, компонентов и паяных соединений производится под несколькими углами, результаты контроля по всем параметрам зависят либо от контрастности изображения, либо от местоположения отражающих участков. На рис. 1 показаны примеры SMD-резисторов с различным объемом припоя, освещенных под разными углами.

Следует ли контролировать одни аспекты монтажа компонента (например, местоположение) в трех измерениях, а другие — в традиционных двух? Паяное соединение также представляет собой трехмерную структуру. Ведущие инженеры-разработчики компании Koh Young утверждают, что с точки зрения измерений использование менее развитой двумерной технологии для контроля наиболее ответственного элемента печатной платы — паяного соединения — не имеет смысла. Наилучший путь к совершенствованию контроля качества собранных печатных плат — контролировать как можно больше параметров компонентов и паяных соединений на плате в трех измерениях, используя технологию прямых измерений с количественно характеризуемыми порогами. Например, легко понять, что если вывод приподнят на 170 мкм, а пороговое значение равно 150 мкм, то соединение некачественное. Дальнейшая расшифровка результатов не требуется, необходимость в знании методов обработки изображений отсутствует, а пространства для обоснованного принятия решения о годности или негодности не остается. Требования к качеству могут быть выражены в форме пороговых значений параметров 3D АОИ. За счет этого они становятся прозрачными и понятными для всех участников процесса, то есть программиста системы, отдела контроля качества и оператора станции контроля. Таким образом, трехмерное измерение — не просто модный термин, а будущее технологий автоматического оптического контроля. Поскольку оно доказало свою эффективность в определении объема нанесенной паяльной пасты, мы ожидаем, что функции визуального исследования компонентов и контроля паяных соединений в трех измерениях получат широкое распространение и в автоматическом оптическом контроле.

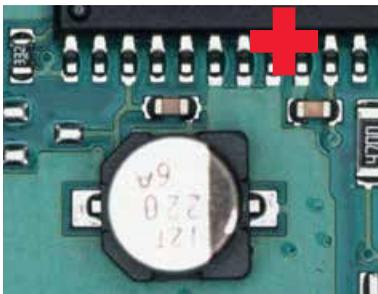


Рис. 2. Высокий конденсатор отбрасывает тень на соседние компоненты, вынуждая корректировать параметры 2D АОИ

Даже когда используется несколько углов съемки или обзора, результаты все равно зависят от освещенности. И здесь возникает проблема: более высокие компоненты отбрасывают тени на другие компоненты и паяные соединения. Разница в условиях освещения, обусловленная затенением, вынуждает программиста системы 2D АОИ устанавливать пороги отдельно для каждого компонента. Вследствие того, что для однотипных компонентов на одной и той же плате используются разные пороги, варьируется полнота обнаружения дефектов и вероятность ложных срабатываний. По этим причинам помимо физических ограничений двумерного инспектирования, которые с большой вероятностью приводят к пропуску системой реальных дефектов, процесс программирования 2D-инспекции представляет собой совокупность сложнейших алгоритмов, ограничений по инспекции «сложных» (с точки зрения оптической инспекции) и труднодоступных компонентов,

а также особых требований к узконаправленным знаниям программиста системы. Нехватка инженерного состава в области поверхностного монтажа на большинстве российских предприятий, не говоря уже об узконаправленных знаниях программирования 2D-инспекций, делает применение подобных систем практически нецелесообразным.

На рис. 2 показана типичная ситуация, когда для однотипных выводов ИС требуются разные параметры 2D АОИ из-за тени от алюминиевого конденсатора. И таких мест на печатной плате может быть множество. На каждый из подобных участков печатной платы необходимо прописывать индивидуальные настройки инспектирования, которые опять же зависят от программиста 2D АОИ. Выходит, при программировании «нестандартной» для инспектирования печатной платы качество конечных результатов полностью зависит от человеческого фактора и уровня подготовки программиста.

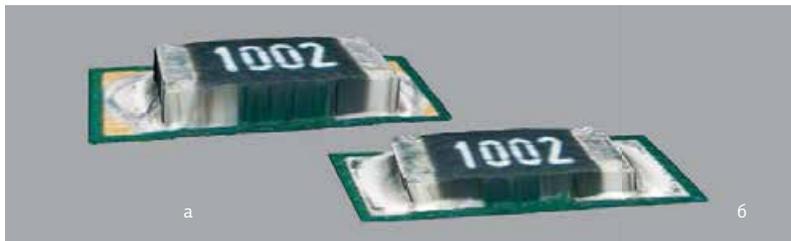


Рис. 3. SMD-резистор:
а) с объемом припоя 15%;
б) с объемом припоя 95%

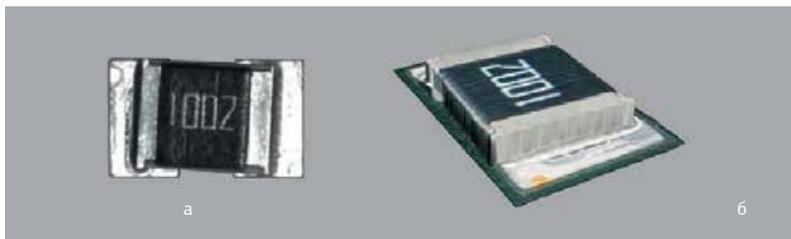


Рис. 4. Местоположение резистора:
а) на двумерном изображении;
б) в трех измерениях

Все ли аспекты монтажа компонентов и качества паяных соединений можно проконтролировать с помощью трехмерного измерения? Действительно ли оно необходимо в каждом случае? Можно ли отказаться от двумерного контроля, который использовался на протяжении многих лет, в пользу трехмерного?

Преимущества трехмерного измерения кроются в самом слове «измерение». Если можно измерить объем каждого паяного соединения у каждого компонента, зачем довольствоваться лишь подсчетом светлых пикселей — отражений света расположенного под углом источника от криволинейной поверхности припоя? На рис. 3 показаны примеры контроля паяных соединений по объему нанесенного припоя.

Зачем выделять края по цветам или оттенкам серого, если их местоположение можно определить в третьем измерении без помех, связанных с цветом компонентов или печатной платы? На рис. 4а показано типичное

2D-изображение SMD-резистора. Компонент может иметь разный цветовой контраст с фоном печатной платы, а та, в свою очередь, может иметь разные оттенки. На рис. 4б показано трехмерное изображение того же компонента, где измерена высота каждого пикселя.

В настоящее время системы АОИ обеспечивают разный уровень полноты трехмерного контроля компонентов и паяных соединений. Во всех трехмерных системах по-прежнему предусмотрены двумерные подсветка и контроль. Решение о том, в каком объеме следует внедрить новую технологию, остается за программистом системы или отделом контроля качества.

В противовес распространенному мнению, полярность компонентов (размеры фасок, углублений и углов) можно легко определять в третьем измерении, не полагаясь на вариации цвета и яркости отпечатка на поверхности. ■

Трехмерное измерение — не просто модный термин, а будущее технологий автоматического оптического контроля.

Вышел первый анализатор емкости мощных полупроводниковых приборов для разработки силовых электронных схем



Компания Agilent Technologies представила первый в отрасли анализатор емкости мощных полупроводниковых приборов, обеспечивающий автоматическое измерение емкости р-п-переходов в силовых электронных схемах при реальных значениях рабочего напряжения.

Благодаря все более активному использованию мощных полупроводниковых приборов, изготавливаемых из новых перспективных материалов, например, карбида кремния (SiC) и нитрида галлия (GaN), современные импульсные источники питания способны работать на более высоких частотах. В результате особую важность приобретает точное измерение емкости полупроводниковых устройств. Обеспечивая возможность точного автоматического измерения входной и выходной емкости транзисторов, а также емкости обратного перехода при высоком напряжении смещения, анализатор емкости мощных полупроводниковых приборов B1507A компании Agilent идеально подходит для решения этих задач. Анализатор B1507A представляет собой функционально-законченное техническое решение для измерения и анализа всех параметров высокочастотных импульсных источников питания. Прибор

позволяет измерять емкость между тремя электродами транзистора (Ciss, Coss и Crss) при высоких значениях напряжения смещения (до ± 3 кВ), сопротивление затвора, а также ток утечки и напряжение пробоя, дополняя возможности характеристикографов, которые способны определять только вольт-амперные характеристики устройств.

Уникальный интуитивно понятный графический интерфейс позволяет даже начинающим пользователям автоматически измерять все виды емкости в широких пределах значений рабочего напряжения. Все это делает анализатор B1507A идеальным прибором, который дает возможность получать детальную информацию о параметрах проектируемых устройств, что помогает разработчикам силовых электронных схем выбрать нужную элементную базу для своих проектов, а изготовителям силовой электроники — максимально повысить полезность конечных продуктов и улучшить их характеристики.

Основные функциональные возможности анализатора B1507A включают:

- простое, полностью автоматизированное измерение входной и выходной емкости транзисторов и емкости

обратного перехода (Ciss, Coss, Crss, Cies, Coes, Cres) при высоком напряжении смещения, независимое изменение емкости между электродами транзистора (Cgs, Cgd, Cds, Cge, Cgc, Cse), а также емкости работающих в режиме обеднения полевых транзисторов на основе карбида кремния и нитрида галлия;

- измерение сопротивления затвора (Rg);
- непрерывное измерение емкости при изменении полярности напряжения на затворе (например, с отрицательного на положительное);
- поддержка всего процесса измерения емкости, который включает возможность простого и удобного перехода между измерениями тока утечки и емкости без необходимости переключения измерительных кабелей;
- поддержка базовых измерений вольт-амперных характеристик, включая измерение напряжения пробоя и порогового напряжения.

Новая модификация установки Apex SLR компании Advanced Vacuum для плазмохимического осаждения



Компания Advanced Vacuum представила новую модификацию своей установки Apex SLR. Теперь на базе платформы Apex SLR реализованы процессы плазмохимического осаждения: PECVD и HDPCVD.

Низкотемпературный HDPCVD-процесс в установке Apex SLR HDPCVD позволяет осаждать материалы плазмохимическим способом при температурах менее +180 °С, вплоть до комнатной. Типичные скорости осаждения SiO₂ и SiN_x при температуре менее +150 °С составляют 1500 А/мин и 1000 А/мин соответственно. Однородность осажденного слоя по пластине диаметром 200 мм и однородность от одной партии пластин к другой партии составляет порядка +/-2% или лучше. Для достижения высокой плотности плазмы в установке Apex SLR HDPCVD имеется реактор с цилиндрическим ICP-электродом, который также предусмотрен в установке травления Apex SLR ICP. В конструкции реактора и электрода Apex SLR использован дизайн установок Plasma-Therm Shuttlelock, прекрасно зарекомендовавших себя по всему миру (более 300 инсталляций).

Платформа Apex — последняя разработка компании Advanced Vacuum. Первые заказчики получили установки травления Apex SLR ICP в начале 2013 года. В 2014 году начались поставки установок в вер-

сиях PECVD и HDPCVD. Apex — наиболее современная, универсальная и экономически эффективная платформа плазмохимического травления и осаждения материалов во всей линейке оборудования Advanced Vacuum и Plasma-Therm.

Архитектура платформы Apex реализует последние достижения отрасли в области автоматизации и машиностроения. Благодаря применению современных промышленных протоколов Ethernet и DeviceNet, количество проводов внутри установки значительно сократилось. Как следствие, уменьшилась себестоимость производства установки, увеличилась ее надежность. Процедура проведения пусконаладочных работ и сервисного обслуживания значительно упростилась. Применение протокола DeviceNet также позволило контролировать большее количество параметров оборудования, входящего в состав установки, — температуру внутренних компонентов насосов, состояние различных датчиков. Схема построения системы управления установкой на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) способствовала повышению стабильности и безопасности платформы, особенно при использовании токсичных и легковоспламеняющихся газов. Набор программных и физических блокировок (интерлоков)

обеспечивает безопасную работу даже при экстренных отключениях электропитания.

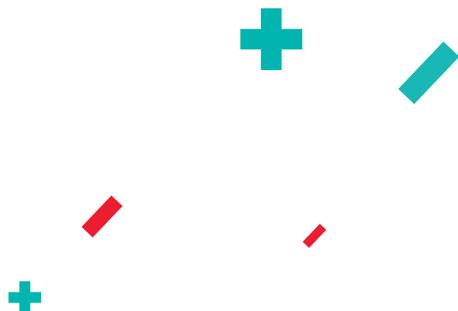
Платформа Apex в стандартной комплектации поставляется с загрузочным вакуумным шлюзом. Шлюз новой модификации допускает работу с пластинами до 200 мм в диаметре. Применение в конструкции шлюза роботизированной руки сократило габариты шлюза до минимальных размеров. Общие габариты установки удалось довести до значения <1 м², что позволяет наиболее эффективно использовать место в чистом производственном помещении.

Отдельно следует отметить систему управления установкой Apex. Для удобства оператора на отдельную панель, расположенную на вакуумном шлюзе, выведены четыре кнопки управления основными функциями. В реальном производственном режиме, когда исполняемый рецепт записан в память установки, оператору больше не нужно подходить к управляющему компьютеру. Достаточно использовать четыре физических кнопки управления: напуск/откачка; загрузка/выгрузка; процесс; очистка камеры. Такое простое и изящное решение в системе управления значительно упрощает работу оператора и повышает производительность процесса.

Высокий уровень измерения низкого сопротивления

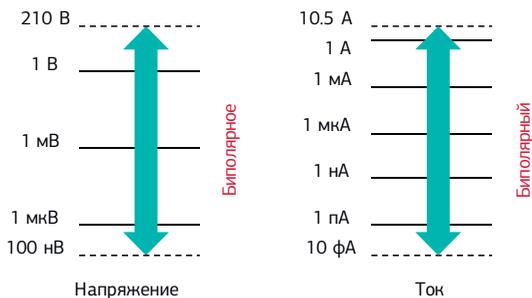
Измерение сопротивления - один из наиболее распространенных видов тестирования, проводимых с целью определения характеристик электронных устройств. Однако некоторые виды измерения сопротивления требуют высокоточного, низковольтного источника тока для предотвращения перегрева и повреждения устройств во время тестирования. Как правило, точность измерения повышается с величиной напряжения или тока. Таким образом, для устройств с низкими значениями сопротивления (например, сверхпроводников, углеродных нанотрубок (УНТ) и т.д.) важно поддерживать измерительное напряжение на максимально допустимом высоком уровне.





6,5 — разрядные источники питания Agilent серии B2961A/B2962A с низким уровнем шума удовлетворяют данным требованиям благодаря возможностям совместного использования с 7,5 -разрядным нановольтметром Agilent 34420A.

B2961A и B2962A являются биполярными источниками питания, поэтому полярность напряжения или тока может быть как положительной, так и отрицательной. Диапазон выходных биполярных сигналов: от 10 фА до 3 А (DC) или 10,5 А (импульсы) для тока, и от 100 нВ до 210 В для напряжения.



Источники питания с низким уровнем шума Agilent B2961/62A

Источники питания с низким уровнем шума Agilent B2961/62A одновременно генерируют напряжение или ток и отображают измеренное значение. Они способны генерировать ток и напряжение с разрешением в 6,5 разрядов, которое необходимо для измерений в различных областях применения.



Установка значений источника питания с разрешением 6,5 разрядов. Измеренное значение тока/напряжения.

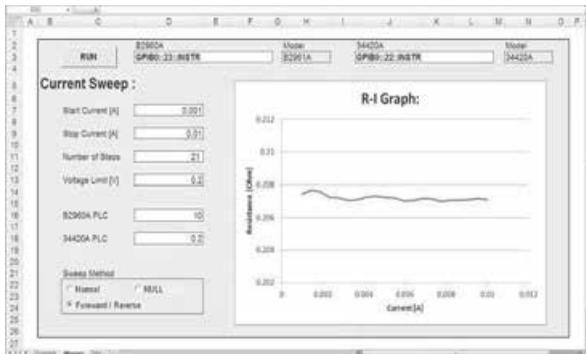
Схема установки измерения

В данной схеме измерения сопротивления 34420A измеряет напряжение, а B2961A служит в качестве прецизионного источника тока. B2961A посылает сигнал синхронизации через N1294A GPIO-BNC адаптер к 34420A, чтобы указать момент измерения напряжения.



Шаблон программы измерения

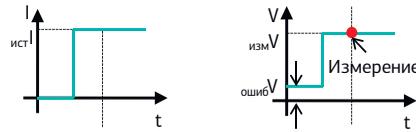
Шаблон программы для измерения сопротивления с помощью B2961A и 34420A (входит в комплект поставки B2961A/B2962A). Он работает на C#, National Instruments LabVIEW и Microsoft Excel с драйвером VISA-COM. В дополнение к основным видам измерения сопротивления, программа также поддерживает метод, который способен исключить погрешность измерения. Шаблон данной программы также можно загрузить с сайта компании Agilent.



Ошибки, связанные с напряжениями смещения и термо ЭДС могут значительно повлиять на точность при измерении малых значений сопротивления. Следующее уравнение показывает воздействие этих ошибок на расчет сопротивления, сделанного путем подачи тока и измерения напряжения:

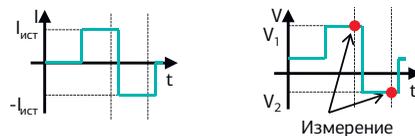
Данную ошибку можно устранить путем подачи прямого и обратного тока (I ист и - I ист) с последующим усреднением результатов измерения напряжения.

$$R_{Изм} = \frac{V_{Изм}}{I_{Ист}} = \frac{V_{ИУ}}{I_{Ист}} + \frac{V_{Ошиб}}{I_{Ист}} = R_{ИУ} + R_{Ошиб}$$



Следующее уравнение приводит пример использования двух измерительных результатов для расчета истинного значения сопротивления:

$$R_{Изм} = \frac{V_1 - V_2}{2 \times I_{Ист}} = R_{ИУ}$$



Как упоминалось ранее, шаблон программы поддерживает этот метод измерения.

Основные технические данные и характеристики источников питания Agilent B2961A/B2962A

МОДЕЛЬ	ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ		МАХ МОЩН.	РАЗРЕШЕНИЕ ИСТОЧНИКА		УРОВЕНЬ ШУМА ОТ 0,1 ДО 10 ГЦ	РАЗРЕШЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ
	DC	Импульсный		Разр.	Min разрешение		
B2961A	210 В	200 В	31,8 Вт	6,5>	100 нВ	<5 мк В пик-пик	4,5
B2962A	3,03 А	10,5 А			10 фА	<1 пА пик-пик	

ДИПОЛЬ



Новые генераторы сигналов Agilent Technologies серии 33600A

Генераторы сигналов серии 33600A построены на основе уникальной технологии Agilent Trueform и обеспечивают высочайшее качество выходного сигнала, более широкие возможности и гибкость по сравнению с традиционными генераторами на основе технологии прямого цифрового синтеза.

- Частотный диапазон — до 120 МГц, 1- и 2-канальные модели.
- Уровень джиттера — менее 1 пс при генерации импульсных сигналов с частотой до 100 МГц.
- Частота дискретизации до 1 Гвыб/с обеспечивает высокое разрешение по времени для сигналов произвольной формы.
- Создание сигналов произвольной формы по точкам (до 64 млн точек) с возможностью многократного последовательного воспроизведения сегментов сигнала.
- Амплитуда выходного сигнала — от 1 мВ до 10 В (размах) с разрешением 14 бит.
- Задание шумовых сигналов для усиления сигнала в полосе до 120 МГц.
- Сочетание каналов (частота и амплитуда, независимая установка фаз или сдвиг фаз), комбинирование сигналов (сложение сигналов, 2- и 4-тоновые сигналы).

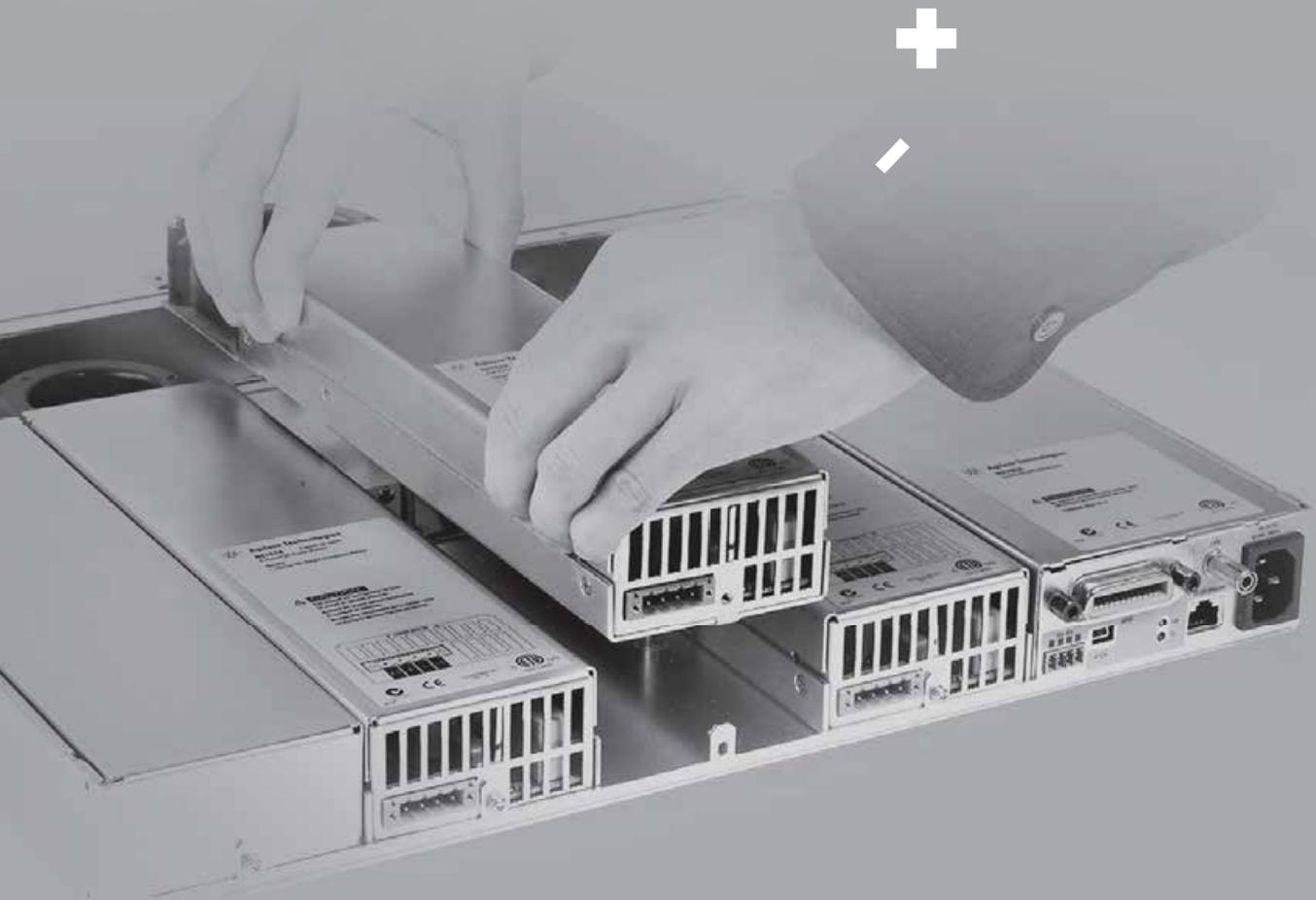
Инновационные решения для электронной промышленности

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru



Преимущество автоматического диапазона

Мы продолжаем знакомить вас с материалами, посвященными базовым понятиям и подходам в использовании источников питания, современным решениям в этой области и уникальным функциям, помогающим решить самые сложные задачи при тестировании. В этом номере менеджер по развитию бизнеса и ведущий блога по источникам питания Keysight Technologies (Agilent Technologies) Алексей Телегин (rupower.tm.agilent.com) расскажет об источниках питания с автоматическим выбором (переключением) рабочих диапазонов.



Выходная характеристика источника питания

Выходная характеристика источника питания показывает границы области, содержащей все допустимые комбинации значений тока и напряжения для данного выхода (канала). Любая комбинация значений тока и напряжения, которая лежит внутри выходной характеристики, является допустимой рабочей точкой ИП.

Прямоугольная выходная характеристика

График выходной характеристики обычного источника питания в координатах «ток-напряжение» имеет форму прямоугольника (рис. 1). Максимальной выходной мощности на графике соответствует одна точка, которая совпадает одновременно со значением максимального напряжения и значением максимального тока. Так, источник питания с максимальной выходной мощностью 100 Вт, максимальным напряжением 20 В и максимальным током 5 А имеет прямоугольную выходную характеристику. Величина выходного напряжения может быть установлена любой в пределах от 0 до 20 В, а величина выходного тока может принять любое значение от 0 до 5 А. Поскольку $20 \times 5 = 100$ Вт, это единственная точка, которая соответствует максимальной выходной мощности и только при максимальных значениях напряжения и тока.

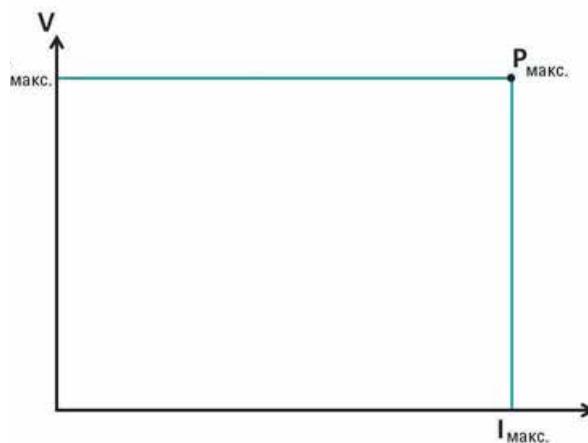


Рис. 1. Прямоугольная выходная характеристика

Существует три основных типа выходных характеристик источников питания: прямоугольная выходная характеристика обычных ИП, выходная характеристика многодиапазонного ИП и выходная характеристика ИП с автоматическим выбором диапазонов. Самым распространенным типом является прямоугольная выходная характеристика.

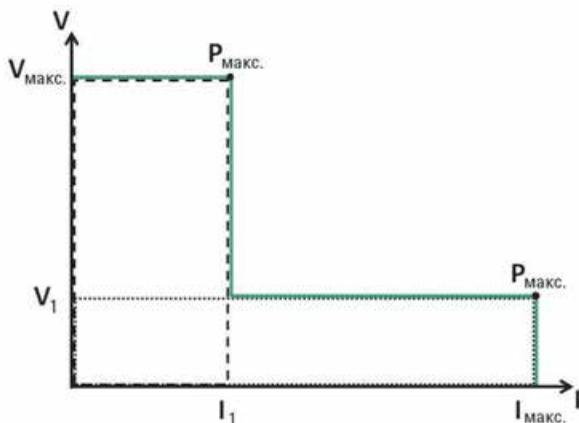


Рис. 2. Выходная характеристика многодиапазонного источника питания

Выходная характеристика многодиапазонного источника питания

График выходной характеристики многодиапазонного источника питания в координатах «ток-напряжение» похож на несколько прямоугольных выходных характеристик, наложенных одна на другую. В результате такой прибор имеет несколько точек максимальной выходной мощности, которым соответствует несколько комбинаций «максимальный ток-напряжение». На рис. 2 показан пример выходной характеристики источника питания с двумя диапазонами, которую иногда также называют двухдиапазонной выходной характеристикой. Источник питания с подобным типом выходной характеристики охватывает более широкий выходной диапазон по сравнению с обычным источником питания с прямоугольной выходной характеристикой. Он может обеспечить большее число комбинаций «ток-напряжение», но при этом будет дешевле, легче и компактнее, чем источник питания с более высокой выходной мощностью. Тем не менее, хотя вы можете установить величину выходного напряжения вплоть до $V_{\text{макс.}}$, а тока — до $I_{\text{макс.}}$, полученная комбинация $V_{\text{макс.}}/I_{\text{макс.}}$ не является допустимой рабочей точкой. Эта точка лежит за пределами рабочей характеристики и не соответствует возможностям источника питания по выходной мощности.

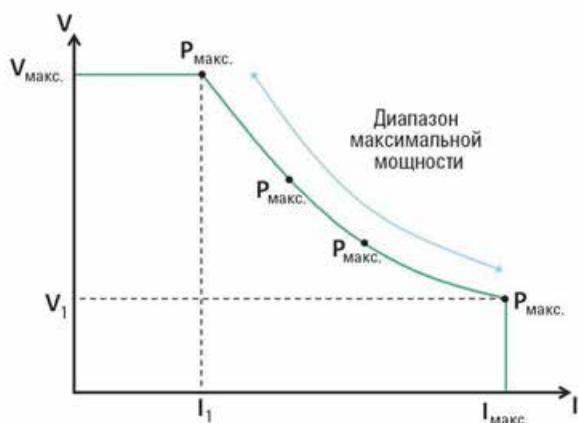


Рис. 3. Выходная характеристика источника питания с автоматическим выбором диапазонов

Выходная характеристика источника питания с автоматическим выбором диапазонов

Если посмотреть на график выходной характеристики источника питания с автоматическим выбором диапазонов, то можно заметить, что он выглядит как наложение бесконечного числа прямоугольных выходных характеристик. Кривая постоянной мощности (представляет собой гиперболу $V = P/I = K/I$) связывает значение максимальной мощности $P_{\text{макс.}}$, соответствующей значениям тока I_1 и напряжения $V_{\text{макс.}}$, с величиной максимальной мощности $P_{\text{макс.}}$, соответствующей значениям тока $I_{\text{макс.}}$ и напряжения V_1 (рис. 3).

Хотя источник питания с автоматическим выбором диапазонов способен генерировать максимальные значения напряжения $V_{\text{макс.}}$ и тока $I_{\text{макс.}}$, он не может вырабатывать их одновременно. Например, один из источников питания компании Agilent — N6755A, обеспечивает максимальную выходную мощность 500 Вт, напряжение 20 В и ток 50 А. Очевидно, что у этого ИП не прямоугольная выходная характеристика, так как $V_{\text{макс.}} \times I_{\text{макс.}} = 1000 \text{ Вт}$, что больше величины $P_{\text{макс.}}$, равной 500 Вт. Поэтому от такого прибора невозможно получить одновременно напряжение 20 В и ток нагрузки 50 А. По паспортным данным нельзя сделать определенный вывод, какой это источник питания — многодиапазонный или с автоматическим выбором диапазонов, однако даже поверхностное знакомство с технической документацией на него позволяет установить, что N6755A — это ИП с автоматическим выбором диапазонов. На рис. 4 показана его выходная характеристика.

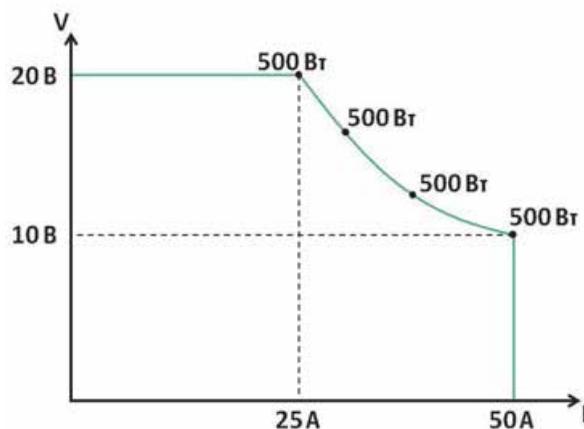


Рис. 4. Выходная характеристика источника питания Agilent N6755A

Преимущества источника питания с автоматическим выбором диапазонов

Для приложений, требующих широкого диапазона выходного напряжения и тока, но без соответственного повышения выходной мощности, источник питания с автоматическим выбором диапазонов будет оптимальным вариантом. Ниже приведены некоторые виды прикладных задач, для решения которых целесообразно использовать ИП с автоматическим выбором диапазонов:

- Для питания тестируемого устройства необходим широкий диапазон выходного напряжения и тока с примерно одинаковым уровнем выходной мощности. Так, преобразователь постоянного напряжения с номинальным входным напряжением 24 В имеет относительно постоянную величину потребляемой мощности даже при изменении входного напряжения от 14 до 40 В. В процессе тестирования столь широкий диапазон входного напряжения порождает соответственно широкий диапазон входных токов при практически неизменной мощности.
- Существует множество различных типов тестируемых устройств с примерно одинаковым уровнем потребляемой мощности, но разными требованиями по входному напряжению и току. Различные преобразователи постоянного напряжения, входящие в одно семей-

ство по мощности, могут иметь номинальное входное напряжение 12, 24 или 48 В, в результате чего величина входного напряжения может составлять от 9 В (требует высоких токов нагрузки) до 72 В (с малыми токами нагрузки). Для тестирования этих устройств необходимы большие значения и напряжения, и тока, но не одновременно.

- Изменение в известных пределах входного постоянного напряжения без соответствующего изменения входной мощности. Например, номинальное входное напряжение некоторых автомобильных принадлежностей может изменяться с 12 до 42 В, но совершенно необязательно, что при этом изменятся требования по входной мощности.
- Необходим дополнительный запас по входному напряжению и току, особенно в случаях, когда предполагается изменение параметров тестирования, но конкретные значения пока неизвестны. 

Выбор климатической камеры: финансы и нюансы

| АЛЕКСЕЙ КИСИН

руководитель направления
испытательного оборудования
alexey@dipaul.ru



Испытания на воздействие окружающей среды присутствуют в мире разработок и производства уже много десятилетий. Научные предприятия, коммерческие структуры и производственные центры создают свои испытательные лаборатории, в реестр которых обязательно входят испытательные камеры тепла-холода-влажности (климатические камеры), вакуумные камеры, термострессовые и т.п.

Выбирая камеру для своей лаборатории, заказчик, конечно, отталкивается от своих практических потребностей, но при этом зачастую находится в плену стереотипов, мешающих сделать правильный выбор.



**Для того чтобы решить для себя,
с каким производителем лучше иметь дело,
достаточно тщательно изучить,
из чего же состоят камеры и какими
параметрами они обладают**

Прежде всего, хотелось бы обратить внимание на то, что многие считают, будто для покупки климатической камеры достаточно знать всего три вещи: объем камеры, диапазон действующих температур и страну-производителя. Да, в случаях, когда требуется испытывать образцы серийной продукции без подключения внешней нагрузки и имеющих высокую теплопроводность, это действительно так. Но есть и другие важные параметры, о которых обязательно следует помнить. Предлагаю разделить эти параметры на две категории: «субъективные» и «качественные».

К субъективным параметрам, например, относится страна-производитель. Уверен, что среди читателей найдутся те, кто скажет: «Китай не нужен!» Эту фразу я часто слышу, продавая камеры или другое испытательное оборудование (в частности, вибростенды или испытательные центрифуги). Я вовсе не собираюсь защищать азиатских производителей, тем более что являюсь продавцом сугубо американского оборудования. Вместе с тем хотелось бы видеть непредвзятый подход, чтобы уже при следующей встрече не сталкиваться



Алексей Нисин,
руководитель направления
испытательного оборудования

с амбициозным: «Американское оборудование мы не купим, американцы наш политический оппонент! Нам бы Японию или Германию». Сразу возникает соблазн напомнить об исторических событиях семидесятилетней давности и услышать в ответ новые насколько субъективные, настолько и неубедительные аргументы. В общем, как вы понимаете, к профессиональному выбору оборудования такие разговоры никак не относятся, а только заполняют паузы в размышлениях. Для того чтобы решить для себя, с каким производителем лучше иметь дело, достаточно тщательно изучить, из чего же состоят камеры и какими параметрами они обладают.

Важнейшими качественными параметрами у климатических камер являются:

- Точность поддержания температуры в объеме.
 - Мощность компрессоров и тэнов (скорость нагрева-охлаждения).
 - Возможности по тепловому рассеянию.
 - Программное управление.
 - Гибкость к новым условиям испытаний.
 - Конструкция и ремонтпригодность.
- Настало время поговорить о каждом из них по отдельности.



Точность поддержания температуры в объеме

В России нормативными документами, указывающими на требования к климатическим испытаниям, являются ГОСТы. Они существуют как для военной, так и гражданской продукции, и делятся по типам промышленности. Но практически во всех случаях их можно объединить по требованию к погрешности температуры в объеме (± 2 °С).

Однако дело в том, что в США и Европе эти требования гораздо строже: от $\pm 0,5$ до ± 1 °С. Поэтому производители американских и европейских камер вынуждены достигать подобных

минимальных значений для своих камер, иначе их просто никто не купит. В то же время в странах Азии, возможно, в силу сложившихся когда-то отношений с СССР требования гораздо мягче, те же, что и у нас, — ± 2 °С.

Очевидно, что любое оборудование приобретает определенные, скажем так, «погрешности», возникающие со временем или при транспортировке (хоть по воде, хоть по воздуху). Если представить, что в результате трехлетнего использования или в силу других причин европейская камера при всех ее каче-

ственных характеристиках «выползет» за пределы погрешности на 20%, то мы получим результат $\pm(0,6-1,2)$ °С. ГОСТ с его требованием в ± 2 °С это вполне удовлетворяет.

Тот же расчет для азиатской камеры приведет к параметру $\pm 2,4$ °С. И вот тут вы можете ее долго ремонтировать, менять компрессоры, останавливать производство, но законными методами аттестовать ее никак не удастся. До тех пор пока ее не отремонтируют, вы не сможете проводить испытания на такой камере.

Мощность компрессоров и тэнов

Стоимость камеры на 30–40% зависит от мощности встроенных в нее компрессоров и тэнов. ГОСТы, как правило, регламентируют скорость нагрева или охлаждения 2–3 °С/мин. Этим требованиям соответствуют отечественные и китайско-тайваньские камеры, имеющие все те же риски, описанные выше. Но если необходимо в несколько раз сократить время выдерживания, а следовательно, и время испытаний, то стоит присмотреться к камере американского

или европейского качества. Время выдерживания — это время, которое требуется любому испытателю. Температура во внутреннем объеме камеры (в воздухе) должна выравниваться с температурой на поверхности испытываемого образца. Теплопроводность образца может быть разной, отчего время выдерживания колеблется от 15 минут до нескольких часов. Обращайте внимание на скорость нагрева/охлаждения, она существенно влияет на цену!

Хочется добавить, что камера с мощными компрессорами позволяет делать термострессовые испытания (скорость нагрева 10–15 °С/мин), опять же сэкономив 5–6 млн рублей на покупке одной камеры вместо двух разных.



Возможности камеры по тепловому рассеянию

Этот параметр — самая «замалчиваемая» продавцами характеристика при продаже камер. Если объяснять доступно, то возможности по тепловому рассеянию можно описать как способность холодильной машины сохранять режим заданной низкой температуры, несмотря на рассеивание тепла внутри морозильной камеры (например, при включенном утюге в морозилке холодильника).

Каждая камера имеет разные возможности по тепловому рассеянию, соответственно имея разную холодопроизводительность. Так, камеры Thermotron Industries (США) серии SE способны поддерживать общий диа-

пазон температур от -70 до $+180$ °С. Но при тепловом рассеянии, возникающем от работающего внутри камеры некоего источника в 2000 Вт, такие камеры смогут выйти на максимально отрицательную температуру -54 °С. Если взять более дешевую камеру другой серии (типа S или SM), то ограничение отрицательного диапазона температур с -70 до -54 °С произойдет уже при 200 Вт.

Таким образом, качественный параметр «возможности по тепловому рассеянию» крайне важен в тех случаях, когда вы собираетесь испытывать некий прибор или мотор в подключенном состоянии. Перед покупкой

камеры необходимо в официальном порядке сообщить поставщику параметры теплового рассеяния образца, который вы собираетесь испытывать в подключенном состоянии (в крайнем случае — потребляемую им мощность). Если упустить это из виду, можно оказаться в очень неприятной ситуации, когда камера с подключенным образцом выйдет максимум на -25 °С, а продавец заявит, что не был оповещен о необходимом параметре и формально будет прав, отстраняя претензию.

Программное управление

В данном параметре есть несколько важных моментов.

Например, климатическая камера может иметь сенсорный дисплей, а может — встроенный промышленный компьютер с контроллером на базе Windows. Разница большая, как в цене, так и в комфорте работы с подобной камерой.

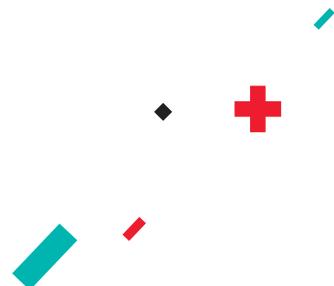
Еще один момент — русификация интерфейса. Как правило, русификация указывает на серьезность намерений производителя. Если интерфейс не русифицирован, то либо производитель на российском рынке совсем недавно, либо его отношение к сервисному обслуживанию соответствует его отношению к потребителю.

Важным моментом является и то, что в камерах с внутренним промышленным компьютером присутствует заведенный на контроллер сигнал РТС

(Program Temperature Control). То есть внутри камеры есть дополнительная термopара, которая устанавливается на образец испытаний, и оператор видит на экране контроллера не только температуру в воздухе, но и температуру на образце. В противном случае вам придется сравнивать эти температуры вручную, выводя кабели из внутренностей камеры к внешним измерительным приборам. Согласитесь, на современном предприятии такой подход выглядит архаично.

Промышленный компьютер внутри камеры позволяет вести историю испытаний прямо на жестком диске, сохранять и обрабатывать данные, переносить их в таблицы Excel, объединять климатические камеры в единый сегмент испытаний на одном компьютере и даже управлять камерой с помощью удаленного доступа

через Интернет. Все это обеспечивает комфорт в работе оператора, простоту в воспроизведении данных и формировании отчетности, экономит время обработки. Полная компьютеризация хороша и тем, что отслеживаются все события, происходящие с камерой, вплоть до электрического пробоя на испытательном участке. Таким образом, всегда можно отследить причину сбоя в испытаниях.



Гибкость к новым условиям испытаний

Часто предприятия приобретают оборудование под конкретные цели для испытания конкретных образцов с определенными размерами и весом, а также руководствуясь нормативными документами, содержащими требования к испытаниям. В дальнейшем, с появлением новых заказов, этим предприятиям приходится тратить на все новые и новые климатические камеры, подстраиваясь под другие размеры образцов испытаний. Дополнительные расходы зачастую составляют десятки миллионов рублей.

Очевидно, что потенциальный экономический эффект, сопровождающий гибкость к новым условиям испытаний,

может стать весомым доводом при приобретении того или иного оборудования.

В качестве примера можно рассмотреть запатентованные технологии компании Thermotron, способные расширить функционал выпускаемых климатических камер и сэкономить деньги заказчика. При изначальной установке в камеру Thermotron SE-серии опции «Универсальный порт» в дальнейшем к камере подключаются модули, расширяющие ее возможности. В частности, это модуль камеры с низким полом для больших и тяжелых образцов, или вставленный в камеру вентилятор для испытаний ветром, или инъекция

жидкого азота, увеличивающая температурный диапазон. Технология проста: вы покупаете одну камеру и модифицируете ее под свои нужды из года в год. Модули стоят в 2–3 раза дешевле, чем новая камера. Таким образом экономятся и деньги, и время, и место на испытательном участке.



Конструкция и ремонтпригодность

Крайне важным параметром камеры является конструкция и ремонтпригодность. Оценивая конструкцию, всегда обращайте внимание на внутреннюю поверхность полезного объема камеры. Особенно на швы, если они существуют, хотя при создании современных камер производители стараются обходиться без швов. Углы внутренней части камеры должны быть закруглены, иначе там будет скапливаться грязь, которая в дальнейшем станет причиной коррозии. По схожим причинам каждый шов — это угроза коррозии. Ведь из-за перепада температур в камере во время испытаний постоянно присутствует конденсат. По правилам испытаний на влагу в бак испарителя должна заливаться дистиллированная (иногда деионизированная) вода. Но часто исполнитель экономит на этом, получая в результате

«кислый» конденсат со значением pH меньше 7. Соответственно, если поверхность внутреннего объема камеры неоднородна, то с проржавленными пятнами можно столкнуться уже после 2–3 лет эксплуатации. Именно поэтому стоит уделить внимание и качеству нержавеющей стали, из которой сделана камера.

Упомянув материалы, используемые при изготовлении камер, хотелось бы предостеречь от внешне красивых камер с пластиковыми дверьми. Дверь камеры должна быть стальная и жесткая, так как циклические перепады температур сжимают и расширяют пластик, что приводит к его быстрому разрушению.

При выборе камеры нужно обратить внимание и на монолитность конструкции. Удобная камера имеет несколько дверей для быстрого

доступа к вышедшим из строя узлам. Такой конструктив позволяет избежать долгосрочных ремонтов (когда требуется разборка камеры) или при замене элемента отправить поставщику один этот элемент, а не всю камеру целиком. Прямое следствие такой оперативности — отсутствие простоев в работе предприятия и исполнение обязательств перед заказчиками.

В заключение хочется еще раз акцентировать внимание на более тщательном подходе при выборе испытательной камеры. Взвешивайте показатели основных параметров, соизмеряйте их с поставленными целями и условиями работы оборудования. Финансы, выделяемые на закупку, могут не оправдаться, если, пренебрегая нюансами, в дальнейшем вы будете снова и снова тратить на ремонт и модернизацию. 

Превзойденные ожидания

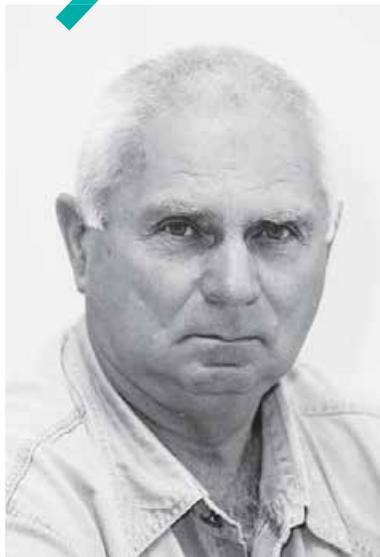


Климатическая камера SE 600-3-3 (производитель Thermotron Industries) запущена и аттестована, заказчик доволен. Сервисный инженер компании «Диполь» Андрей Трубицин и начальник Научно-исследовательского центра ФГУП «ВНИИФТРИ» Энуар Хамадулин

Сверхновая «Звезда»

Деловое сотрудничество нашей компании с ФГУП «Электромеханический завод «Звезда», находящимся в уютном подмосковном городе Сергиев Посад, началось в 2008 году с модернизации оборудования для изготовления и поверхностного монтажа печатных плат. Сегодня эти участки являются наиболее инновационно оснащенными производственными направлениями предприятия. Давний диалог «Диполя» и «Звезды» продолжается, выходя на новые стадии. Обсудить развитие отношений мы пригласили главного технолога ФГУП «Электромеханический завод «Звезда» Евгения Просветова и директора компании ООО «Диполь» Анатолия Семенова.





Евгений Просветов, главный технолог
ФГУП «Электромеханический завод «Звезда»

ЕВГЕНИЙ ПРОСВЕТОВ:

Наш завод был создан в первые дни Великой Отечественной, в 1941 году. После окончания войны завод был ориентирован на разработку и выпуск специальных счетно-решающих электромеханических систем. Одними из первых в стране мы начали освоение принципиально новых технологий производства печатных плат, накопителей на магнитных барабанах, магнитных лентах, печатающих устройств, графопостроителей. Со временем нам удалось создать предприятие, способное решать любые государственные задачи в области высокопроизводительных вычислительных комплексов.

Сейчас Электромеханический завод «Звезда» это контрактное производство по изготовлению серийных, мелкосерийных и единичных изделий, таких как процессорные модули, вычислительные комплексы «Эльбрус», теплообменники ТВВ, обеспечивающие поддержание заданного теплового режима.

При модернизации предприятия задачей первого этапа являлась организация производства принципиально новых процессорных модулей, предназначенных для использования в высокопроизводительных вычислительных комплексах и в системах цифровой интеллектуальной обработки сигнала.



Анатолий Семенов,
директор компании ООО «Диполь»

На протяжении нескольких лет наши специалисты изучали рынок технологического оборудования и оптимальных вариантов технических решений.

Рассматривая различные предложения от компаний-дистрибьюторов, мы изначально ориентировались на производство сложных электронных модулей и выработали соответствующие критерии «производительность-цена-качество» для выбора оборудования. Именно этим критериям отвечало оборудование, поставляемое компанией «Диполь». Его использование в составе технологических линий соответствовало лучшим образцам европейских производств ответственной электроники.

В результате мы оборудовали одну из лучших в России линий поверхностного (SMD) монтажа электронных компонентов на печатные платы. Линия позволяет выполнять высокоточный монтаж высочайшего качества и обеспечивает высокую скорость установки компонентов, поэтому мы реализуем изготовление как прототипов, так и серийных изделий.

Давайте я расскажу, из чего состоит наш участок. Его основа — высокоточное и производительное оборудование шведской фирмы MYDATA.



Здесь есть сборочно-монтажная линия поверхностного монтажа мощностью 60 0000 компонентов в час, содержащая единственный в мире бестрафаретный принтер MY500 с уникальными параметрами по скорости и точности, два установщика MY100 DX, конвейерная паровая печь VP2000 немецкого производителя Asscop, комплект конвейерных и погрузочно-разгрузочных устройств. Такой состав оборудования позволяет в считанные минуты перенастраивать производство на выпуск нового изделия и выпускать самые сложные модули, содержащие любую номенклатуру компонентов с высокой точностью и повторяемостью, эффективно загружать оборудование при мелкосерийном производстве. Для установки компонентов, монтируемых в отверстия, по рекомендации «Диполя» установлена конвейерная

система селективной пайки с модулями флюсования и преднагрева Orissa MPR производства Pillarhous (Великобритания). Данная система позволяет оперативно и с отличной повторяемостью паять выводные компоненты на платах длиной до 1,5 м. По сумме своих качеств Orissa MPR опережает конкурентов, что и обусловило ее выбор.

После установочного идет контрольное оборудование, недавнее наше приобретение — установка с летающими щупами Такава АРТ-9600СЕ (Япония). Кстати, показательна история, связанная с тем, как мы выбрали и установку, и поставщика. Мы отдавали свою большую плату с рядом известных нам дефектов на проверку поставщикам и сравнивали результаты. Один из основных игроков этого рынка, не стану сейчас его называть,

взялся проверить плату и дать развернутое заключение. Два месяца шло тестирование, после чего мы получили заключение, имевшее мало общего с действительностью. Затем та же плата была передана «Диполю», который вместе с компанией-производителем Такава выдал достаточно точное заключение. В итоге ряд преимуществ, кстати, одно из них очень важное — это гарантия высокого ресурса щупов (примерно 5 миллионов касаний), а также доверие к специалистам компании «Диполь» и предопределили наш выбор.



Универсальный установщик SMD-компонентов на печатные платы MY100DX-14 (MYDATA)



Система паровозной пайки VP1000-66 (ASSCON)



Система селективной пайки Orissa MPR





Установка с летающими щупами Takaya APT-9600CE

Есть у нас также две установки производителя Yes Tech (США), предназначенные для оптической автоматической инспекции и рентгеновского контроля. На рынке представлены, конечно, установки и более совершенные, но, соответственно, и более дорогие, а для наших требований, чтобы оценить качество соединений, вполне достаточно имеющихся возможностей. При этом качество и скорость работы — оптимальные.

Еще один элемент производственной цепочки это отмывочное оборудование — автоматическая отмывка NC25 французской компании MBTech. Здесь процесс полностью автоматизирован: плата опускается, проходит несколько ванн (струйная отмывка в высокочастотной среде типа «струя в воде», двукратное ополаскивание, вакуумная сушка). По нашему мнению, очень достойное и надежное оборудование на фоне аналогов, существующих на рынке.



Автоматическая отмывка NC25 компании MBTech



Система селективной влагозащиты HC-200



Линия влагозащиты

Не могу не рассказать о линии нанесения влагозащиты, где используется современное оборудование фирмы Dima. При нанесении защитных покрытий возникают самые разнообразные задачи. Иногда необходимо одновременно наносить материалы разной плотности, отверждаемые с помощью ультрафиолетового или инфракрасного воздействия. Все эти процессы программируются, и в отличие от аналогов здесь можно параллельно использовать до пяти разных инструментов, что значительно расширяет возможности установки. В общем, рынку мы готовы предоставить самые современные решения в области технологии и материалов для защиты электронных модулей, и остается только надеяться, что рынок их

примет. Я сейчас неспроста говорю с долей сомнения, так как, увы, наши заказчики зачастую очень привязаны к различным ГОСТам, а они изменяются с разной и не всегда высокой скоростью. Получается так, что мы готовы предложить новую технологию, а рынок не решает ее принять, долго думает. Но не будем о грустном, это традиционная судьба любого прогресса — преодолевать препятствия.

Итогом всего технологического процесса, про который я рассказывал, становятся наши модули, системные платы вычислительных комплексов. Та, что я вам показываю, содержит порядка 2500 компонентов, и это далеко не самая сложная и насыщенная плата, выпускаемая на нашем оборудовании.

Если говорить о перспективах и новых направлениях, необходимо упомянуть, что сейчас мы готовимся к запуску проектно-производственного комплекса по разработке и выпуску электронных модулей на базе многослойных структур из керамики и фольгированного диэлектрика (микроэлектроника). И в организации данного направления нам очень помог комплексный подход, применяемый компанией «Диполь».

АНАТОЛИЙ СЕМЕНОВ:

Да, под комплексным подходом мы понимаем реализацию проектов под ключ: от возникновения идеи до ее воплощения и сдачи объекта в эксплуатацию.

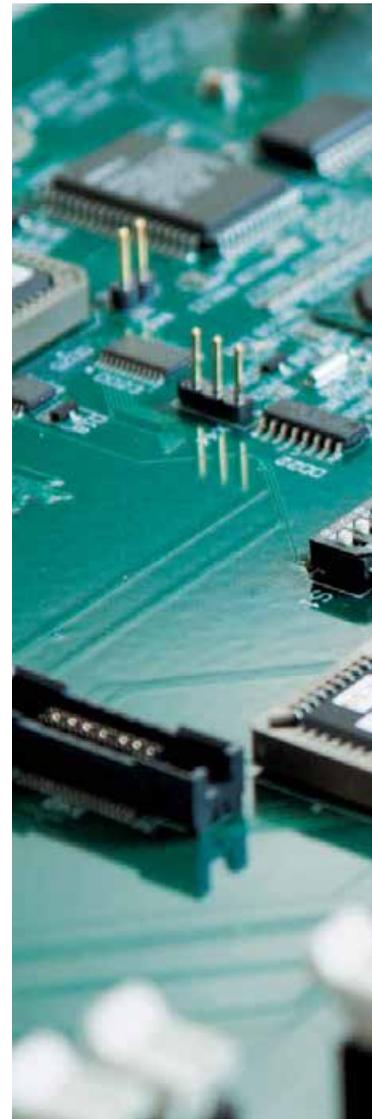
На сегодняшний день наша компания реализует комплексные проекты в основном в области радиоэлектроники и прорабатывает возможности выхода в другие сегменты.

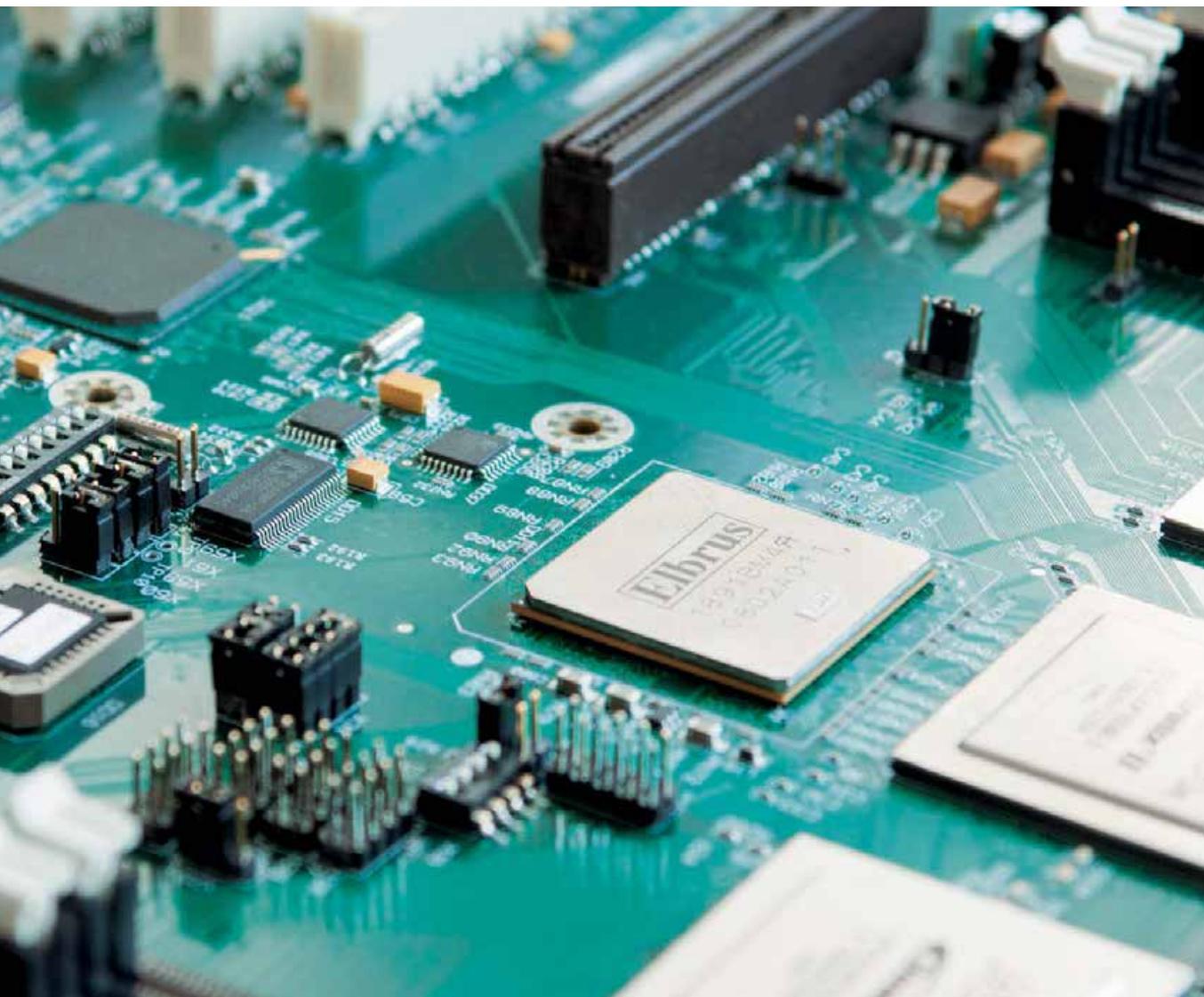
Комплексный подход это не просто поставка оборудования. Это именно комплекс многогранных, но связанных одной целью услуг. Мы осуществляем подбор оптимальной технологии производственного процесса, проектируем и строим помещения, коммуникации и инженерную инфраструктуру, исполняем функции технического заказчика, контролируем соблюдение стандартов выполняемых работ. Предпосылки к такому подходу были созданы самими заказчиками, а мы в свою очередь ответили на их спрос своим предложением. Когда у предприятий появились задачи по модернизации и технологическому переоснащению производства, сразу возникла потребность в комплексных решениях со всем вытекающим набором задач и проблем.

Комплексный проект это, прежде всего, технологический аудит. Мы изучаем уже действующие процессы, соизмеряем их с будущими задачами, выдаем рекомендации по корректировке процессов и модернизации производства. Причем в отличие от обычного аудита, в результатах которого заинтересован только заказчик, при аудите перед началом реализации комплексного проекта мы сами заинтересованы в полноте и правильности заключения экспертов. Это позволяет на первых стадиях реализации учесть все нюансы и критические места нового производства.

После аудита осуществляется проектирование объекта под строительство производства с нуля либо, что бывает значительно чаще, под уже существующие здания заказчика. Проектируем установку оборудования, логистическую цепочку, управленческую, складскую часть, организуем входной контроль и так далее.

Надо сказать, мы готовы строить помещения с чистого листа, но, к сожалению, структура большинства предприятий такова, что немногие решаются снести старые здания и построить новые. Создавать с нуля,





Системная плата вычислительного комплекса специального назначения

«в поле», может себе позволить в основном частный капитал, а если завод стоит с тридцатых годов, никто не хочет ломать уже имеющиеся корпуса. К тому же часто бывает так, что средства выделяются на переоборудование производства не полностью, а частями. При одном работающем этаже, а другом реконструируемом снести

все здание никак не получается. Тогда у нас возникает дополнительная задача — вместить новую начинку в старую «обертку».

Если работа идет на уже имеющихся площадях, то обязательно решается вопрос их модернизации: ремонта или реконструкции помещений под существующий проект, с учетом

всех особенностей, скажем, нужны ли чистые помещения или требуется антистатическая защита.

После строительства или модернизации можно устанавливать оборудование. Работа на современном оборудовании часто связана со знакомством с совершенно новыми технологическими процессами.



Установка лезвийной резки сырых керамических пакетов PTC





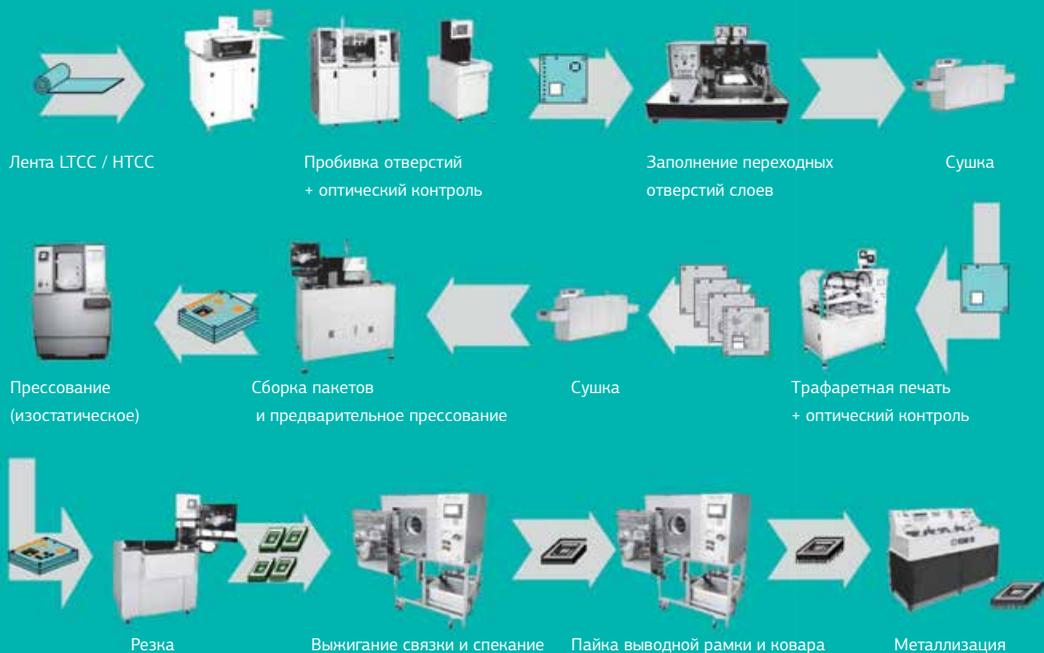
Чистые помещения с завезенным оборудованием

Поэтому, как правило, под них предприятие выделяет сотрудников, которых — это еще одна наша задача в комплексной цепочке — мы обучаем. Затем, уже с обученными сотрудниками, мы занимаемся постановкой техпроцесса и выпуском первой пробной партии изделий, то есть передаем наши знания технологий заказчику. В дальнейшем оказываем поддержку: это либо консультационная помощь в удаленном доступе, либо выезд наших технологов на предприятие в случае возникновения сложных заказов.

Вот это и есть комплексный подход при поверхностном рассмотрении. Хотя, конечно, он включает и множество других процедур.

Реализация комплексного проекта, причем со слов самих заказчиков, и удобна, и экономически выгодна. Наши заказчики получают все от одного поставщика: строительные работы, оборудование, налаженный производственный процесс и дальнейшую техподдержку. Я уж не говорю о том, что, если в процессе работы требуются какие-то правки, переделки и тому подобное, согласовывать действия одного исполнителя намного проще, чем координировать разные организации.

Основные этапы типового технологического процесса производства модулей LTCC



Компания «Диполь» предлагает заказчику современный комплексный подход к организации и модернизации высокотехнологических лабораторий и производств в направлении микроэлектроники. И в случае сотрудничества ФГУП «ЭМЗ «Звезда» и компании «Диполь» целью стало создание проектно-производственного комплекса по разработке и выпуску электронных модулей специального назначения на базе многослойных структур из керамики и фольгированного диэлектрика с использованием современных компонентов (флип-чипы, кристаллы, микро-BGA, пленочные элементы) с рабочими частотными характеристиками до 100 ГГц, обеспечивающих повышенный уровень надежности. Для производства высокочастотных электронных модулей специального назначения на базе многослойных структур из керамики была выбрана технология LTCC (Low Temperature Co-Fired Ceramic, низкотемпературная совместно обжигаемая керамика) как наиболее подходящая заданным критериям:

1. Низкие диэлектрические потери на высоких частотах
2. Высокая совместимость с различными современными способами поверхностного монтажа
3. Низкое удельное сопротивление проводников из сплавов на основе серебра, золота, платины и пр.
4. Высокая стойкость к краткосрочным воздействиям кислот и щелочей
5. Высокая температурная стабильность
6. Высокая теплопроводность
7. Возможность формирования пассивных компонентов в керамической структуре.

Состав оборудования и технологические маршруты подбирались таким образом, чтобы максимально уменьшить зависимость от поставок импортных материалов и компонентов. Для этого было поставлено оборудование для изготовления шликера и литья керамической ленты на базе производства «ЭМЗ «Звезда». После отработки технологии есть возможность получить материалы, не уступающие по качеству зарубежным аналогам.

Стремление выпускать модули, работающие на частотах, близких к 100 ГГц, накладывает строгие ограничения на поставляемое оборудование и на технологию производства изделий. Так, ширина линий проводников при увеличении частоты должна стремиться к 10 мкм, соответственно общая набегающая погрешность оборудования не должна превышать ± 5 мкм. Поставленное оборудование обеспечивает наиболее высокую повторяемость процесса изготовления изделий, что в свою очередь обеспечивает высокий уровень коэффициента выхода годных изделий и, соответственно, уменьшение их себестоимости. За счет широкого спектра поставленного инспекционного оборудования на ранних этапах производственного цикла можно выявить дефекты структуры и причины их появления, что на первых этапах упрощает отработку технологических режимов и впоследствии гарантирует качество и надежность конечного продукта.

Например, не возникнет ситуация, когда одни делают полы, а потом другие приезжают делать ограждающие конструкции и говорят: «Полы сделаны неправильно, стены поставить ровно не можем». Когда исполнитель один — с него и спрашивать проще.

Ну а для нас комплексный подход это возможность полностью, не оглядываясь на других, контролировать процесс. И это реализация концепции развития компании «Диполь», где во главе угла стоит тезис «Отраслевой интегратор». Хотел бы отметить, что если необходимо проведение работ, которые лежат за рамками наших компетенций, мы привлекаем партнеров, в чьем опыте не сомневаемся и за чью работу несем ответственность. И это как нельзя лучше характеризует и наше знание рынка, и масштабы наших деловых связей и, соответственно, наш гибкий и оперативный подход

к решению каких-то задач. Партнеры помогают закрыть нам необходимые ниши, поддерживают нас при исполнении заказов. В свою очередь, когда наши партнеры нуждаются уже в наших экспертных знаниях и возможностях, мы приходим на помощь.

Конечно, не все проходит гладко, и возникают сложности. Например, при взаимодействии с различными службами предприятия-заказчика, которые часть работ пытаются выполнить собственными силами при этом не всегда в срок и не всегда качественно. Нам приходится переделывать, терять время. Но это часть нашей работы, это все преодолимо.

Для нас комплексный подход это возможность полностью, не оглядываясь на других, контролировать процесс. И это реализация концепции развития компании «Диполь», где во главе угла стоит тезис «Отраслевой интегратор»

ЕВГЕНИЙ ПРОСВЕТОВ:

Производство микроэлектроники выдвигает повышенные требования к его организации. И здесь очень пригласился комплексный подход «Диполя». Большая часть работ уже проведена, возведены чистые производственные помещения 7-го и 8-го класса чистоты площадью 800 квадратных метров с инженерными системами для соответствия требованиям технологического оборудования по параметрам микроклимата. Необходимое оборудование уже закуплено и доставлено. После организации необходимой инфраструктуры оно будет подключено. Надеюсь, запуск нового производства и первые образцы продукции станут еще одним позитивным поводом для встречи с вашим журналом. 

СПОРТИВНЫЙ ПРИНЦИП

Обычно интервью — не самый сложный с точки зрения организации журналистский жанр. Требуется определиться с тематикой разговора, подготовить вопросы, настроиться на непринужденную беседу и договориться о встрече. Но вот с последним пунктом в этот раз и произошла заминка. По иронии судьбы с руководителем направления чистых производственных помещений и инновационных технологий Андреем Пакиным я познакомился благодаря совместной командировке, но именно его многочисленные отъезды по служебным делам и стали причиной неоднократных отмен запланированной встречи. Работа никак не хотела его отпускать. Вот и сейчас я время от времени ставлю диктофон на паузу, пока Андрей отвечает на очередной телефонный звонок.

— АНДРЕЙ, РАССКАЖИ О СВОЕЙ РАБОТЕ В КОМПАНИИ «ДИПОЛЬ».

— На самом деле я оказался в компании «Диполь» достаточно случайно. Хотя нет ничего более случайного, чем закономерность. Раньше я работал в конкурирующей компании и был приглашен в «Диполь» возглавить направление «Чистые производственные помещения».

Начинали с нуля, а сейчас со мной работает целая команда. Направление приносит прибыль, а имя «Диполь» ассоциируется не только с поставкой высокотехнологичного оборудования, но и со строительством всей инфраструктуры под ключ. И это тот эффект, которого мы планомерно добиваемся. Сейчас мы исполняем функции генподрядной организации, ведущей объекты до сдачи в эксплуатацию.

И опираемся мы в первую очередь на наш уровень знаний, на опыт работы и на проверенные организации, сотрудничающие с нами. При этом мы ориентируемся уже не только на чистые помещения, преимущественно необходимые в микроэлектронике, но и создаем инфраструктуру под ключ, в том числе самые сложные технологические решения и коммуникации, проектируем, строим, защищаем наши проекты в экспертизе. И делаем это достаточно быстро, с гибким ценообразованием, что очень важно для наших заказчиков.

Немалое значение имеет и то, что работаем мы в контакте с отделами, занятыми поставкой оборудования. Именно это взаимодействие и позволяет нашей компании быть лидером трансфера технологий. Могу только гордиться своей ко-

мандой, которая успела наработать достаточные коммуникационные связи с заказчиками и за месяцы делает то, что у многих занимает годы. Помогает нам и сотрудничество с проектными институтами, в которых мы проходим консультационные сессии — это и ГПНИИ-5, и ОАО «58-й Центральный проектный институт», и многие другие.

За три года, что я работаю в компании «Диполь», реализовано больше десяти проектов. А в той или иной стадии разработки находится около ста проектов. Мы гордимся тем, ЧТО мы сделали и для КОГО мы работали. Это такие предприятия, как «Сименс НИЦ», «МТЗ «Трансмаш», «ЭМЗ «Звезда», пензенский «ЭлектроПрибор» и многие другие. Но я вообще не хотел бы говорить о какой-то фиксации реализованного проекта, потому что со всеми



Андрей Па́жин,

руководитель направления чистых производственных помещений и инновационных технологий

перечисленными предприятиями мы собираемся идти дальше, развивать отношения и для этого есть все предпосылки.

Помимо проектов важно сказать о рынках. Мы стремимся стать лидерами на рынке приборостроения и радиоэлектроники, работаем с микроэлектроникой, с новыми направлениями. Например, сейчас переходим на промышленное проектирование объектов фармацевтики и медицины, пищевой и аэрокосмической промышленности. Подразделения у нас в компании разные, но цель одна — создание качественных производств под ключ. Это основной лейтмотив.

Еще одна из граней деятельности, к которой мы имеем непосредственное отношение, — семинары. Мы, компания «Диполь», позиционируем

себя как поставщики знаний. Это не означает, что мы оказываем только консалтинговые услуги. Консалтинг — лишь начало. Мы осуществляем перенос знаний, их внедрение на предприятии заказчика.



Профессионал — человек, который обладает компетенцией в своей области и постоянно расширяет эту область, стремящийся владеть новыми компетенциями

А внедрение технологии зачастую требует создания определенной инфраструктуры. Причем сложность обеспечения инфраструктуры подчас не уступает сложности поставляемого оборудования. Именно тогда оно будет работать в соответствии со всеми стандартами.

— ИЗ ВЫШЕСКАЗАННОГО ВПОЛНЕ ЯСНО, В КАКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВОПЛОЩАЮТСЯ ТВОИ УСИЛИЯ. А ЧТО БЫ ТЫ НАЗВАЛ ТРУДОВЫМ ДОСТИЖЕНИЕМ В ГЛОБАЛЬНОМ СМЫСЛЕ?

— Конечно, важно, если ты можешь обозначить свои успехи в количественном и качественном выражении, особенно если они измеряются сотнями и тысячами выполненных проектов. Это безусловный показатель профпригодности, но еще более важный фактор — человеческий капитал, люди, которые находятся рядом и помогают решать общие задачи. Те люди, которые позволяют с уверенностью смотреть в будущее. Это и твоя

профессиональная команда, и твои деловые партнеры.

Поэтому к наиболее важным достижениям я отношу именно налаженные личные коммуникации, наличие диалога. Диалога рабочего, конструктивного, в котором есть возможность говорить на одном языке, слышать и понимать друг друга. Это главное, а результат приложится.

— КОГО МОЖНО НАЗВАТЬ ПРОФЕССИОНАЛОМ СВОЕГО ДЕЛА?

— Профессионал — человек, который обладает компетенцией в своей области и постоянно расширяет эту область, стремящийся владеть новыми навыками.

Профессионал — это коммуникабельный человек. Умеющий донести свои знания другим и тем самым применить их.

Профессионал — это человек, который в конечном итоге способен монетизировать свои компетенции и коммуникации.

Хотя, конечно, монетизация — это всего лишь некий промежуточный результат, а не истинная оценка настоящего профессионала, но тут, как говорил классик, кто как считает.

— ТОГДА ЧТО МОЖНО НАЗВАТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ ВЫЗОВОМ?

— Мы с коллегами приняли его давно. И продолжаем принимать. Для нас профессиональный вызов — это когда нужно срочно, практически «вчера», сделать что-то невозможное. И это регулярная данность, с которой приходится считаться. Это естественные условия труда, ведь сейчас наша отрасль в России развивается семимильными шагами, пытаюсь достичь того, что на Западе планомерно создавалось в течение 20–30 лет. Это и есть профессиональный вызов.

Вызов — это когда параллельно идет сразу несколько проектов. При чем мы не делим их на маленькие или большие: их масштабность никак не влияет на важность каждого.



Принципиальность и компромисс находятся в симбиозе. Отталкиваясь от первого, через инструменты убеждения мы обязаны прийти ко второму. Во всяком случае, в моей деятельности это именно так

Каждый нужно выполнять в срок, успевая общаться с заказчиком и реагируя на его комментарии, грамотно распределяя ограниченные возможности человеческих ресурсов.

Вот это и есть профессиональный вызов — успеть сделать все, не ударив в грязь лицом, не подведя своих коллег, поддержав положительную репутацию компании.

— В НАШЕМ РАЗГОВОРЕ ТЫ ПОСТОЯННО ИСПОЛЬЗУЕШЬ СЛОВА «КОМАНДА», «КОЛЛЕГИ». НАСКОЛЬКО ТЕБЕ ВООБЩЕ ВАЖНА КОЛЛЕГИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА?

— Очень важна! У нас подобрались и продолжает формироваться

отличная команда. Помимо их профессионализма для меня первично то, что это люди, которые умеют слушать и слышать. Для меня коллегиальность — это не авторитарность указаний, а приведение разумных доводов и способность к делегированию полномочий. И я в своей работе всячески стараюсь такое делегирование осуществлять. Это очень важно для понимания сотрудником меры ответственности. И это отправная точка профессионального роста. Не всегда такое делегирование проходит гладко, но в любом случае оно вырабатывает навыки, которые в дальнейшем не позволят сломаться под грузом ответственности.



Коллеги на работе, соперники в игре.

— ЕСЛИ ВСЕ ЖЕ СЛУЧАЕТСЯ ОШИБКА, НЕИЗБЕЖНАЯ В ЛЮБОЙ РАБОТЕ, КАК ТЫ К НЕЙ ОТНОСИШЬСЯ, ПЕРЕНАСТРАИВАЕШЬ СЕБЯ НА ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ЛАД?

— Каждую ошибку, собой я сильно переживаю, но при этом сдерживаю себя от проявления эмоций. Право на ошибки есть, но главное — учиться делать выводы, чтобы не наступать на старые грабли. И такой поход намного рациональней и конструктивнее пустых горьких терзаний. Благодаря ошибкам мы учимся, приобретаем новые знания и умения, компетенции, проверяем стрессоустойчивость.

Кроме того, мне помогает мое спортивное прошлое, в котором я прошел

достаточно большой путь. Спорт, в котором неудачи и успех часто чередуются, очень хорошо закаляет. Я привык относиться к ошибкам как к временному явлению, издержкам. Если основное направление задано правильно, то успех неизбежен. Поэтому настройся на борьбу. Упал? Вставай снова и борись.

— А ЕСЛИ СИТУАЦИЯ СТАВИТ ПЕРЕД ВЫБОРОМ: ЗАНЯТЬ ПРИНЦИПИАЛЬНУЮ ПОЗИЦИЮ ИЛИ ПОЙТИ НА КОМПРОМИСС — ТО ЧТО ТЫ ЧАЩЕ ВЫБИРАЕШЬ?

— Это вечная дилемма, и однозначного ответа тут, наверное, не бывает. Я компромиссный человек, хотя

по роду своей деятельности должен занимать принципиальные позиции. Но опыт подсказывает, что необходимо быть гибче. И это не слабость, это уважение мнения противоположной стороны.



Тренировки – будни спортсмена.



На Олимпиаде-2000 в Сиднее. Член олимпийской сборной, мастер спорта международного класса Андрей Пакин перед стартом.

Взять того же заказчика. Он дает нам возможность заработать, но даже не по этой причине необходимо к нему прислушиваться. Принципиальные, не гибкие позиции не всегда позволяют правильно понять задачу, исходящую от заказчика. А неправильно выполненная задача — это удар не только по планам заказчика и нашим коммерческим интересам, это брешь в профессиональной состоятельности. Это как уязвленная гордость.

Вот почему компромисс необходим. Но обязательно должны сохраняться принципиальные позиции в определенных вещах. Например, в том, что мы, как носители знаний, должны

настаивать на применении тех или иных решений, считая их наиболее верными. Но настаивать, не навязывая, а занимаясь образовательной, разъяснительной работой. А это и проведение семинаров, и показательные выезды на готовое и успешное (благодаря нам!) производство, и статьи в нашем журнале, который, могу отметить, очень востребован у наших заказчиков. Необходимо раскрывать свою принципиальную позицию на уровне научных доводов и объяснять заказчику, что те решения, к которым он нас склоняет, не принесут ему самому желаемого результата. Необходимо с позиции эксперта помочь окружающим заглянуть дальше, за «горизонт».

Как видите, принципиальность и компромисс находятся в симбиозе. Отталкиваясь от первого, через

инструменты убеждения мы обязаны прийти ко второму. Во всяком случае, в моей деятельности это именно так.

— В ИТОГЕ КОМПРОМИСС ПРИВОДИТ К ВЫПОЛНЕННОМУ ЗАКАЗУ И К ФИНАНСОВОМУ РЕЗУЛЬТАТУ НО КРОМЕ ЗАРАБОТКА ОТ ЧЕГО ТЫ ЕЩЕ ПОЛУЧАЕШЬ СВОЕ УДОВОЛЬСТВИЕ В РАБОТЕ? ЧТО ТАКОЕ ЛЮБИМАЯ РАБОТА?

— Мне всегда нравились слова героя Алексея Баталова из фильма «Москва слезам не верит»: «Люблю свою работу, потому что когда я туда прихожу, там начинает крутиться то, что без меня не крутилось». И в этом есть большая правда.

Это большое удовольствие — наблюдать работу запущенного механизма, неотъемлемой частью которого ты являешься. А вокруг тебя люди, которым что-то нужно от тебя, постоянно звонит телефон, идет непрерывное общение... Помимо финансовых благ для меня это очень важная профессиональная и эмоциональная сторона работы. Очень приятно видеть, как твой труд превращается в конкретный результат, как запущенная тобой шестеренка становится огромным движущим колесом.

Ты сходишь с пьедестала, и сразу с этого момента нужно всё начинать с нуля. Потому что ты снова — один из равных, который борется за это место на пьедестале



— А НАСКОЛЬКО ВООБЩЕ ДОПУСТИМО ЗАНИМАТЬСЯ НЕЛЮБИМЫМ ДЕЛОМ?

— Сложный вопрос. Моя работа сейчас — любимое дело. А судить других сложно.

Что такое нелюбимое дело? Когда приходишь «отбивать номер». Это неправильный путь по одной простой причине: ты ломаешь себя. Если что-то не нравится в работе, если она тебе несвойственна, то нужно менять дело, которым занимаешься.

И наоборот. Если дело тебе по душе, то можно справиться с трудностями, тяжелым графиком, командировками, отнимающими тебя у семьи, и прочим.

Наверное, главная проблема в том, чтобы в череде сомнений уметь все верно оценить и понять — любимая у тебя работа или нет. Чтобы сгоряча не совершить ошибку.

Но главный принцип простой, казачий: если уже достал шашку

из ножен — руби. То есть если уж занялся делом — лезь из кожи, но выполняя его. Результат тебя отблагодарит.

— ТЫ УПОМЯНУЛ ПРО СВОЙ СПОРТИВНЫЙ ОПЫТ. РАССКАЖИ ОБ ЭТОМ ПОДРОБНЕЙ.

— Если честно, я поделил свою жизнь на до и после профессиональной спортивной карьеры.

С семи лет родители отдали меня в секцию плавания, я воспитанник прославленной школы олимпийского

резерва «Экран», взрастившей несколько десятков олимпийских медалистов, таких известных мастеров, как Владимир Сальников например. При этом я успел получить тренерское образование и закончить юридический факультет СПбГУ. Я шестнадцать лет посвятил плаванию и «доплавался» до Олимпийских игр в Сиднее, получив звание мастера спорта международного класса.

После Олимпиады я решил закончить с профессиональным спортом и перевернул эту страницу своей жизни. Не очень люблю вспоминать профессиональный спорт, и дело не в том, что мне нечего вспомнить или я чем-то не доволен... Напротив, я очень благодарен ему, он многому научил, но прошлые заслуги не применимы к тому, чем я сейчас занимаюсь, вспоминать их — не совсем к месту, не совсем к новым реалиям. Это уже больше прекрасное прошлое, которое осталось в «той» жизни.

Один из принципов, который я вынес из спорта, очень прост. Ты долго тренируешься, готовишься к соревнованиям, выигрываешь их, встаешь под фанфары на пьедестал, на грудь тебе вешают медаль... Но тыходишь с пьедестала, и сразу

с этого момента нужно все начинать с нуля. Потому что ты снова — один из равных, который борется за это место на пьедестале.

В жизни, при настоящем подходе к делу — все то же самое. Очередные задачи, очередные пути их решения. Конечно, нужно радоваться успехам и гордиться ими, но безмятежно почитать на лаврах не получится.

— ТЫ ЗАКРЫЛ СТРАНИЦУ С ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СПОРТИВНОЙ КАРЬЕРОЙ, НО ОСТАЛСЯ ЛИ СПОРТ В ТВОЕЙ ЖИЗНИ? И ВООБЩЕ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ ОТВЛЕЧЬСЯ ОТ РАБОЧИХ ЗАБОТ?

— Что касается плавания, вот как раз им я не очень люблю заниматься, потому что не могу относиться к нему, как к отдыху. Отвлекаюсь, проводя время с семьей, выезжая на природу, на рыбалку. Вообще, конечно, у человека должно быть хобби. Я не собираю марки, создатель меня не сподобил на умение писать картины, но для мужчины, который часто находится в рабочих стрессовых ситуациях, нужна смена активности. Древние заменяли войну спортивными состязаниями, для меня отвлечением стала игра в футбол с коллегами. Из-за индивидуального

характера плавания, его некой изолированности я вообще теперь больше тяготею к командным играм. А игра с коллегами — это и некий вариант тимбилдинга, и возможность по-новому узнать людей, и, что ни говори, азарт и соревнование одновременно. Да и просто удовольствие от забитого гола, маленькое такое счастье!

— А ЧТО ТАКОЕ СЧАСТЬЕ?

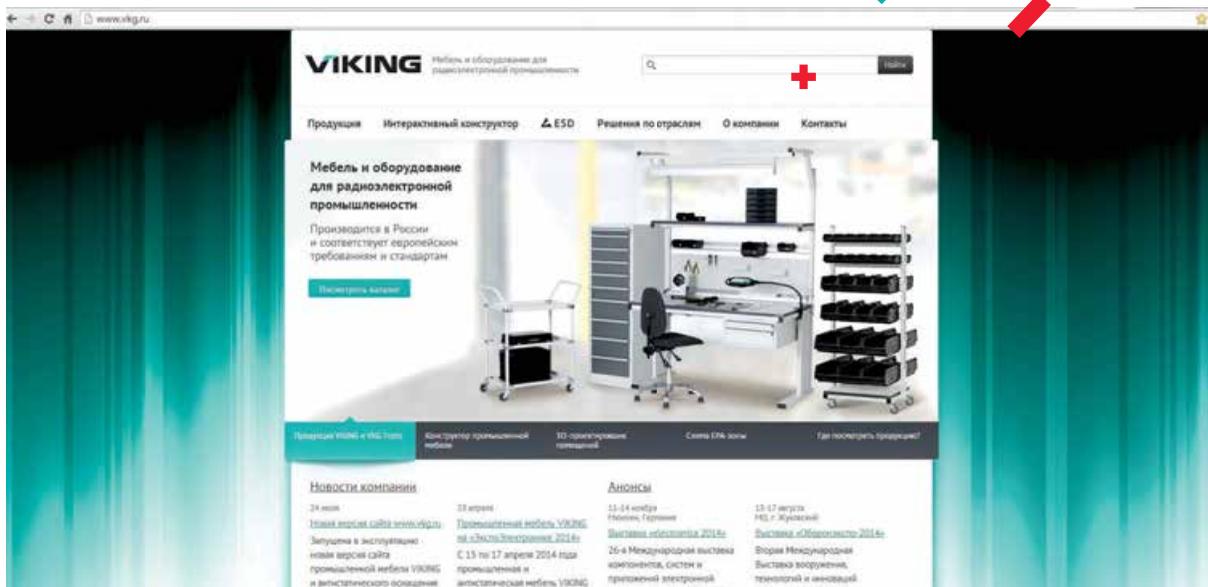
— А тут все просто. Счастье — это когда никто не болеет, когда с твоими близкими все хорошо. Когда ты в ладу с самим собой. Когда ты уверен в себе, в своем родном окружении, в своих друзьях, в своих коллегах. С таким полным ощущением уверенности и можно двигаться дальше.

Счастье — это удовлетворение от жизни. Ощущение позитивности окружающего мира. 

С Андреем Пакиным беседовал редактор журнала «Эксперт +» Алексей Смышляев.

Особенности перезагрузки

**С июля 2014 года запущена
новая версия сайта
промышленной мебели VIKING
и антистатического
оснащения VKG Tools —
www.vkg.ru.**



Главная страница нового сайта www.vkg.ru

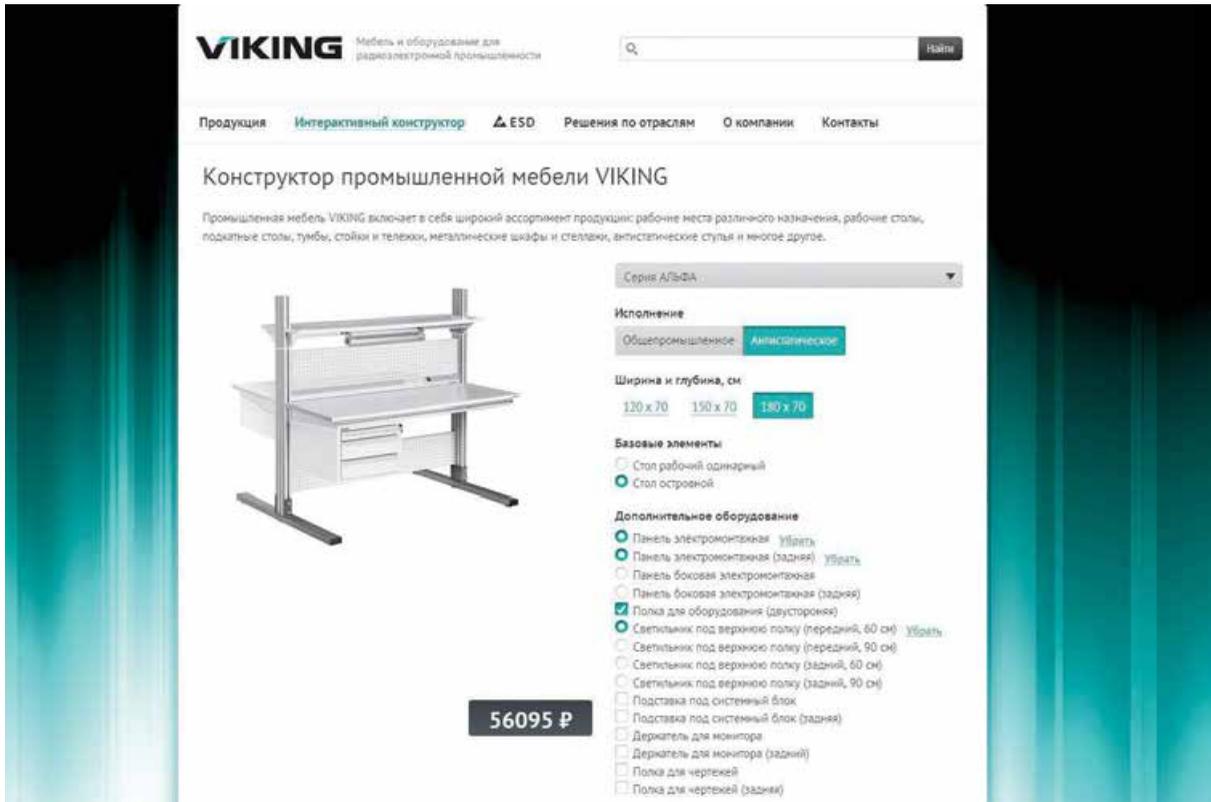


Дарья Яргомская, менеджер по маркетингу бренда VIKING, компания «Диполь»

Промышленная мебель и антистатика как отдельное направление деятельности компании «Диполь» существует с 2002 года. За прошедшее время был пройден путь от небольшого производственного участка до ведущего и крупнейшего российского завода — изготовителя антистатической мебели, занимающего площадь более 4000 кв. м и уже несколько лет успешно поставляющего собственную продукцию в страны ЕС.

В целях дальнейшего продвижения направления и развития коммуникаций в свое время был создан отдельный от корпоративного сайта компании «Диполь» ресурс www.vkg.ru, посвященный в том числе проблемам защиты от статического электричества и подбора

оснащения для производителей отраслей радиоэлектроники, микроэлектроники и приборостроения. В течение ряда лет веб-сайт развивался в соответствии с текущими тактическими задачами направления, постепенно расширяясь по наполнению и усложняясь по структуре. По прошествии времени, по мере повышения объективных требований к дизайнерским решениям и усложнения собственной структуры сайта, начали возрастать и требования к его функциональности. Логичным завершением ситуации стало принятое в конце 2013 года решение о создании новой версии www.vkg.ru, а с июля 2014-го и запуск новой версии сайта промышленной мебели VIKING и антистатического оснащения VKG Tools.



Конструктор рабочего места с калькулятором цены



Страница формирования заказа с возможностью выбора дистрибьютора

При разработке нового ресурса мы ориентировались на самые актуальные технологии в построении интернет-ресурсов, стремясь предусмотреть потребности наших заказчиков и партнеров при пользовании площадкой и скорректировать имевшиеся ранее недочеты. Новая версия сайта содержит полную информацию о наших товарах, множество полезных сервисов и дополнительных материалов, а также программные инструменты, упрощающие

процесс подбора требуемого оборудования. Удобная навигация позволяет в несколько кликов найти необходимый товар.

Кроме функциональных и структурных изменений, новый сайт придерживается современных и актуальных тенденций веб-дизайна — он лаконичен, прост, имеет интуитивно понятные графические элементы. Помимо прочего, теперь он содержит элементы анимации, 3D-модели и удобное всплывающее меню.

Функциональные улучшения сайта www.vkg.ru:

- Адаптирована система навигации по сайту, все основные разделы доступны из главного меню, а доступ к любому товару осуществляется в два клика.
- Упрощен доступ к сервисам проектирования рабочих зон — конструктору рабочих мест, 3D-планировщику помещений и схеме EPA-зоны.
- Добавлена возможность формирования заказа и его осуществление у любого из официальных дистрибьюторов промышленной мебели VIKING во всех регионах присутствия.
- Реализована система подсчета стоимости собираемого в конструкторе рабочего места с возможностью его немедленного добавления к формируемому заказу.
- Расширены возможности программы онлайн 3D-проектирования помещений и оснащения их промышленной мебелью
- Размещена галерея реализованных проектов в ряде ключевых отраслей.
- Представлены сертификаты и инструкции по сборке, относящиеся к конкретным товарам.
- Страницы товара снабжены перекрестными ссылками на дополнительные документы, сопутствующие товары и проекты, где они использовались.
- Упрощена система обратной связи с нами..

Главная / Промышленная мебель VIKING / Рабочие места

Рабочие места серии Комфорт

Серия КОМФОРТ отличается стильным внешним видом и эргономичностью. Благодаря конструкции стола работать за ним комфортно и удобно.



Стул рабочий СР Комфорт

Рекомендуется как рабочее место радиоэлектронщика. Универсальная конструкция каркаса стола позволяет в дальнейшем оснастить рабочее место подвесной тумбой и другим необходимым оборудованием.

- ↑ Высота регулировки положения столешницы: **800-950 мм**
- 📦 Максимальная нагрузка на стол: **до 200 кг**
- 🌡️ Температурная стойкость столешницы: **до 300°C**

Артикул	Размер
СР-12 Комфорт	1200x700 мм
СР-15 Комфорт	1500x700 мм
СР-18 Комфорт	1800x700 мм

Дополнительно столы рабочие серии КОМФОРТ могут комплектоваться рядом модулей: электромагнитными и перфорированными панелями, верхним и местным освещением, полками для оборудования, подвесными тумбами, угловыми столами.

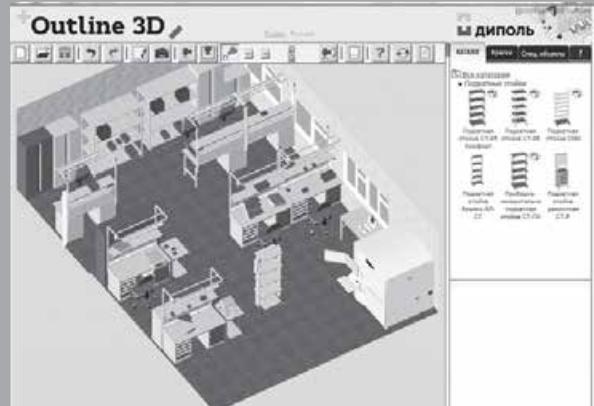
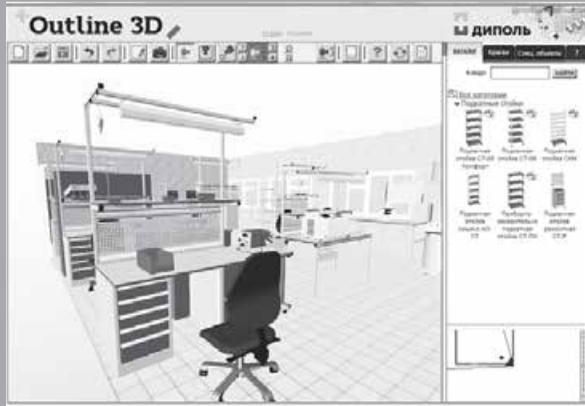
[Узнать подробнее о комплектации:](#)

Для комплектации рабочего места используйте Конструктор промышленной мебели. Для заказа модулей отдельно используйте вкладку комплектующие модули.

Цена зависит от комплектации

Выбор конфигурации Дополнительная информация Комплектующие модули Сопутствующие товары

Страница товара с дополнительными вкладками



При разработке дизайн-проектов жилых помещений 3D-визуализация уже давно является привычным приемом. Однако при проектировании оснащения промышленного цеха возможность заранее спланировать месторасположение объектов, их оптимальное количество, зонирование и технологические проходы становится еще более актуальной. Востребована и возможность попробовать различные сочетания элементов модулей мебели и оборудования в виртуальном пространстве, а также «примерить» на помещение различные виды отделки.

На сайтах www.dipaul.ru и www.vkg.ru любой посетитель может воспользоваться онлайн-версией 3D-проектировщика, создав собственный 3D-проект цеха с промышленной или антистатической мебелью, крупногабаритным оборудованием для инспекции и контроля, оборудованием для обработки кабеля или линий для производства печатных плат. Для начала работы с программой необходимо при первом запуске лишь установить дополнительные компоненты.

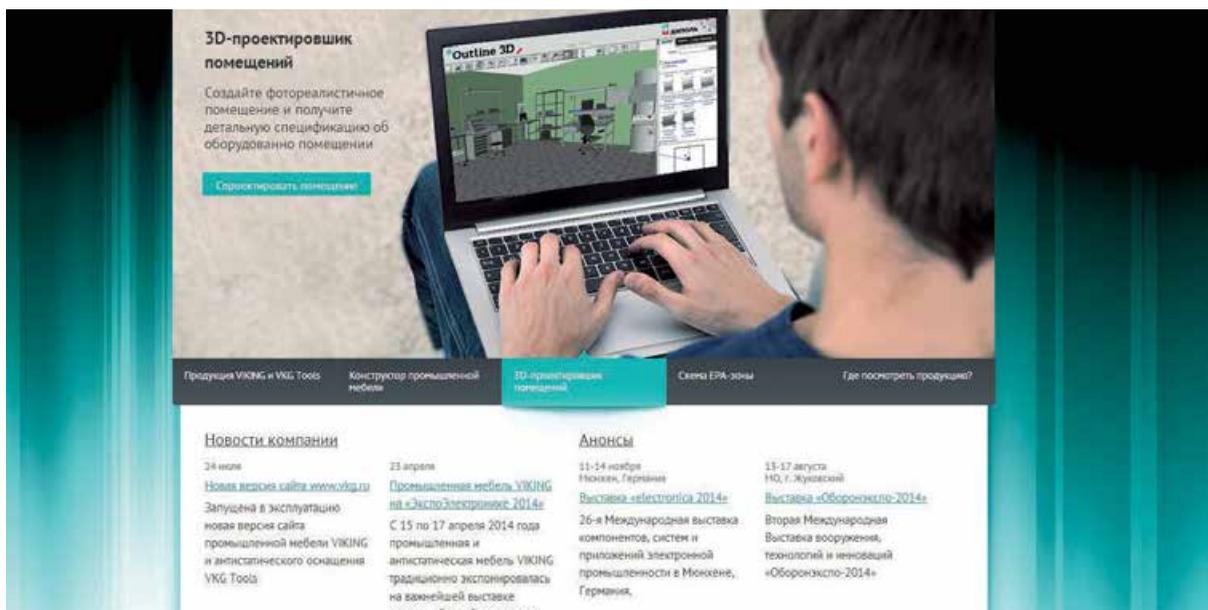
По заданным размерам производственного помещения 3D-проектировщик позволяет расставить на реконструируемом участке мебель VIKING, а также технологическое оборудование для сборки электроники, для обработки кабеля и другое оборудование, поставляемое компанией «Диполь». Набор модулей для 3D-проектирования постоянно пополняется.

Базовое проектирование помещений удобнее осуществлять в плоском (двумерном) режиме, затем по созданной двумерной модели

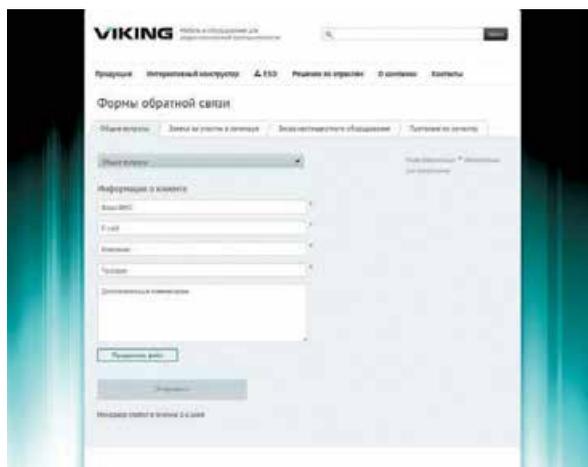
будет автоматически создана соответствующая 3D-модель проектируемого помещения. В дальнейшем можно также работать в изометрическом режиме и использовать функцию «вид сверху».

Кроме фотореалистичных видов помещений пользователь программы может получить и детальную спецификацию об оборудуемом помещении. Спецификация помимо подробного списка трехмерных объектов (мебели, осветительных приборов и пр.), размещенных в интерьере, включает план интерьера и различные габаритно-планировочные характеристики. В число последних входят, например, площади пола, стен и высота потолков в комнатах, линейные размеры комнат, расположение дверей и окон на плане, их размеры и количество и т. д. Отметим, что именно трехмерное представление проекта предоставляет возможность посмотреть во всех нюансах, как будет выглядеть помещение после переоснащения.

Созданные интерьеры можно сохранить на локальном компьютере в виде файла с расширением «.o3d» и возобновить работу в программе 3D-проектировщика позднее, а также в дальнейшем интегрировать эти разработки в свои проекты. Для зарубежных заказчиков компании «Диполь» реализована английская версия программы 3D-проектировщика.



Программа онлайн 3D-проектирования помещений



Формы обратной связи сайта



И даже не найдя на сайте требуемого товара, можно всегда пополнить свои знания о статическом электричестве и ESD защите

Конечно, мы не останавливаемся на достигнутом результате. Модернизация сайта осуществляется постоянно: мы работаем над расширением содержательной части, подготовкой англо- и немецкоязычной версий, улучшением свойств и функций ресурса и пополнением иллюстративной части.

Надеемся, что удобство пользования, информативность и полезность нового сайта получат заслуженные

высокие оценки, и ресурс послужит незаменимым инструментом, помогающим в работе нашим партнерам и заказчикам. Будем рады получить отзывы о работе сайта, пожелания и любые предложения по улучшению наполнения или сервисов через формы обратной связи www.vkg.ru/forms.



Калифорнийские испытания

Принято считать, что работа сервис-инженеров испытательного оборудования — это прежде всего приятные путешествия и романтика. Однако, как говорится, в этой правде лишь доля правды. Действительно, за последние полтора года я посетил десятки городов по всей России, крупнейшие города Азии и Америки, побывав почти в каждом часовом поясе планеты. Но при этом наша работа связана с тяжелыми переездами, перелетами, неудобными стыковками и ожиданиями на холодных вокзалах и в аэропортах — в общем, «кто видел в море корабли не на конфетном фантике..., тому не до романтики». Есть и еще один одновременно и радостный, и ответственный момент. Моя работа предполагает регулярные выезды на площадки производителей оборудования для обмена опытом, новых знакомств и приятного общения. Об одном из таких выездов и будет мой рассказ.



Как часто и бывает, все началось около 5 часов утра: бодрящий душ, такси, терминал Пулково....

Целью нашего очередного визита был экспресс-обмен опытом по устройству и основным отличиям вибросистем Sentek Dynamics (SD) и глубокий экскурс в системы сбора данных и управления виброиспытаниями производства компании Crystal Instruments (CI). Штаб-квартиры этих компаний находятся в городе Санта-Клара, в так называемой Силиконовой (а более правильный перевод — Кремниевой) долине (Silicon Valley) штата Калифорния.

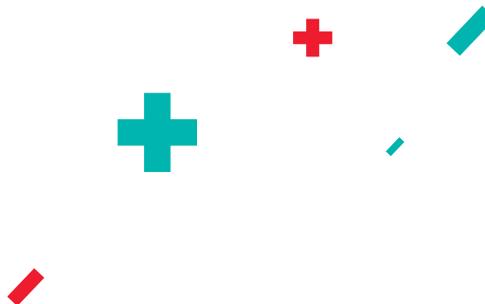
История отношений компаний CI и «Диполь» началась в апреле 2012-го, когда мы познакомились с представителями CI. Но тогда мы еще не были готовы к продвижению на отечественном рынке сразу двух новых брендов американского происхождения: уж очень сильно засел в сознании потребителей немецкий производитель. По итогам 2012 года стало ясно: соотношение качества и цены оборудования и профессионализм «немцев» уже не те, нужно срочно искать нового поставщика, который предоставил бы требуемую линейку качественного оборудования. Так или иначе, но в октябре 2013 года был подписан дистрибьюторский договор с Sentek Dynamics, дочерней компанией Crystal Instruments, и поставлены цели по выводу на рынок линейки



Олег Турналов,
руководитель сервисной службы
испытательного оборудования

изделий CI. (Ее продукция ранее была известна на нашем рынке под торговой маркой Bruel&Kjaer.)

С ноября в наших головах крутились заветные слова из известной песни "If you are going to San Francisco, be sure to wear flowers in your hair", и подкрадывался страх перед американским консульством (при получении предыдущих виз из-за специфики образования пришлось пройти через специальную проверку Вашингтоном). Но в этот раз нам повезло, и я с коллегами стал обладателем права въезда в страну звезднополосатого флага сроком на три года. Буквально за пару дней был написан и утвержден план встреч и обучения, куплены билеты и собраны чемоданы. Началось томительное ожидание встречи с Америкой.



День 1-й

Как часто и бывает, все началось около 5 часов утра: бодрящий душ, такси, терминал Пулково... Мы водрузились на борт Airbus A320 и задремали в ожидании прибытия во Франкфурт. Уже на немецкой стороне мы успешно досмотрели свои сны и были полностью «готовы» не спать и терпеть 12-часовое заточение в легендарном Boeing 747. Попав на его борт и расположившись в кресло у окна, я вспомнил прошлый опыт трансатлантических перелетов и решил воспользоваться услугами бесплатного неограниченного алкоголя, чтобы спокойно поспать. К сожалению, а, может, к счастью, Антон Чугунов (сопровождающий меня коллега) бестактно прервал действие джин-тоника на пятом часе полета, и под собой мы увидели прекраснейший вид на Гренландию. Удержаться от применения фототехники было невозможно.

Вскоре в иллюминаторе показалась снежная пустыня Канады, потянулись минуты томительного ожидания окончания полета, которое скрасил прослушиваемый в 50-й раз альбом "L.A. Woman" группы "The Doors". (Рекомендую всем!)

Но рано или поздно все кончается. Наш перелет подошел к концу, иммиграционные формы заполнены, мы неспешно двигаемся в очереди к таможенному офицеру, который, оценив кристальную невинность наших взглядов, поставил заветный штамп о въезде в Америку.

Как говорит Жванецкий — «на выходе уже ждали», но не сотрудники КГБ, а низкорослый китаец-водитель и черный Lincoln Town Victoria: "You are welcome to San Francisco, sirs!". После часовой поездки по 101-му шоссе мы прибыли в центр Силиконовой долины — город Santa-Clara.









День 2-й

Антон как человек с повышенным уровнем внутренней энергии сразу рвался в бой — покорять город терпимости и толерантности. Однако наш гид на тот день Джеймс Харольд Ротвелл (или просто Джим) все взял в свои руки и, разочаровывая нас, а на самом деле давая возможность нашим организмам успокоиться, выспаться

и перестроиться на новый лад, отвез нас на ланч в San Jose и... И собственно все.

Купив первые сувениры и долгожданные, не дававшие Антону спокойно дышать адаптеры для розеток, мы набрали на магазин Tesla (электромобили премиум-класса) и приценились. Не так уж дорого: 110 тысяч долларов за экологическое счастье,

которое, кстати, там пользуется большой популярностью. Джим тем временем терпеливо ожидал в трехчасовой пробке на выезде с парковки, мы же на автобусе отправились в гостиницу. Вечер российские специалисты (это я все про нас) провели в поисках еды и пересчете всевозможных штаб-квартир мировых корпораций.





На стадионе Mission College девочки играли в непривычный для нас бейсбол...

День 3-й

День начался с сюрприза: дотянув до последнего, Джим сообщил нам, что сегодня, 17 февраля — день президента США, и на работу никто не пойдет. Почему же у нас нет такого дня?:)

«Соорудив» унылые лица (все-таки приехали увлеченно работать), мы с удовольствием отправились смотреть знаменитый мост Golden Gate и другие достопримечательности, которых больше и не было. Конечно, вспомним Алькатрас и прочие исторические здания — но до культурного наследия Петербурга всему этому далеко.

Наши организмы жили по московскому времени и упорно просили активности. Мы продолжали поиск приключений, ярких впечатлений и сюжетов для фотографий в Америке урожая 2014 года.

Вот некоторые из этих наблюдений.



...А на парковке «мальчики» постарше устроили гонки радиоуправляемых моделей



До офисов Agilent и Apple дойти не успели, но National Instruments, Yahoo, Oracle и LG были по пути



Довольный «руссо туристо» и real American. Справа налево — сервисный инженер Антон Чугунов и вице-президент компании Sentek Dynamics Джим Ротвелл (Jim Rothwell)



Антон доказывает, что умеет крутить гайки...



...и проявляет интерес к неизвестному ему оборудованию
(на стенде L0111 установлен отражатель,
а на столе — лазерный интерферометр)



Групповой портрет. Справа налево:
Антон, усилитель PA155, Самуэль



Конец первого боевого дня.
Победного дня!





Немного математических споров

День 4-й

Наш первый полноценный рабочий день в совместной лаборатории компаний CI и SD. Согласно моей “meeting agenda” (а попросту повестке дня) мы (я и Антон) должны были полностью разобрать шейкер и «промыть ему косточки». Приставленные к нам инженер CI Сина и менеджер по продажам SD

(хотя мы все-таки неправильно используем этот термин, у них он звучит как “application engineer”) Самуэль, видимо, никогда не разгоняли вибростенд 50 кН до ускорений, вызывающих хруст переборки деревянного (щитового) здания калифорнийского офиса, окруженного секвойями. Мы отработали

все базовые операции по настройке/подключению и сервису установки. (Ничего серьезного, но я сделал пометки для необходимого ЗИПа.)

Впрочем, что тут говорить — фотографии намного красноречивей.



Дружная команда второго рабочего дня. Слева направо — Jim Rothwell, Sina Aflaki, Samuel Hage и Антон Чугунов (последние двое, видимо, уже накрутились гаек)

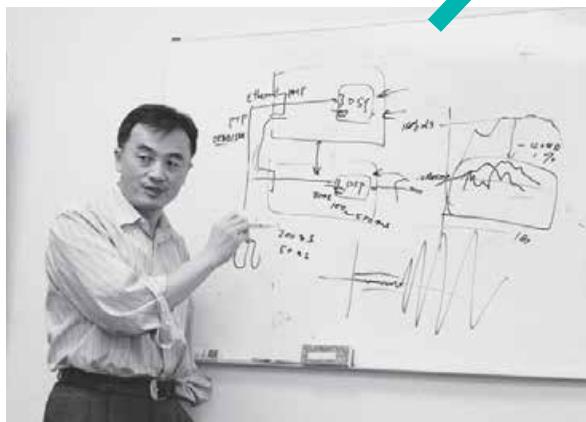


Вот оно — счастье. Контроллер и анализатор данных Crystal Instruments Spider 80x, полюбившийся мне еще заочно. Это то, ради чего я в первую очередь и совершил это путешествие





Ну а Антон опять доказывал, что умеет крутить гайки



Джеймс Зюге

День 5-й

Очередной завтрак в ИНОР (это Международный блинный дом). Наши попытки объяснить, как правильно делать русские блины, ничем не увенчались: шеф-повара к нам не привели. Опять едем на Owen st.

По плану работ, конец дня было отведен на знакомство с устройством контроллеров семейства Spider и программного обеспечения EDM. Слово взял Джеймс Зюге (мало кто его знает, но этот человек является основателем компании Dactron и изобретателем систем Laser и Comet.) Джеймс Зюге взял слово, а я... совершил прыжок в прошлое и погрузился во времена обучения

на IV курсе университета. О, эти страшные три буквы ЦОС (цифровая обработка сигнала)!

Без машины в этих краях делать особо нечего, поэтому вечера мы посвящали ужину в ресторане и прогулкам по outlet-магазину у колледжа/гостиницы.



Дни 6-й и 7-й

Шестой и седьмой дни были лекционно-практическими: отрабатывались всевозможные типы работы системы Spider и их настройки. Скажу честно, я был восхищен возможностями столь компактной системы, ведь в коробке размером с книгу (да-да, формат изделия — 24×31 см, а толщина всего 3,5 см) успешно вписаны восемь измерительных каналов (байонет BNC), два симметричных выхода (знающие люди поймут, зачем нужна синхронизация задающих выходных каналов) и всевозможные RS-485. При этом весит

контроллер всего 2 кг и не шумит вентилятором (его там просто нет).

Позже Джон (John Holler) познакомил нас с системой Co-Co 80. Это ручной сборщик/анализатор данных (те же возможности, что и у Spider-80х, но Co-Co 80 размещен в удобно удерживаемом в руке корпусе с клавиатурой и цветным экраном). Это настоящий анализатор, который понравится полевым инженерам (engineers, who works in the field) при изучении состояния и параметров работы закрепленного за ними оборудования.

В завершение рабочего дня Джеймс принес бутылку красного сухого вина с местных частных виноградников, чтобы отметить успешное окончание нашей учебы. Попрошавшись с дружным экипажем Owen Street 2370, мы сели в такси и отправились изучать Сан-Франциско. Наполеоновский план покорения новых территорий был составлен еще накануне.



Джон Холлер посвящает нас в тайны работы с EDM
(программное обеспечение для систем Spider)



Система Co-Co 80 — ручной сборщик/анализатор данных



Может, и не нужно было разрушать иллюзии, навеянные фильмом «Форрест Гамп», но поделюсь честными наблюдениями об этом городе «радужных людей».

В отеле, в котором мы поселились, был слет трансвеститов в возрасте, и атмосфера была необычная. На стойке регистрации нас с улыбкой встретила одесситка и порекомендовала не ходить на северный

пляж. Оценив ситуацию в отеле, мы послушали этого совета и, оставив чемоданы, поехали на Twin Пикс. К известному сериалу это место отношения не имеет, но и само по себе оно — весьма популярная достопримечательность. Это два холма «близнеца», расположенные в самом центре полуострова Сан-Франциско, с которых, если нет тумана, открывается чудесный вид на город.

Путь до холмов занял полчаса и должен был стоить \$2 на лицо, но, как назло, мы захватили с собой только крупные купюры. А стоящий на входе в автобус купюроприемник сдачу не выдавал. Тогда чернокожий водитель кивнул нам «Just smile», и мы бесплатно вошли в автобус.

После air-purge (продувки воздухом) с Тихого океана захотелось поесть, погреться и отправиться спать.

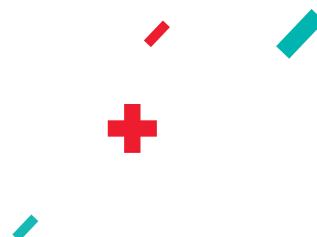


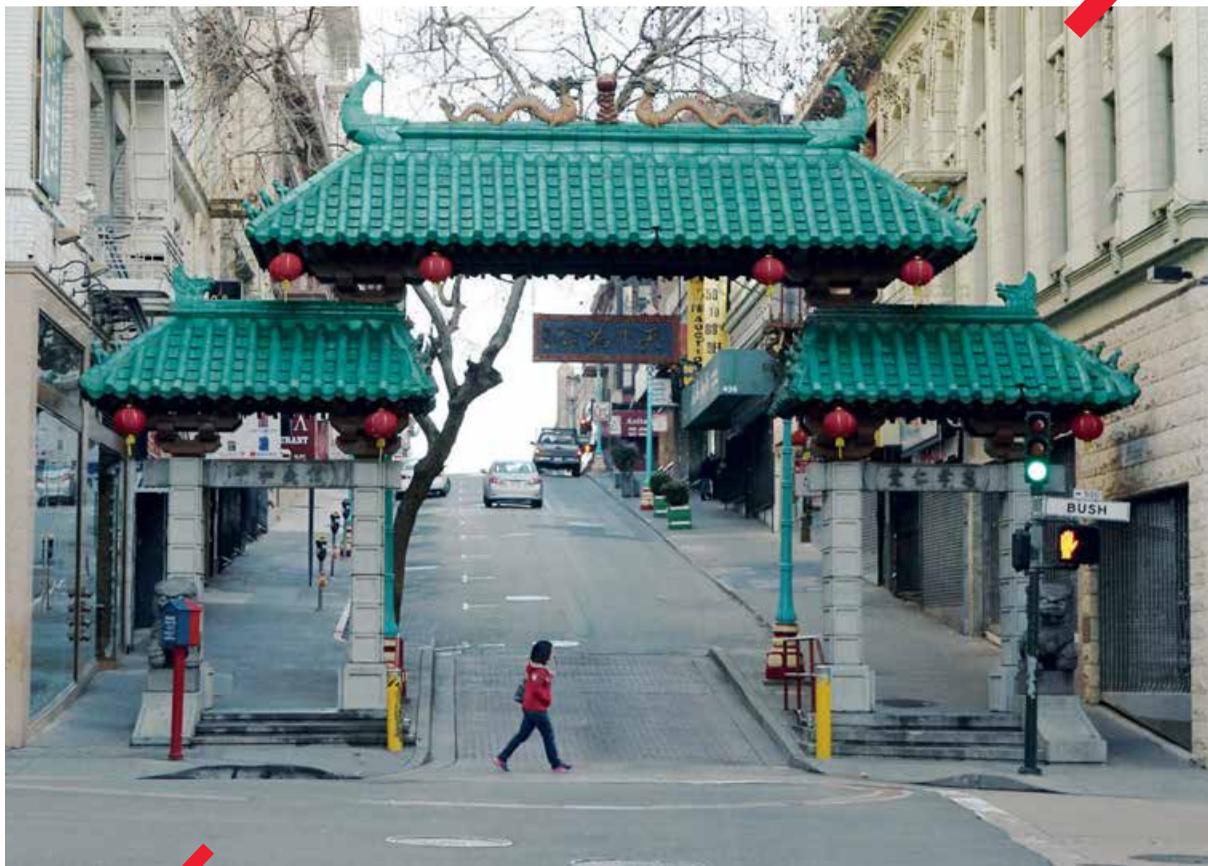
День 8-й. Отъезд

После завтрака мы выписались из гостиницы и, сдав чемоданы швейцару, решили пешком обойти еще неизведанные центр и север города. Выйдя из отеля, мы поняли, что «идиллическая» картинка с вечера изменилась мало. Полицейские будили заспанных бомжей и просили их освободить площадь у городского совета, те, используя нецензурную лексику, просили еще чуть-чуть поспать, а кто-то

прямо на улице употреблял утреннюю дозу наркотиков. Когда мы поняли, что зашли в квартал, напичканный криминалитетом, за нами уже следовала подозрительная группа, желающая пообщаться. Общаться мы не желали и увеличили темп: до спасительного Чайна-тауна оставался один квартал. Вскочив в Ворота Дракона, мы вздохнули с облегчением. Сюда пускают людей (я имею в виду — не смотрят

со злостью и не толкают плечами) со светлым цветом кожи. На этом острые ощущения закончились, и дальше мы спокойно наслаждались западной культурой.





Сразу за Чайна-тауном началась «маленькая Италия», соседство напряженное, но менее опасное, чем гетто Маркет-стрит. В ближайшем кафе мы получили по капучино и чизкейку: все говорят, что только в Америке настоящий чизкейк, но я ем их почти везде, где бываю, и не могу сказать, что местные «творожники» так уж хороши.

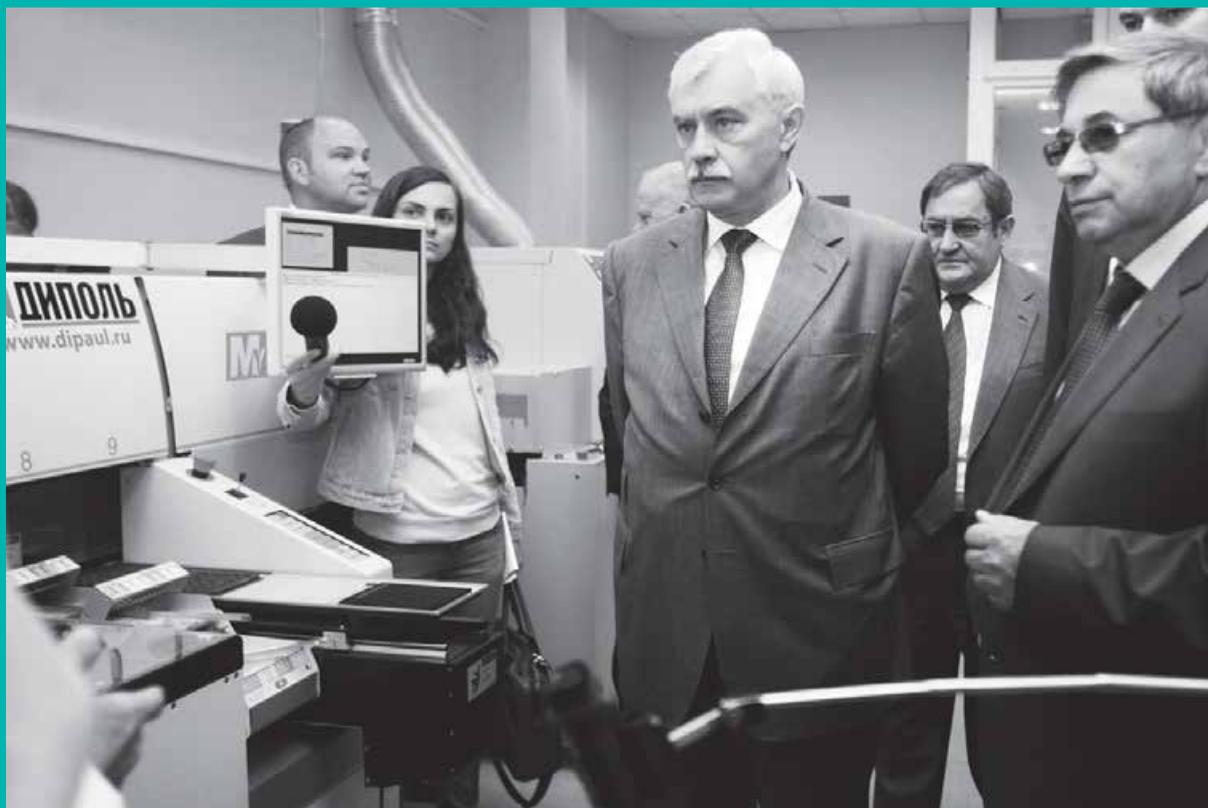
На сытый желудок мы совершили марафон по набережной, изучили все магазины и достопримечатель-

ности пирса 39, поднялись по улице Hyde на русский холм, через улицу Лобарт спустились обратно в Чайна-таун (по максимуму набив рюкзаки сувенирами по цене производителя) и направились в гостиницу, где нас ждал шаттл до аэропорта. На следующее утро мы уже отчитывались руководству.

Вот такой предстала перед нами Америка образца 2014 года. Не могу сказать, что это та страна, где хотелось бы находиться длительное

время, но она почти каждому дает шанс для реализации своих возможностей.

Надеюсь, это не последний мой рассказ о деловом путешествии. До встречи на страницах журнала Эксперт+!



Губернатор оценил по достоинству

Временно исполняющий обязанности губернатора Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко посетил Санкт-Петербургский технический колледж управления и коммерции и ознакомился с работой учебно-производственного инновационного центра.

Это инновационное учебное заведение, включающее 20 лабораторий, готовит специалистов по 20 направлениям в области высокотехнологичных производств. В оборудовании современной учебно-лабораторной базы колледжа принимала участие компания «Диполь». В частности, наша компания оснастила колледж оборудованием для сборки печатных плат компаний MYDATA, DIMA,

HELLER и промышленной антистатической мебелью VIKING.

Георгию Полтавченко показали центры по приборостроению и радиоэлектронике. Здесь проектируют и собирают многослойные печатные платы. ВРИО губернатора Санкт-Петербурга отметил: «Очень интересно. По сравнению с тем, что было, когда я учился, это просто день и ночь. Все-таки я учился когда-то в техническом вузе, поэтому изделия почти такие же делал. Студенты сегодня делают то, что раньше — инженеры».

На данный момент Санкт-Петербургский колледж управления и коммерции заключил договоры с Союзом промышленников и предпринимателей

Санкт-Петербурга, Ассоциацией предприятий радиоэлектроники, средств связи и инфотелекоммуникаций. Также подписан ряд договоров о социальном партнерстве по подготовке специалистов. Спрос на рынке труда огромный: колледж выпускает в год 450 высококвалифицированных специалистов, при этом потребности не покрываются полностью, работодатели все равно стоят в очередь за такими кадрами. В этом году число выпускников увеличится: дипломы получат более 580 человек.

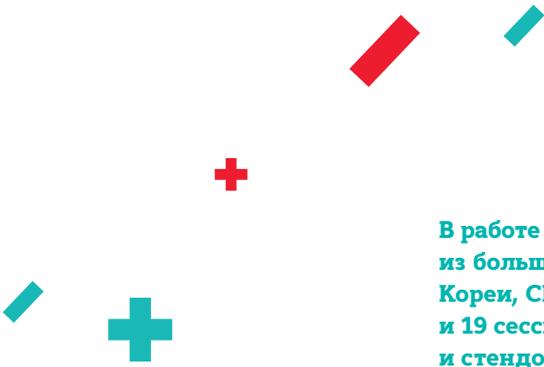
Международная конференция по аэрокосмической метрологии IEEE International Workshop on METROLOGY FOR AEROSPACE



29–30 мая 2014 года представители компании «Диполь» приняли участие в первой международной научной конференции метрологов, работающих в области аэрокосмических технологий. Конференция состоялась на базе Университета Саннио (г. Беневенто, Италия). Ее организаторы (IEEE — Институт инженеров по электричеству и электронике, входящие в его состав общества IMS — по измерительной технике, и AESS — по аэрокосмической промышленности) поставили перед собой цель собрать специалистов по измерениям, работающих в области

авиации и космонавтики. В качестве тем для докладов были предложены вопросы построения электронной измерительной техники, испытательного оборудования, датчиков и датчиковых систем для авиационной и космической техники, метрологии систем мониторинга, связи и навигации.

В работе конференции приняло участие свыше 100 специалистов из большинства стран Европы, а также из Австралии, Аргентины, КНР, Кореи, США, Японии. На двух пленарных заседаниях и 19 сессиях проведено 115 презентаций и стендовых докладов.



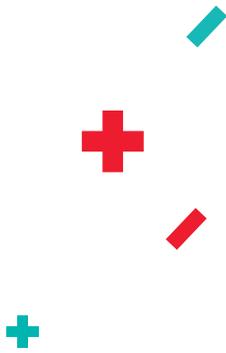
В работе конференции приняло участие свыше 100 специалистов из большинства стран Европы, Австралии, Аргентины, КНР, Кореи, США, Японии. На двух пленарных заседаниях и 19 сессиях проведено 115 презентаций и стендовых докладов.



На наш взгляд, наибольший интерес российских специалистов могут вызвать доклады, сделанные на сессиях, посвященных метрологии спутниковых навигационных систем, оборудованию беспилотных систем и комплексов, механическим и температурным измерениям, датчикам и датчиковым системам, измерениям и оценке безопасности и надежности авиационной и космической техники, проектированию наземной и бортовой радиоэлектронной аппаратуры, телеметрии.

Принципиальным отличием данной конференции от аналогичных мероприятий по прикладной метрологии, проводимых в Российской Федерации, является приоритет и количественное

преобладание докладов, в которых рассматриваются новые аэрокосмические технологии с применением современных методов и средств контроля, измерений, моделирования и испытаний. Число докладов, посвященных исключительно методам измерений, калибровки измерительных приборов было минимальным. Показательной стала и демонстрация на центральной площади города Беневенто образца американского беспилотного боевого летательного аппарата, известного как «дрон» Predator, стоящего на вооружении ВВС Италии. При открытии конференции и в докладе представителя исследовательской лаборатории ВВС создание такой техники представлено



как характерный пример объединения перспективных аэрокосмических технологий и достижений метрологов в области измерений, контроля и испытаний. В докладах европейских коллег по космической тематике преобладали результаты исследований по таким системным проектам, как навигационная система Galileo, марсианская программа DREAMS, космическая связь.

По проблемам метрологии средств спутниковой навигации наиболее интересны системные доклады, содержащие анализ состояния и результаты исследований по обеспечению

единого времени для системы Galileo, применению оптических стандартов, контролю состояния приемников навигационных систем, результатам использования совмещенных приемников.

Об измерениях параметров ЛА, в том числе беспилотных ЛА, при их испытаниях, применении в гражданских и военных целях сообщалось в докладах представителей научных центров, компаний и университетов Австралии, США, Италии и других стран.



Отдельная сессия была посвящена контролю состояния систем и комплексов для обеспечения надежности и безопасности на основе известных и усовершенствованных методов анализа и измерений. Близкие к этой тематике доклады рассматривались на сессиях по механическим и температурным измерениям, по построению датчиковой аппаратуры. Темой нескольких докладов стали вопросы автоматизации испытаний аппаратуры и приборы на основе МЭМС-структур.

Для специалистов, занятых разработкой комплексов, систем и аппаратуры космической навигации, связи и наземных средств представляют интерес доклады, посвященные развитию и использованию SDR-технологии, предполагающей в интересах повышения живучести, длительности и эффективности эксплуатации аппаратуры возможности ее перепрограммирования на различных этапах применения.

Компанию «Диполь» на конференции представлял заместитель

директора ЗАО «НПФ «Диполь», президент Метрологической ассоциации промышленников и предпринимателей, председатель ТК по стандартизации ТК 072 «Электростатика», профессор Анатолий Кривов. Получить более подробную информацию о материалах конференции можно по адресу: ask@dipaul.ru. 🇷🇺



Технологические знания для специалистов электронной промышленности

Современные темпы развития технологий требуют постоянного обучения и повышения квалификации специалистов. Компания «Диполь» в течение нескольких лет проводит тренинги по технологиям сборки и стандартам IPC.

Отличительными особенностями данных технологических тренингов являются:

- рассмотрение существующих производственных задач;
- использование реальных рабочих плат для совместного обсуждения и анализа трудностей, возникающих в процессе производства;
- все преподаватели имеют большой опыт работы на производствах электроники.

Ближайшие тренинги:

- Тренинги по основам технологии поверхностного монтажа MYSMT и MYSMT2 для широкого круга слушателей
- Тренинг по технологии отмывки печатных плат и печатных узлов
- Тренинг IPC-A-600 – «Критерии приемки печатных плат»
- Тренинг IPC-A-610 – «Критерии приемки электронных сборок»

Узнать больше и принять участие: (495) 645-20-02, technology@dipaul.ru



Поставщик знаний

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru



Вышел новый каталог «Технологическое оборудование для микроэлектроники — 2014»

Компания «Диполь» объявляет о выпуске нового каталога «Технологическое оборудование для микроэлектроники — 2014». В новом каталоге представлены решения по следующим направлениям: плазменные процессы, термические процессы, фотолитография, дисковая резка, оснастка для работы с подложками.

О направлении микроэлектроники

Компания «Диполь» предлагает заказчику современный комплексный подход к организации и модернизации высокотехнологичных лабораторий и производств в направлении микроэлектроники. Данный подход предполагает всесторонний анализ вновь создаваемого или аудит реконструируемого производства, ориентированный на конечный результат в виде конкурентоспособного продукта, имеющего долгосрочную перспективу на рынке.

В основе процесса производства всегда лежит современная базовая технология создания конкурентоспособного конечного изделия. Трансфер современных технологий является одним из инструментов эффективного подхода компании «Диполь» к созданию и реконструкции производств.

Специалисты компании предлагают весь спектр услуг по трансферу технологий, включая организацию обучающих программ; моделирование и прототипирование изделия; подготовку изделия к постановке на производство; технологическую поддержку. В соответствии с собственной или трансферной технологией производства инженеры и технологи компании «Диполь» выполняют анализ и подбор инженерного и технологического оборудования, а также необходимой инфраструктуры.

В качестве примера можно привести следующие области применения современных технологий микроэлектроники:

- МЭМС, НЭМС, МОЭМС, био-МЭМС.
- Производство ГИС, СБИС.
- СВЧ-электроника.
- Силовая электроника.
- Оптоэлектроника.
- Фотоника.
- Солнечная энергетика.
- R&D для различных применений.

Заказать каталог по почте вы можете, отправив запрос на электронный адрес: micro@dipaul.ru

**+ Положительно
заряжен**



 **ДИПОЛЬ**

Отраслевой
интегратор

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Россия,
197101, Санкт-Петербург,
ул. Рентгена, д. 5б

Тел./факс: (812) 702-12-66
E-mail: info@dipaul.ru

info@dipaul.ru
www.dipaul.ru



МОСКВА

Россия,
127254, Москва,
Огородный проезд, д. 20, стр. 1

Тел./факс: (495) 645-20-02
E-mail: msk@dipaul.ru

НИЖНИЙ НОВГОРОД

Россия,
603057, г. Нижний Новгород,
пр. Гагарина, д. 50, корпус 15, офис 106/2

Тел./факс: (831) 464-97-27
E-mail: nnov@dipaul.ru