

ДЕКАБРЬ | 2014 | №4

ЭКСПЕРТ+

ЗНАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ



Российская конференция IPC

Обзор первой конференции IPC, организованной компанией «Диполь» совместно с Ассоциацией IPC

Шумовая головоломка

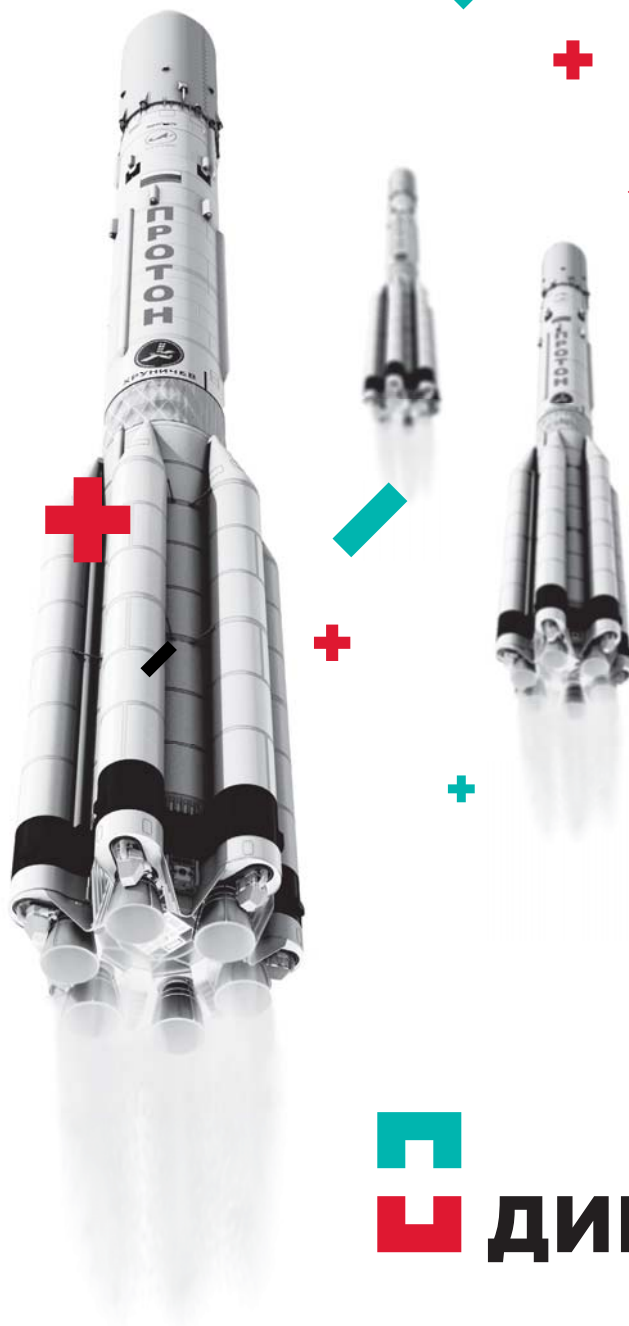
Методы измерения фазового шума, ограничивающего характеристики приемной системы

Преодолевая сопротивление нормативов

Современные технологии поверхностного монтажа для отечественных резисторов

 **ДИПОЛЬ**

**+ Положительно
заряжен**



 **ДИПОЛЬ**

От редакции



Сергей Рыбаков, генеральный директор
ЗАО «Диполь Технологии»



Задача «Диполя» — поиск возможностей для наших предприятий продолжать использовать и внедрять технологии, не только отвечающие задачам дня сегодняшнего, но и предвосхищающие будущее

Вступительное слово зачастую задает общий тон и потому накладывает большую ответственность. Тем более, что вопросов для обсуждения предлагается множество. И, как всегда, самые замечательные задают наши заказчики, друзья и партнеры. Совсем недавно нами были проведены такие мероприятия, как «Диполь Про-Клуб» и семинары «Подход 360 градусов». На них неоднократно поднималась проблема санкций, которая не может не коснуться и нашей высокотехнологичной отрасли, поскольку сегодня очень велика зависимость не только в области технологического оборудования, но и компонентов и материалов. Конечно, происходящее сейчас напоминает времена ЮКОМа (ЮКОМ — международная организация стран НАТО, созданная с целью экспортного контроля над товарами и технологиями, запрещаемыми к ввозу в социалистические страны), когда против нашей Родины проводилась стратегия контролируемого технологического отставания.

Какая же задача сейчас стоит перед «Диполем»? С моей точки зрения, это поиск возможностей для наших предприятий продолжать использовать и внедрять технологии, не только отвечающие задачам дня сегодняшнего, но и предвосхища-

ющие будущее. Мы всегда гордились тем, что были и остаемся первыми в передаче технологий, с которыми работает вероятный противник, зачастую превосходя их. Почему я говорил об этом? В нынешнем году мне довелось присутствовать на защите нескольких проектов и услышать от оппонентов предложения поставлять предприятиям азиатское оборудование. Да, оно не отвечает задачам предприятия. Оно не сертифицировано ни по точностным параметрам, ни по повторяемости процесса, и с такими характеристиками на нем сложно собирать изделия со сроком активной эксплуатации, измеряемым десятилетиями, зато оно продается без каких-либо ограничений. Еще бы! Ведь ни одному грамотному инженеру и в голову не придет рассматривать его для производства чего-то значимого. С моей точки зрения, тот, кто предлагает подобное, — преступник или барыга, желающий нажиться на непростой для Родины ситуации.

Со стороны нашей компании, обещаю существующим и будущим заказчикам, что курс «Диполя» остается неизменным — мы за ваше инновационное и технологическое лидерство и успех, и двигаться к этому мы будем вместе.

Содержание



10.

Событие

Российская конференция IPC

22.

Оборудование

Новое поколение каплеструйной печати

30.

Новость

Организационный
подход «360 градусов»



34.

Технологии

Рецепт успеха — контроль
усилия обжима



40.

Событие

Простые решения
сложных задач
@ electronica 2014

46.

Технологии

Шумовая головоломка



54.

Оборудование

Про качество
и количество



58.

Новость

В ногу
с инновациями



60.

Технологии

Преодолевая сопротивление нормативов



70.

Событие

Выставка Aerospace Testing & Industrial Control 2014

74.

Новость

Старый уклад на новый лад

76.

Обмен опытом

С плазменным приветом из Германии



86.

Новость

Новая лабораторная многофункциональная центрифуга Polos 200 Advanced



88.

Репортаж

Секреты немецкого сервиса

ЭКСПЕРТ+

ЗНАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ

ДЕКАБРЬ | 2014 | №4

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. Тираж 2500 экз. 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





**Николай Ковалев,
председатель Совета директоров
компании «Диполь»**

Дорогие друзья!

Год 2014-й финиширует. Он был сложным, насыщенным событиями, как политического, так и экономического характера, сопровождался новыми вызовами. Наша позиция остаётся неизменной, мы верны своей стратегии и воплощаем задуманное.

Впереди у нас новая дистанция — год 2015 уже на старте. Ожидая его, хотелось бы всем пожелать, чтобы сбывались мечты, чтобы исполнялось задуманное, чтобы каждый день был наполнен новыми эмоциями! Мира вашему дому, а душе — спокойствия, любви и тепла родных сердец. До встречи в новом году!



**Юрий Васильев-Куклин,
руководитель департамента
маркетинга и рекламы**

Друзья! Говорят, что к хорошему специалисту в Новый год приходит Дед Мороз, а к плохому — ДедЛайн. Я желаю вам всё в жизни успевать и, в связи с этим, преуспевать. А также много подарков под новогодней елкой, простых человеческих радостей и профессиональных достижений! Чаше встречайте Дедов Морозов! Пусть сбываются ваши мечты!



**Наталья Евдокимова,
заместитель финансового
директора**

Дорогие друзья! От лица финансового департамента группы компаний «Диполь» поздравляю вас с Новым финансовым годом! Желаю безлимитного здоровья, счастья личного, личного и безличного, стабильного везения и устойчивого благополучия. Пусть воплотятся в реальность все самые смелые идеи и бизнес-планы, а ваши возможности в стократ превосходят потребности!

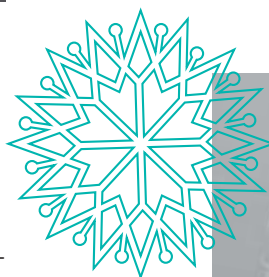


Сергей Сидоров, руководитель направления «Оборудование для обработки провода и кабеля»

Уважаемые друзья, поздравляю вас с наступающим Новым годом и Рождеством! Желаю в новом году связать все ваши идеи и проекты в огромный жгут: оплести его успехом и удачей, оконцевать солидными окладами и премиями, повесить бирку с надписью «У меня и моей семьи все хорошо!». Я уверен, что никакие проблемы и невзгоды не смогут повредить такой жгут, и он пройдет все проверки на «отлично»! Счастья и хорошего чувства юмора в Новом году!

Алена Плотицына, специалист по маркетинговым мероприятиям

Друзья! Накануне самого волшебного и доброго праздника в году хочу пожелать всем отличного настроения, интересной и плодотворной работы, профессионального роста, стремления к саморазвитию и совершенствованию, новых познаний и творческих успехов!



Олег Туркалов, руководитель сервисной службы испытательного оборудования

Дорогие друзья, в грядущем году я хотел бы пожелать вам побольше первых встреч с нашей службой и поменьше — последующих. Желаю, чтобы все параметры были в определенных допусках, чтобы неравномерность не путалась с градиентом, а отклонение — с погрешностью. Выходите с честью из всех жизненных испытаний!



**Ксения Макарова
и Людмила Бойкова
(направление
«Контрольное
оборудование»)**

Дорогие друзья и партнеры! В Новом году желаем вам только приятных сюрпризов, а всё остальное пусть будет под контролем!



**Алексей Бархударов,
руководитель проектов**

Желаю роста и внедрения инноваций. Желаю, чтобы ваш успех не знал границ. Желаю осваивать и внедрять новые технологии, в том числе и на базе программного обеспечения. Желаю модернизации и раскрытия производственных потенциалов!



**Надежда Подлужная,
директор по персоналу**

Дорогие друзья! За прошедший год мы многого достигли, усилив нашу команду новыми талантливыми, высококлассными и перспективными специалистами. Каждый наш сотрудник — это надежное плечо, рядом с которым есть уверенность в будущем. Позитива вам в новом году, гармонии, азарта и увлеченности любимым делом! Находите и открывайте новое, верьте в себя! И побольше вам положительных зарядов!



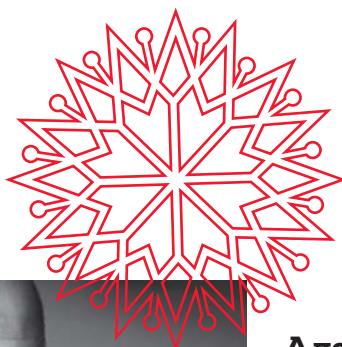
Андрей Пакин, руководитель направления «Чистые производственные помещения»

Дорогие коллеги, друзья! Наш коллектив от всей души поздравляет вас с Новым годом и Рождеством! Оставайтесь собой, будьте добры к друг другу, берегите себя и своих близких и свое драгоценное здоровье! Чистоты вам во всём — в делах, в мыслях, в отношениях, в домах!



Дмитрий Барышников, главный технолог по микроэлектронике

Коллеги и партнеры! Друзья! Желаю не упускать мелочей, от которых часто многое зависит, видеть великое в малом, но при этом уметь пренебрегать незначительным. Счастья вам — каждый день, каждый час, каждый миг!



Алексей Смышляев, главный редактор журнала «Эксперт+»

Желаю в новом году находить время для творчества, чаще встречать источники вдохновения и создать не один шедевр. В любой деятельности есть простор для креатива! Дерзайте!

Российская конференция ІРС





В Москве прошла двухдневная конференция IPC. Мероприятие, организованное компанией «Диполь» совместно с Ассоциацией IPC, проходило 3 и 4 сентября и привлекло более ста специалистов электронной отрасли.

Конференции IPC регулярно проходят в различных странах и собирают ведущих специалистов в области электроники. Московская конференция отличалась тем, что была организована в европейском формате, но с учетом потребностей российской электронной промышленности. Это первое мероприятие IPC в России, проводившееся в подобной форме. Цель конференции заключалась в предоставлении российским специалистам информации о современных тенденциях и технологических проблемах, существующих в отрасли производства печатных плат и сборки электронных узлов во всем мире. Конференцию сопровождали мастер-классы, на которых всемирно известные эксперты знакомили участников с реальными изделиями, решениями и методами устранения и профилактики дефектов электронной аппаратуры.

В конференции приняли участие специально приглашенные эксперты: представитель IPC в Европе Ларс Валлин (Lars Wallin), независимый эксперт, лауреат премий SMTA и IPC Роберт Уиллис (Bob Willis), мастер-тренер IPC Хан Раетсен (Han Raetsen). Им помогали представитель Ассоциации в России Юрий Ковалевский и сертифицированный тренер Андрей Фешко (компания «Диполь»).

Вопреки традиционному порядку организации подобных мероприятий, первый день конференции был посвящен практическим мастер-классам, а второй — пленарным докладам. Темой всех мастер-классов стала задача, ради которой и создавалась ассоциация IPC, а именно — предупреждение и обнаружение дефектов сборки электронных изделий и выяснение причин их появления.



Справка

Ассоциация IPC была создана в 1957 году несколькими компаниями, которые и стали ее первыми членами. Тогда организация носила название «Институт печатных плат» (Institute of Printed Circuits). Целями новой организации стали создание стандартов для производства электроники (отсутствие которых в то время становилось все большей проблемой) и техническая поддержка предприятий. Позже, чтобы подчеркнуть неограниченные более одним лишь печат-

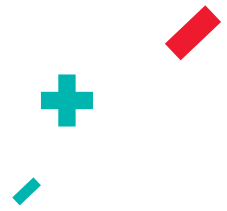
ным монтажом направления работы организации, ее название было изменено на «Институт комплексированной и корпусированной электроники» (Institute for interconnecting and packaging electronics) и сохранило таким образом первоначальную аббревиатуру. Наконец, в 1999 году ассоциация IPC перестала расшифровывать аббревиатуру названия, добавив к ней слоган «Ассоциация, объединяющая производителей электроники» (Association connecting electronic

industries), что как нельзя точнее передает смысл ее существования. Членом ассоциации может стать любая организация, имеющая отношение к разработке и производству электроники. Сегодня в ассоциацию IPC входит около 2700 компаний, головной офис организации расположен в США. Локальное представительство ассоциации IPC появилось в Китае, представители организации также работают в Европе (Швеция), России и СНГ и Индии. В нашей стране



рабочая группа IPC была создана в январе 2010 года из представителей компаний — производителей электронных изделий. Сегодня среди членов ассоциации 18 российских компаний, в том числе два официальных дистрибьютора стандартов IPC. Почти за 60 лет своей деятельности ассоциация IPC стала авторитетнейшим создателем стандартов и рекомендаций для всех отраслей электронной промышленности, получив аккредитацию Американского национального института стандартов (ANSI). Сфера интересов организации охватывает вопросы не только непосредственно разработки и сборки изделий электроники, но и их тестирования, выбора поставщиков, закупки комплектующих, организации электронного документооборота, стандартизации и сертификации

оборудования и т. д., причем этот список становится все объемнее с появлением в массовом производстве новых технологий и направлений. Ассоциация также разрабатывает программы повышения квалификации специалистов, исследования рынка, технической поддержки отрасли, ее интересов и взаимодействия с государственными структурами. Стандарты и обучающие программы признаны ведущими производителями по всему миру, так как они отвечают современным технологиям и направлены на решение практических задач, стоящих перед компаниями электронной отрасли. Наконец, как действенный инструмент популяризации стандартов IPC среди производителей электроники ассоциация проводит конференции, семинары, выставки и конкурсы по всему миру.



Мастер-классы

Два мастер-класса Ларса Валлина были посвящены производству электроники третьего класса IPC — то есть изделий, к которым предъявляются наивысшие требования к надежности. Используя специально напечатанные для мастер-класса карты ("чек-листы"), участники семинара прошли все этапы технологического маршрута производства и узнали, как следование стандартам IPC поможет улучшить качество продукции. Также была наглядно показана методика

последовательного поиска причин дефектов изделий в производственной цепи.

Одна из причин, по которой г-н Валлин проводит свои мастер-классы, по его словам заключается в том, что во многих странах не понимают, насколько важно, чтобы требования к изделию действовали на всей производственной цепочке. Если хотя бы один из основных параметров сборочного производства — данные для подготовки программ, паяльная паста,

трафареты, компоненты и печатные платы — не соответствует установленным регламентам, то паяные соединения окажутся некачественными.

Ларс Валлин подробно описал типичные технологические ошибки и то, к чему они приводят. Возможны два варианта: ничего не делать и продолжать поставки, надеясь на лучшее, либо ремонтировать и терять деньги. Но есть и третий путь: постараться избежать возникновения проблем на каждом из этапов техпроцесса.

Почему используются стандарты? Именно потому, что они помогают избежать проблем на ранних стадиях. Ларс Валлин перечислил ключевые стандарты IPC, заметив, что в их структуре можно явно пронаблюдать весь процесс — от конструирования изделия до его приемки, и даже ремонта и восстановления.

Второй мастер-класс Ларса Валлина назывался «Почему мои паяные соединения не идеальны?» и касался проблемы поиска и устранения причин дефектов. Приведенные примеры из практики иллюстрировали методику анализа дефектов, учитывающую такие факторы, как конструкция изделия, организация процессов, управление качеством, закупки, выбор оборудования и прочее, что часто оказывается упущенным из-за концентрации усилий на анализе техпроцесса. Эти факторы многим

на первый взгляд кажутся вторичными, не относящимися к производству как таковому. Но именно для того, чтобы не забыть уделить внимание всем элементам, влияющим на результат, Ларс Валлин разработал «Контрольные таблицы IPC», подобные тем, что используются пилотами перед вылетом. Это руководство было представлено на конференции на русском языке.

Одновременно в соседнем помещении проходили мастер-классы Роберта Уиллиса. Первый из них был посвящен технологиям отмывки печатных плат и нанесению конформных покрытий. Далекое не на всех предприятиях этим процессам уделяется необходимое внимание, а между тем недостаточно качественная отмывка способна привести к появлению серьезных дефектов и отказов электронных узлов. На семинаре

говорилось о важности отмывки и правильной организации данного процесса. Темой второго воркшоп стал «Практический анализ дефектов». Существует множество методик и способов анализа дефектов: разрушающие и неразрушающие, инструментальные и визуальные. Г-н Уиллис привел ряд примеров дефектов и пояснил, как можно анализировать их различными способами, а слушатели, в свою очередь, сделали выводы о том, какими средствами и методами пользоваться для своих задач.

В обсуждении, завершившем первый день конференции, участники интересовались, возможно ли пригласить специалиста IPC на производство для аудита и выявления проблем, и другими актуальными вопросами.

Пленарные доклады

Второй день состоял из пленарных докладов. Открыло его выступление Боба Уиллиса, который рассказал об определении наиболее важных параметров при выборе финишных покрытий для плат и компонентов (стандарты IPC-4552, 4553 и 4554) и представил доклад о методе монтажа «корпус-на-корпус» (package on package, PoP). Суть технологии в том, что на один корпус устанавливается другой корпус, на него — следующий и т. д. При помощи слайдов и видеороликов Боб показал, как происходит сборка «корпус-на-корпус», и привел ряд рекомендаций по конструированию и управлению технологическими режимами при использовании этой технологии.

После британского специалиста слово взял его голландский коллега Хан Раетсен. Его доклады были посвящены современным материалам для сборки электроники. Была затронута одна из важнейших как для российских, так и мировых производителей ответственной и специальной электроники — комбинирование бессвинцовых и свинцовосодержащих материалов при сборке изделий, совместимость их с покрытиями печатных

плат и технологиями поверхностного монтажа. Особенность нынешней ситуации заключается в применении на производствах смешанной технологии: работают с бессвинцовыми компонентами, паяя на свинцовую пасту. Перевести электронику на бессвинцовые технологии заставили три директивы. Первая регулирует, что происходит с изделием, закончившим срок службы (электроника должна допускать переработку). Вторая регламентирует, как избежать попадания электронных изделий в отходы. Третья и самая важная — RoHS — диктует список материалов, запрещенных к применению. Среди них оказался свинец, в результате вся электроника в Европе была вынуждена перейти на бессвинцовые технологии. Последние годы электронные изделия становятся миниатюрнее, однако наращивают свой функционал. Этот факт г-н Раетсен проиллюстрировал на примере цифровой камеры: в 2002 году объем типичной модели составлял 150 куб. см, а спустя десять лет — в три-четыре раза меньше; то же самое произошло и с мобильными телефонами. В результате приходится применять все более сложные компоненты. Миниатюризация шла до тех

пор, пока уже не могли разместить на компоненте достаточное количество выводов. К счастью, разработчикам пришла в голову идея разместить их на нижней стороне. Так появились BGA- и изделия «корпус-на-корпус».

Отказ от свинца вызывает новые проблемы. Во-первых, покрытие компонентов не должно иметь свинца, а сам компонент, попадая в бессвинцовое производство, обязан выдерживать большие температуры. Во-вторых, особую важность приобретает вопрос абсорбирования влаги компонентами. Все большее значение приобретает чувствительность компонентов к процессу. Соответствующие показатели зафиксированы в стандартах IPC. Наряду с финишным покрытием ПП в компонентах может использоваться химическое олово, иммерсионное золото по химическому никелю и иммерсионное серебро. Но при этом возникают проблемы с применением процессов (ведь они должны меняться), с восстановлением и ремонтом.

Не так много вопросов к пайке волной и селективной пайке. Компоненты для монтажа в отверстия с бессвинцовым покрытием начали использоваться много лет назад,

еще до введения описанных выше директив. Кроме того, если у нас есть компонент со свинцовым покрытием, паяющийся бессвинцовым припоем, то влияние содержания свинца минимально. Однако мы должны процесс изменить: повысить температуру, увеличить время выдержки и т. д. Кажется, что это регулируется легко. В случае с пайкой оплавлением

различий больше. Прежде всего, велика разница температур плавления. Не все оборудование поддерживает высокую температуру. В итоге многим компаниям пришлось закупать новое оборудование. Еще одна важная проблема — все, что проходит через пайку оплавлением (материалы, компоненты), должно выдерживать соответствующие температуры.

В случае со смешанной технологией высок риск расплавления и деформации элементов, а также вероятность неполного смешивания материала шариковых выводов и пасты (сверху бессвинцовый материал, а снизу — свинецсодержащий). Очень важна в данной ситуации паяльная паста. Если используется бессвинцовая паяльная паста, это означает, что остальная химия

предназначена для бессвинцового термопрофиля. Многие пасты на температурах бессвинцовых процессов имеют недостаточную активность, или у них происходит срыв активности, необратимо меняющий свойства. Valver Zinn Group разработала бессвинцовую паяльную пасту, а потом перенесла методы, применяющиеся в бессвинцовой технологии, на эвтектические пасты. Таким образом, последние научились работать в бессвинцовом процессе. Более трудоемкий и дорогой способ — использование локального монтажа BGA. В этом случае не происходит смешивание процесса. Еще один вариант — реболлинг. Он тоже сложный и недешевый, к тому же компоненты подвергаются многократному нагреву и могут не выдержать.

Как обеспечить применение смешанной технологии на производстве и как она влияет на надежность изделий? Когда говорят о надежности, подразумевают выполнение ряда требований. Изделие надежно в том случае, если обеспечивает ожидаемую функциональность в определенных условиях, в течение определенного периода времени и без превышения ожидаемого уровня отказов. В этом смысле,

военная электроника сильно отличается от потребительской — разные ожидания и уровень надежности. Для получения надежного паяного соединения необходимо, чтобы его металлургический состав был равномерным. Как показали испытания, наибольшая надежность достигается при одинаковых материалах — тогда количество циклов до отказа превышает 3 тыс. В случае смешанной технологии надежность снижается на треть, до 2 тыс. циклов. Согласно ряду исследований, температурный профиль для свинецсодержащей технологии нельзя использовать для бессвинцовых выводов.

Что будет, если вы ремонтируете плату, спаянную по свинецсодержащей технологии, при помощи бессвинцовой методики, и наоборот? В случае с односторонней ПП появляется барьер, ослабляющий паяное соединение, и оно может разорваться. Лучше очистить площадку и запаять новым припоем. Для двухсторонних и многослойных ПП с металлизированными отверстиями картина похожа, но барьер выглядит иначе (прочность обеспечивается внутренним припоем). Если отверстие металлизированное,

то смешивать припой при ремонте/восстановлении не запрещается. Подытоживая выступление, Хан Раэтсен посоветовал российским специалистам перед использованием смешанной технологии убедиться в совместимости техпроцессов, а при необходимости скорректировать их.

Затем в кресло спикера вернулся Боб Уиллис, представивший два коротких доклада: «Контроль качества конформных покрытий» и «Определение наиболее важных параметров при выборе финишных покрытий для плат и компонентов». По результатам исследования, наибольшее количество проблем вызывает два вида дефектов конформных покрытий — собирание материала в своеобразные бугорки из-за плохого смачивания поверхности и пузырение. Те или иные материалы для покрытий включены в стандарты IPC.

Один из способов нанесения покрытия — погружение. При проведении контроля может помочь свойство материалов светиться в ультрафиолете — это позволяет выявить по цвету, где покрытие нанесено, а где нет. Оно же помогает при ремонте/восстановлении. Второй способ — распыление. В данном случае также нетрудно разглядеть под ультрафиолетом, как наносится покрытие: очень полезно на этапе запуска процесса, так как не нужно делать для каждой платы. При самостоятельном нанесении покрытия или заказе его у сторонней организации важно указать, в каких местах покрытие должно быть, а в каких не должно. Делайте это так, чтобы можно было проверить, правильно ли выполнена работа. Помогут в этом вопросе, опять же, стандарты, но с покрытиями часто возникает ситуация, когда какой-то участок не принципиален. Об этом надо сообщить исполнителю, ведь если покрытия там нет, то и ремонтировать

плату необязательно. Боб подчеркнул: нормы IPC указывают толщину конформных покрытий, но играют роль рекомендаций; выбирая покрытие, необходимо помнить, что оно должно быть совместимо с паяльной маской, иначе на выходе можно получить «мокрую» плату. Также выступающий описал методы выявления дефектов покрытия и способы их устранения. Некоторые исправления нетрудно внести в покрытие еще до его затвердевания, тем самым избежав лишних проблем.

Затем вновь выступил Хан Раецсен. Он рассказал о разработке флюсов для селективной пайки. Суть данной методики в том, что волна припоя прикладывается к нескольким точкам на плате. Существует два вида селективной пайки: протягиванием и погружением.

Первый вид подразумевает, что у вас имеется насадка с мини-волной припоя, которая постоянно движется вдоль поверхности ПП и касается всех точек пайки (выводов компонентов). Особенность в том, что есть постоянный поток припоя, а остатки флюса им смываются. В данном случае важно количество наносимого флюса. Второй вид отличается тем, что создается палета со специальными отверстиями, повторяющими места для пайки, куда подается припой. Таким образом, плата просто погружается на палету. Применение флюса для данного процесса более критично — некоторое его количество оказывается заперто между ПП и расплавленным припоем. В чем же причины выбора селективной пайки и каковы ее преимущества? При использовании пайки волной нельзя размещать выводные компоненты на обеих сторонах платы. Но даже если выводные компоненты расположены на одной стороне платы, а на обратной стороне имеются массивные поверхностно монтируемые компоненты, то ПП не может быть спаяна с помощью волны припоя. Дополнительная причина — некоторые поверхностно монтируемые компоненты, расположенные со стороны пайки, могут быть очень чувствительны к температуре, и их нельзя подвергать воздействию волны припоя. В таких случаях преимущество имеет селективная пайка.



Какие трудности существуют с флюсами, применяемыми в системах селективной пайки? Во-первых, важно нанесение флюса: он должен наноситься исключительно в те места, где будет происходить пайка. Каждый флюс имеет определенную температуру полимеризации, ей подвержено только то количество флюса, которое попадет под воздействие волны припоя. Соответственно, оставшийся флюс не будет полимеризован. Он же представляет опасность для платы: будет вызывать коррозию

и прочие негативные явления. Также флюсы для селективной пайки должны обладать температурной стабильностью, ведь в месте припоя температура может достигать 330 градусов Цельсия. По этим причинам флюсы, годные для пайки волной, не подходят для селективной технологии. Обратной стороной активности флюсов является коррозия. То же самое с образованием дендритов. Balver Zinn Group провела масштабное исследование с целью выяснить, какие из флюсов наиболее надежны и безопасны

при селективной пайке. В ходе испытаний флюсы на спиртовой основе не вызвали коррозии, а вот флюсы на водной основе привели к коррозии, как и флюсы на полуводной основе (за одним исключением). Авторы пришли к выводу, что для селективной пайки не должны применяться флюсы с содержанием воды больше 20%. Тесты на определение поверхностного сопротивления изоляции показали: надежность флюсов на спиртовой основе выше, чем флюсов на водной основе. По ходу дела выяснилось,

Мнение участника

АЛЕКСАНДР АКУЛИН, технический директор ООО «ПСБ технологии» (Москва)

«Конференция IPC по монтажу печатных узлов — это еще один очень важный шаг для развития индустрии электроники в нашей стране. Надо сказать, что ассоциация IPC совместно с ее российскими дистрибьюторами уже очень много полезного сделала в России. Это и переводы на русский язык стандартов IPC, в том числе с рекомендациями по проектированию плат, по изготовлению плат, по монтажу, по контролю качества. Это и многочисленные семинары (кстати, многие наши заказчики говорили мне, что для них был очень полезен наш

совместный с IPC семинар в 2010 году по проектированию печатных плат). Это и обучение и сертификация специалистов (разработчиков, монтажников, технологов, контролеров). Вообще, рынок производства электроники в мире, как мне кажется, довольно закрытый. Очень трудно получить информацию о технологиях, о новых возможностях, о каких-то методиках работы. И вот тут огромное спасибо надо сказать ассоциации IPC. Она передает нашим технологам и инженерам знания, накопленные сотнями передовых мировых компаний, на протяжении

десятков лет занимающихся разработкой и изготовлением электронных устройств. Эти знания систематизируются, обобщаются, обсуждаются между экспертами и уже в виде готовых к применению стандартов передаются нам с вами для использования в работе. Что касается собственно конференции, могу сказать, что были затронуты очень актуальные для нас темы. Для такого контрактного производителя, как PCB technology, да и для многих производственных компаний, наиболее важным параметром является надежность аппаратуры, которую мы


монтируем. С каждым годом сложность печатных плат повышается. С одной стороны, мы должны уметь качественно устанавливать компоненты BGA, микро-BGA, LGA, со все более мелким шагом выводов (от шага 1 мм мы уже дошли до шага 0,5, 0,4 и даже 0,3 мм). И многие компоненты BGA имеют теперь бессвинцовые шарики, что накладывает дополнительные особенности на процесс их пайки! С другой стороны, пассивные компоненты становятся все меньше, наши заказчики ставят в разработки уже даже не типоразмер 0402, а 0201 и 01005. Это микроскопические детали! И если мы не сумеем их припаять качественно и надежно, мы проиграем, мы подведем заказчика! Поэтому очень важно было обсудить особенности смешанной пайки свинцовых и бессвинцовых компонентов. А также особенности покрытий печатных плат и их совместимость с режимами поверхностного монтажа.

Крайне актуально было обсуждение возможных причин возникновения дефектов монтажа.

Хочу отдельно отметить, что на конференции большое внимание было уделено требованиям к производству ответственной электроники — это класс 3 по градации IPC. Судя по нашему опыту, мало кто в России обращает внимание на то, по какому классу надежности надо изготавливать тот или иной электронный узел. Такая же ситуация и с печатными платами. Заказчики, как правило, вообще не указывают, по какому классу они заказывают печатную плату. А по умолчанию большинство производителей, особенно в Азии, изготавливает печатные платы по классу 2, что для изделий ответственного применения не годится, слишком низка их надежность и высока вероятность отказа. Коллеги, при заказе печатных плат или монтажа печатных узлов всегда указывайте класс надежности!

Особо хочу поблагодарить г-на Ларса Валлина за его замечательную методику поиска «корня проблемы» при анализе дефектов монтажа, при анализе рекламаций. Очень простая, понятная и в то же время очень действенная методика, которая позволяет упорядочить информацию о проблеме и действительно докопаться до сути, понять, кто и где ошибся, в чем была истинная причина выпуска негодной продукции, и устранить эти проблемы в будущем.

В целом, могу сказать, что конференция проведена на высоком уровне, я узнал много нового, смог задать несколько коварных вопросов и получил на них исчерпывающие ответы. Жалею, что не смог отправить на конференцию наших технологов, поскольку было много работы в цеху. Ну значит, отправим в следующий раз. Устраивайте такие конференции почаще, это совершенно точно принесет пользу нашим российским предприятиям!»



что на поверхностное сопротивление изоляции большое влияние оказывает температура пайки. Ряд дополнительных тестов дал более явные результаты. Так, желательно, чтобы флюс имел меньшее растекание. К сожалению, спирт как основа этому не способствует. Каким образом заставить флюсы на спиртовой основе не растекаться слишком сильно? Еще одно необходимое свойство — хорошие капиллярные показатели, необходимые для заполнения сквозных металлизированных отверстий. Когда в компании задались вопросом

о разработке флюсов для селективной пайки, вспоминает Хан, нужно было понять, какую кислоту использовать. Ведь каждая кислота имеет свою температуру деактивации. При температуре 50 градусов Цельсия многие кислоты долго деактивируют свои свойства. По результатам тестов для селективных флюсов были выбраны кислоты, которые при низких температурах деактивируются лучше других. Для предотвращения растекания флюса в формуле можно использовать добавки, увеличивающие силу поверхностного натяжения.


Например, подойдет комбинация воды и спирта. Интересное свойство спирта в том, что если его наносить на предварительно нагретую поверхность, то он растекается хуже. При селективном нанесении флюса струйной технологией важно соблюдать правильное давление, иначе тот будет попросту отскакивать. Также лучше

всего обеспечить нанесение флюса строго на вывод компонента. В заключение г-н Раецсен порекомендовал выбирать для селективной пайки флюсы с понятными и известными свойствами, а также с наибольшей надежностью. В этом смысле оптимальны флюсы на основе натуральной или синтетической канифоли, а органических флюсов желательно избегать.

В завершение конференции Ларс Валлин в своем шутовском стиле поблагодарил присутствовавших за то, что они не спали, и дал им возможность ознакомиться с руководством «Контрольные таблицы IPC», которые все участники получили в электронном виде на русском языке. В свою очередь, слушатели попросили Ларса чаще приезжать в нашу страну. За то, что мероприятие прошло в позитивном ключе, хочется поблагодарить не только зарубежных спикеров,

но и российских организаторов Юрия Ковалевского и Андрея Фешко за помощь в проведении докладов и квалифицированный перевод. После каждого выступления гости конференции задавали докладчикам множество вопросов из личной практики. Интересные дискуссии были ограничены лишь временем, отведенным на вопросы. Участники положительно оценили организацию конференции, единодушно охарактеризовали ее как очень нужное мероприятие.

Компания «Диполь» планирует проводить конференции IPC на регулярной основе. Предварительные заявки можно подавать уже сейчас по электронной почте events@dipaul.ru.



Современное электронное производство — очень длинная цепочка технологических операций, каждая из которых имеет свои параметры. Любое отклонение данных параметров от нормы приводит к ошибкам сборки, дефектам и отказам готовых изделий



Ларс Валлин

Мнения экспертов

Рассказ о любом мероприятии будет неполным без беседы с его непосредственными участниками и организаторами. На наши вопросы отвечают представитель IPC в Европе Ларс Валлин и независимый эксперт Роберт Уиллис.

ГОСПОДИН ВАЛЛИН, ВЫ ПРИНИМАЛИ УЧАСТИЕ ВО МНОГИХ ЕВРОПЕЙСКИХ КОНФЕРЕНЦИЯХ IPC. ЕСТЬ ЛИ КАКИЕ-ТО РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ РОССИЙСКОЙ И ЕВРОПЕЙСКИМИ КОНФЕРЕНЦИЯМИ?

Ларс Валлин: Европейские конференции — это, как правило, более глобальные, международные мероприятия. Например, недавно мы проводили конференцию в Будапеште. Столица Венгрии была выбрана неслучайно — туда достаточно удобно добраться практически из любой точки Европы. На конференции освещалось множество самых разных тем, причем доклады велись на английском языке — это подчеркивало международный статус мероприятия.

В отличие от будапештской, московская конференция была организована специально для российских производителей электроники. Мы фокусировали внимание на отдельных, важных для них темах — в частности, на производстве изделий третьего класса надежности и применении смешанных технологий. Ведь большая часть электронной промышленности

России — это оборонные предприятия, следовательно, подобные темы будут наиболее интересны. Должен заметить, что мне больше нравится именно такая концепция. Ведь чем меньше тематический разброс вопросов освещается на конференции, тем легче упорядочить и запомнить полученные знания.

ЧТО ЗА ПОСЛЕДНИЕ ПЯТЬ ЛЕТ ИЗМЕНИЛОСЬ В РОССИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ?

Л. В.: Во-первых, в России появилось 10 новых переводов стандартов IPC, сделанных с участием Юрия Ковалевского и его коллег. Переводить стандарты очень важно, так как не все российские специалисты могут читать документы на техническом английском языке. С появлением стандартов на русском языке IPC становится ближе к России.

Во-вторых, существенно выросло число российских членов IPC. Например, если в 2010 году в России было 12 членов IPC, то сегодня их уже 18. Это очень хорошая тенденция,

мы рады, что Россия принимает все большее участие в деятельности нашей ассоциации.

И наконец, мы видим, что продажи стандартов IPC в России растут. Если в 2010 году объемы продаж продуктов IPC (IPC USA) составили 14,9 тыс. долларов, то в 2013-м данный показатель более чем удвоился и достиг 30,3 тыс. долларов. А значит, все больше российских предприятий понимает важность применения стандартов.

КАКИЕ, НА ВАШ ВЗГЛЯД, СУЩЕСТВУЮТ ПРОБЛЕМЫ С ВНЕДРЕНИЕМ СТАНДАРТОВ IPC В РОССИИ?

Л. В.: К сожалению, российская электронная промышленность, в отличие от европейской, сильно милитаризована. Большая часть предприятий выпускает оборонную продукцию, а требования к ее сборке регламентируются внутренними ГОСТами. Поэтому, несмотря на рост интереса к нашим стандартам, далеко не все российские производители осознают необходимость их применения. Между тем, стандарты IPC современнее и актуальнее,



Роберт Уиллис


чем ГОСТы, о которых за пределами бывшего СССР никто не знает. Только когда российские предприятия начнут активно сотрудничать с зарубежными компаниями и поставлять свою продукцию на внешние рынки, они поймут важность использования современных международных стандартов. Но это вряд ли произойдет скоро. Мы надеемся изменить текущую ситуацию с помощью конференций IPC, которые будут проходить регулярно.

ПОЧЕМУ ЖЕ ТАК ВАЖНО ПРИМЕНЯТЬ СТАНДАРТЫ IPC?

Л. В.: Современное электронное производство — это очень длинная цепочка технологических операций, каждая из которых имеет свои параметры.

Любое отклонение данных параметров от нормы приводит к ошибкам сборки, дефектам и отказам готовых изделий. Стандарты IPC — мощнейший инструмент, применяя который, вы сможете уменьшить вероятность появления этих ошибок и повысить качество продукции.

Роберт Уиллис: Стандарты IPC — это основа для организации всех взаимоотношений между производителями электроники, их заказчиками и поставщиками компонентов. Свои внутренние стандарты есть в каждой стране, на предприятиях также руководствуются собственными нормами и требованиями. Если бы все следовали только собственным стандартам, качество продукции и сырья нельзя было бы нормировать — даже одинаковые продукты, изготовленные несколькими фабриками, были бы разного качества. Для того чтобы успешно работать на внешнем рынке и не обманывать ожидания заказчиков, предприятия должны ориентироваться на базовые документы, которые однозначно определяют критерии качества для всех. Сегодня эти документы — стандарты IPC. Заказчики могут указывать соответствие стандартам как требование к готовой продукции, а производители — как гарантию ее качества. Важно, что, используя стандарты как «отправную точку», инженер может оценивать, например, качество комплектующих и материалов либо описывать

требования к конечным изделиям, даже не имея богатого опыта работы, — ведь в стандартах IPC сохранен именно практический опыт многих известных производителей. Конечно, это все справедливо лишь в случае, когда изготовители и поставщики правильно понимают суть стандартов, а не просто цитируют их в документации. 

Благодарим за помощь в подготовке материала журналистов Максима Шейкина, Илью Шахновича (журнал «Электроника: Наука, Технология, Бизнес»), Влада Полякова (журнал «Технологии в электронной промышленности»).

Новое поколение каплеструйной печати





Дмитрий Иванов, заместитель коммерческого директора ЗАО «Диполь Технологии»,
ivanov@dipaul.ru

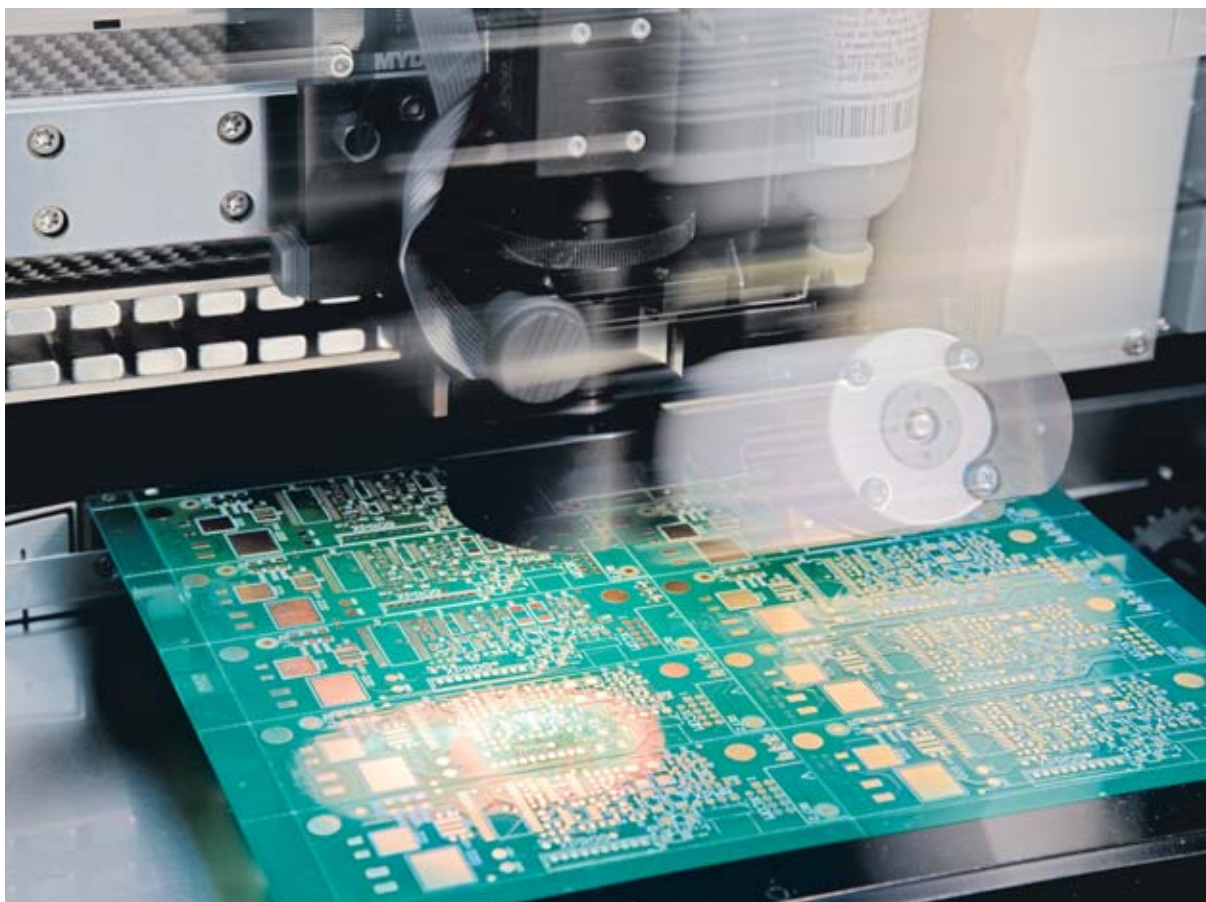
Уже прошло порядка 10 лет, как компания MYDATA (ныне MYCRONIC) представила капле струйный принтер для нанесения паяльной пасты. С тех пор революционная технология капле струйной печати стала быстро распространяться по всему миру, предоставляя ее обладателям высокое качество паяных соединений и непревзойденную гибкость. В связи с постоянно

возрастающими потребностями сборочно-монтажных производств пришло время выходить на новый уровень, и в начале 2014 года компания MYCRONIC вывела на рынок следующее поколение бестрафаретного принтера под индексом MY600, представляя устройство с возросшей на 50% производительностью, множеством новых функций и возможностей.

Растущие потребности в индустрии производства электроники

Современная электронная промышленность сейчас переживает период динамичного развития. Способность справляться со сложными производственными сценариями и освоение новых перспективных технологий сборки, когда-то считавшиеся делом лишь специальных высокотехнологичных производств, в настоящее время требуется от каждого производителя электроники. Данные требования многочисленны и разнообразны: кратчайшие сроки поставки, работа в условиях мелкосерийного многономенклатурного

производства, монтаж сложной современной компонентной базы, работа по смешанной технологии, монтаж корпуса на корпус (технология Package-on-Package), монтаж компонентов в углубления на печатной плате, высокая плотность монтажа и т.д. Также стоит отметить, что в последнее время в индустрии сборки электроники как никогда обострилась конкурентная борьба, идущая под девизом «побеждает сильнейший»



Частота, с которой каплеустановочный принтер MY600 наносит паяльную пасту, увеличена с 200 до 300 Гц. Таким образом скорость нанесения выросла на 50%

Исходя из всех возрастающих потребностей и был разработан каплеустановочный принтер MY600, ознаменовавший своим появлением начало следующего поколения технологии каплеустановочной печати. Новое поколение сохранило все бизнес-преимущества предыдущей модели (кратчайшее время переналадки, отсутствие трафаретов, процесс нанесения, не зависящий от человеческого фактора, превосходное качество паяных

соединений), получив при этом новую надежную усовершенствованную платформу. Теперь эффективно применять данную технологию может не только сектор опытного и мелкосерийного производства, но она может использоваться и на среднесерийном и крупносерийном производстве, особенно там, где есть ограничения, связанные с нанесением пасты через трафарет или методом дозирования.

Новая платформа

MY600 легко принять за его предшественника. И тут нет ничего необычного, основные принципы капле струйной печати остались неизменными: бесконтактное нанесение, полностью программно-управляемая технология, исключая человеческий фактор, нанесение материалов с высокой точностью и повторяемостью, оптимизированный объем паяльной пасты для каждой отдельной контактной площадки.

Так в чем же особенность нового MY600? Почти каждый узел устройства первого поколения был тщательно inspected, и на основании этого исследования принималось решение

о модернизации и улучшении той или иной составной части устройства. Большая часть этой работы была проделана при помощи существующих заказчиков, основываясь на их отзывах о работе принтера первого поколения. Более 18 месяцев длился этот интенсивный процесс, и его итогом стал большой список модификаций и усовершенствований различных узлов и подсистем устройства. Говоря о самых важных изменениях, можно выделить новую усовершенствованную систему привода эжектора, новую распределенную серво-платформу, более удобный пользовательский интерфейс, пассивную систему охлаждения

с существенно пониженным расходом сжатого воздуха, множество улучшений в программном обеспечении, программируемое освещение для системы технического зрения и др.

Это тот случай, когда используется проверенная выигрышная концепция на новой усовершенствованной платформе, основными достоинствами которой являются более высокая производительность, повышенная надежность и усовершенствованное программное обеспечение.

Скорость и гибкость

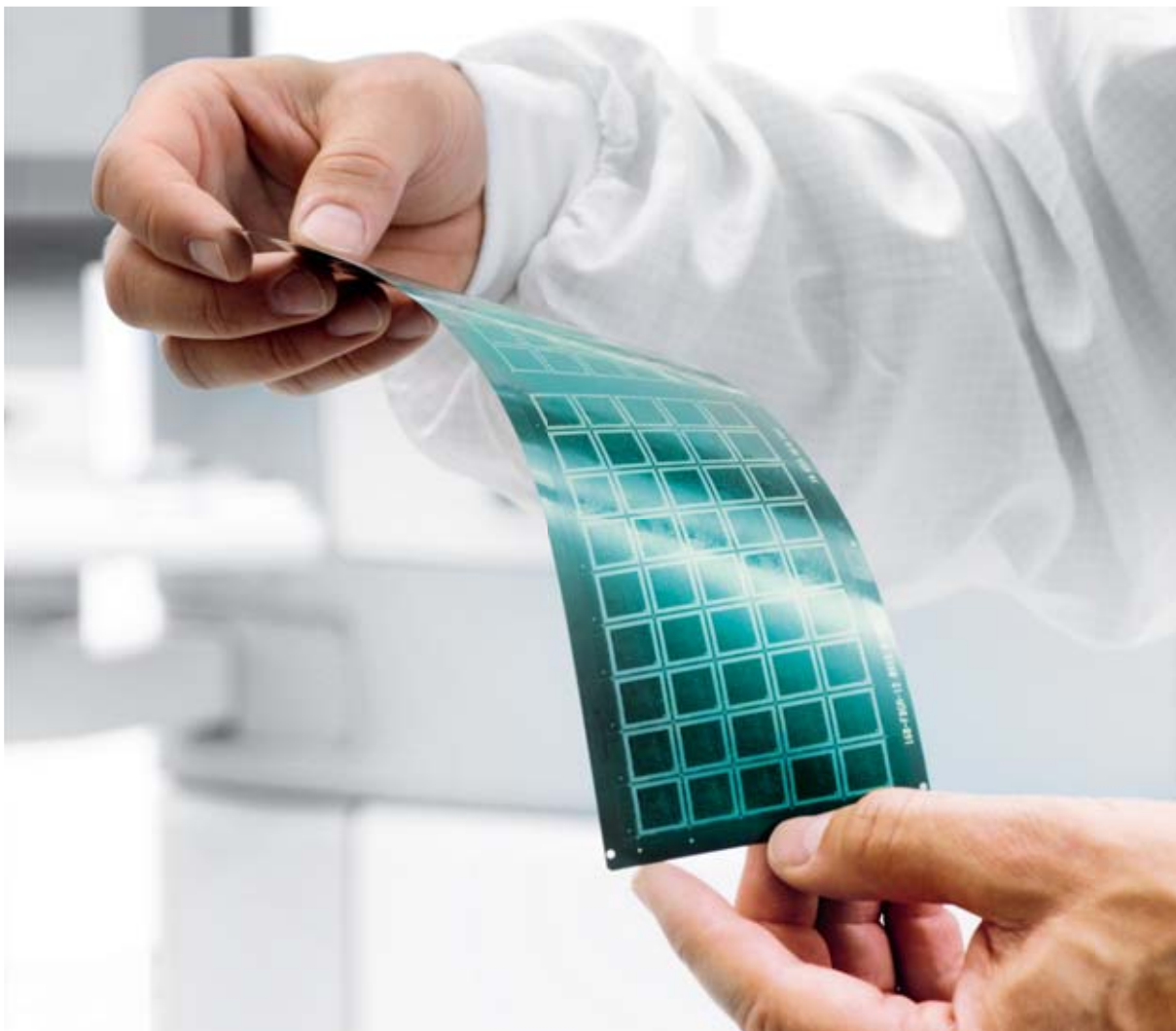
С момента основания и по сей день философия компании MYCRONIC остается неизменной: максимальная гибкость. MY600 не стал исключением. К примеру, переход от нанесения паяльной пасты к нанесению клея занимает всего несколько секунд. Теперь, с возросшей на 50% производительностью, капле струйная печать стала как никогда универсальной и способна занять достойное место в авангарде любого гибкого производства.

На крупносерийных производствах MY600 может быть установлен

после трафаретной печати. Здесь он может использоваться для повышения качества паяного соединения путем нанесения дополнительного объема пасты там, где это требуется, или применяться для нестандартных сложных задач, которые не под силу трафаретной печати.


Со скоростью, на порядок превышающей скорость классического дозатора, MY600 может значительно увеличить эффективность процесса нанесения паяльной пасты.

Безусловно, новое поколение капле струйной печати по-прежнему остается универсальным инструментом решения задач и для опытного и мелкосерийного производства, особенно для производств, выпускающих технику ответственного назначения, где требуется максимально возможное качество паяного соединения.



Уникальная платформа с прицелом на будущее

Без сомнения, влияние каплеструйной печати на производство электроники будет расти. Инженерам компании MYCRONIC удалось не только повысить скорость, надежность и интеграционные возможности нового поколения каплеструйной печати, но и выполнить все это на новой платформе, которая сформирована с учетом будущих потребностей.

Традиционные методы нанесения паяльной пасты в современных производственных реалиях с трудом справляются с возросшими требованиями и технологическими сложностями. С выходом на рынок MY600 промышленность получила новый гибкий, высокопроизводительный инструмент, готовый решать задачи любой сложности. 



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

Организационный подход «360 градусов»

Компании «Диполь» и MYCRONIC (MYDATA) провели уникальные семинары для руководителей в области производства электроники. Мероприятия состоялись 28 октября в Москве и 29 октября в Санкт-Петербурге и были посвящены абсолютно новому способу мышления и управления, который уже пользуется большим спросом и приносит свои плоды во многих компаниях по всему миру.





Участник семинара генеральный директор ЗАО «Диполь Технологии» Сергей Рыбанов

Новый комплексный подход направлен на оптимизацию производственного процесса, в котором программное обеспечение, оборудование, технологии и знания интегрированы совершенно новым способом. При рассмотрении этого подхода мы решили оттолкнуться от вопроса — «насколько важна максимальная скорость машины, если она стоит на месте?».

Возможно, кому-то этот вопрос покажется странным. Однако на самом деле многие предприятия, оснащенные дорогими высокоскоростными производственными линиями, простаивают без работы в течение длительного времени. И разумеется, такой простой обходится в немалую сумму денег. В действительности же общая скорость и эффективность линии зависит от целого ряда факторов, таких как частота переналадок, инженерная

подготовка, продажи и закупки, контроль качества, комплектация, планирование, логистика и хранение.

Как мы видим, скорость сама по себе не дает результата, и потому главной задачей руководителя является организация производственного процесса таким образом, чтобы сборка печатных плат была быстрой, эффективной и точной, насколько это возможно. Для решения проблемы мало закупить высокоскоростное оборудование, необходимо полностью пересмотреть весь производственный процесс. Только так можно гарантировать эффективную работу всех

составляющих производственной линии, синхронизированных между собой. Не имеет значения, как быстро функционируют отдельные машины, если нет целостного подхода ко всему процессу. Возможно, если бы руководители производств больше задумывались над этим, не было бы такой печальной статистики, когда у 80% российских предприятий фактические простои достигают 75% потенциального рабочего времени.



Выступает директор компании EMS Group Крис Малвихилл



Директор компании EMS Group Крис Малвихилл и руководитель научно-технологической службы «Диполь Технологии» Геннадий Мартынов


Генеральный директор ЗАО «Диполь Технологии» Сергей Рыбаков:

«Сейчас существует практика, когда выполняются сиюминутные задачи, но при этом забывается, что они — это лишь звенья одной цепочки. Подход «360 градусов», что и видно из его названия, призывает к «круговому», охватывающему все предприятие комплексному обзору, указывает на то, что попытка разобраться с одним узким проблемным местом может привести к еще большим проблемам во всем технологическом процессе. Подход «360 градусов» — это философия, а не конечный продукт. Мы его не продаем, и на него нет прайсовой стоимости. Этими семинарами мы хотим поменять идеологию производителей. Этими семинарами мы предлагаем предприятиям взглянуть на проблему производства более широко, и считаем это единственным правильным путем построения стратегических отношений с заказчиками».



Участники семинара

Один из докладчиков семинара — Крис Малвихилл (Chris Mulvihill), директор английской компании EMS Group, производящей беспроводные системы пожарной сигнализации, — поделился практическим опытом применения организационного подхода «360 градусов» на своем предприятии и дал конкретные рекомендации для оптимизации производства. Были обсуждены цели и задачи данного подхода и его влияние на эффективность предприятия. С докладом о технологиях внедрения

подхода «360 градусов» выступил руководитель научно-технологической службы «Диполь Технологии» Геннадий Мартынов. Участники семинаров — представители ведущих российских предприятий в области производства электроники — не преминули воспользоваться возможностью для общения и в ходе дискуссии задавали многочисленные вопросы. 

Рецепт успеха — контроль усилия обжима

ГУСТАВО ГАРСИЯ-КОТА (GUSTAVO GARCIA-COTA),
вице-президент компании Schleuniger, Inc.
по продукции для обжима



По работе я не раз посещал множество цехов по изготовлению проводных и кабельных жгутов для различных отраслей. Во время таких визитов я отмечал, что во многих случаях устройства контроля усилия обжима (УКУО) были отключены, независимо от марки, потому что инженеры и операторы использовали их неправильно. Надеюсь, что к вашему предприятю это замечание не относится, но я бы все-таки посоветовал нанести

внеплановый визит на участки обжима и выяснить, регулярно ли используются там подобные контролирующие устройства. Боюсь, что результат окажется неутешительным.

Почему же УКУО не используются работниками регулярно, несмотря на все свои преимущества? Одна из главных проблем — недостаточное понимание того, какие параметры влияют на способность устройства выявлять отклонения. Важность определения

качества обжима можно уподобить вниманию при выпечке пирога: ингредиентов множество, и если один из них некачественный или отсутствует, желаемого результата вы, скорее всего, не достигнете. В статье рассматриваются основы устройства системы определения качества обжима и обсуждаются аспекты, которые необходимо учесть, прежде чем отключать УКУО.

Что именно выявляет устройство контроля усилия обжима?

Прежде всего, важно понимать, что именно выявляет устройство контроля усилия обжима. В отрасли бытует мнение, что оно позволяет надёжно обнаруживать все общие ошибки обжима, совершенные в ходе обработки, в том числе:

- неверная длина зачистки;
- отсутствующие проволоки;
- неверное поперечное сечение провода;
- неверный тип зажима;
- неоднородность свойств материала зажима;
- обжим изоляции;
- ненадлежащая глубина вставки;
- ненадлежащая высота обжима.

Справедливо ли это мнение? Все зависит от конкретики. Таков правильный ответ, пусть он и ненаучный.

Многим невдомек, что сама по себе установка УКУО не решит всех проблем качества обжима. Основное назначение этого устройства — контроль технологического процесса с выявлением недопустимых отклонений от типовой кривой усилия обжима. Любое отклонение за установленные пределы допуска классифицируется устройством как нарушение качества обжима.

Оператор должен обучить УКУО распознавать качественный и некачественный обжим. Процесс обучения заключается в контроле нескольких обжатых образцов с ручной проверкой соблюдения всех параметров (усилие и высота обжима). После этого УКУО будет сравнивать параметры всех объектов контроля с этими данными. Таким образом, с точки зрения УКУО,

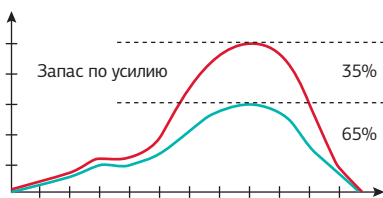
«некачественный» обжим означает, что фактическая кривая обжима выходит за пределы допуска, установленного в процессе обучения на заведомо качественных образцах. Но поскольку экран устройства контроля не вмещает все эти данные, оно просто сообщает о «некачественном» обжиге. Номинальные параметры обжима, которые нужно контролировать, разнятся в зависимости от области применения, и операторам необходимо научиться расшифровывать выводимую устройством информацию, чтобы понять, где произошло отклонение и действительно ли оно означает «некачественный» обжим.

Причины отклонений

Зная, что именно интерпретируется устройством контроля как «некачественный» обжим, оператор сможет учесть параметры, влияющие на кривую обжима. Есть множество факторов, от которых зависит качество обжима, а также влияние каждого из параметров на способность устройства контроля выявлять дефекты.

Важнейший фактор — осуществимость. Он определяется так называемым запасом по усилию — разностью между пиковым усилием обжима контакта с проводом и пиковым усилием

Рис. 1



обжима контакта без провода. Запас по усилию определяет «твердость» контакта по сравнению с проводом. Обычно оптимальным считается запас в 30–40% (рис. 1). При соблюдении этих условий можно легко выявлять такие дефекты, как отсутствующие проволоки, расположение проволок поверх изоляции, неправильное позиционирование и т.д.

Тип материала и твердость контакта — еще один важный фактор, влияющий на процесс обжима. Чем тверже контакт, тем меньше запас по усилию,



и тем сложнее будет выявлять другие проблемы обжима. Не последнюю роль играет и отделка, так как некоторые материалы сильнее «проскальзывают» относительно обжимного инструмента. Отдельные материалы (например, золото) имеют тенденцию скапливаться на инструменте в случае ненадлежащей смазки, что также влияет на кривую обжима. Очень важен допуск на толщину контакта, так как УКУО обнаружит отклонение по толщине, если у контролируемых образцов она больше, чем у тех, которые были введены в процессе обучения.

Еще один критически важный фактор — правильное сочетание провода, контакта и герметичного уплотнителя. Если провод слишком мал или слишком велик для используемых контакта и герметичного уплотнителя, УКУО будет трудно отличить качественный обжим от некачественного.

Необходимо также учитывать тип и качество провода. Важно, чтобы провод был хорошего качества и однородным по массе. Качество провода — одно из важнейших условий, поскольку для формирования из проволок газонепроницаемой сотовой структуры требуется от 30 до 40% усилия обжима. Если масса меди колеблется слишком сильно по длине провода, это значительно затруднит контроль усилия обжима.

Очень важно и число проводников, поскольку УКУО, как правило, способен обнаружить отсутствие лишь 10% или большего количества проводников. Поэтому, если всего в проводе семь проволок, устройство среагирует даже на одну недостающую проволоку, а если их 19, то для обнаружения такого дефекта необходимо, чтобы отсутствовали две или более проволоки. Изоляция также влияет на усилие обжима, хотя и в меньшей степени. Если изоляция снята чисто, усилие обжима определяется эффективнее.

Следующий критически важный фактор — аппликатор. Важно, чтобы он был хорошо смазанным и надежным, то есть качественно изготовленным, с хорошим механизмом подачи и качественным инструментом.

Правильно и своевременно обслуживаемый пресс с высокой повторяемостью и высоким значением индекса возможностей технологического процесса ($Cmk > 2,33$) обеспечит приложение одинакового усилия к системе из провода и контакта. Пресс должен быть сконструирован таким образом, чтобы его упругая деформация в процессе работы была неизменной и достаточной для измерения датчиками на раме (а значит, и для определения приложенного усилия). В случае датчиков, установленных на кулачке или станине, это тоже важно, хотя и в меньшей степени. Ключевую роль здесь играет индекс Cmk .

Среди прочего на процесс обжима влияет подготовка провода. Необходим качественно подготовленный

провод с неизменной длиной обрезки и зачистки, без поврежденных проволок. У проводов, зачищенных вручную, более вероятны повреждения и недопустимый разброс параметров, что ведет к большим отклонениям. Для получения наилучших результатов рекомендуется использовать качественные автоматические машины для резки и зачистки.

Немаловажным фактором является подача провода. В случае обжимного пресса с ручной подачей оператор должен неизменно подавать

правильно зачищенный и спрямленный провод в позицию останова, прежде чем запускать цикл обжима.

Часто пренебрегают таким фактором, как температура. Экстремальные температуры или колебания температур на заводе в течение дня могут повлиять на способность устройства контроля усилия обжима к выявлению отклонений.

Наконец, на результаты контроля усилия обжима влияет само устройство контроля. Важно, чтобы пользователь знал типы используемых устройства

контроля и тензодатчика, а также умел правильно располагать датчик.

УКУО могут быть очень эффективными средствами контроля качества, если пользователь понимает принцип их действия, учитывает все рассмотренные выше факторы и создает оптимальные условия для их работы. Внимательный учет этих факторов — единственный способ обеспечить надежное обнаружение дефектов обжима.

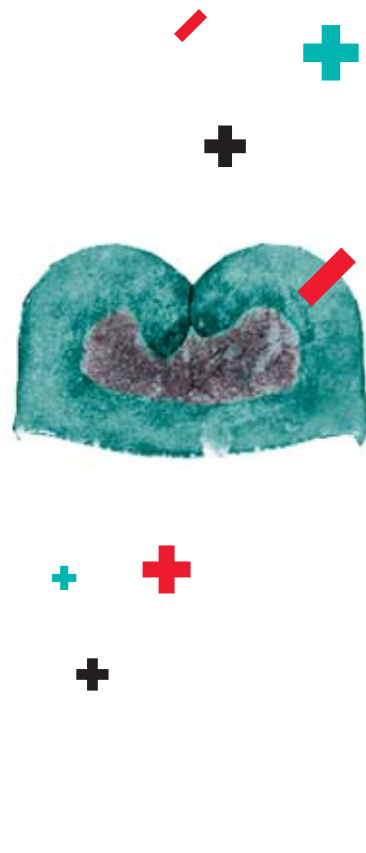
Правильная интерпретация данных

Самое важное для надлежащего контроля качества обжима — умение операторов читать и интерпретировать данные, которые выдает УКУО. Как уже отмечалось выше, оператор должен научить устройство контроля отличать качественный обжим от некачественного. Для этого необходимо провести первичное исследование осуществимости контроля с учетом всех упомянутых выше факторов. Поскольку производственный коллектив обычно мало участвует в решении вопроса о том, какое сочетание провода и контакта использовать, лучше всего определять осуществимость путем тщательного анализа до начала серийного производства с использованием данных материалов и инструмента.

Вот самые важные результаты такого анализа:

- индекс Срк для высоты обжима проводника;
- индекс Срк для усилия отрыва;
- данные микрографического анализа.

Индекс Срк отображает то, насколько большое количество выпускаемой продукции находится за верхней или нижней границей требований в зависимости от того с какой стороны дефектов продукции больше.



Микрографический анализ обжатого провода

Такой предварительный анализ даст ценную информацию о требуемой комбинации провода, контактов и параметров обжима.

Определившись с качеством обрودования и материалов, а также с запасом по усилию, необходимо далее назначить зоны обжима. Проще всего это сделать по графику кривой обжима в компьютере или встроенном программном обеспечении соответствующих машин. В некоторых случаях возникает нежелательный шум обрودования и контактов в начале и конце процесса обжима, известный под названием шума подачи (рис. 2). Он не критичен для процесса обжима, и его следует исключить из расчета путем фильтрации. Зоны обжима должны быть сосредоточены на рабочей части кривой обжима и запрограммированы в УКУО.

После фильтрации нежелательного шума можно построить типовую кривую обжима, усреднив данные по качественно обжатым проводам. Сколько отсутствующих проволок будет выявляться как дефект обжима в том или ином диапазоне, устанавливается методом проб и ошибок. Чтобы выяснить, как недостающие проволоки влияют на отклонение от типовой кривой обжима, можно удалять проволоки по одной. Этот тест позволит определить процент отсутствующих проволок, который способно выявить УКУО. После сбора всех этих данных рассчитывается допуск в процентах относительно усредненной кривой, построенной по данным контроля заведомо качественно обжатых проводов.

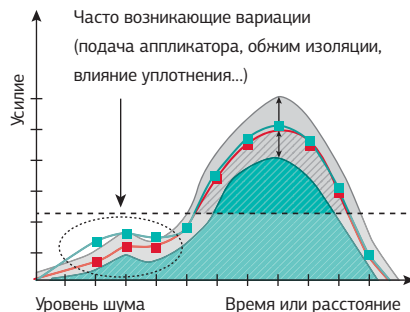


Рис. 2

Документирование результатов

Наконец, для определения надлежащих технологических параметров (сочетание контакта, провода, инструмента, устройства контроля усилия обжима и параметров обжима) важно документировать полученные результаты.

Если они всегда находятся под рукой и приведены в памятке рядом с обжимным прессом или загружаются автоматически в программное обеспечение машины, то обжим и контроль его качества будут всегда осуществляться

в соответствии с технологическими картами, а устройство контроля будет поставлять ценные данные для диагностики и устранения проблем качества обжима.

Заключение

Есть целый ряд факторов, которые следует принимать во внимание для успешного использования устройств контроля усилия обжима. Разумеется, все устройства контроля

поставляются с базовым набором параметров, пригодным для многих случаев. Но для профессионального их использования и создания продуктов высочайшего качества и надежности

необходимо удостовериться в надлежащей подготовке каждого ингредиента, прежде чем приступить к изготовлению — как и шеф-повару на кухне. В этом и состоит рецепт успеха. 📄



Мастер-класс по термографии

1 октября 2014 года в учебном классе компании «Диполь» состоялся семинар, посвященный термографии и практическому использованию тепловизоров Fluke. Мастер-класс проводил главный технический специалист Fluke Corporation Висенте Рибейро. Участникам мероприятия была представлена новая линейка тепловизоров Fluke.

Все участники мастер-класса получили возможность ознакомиться с основами термографии. Существенная часть мероприятия была посвящена практическим навыкам применения тепловизоров для профилактического обследования оборудования и устройств электротехнического и промышленного секторов, а также аспектам вибродиагностики

и комбинированной термо- и виброинспекции. На оборудовании Fluke продемонстрировали множество техник и методов: фокусировку, совмещение термо- и фотоизображений, беспроводную передачу параметров измерения, использование инфракрасных объективов, программное обеспечение для переносных устройств, корректировку и калибровку инструментов.

Простые решения сложных задач @ electronica 2014

11–14 ноября 2014 года промышленная и антистатическая мебель VIKING была представлена на крупнейшей международной выставке компонентов, систем и приложений электронной промышленности electronica 2014 в Германии. В новом выставочном центре Мюнхена (NEUE MESSE MUNCHEN) под слоганом «Plain solutions for intricate tasks» («Простые решения сложных задач») демонстрировались новинки 2014 года и уже зарекомендовавшие себя на рынке серии мебели и антистатического оснащения.





Выставка electronica — знаменитая мировая торговая ярмарка электронной промышленности. Это место, где ведущие производители, специализированные поставщики и новички представляют тенденции развития отрасли, в том числе широкий диапазон деталей и комплектующих, системные решения, оборудование и программное обеспечение. Это инновации, которые являются движущей силой во всех ключевых областях — в автомобильной и микроэлектронике, мобильной связи и встроенных системах.

Согласно отчетам организаторов выставки (Messe München GmbH), в год своего 50-летия electronica добилась выдающихся результатов: для участия в работе выставки прибыло свыше 73000 профессионалов из 80 стран и 2737 компаний-экспонентов из 50 стран, вместе они отпраздновали юбилей крупнейшего делового форума в сфере электроники. Устроители выставки отмечают, что число международных посетителей увеличилось



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

с 47 до 50%, наибольшее количество гостей прибыло из разных регионов Германии, а также Италии, Австрии, Великобритании, Ирландии, Швейцарии, Франции, Чехии и США. По сравнению с предыдущими годами возросло и количество специалистов, посетивших electronica, прежде всего из Италии, Китая, Австрии, Индии и Словении. Свои продукты, услуги и новые технологии представили 2737 компаний-экспонентов, что на 2,5% больше по сравнению с прошлым мероприятием. Максимальное количество участников мероприятия прибыло из Германии, Китая, Тайваня, США, Великобритании, Гонконга, Италии, Франции, Швейцарии и Южной Кореи.





Промышленная мебель VIKING — постоянный участник крупнейших международных выставок электронной промышленности, и каждый раз мы увеличиваем размеры стендов и модельный ряд экспонируемой мебели, повышая таким образом узнаваемость бренда VIKING в Европе и количество зарубежных партнеров и заказчиков.

На выставке electronica 2014 на стенде промышленной мебели VIKING были представлены:

- Рабочие столы в антистатическом и общепромышленном исполнении, в том числе новые серии автоматических столов «Альянс» и столы серии «Альфа» с нестандартной фигурной столешницей.

- Антистатические стулья и кресла.
- Подкатные стойки, в том числе новая ремонтная стойка СТ-ВР и столики.
- Стеллажи и шкафы для хранения комплектующих, документов и оборудования с жалюзиными створками.
- Приборы ESD-мониторинга и аудита.
- Различные виды аксессуаров для дополнительного оснащения рабочих мест.

На нашем стенде вместе с сотрудниками головного офиса, как и в предыдущем году, работали представители европейского подразделения «Диполь» (DIPAUL s.r.o.). Это подразделение, в частности, занимается управлением центральноевропейского склада, способствуя продвижению промышленной мебели VIKING и антистатического оснащения VKG Tools на европейский рынок, и оказывает поддержку дистрибьюторам из стран Европы.



Пользуясь возможностью, мы побеседовали с Йозефом Сикорой, директором пражского подразделения компании «Диполь»

— ЙОЗЕФ, РАССКАЖИТЕ, ПОЖАЛУЙСТА, О ЕВРОПЕЙСКОМ ПОДРАЗДЕЛЕНИИ КОМПАНИИ «ДИПОЛЬ» И ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

— Компания DiPaul s.r.o. была основана в 2013 году как европейский филиал компании «Диполь» для обеспечения прямой доступности продукции VIKING при поставках в Европу и более полной поддержки локальных дистрибьюторов и партнеров. А также для предоставления тех услуг, которые затруднительно оказывать из головного российского офиса.

Мы осуществляем продажи и проводим технические тренинги для наших партнеров, обеспечиваем соответствие продукции местным нормам и законодательствам ЕС, управляем работой центрального склада, поддерживая достаточное количество готовой продукции и запасных комплектующих. И в целом организуем весь цикл работ по прямым поставкам оборудования марки VIKING как для наших дилеров, так и для конечных пользователей. Также мы инициируем и вносим свой вклад в различные маркетинговые мероприятия в целях повышения узнаваемости бренда VIKING и признания продукции на рынке. Благодаря

управлению цепочками поставок мы имеем возможность постоянно уменьшать итоговую стоимость продукции для наших партнеров, используя эффект масштаба на всех уровнях и, таким образом, делаем продукты VIKING более конкурентоспособными и привлекательными для конечных потребителей. И последнее, но не менее значимое — мы привносим в деловые отношения с местными потребителями лучшее понимание требований локальных рынков, гибкость, внимание к деталям и быстрый отклик.

— ВЫ РУКОВОДИТЕ ЕВРОПЕЙСКИМ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕМ КОМПАНИИ «ДИПОЛЬ» УЖЕ БОЛЕЕ ПОЛУТОРА ЛЕТ. КАКИХ УСПЕХОВ УДАЛОСЬ ДОБИТЬСЯ?

— В целом 2014-й был годом вызовов и испытаний для компании. Одни из главных наших задач в этот период — становление компании и развитие ее бизнес-стратегии, создание профессиональной и ответственной команды, выбор поставщиков дополнительных услуг, расширение сети дистрибьюторов VIKING, увеличение оборота и рыночной доли компании.

Несмотря на возникновение целого ряда проблем и препятствий, мы все

же можем похвастаться достигнутыми результатами. Компания DiPaul s.r.o. уже превратилась в хорошо организованную структуру. Большая часть товарной номенклатуры доступна для заказа со склада и, согласно нашей статистике, свыше 85% заказов обрабатываются и отгружаются течение 24 часов, тогда как раньше данный процесс занимал до шести недель. Наш логистический центр гарантирует доставку товаров пользователю в любом уголке Европы в течение одного дня, причем у клиента есть возможность отслеживать состояние своей заявки в режиме онлайн. И мы способны выполнить любой заказ, как большого, так и малого объема. У нас имеется достаточный резерв запасных частей на складе, и в случае необходимости мы обеспечиваем незамедлительную замену. Мы внесли свой вклад в точечные изменения для соответствия товаров локальным требованиям, а также в процесс европейской сертификации. По сравнению с прошлым годом расширена наша доля участия на рынке, выручка увеличена более чем в два раза. В настоящий момент промышленная и антистатическая мебель VIKING активно продвигается 30 основными партнерами в 17 странах.

— НА КАКИЕ РЫНКИ И СТРАНЫ ВЫ В ОСНОВНОМ ОРИЕНТИРУЕТЕСЬ?

— Мы в основном фокусируемся на антистатической мебели. При том, что этот рынок достаточно узкий и нишевой, он демонстрирует несомненный рост и потенциал. Опыт показывает, что высокое качество нашей продукции в сочетании с привлекательной ценой является уникальным для данного рынка, и предлагаемое нами соотношение цены и качества недостижимо для любого из конкурентов. Наша конечная цель — стать лидером рынка в данном сегменте.

С точки зрения географии мы усилили позиции VIKING на традиционных для продукта рынках: в Нидерландах, Бельгии, Венгрии, Франции и Германии. В 2014 году расширили сотрудничество с компаниями-дистрибьюторами в Чехии и Испании, установили контакты с дистрибьюторами на рынках Словакии, Польши, Швеции, Италии, Австрии, Швейцарии и Великобритании. Мы даже начали экспортировать нашу продукцию в такие экзотические для данного оборудования регионы, как Пакистан и ОАЭ.

— МЫ ЗНАЕМ, ЧТО НЫНЕШНЯЯ РАБОТА ДЛЯ ВАС ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРВЫМ ОПЫТОМ ТЕСНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА С РОССИЙСКОЙ КОМПАНИЕЙ. МОЖЕТЕ ЛИ ВЫ ВЫДЕЛИТЬ КАКУЮ-ТО СПЕЦИФИКУ ИЛИ ТРУДНОСТИ В СВЯЗИ С ЭТИМ?

— Прежде всего хочется отметить, что коллектив наших российских коллег — это без всяких исключений команда профессионалов. Трудлюбивых, квалифицированных, ориентированных на общий успех компании и удовлетворение требований заказчиков. Поэтому я бы не стал употреблять слово «трудности». Мы сталкивались с некоторыми «вызовами», обусловленными в большей степени культурными различиями

и различиями в особенностях ведения бизнеса. Российский и европейский рынки очень различаются как в размерах, разнообразии и правовых ограничениях, так и в принятых нормах, культурных особенностях и ожиданиях потребителей. Эти рынки соответственно требуют и различных подходов, бизнес-моделей и услуг. В самом начале нам пришлось преодолеть небольшой взаимный «культурный шок», но благодаря открытости всех участвующих сторон мы вместе скорректировали бизнес-процессы и добились равно и взаимовыгодного сотрудничества.

— КАКИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ СТОЯТ ПЕРЕД КОМПАНИЕЙ СЕЙЧАС?

— Наша основная стратегическая задача — как заслуживающего доверия и уважения партнера — стать поставщиком номер один по направлению антистатической мебели и одним из ведущих игроков рынка электроники, лабораторного оборудования и оборудования для чистых комнат.

Наша миссия состоит в том, чтобы продвигать, продавать и развивать торговую марку VIKING в Европе, обеспечивать техническую и постпродажную поддержку партнеров и заказчиков. Компания должна обеспечивать поставку всех товаров с неизменно высоким качеством и в оговоренные сроки, любые коммуникации с заказчиками должны быть быстрыми и точными, а любые запросы разрешаться в кратчайший срок, поскольку мы обязаны быть выше уровня ожиданий клиентов и максимально удовлетворять их потребности.


— КАКОВЫ ВАШИ ВПЕЧАТЛЕНИЯ О ПРОШЕДШЕЙ ВЫСТАВКЕ ELECTRONICA 2014 И ЕЕ РЕЗУЛЬТАТАХ?

— Выставка electronica 2014 стала успешной и сама по себе, и как деловое

мероприятие для нашей компании. На выставочном стенде мы с радостью приняли большое количество посетителей, искренне заинтересовавшихся нашей продукцией и компанией. Выставка предоставила возможность не только еще раз встретиться с партнерами и вживую показать им новинки ассортимента (новые столы серии «Альфа», революционное решение для автоматического изменения высоты столешницы в серии «Альянс», нестандартные решения для оснащения рабочих мест, новое привлекательное ESD-кресло), но и представить компанию и продукцию новым перспективным клиентам. Мы смогли на практике показать, что более чем конкурентоспособные цены ни на долю процента не снижают качество продукта.

— РАССКАЖИТЕ НЕМНОГО О ВАШИХ ПЛАНАХ НА 2015 ГОД.

— Основными целями на предстоящий год по-прежнему будут увеличение доли рынка на уже охваченных территориях и выход на рынки остальных стран Европы. Мы хотим установить партнерские отношения и развить дилерскую сеть в Болгарии, Румынии, Греции, Балканском и Скандинавском регионах, а также увеличить активность в Великобритании, Италии и Франции. Наша цель — сделать антистатическую мебель VIKING продукцией «выбора по умолчанию» в странах Европы.

Для реализации поставленных целей мы планируем вкладывать наши ресурсы в совершенствование маркетинговой стратегии, продвижение и развитие торговой марки. Можно сказать, что наш план — сделать в Европе само слово Viking синонимом высококачественной промышленной и антистатической мебели по адекватной цене. 



Шумовая ГОЛОВОЛОМКА

Методы измерения фазового шума

РИЧАРД ОВЕРДОРФ (RICHARD OVERDORF),
Keysight Technologies



УОЛТ ШУЛЬТ (WALT SCHULTE),
Keysight Technologies

Процесс отделения полезного сигнала от шумов представляет собой серьезную проблему, с которой сталкиваются многие инженеры, работающие с ВЧ- и СВЧ-оборудованием. Разработчики новейших РЛС и коммуникационных систем часто используют сложную обработку для извлечения максимума информации из слабых или искаженных сигналов.

И основным врагом здесь является, как правило, фазовый шум, ограничивающий характеристики приемной системы. Он, например, уменьшает возможность обработки доплеровского смещения в импульсных РЛС и увеличивает амплитуду вектора ошибки (EVM) в коммуникационных системах с цифровой модуляцией.

Измерение фазового шума часто напоминает головоломку, состоящую из множества хитроумных деталей, которые очень трудно соединить между собой. Даже при наличии современного оборудования и передовых технологий процесс измерения и интерпретации результатов остается до некоторой степени неоднозначным. Чтобы помочь в решении этой головоломки, авторы статьи дают общее представление об источниках фазового шума, а потом описывают три самых распространенных метода измерения и рассказывают, где они применяются.



ОСНОВЫ: стабильность и шумы

В сущности, любой фазовый шум порождается нестабильностью частоты сигнала. Долговременная нестабильность, например, задающего генератора может определяться за часы, дни, месяцы и даже годы. Кратковременная нестабильность определяется изменениями частоты за несколько секунд и менее. Такие кратковременные изменения значительно сильнее влияют на системы, которые используют сложную обработку для извлечения информации из сигнала. Поэтому мы сосредоточимся на кратковременной нестабильности.

Кратковременную нестабильность можно описать многими способами, но самым распространенным показателем является фазовый шум в одной боковой полосе (SSB). Национальный институт стандартов и технологий США (NIST) определил фазовый шум SSB как отношение двух показателей мощности: плотности мощности при определенной отстройке по частоте от несущей и суммарной мощности несущей. Как правило, это измерение выполняется в полосе 1 Гц при отстройке на «f Гц» от несущей и выражается в дБн/Гц или в «децибелах по отношению к мощности несущей в полосе 1 Гц».

Уровень фазового шума однозначно связан с несущей частотой и повышается на 6 дБ при каждом удвоении частоты. В результате при измерении параметров компонентов

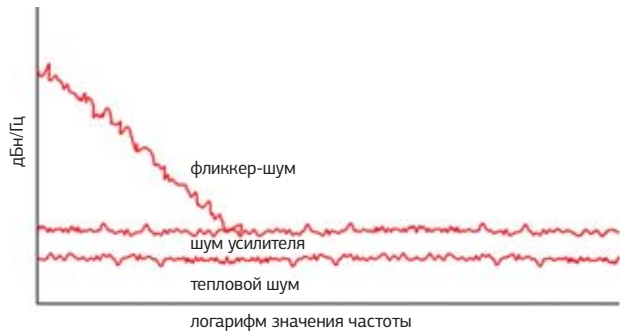


Рис. 1. Три основных компонента шума, определяющие теоретический нижний предел измерения фазового шума

РЛС и коммуникационных систем фазовый шум несущей 1 ГГц может лежать в диапазоне примерно от -40 дБн/Гц «вблизи несущей» (отстройка 1 Гц и менее) и до -150 дБн/Гц «вдали от несущей» (отстройка 10 кГц и более). При столь низких уровнях большое влияние начинают оказывать два микроскопических физических эффекта: тепловой шум пассивных устройств, который является широкополосным и равномерным (белый шум), и фликкер-шум активных устройств, который имеет форму $1/f$ (розовый шум) и становится больше теплового шума при меньших отстройках от несущей. Оба эти эффекта неизбежны и присутствуют во всем тракте прохождения сигнала: в измерительном приборе, в источнике измеряемого сигнала и даже в кабелях, которые их соединяют.

Другим источником шумов, о котором часто забывают, являются имеющиеся в сигнальном тракте усилители. Хотя основная их задача — повышение мощности слабых сигналов, они добавляют собственные шумы и усиливают входной шум. В результате шум усилителя, тепловой шум и фликкер-шум объединяются и придают графику фазового шума характерную форму, а также, что еще важнее, снижают теоретический предел любого измерения фазового шума (рис. 1).

Все эти эффекты присутствуют в фазовом шуме высококачественных генераторов сигналов. Например, источники шумов можно проследить до основных функциональных блоков на структурной схеме прибора (рис. 2). При отстройке менее 1 кГц преобла-

дает шум задающего генератора, частота которого умножается до частоты несущей. Другими основными «вкладчиками» являются: синтезатор при отстройках примерно от 1 до 100 кГц, задающий генератор на основе железо-иттриевого граната (ЖИГ)

в диапазоне от 100 кГц до 2 МГц и выходной усилитель при отстройках более 2 МГц. Если правильно учитывать эти эффекты, их можно минимизировать, добившись наилучших характеристик.

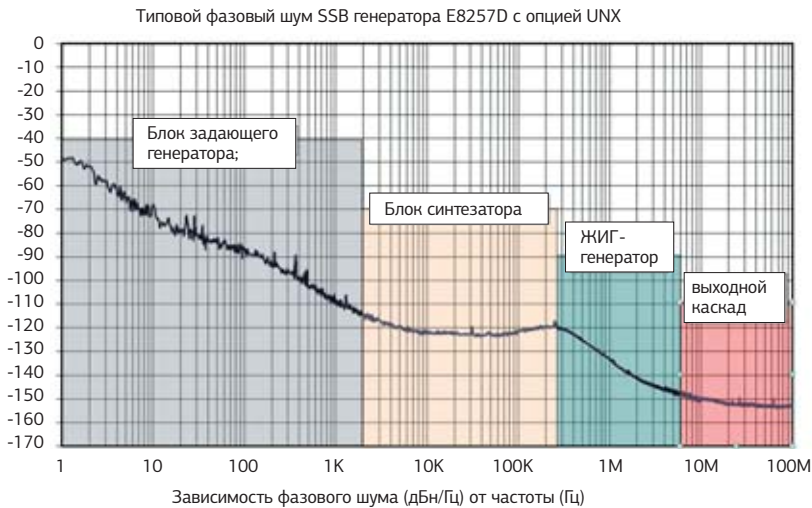


Рис. 2. Составляющие фазового шума генераторов сигналов можно проследить до его основных функциональных блоков

Измерения: три подхода

Методы измерения фазового шума эволюционировали с развитием анализаторов спектра. В этом разделе статьи мы рассмотрим три метода, сложность которых простирается от базовой до средней: прямое измерение спектра, метод фазового детектора, перекрестная корреляция двух каналов. В следующем разделе сравниваются измерительные решения, способные реализовать один или несколько из этих методов.

Метод прямого измерения спектра

Это самый старый и, возможно, самый простой метод измерения фазового шума. Источник измеряемого сигнала или тестируемое устройство просто подключают к входу анализатора спектра или сигналов, который настраивают на частоту несущей. Затем измеряют два параметра: спектральную плотность мощности (PSD) шума задающего генератора при указанной отстройке по частоте и мощность несущей, после чего определяют отношение этих двух значений.

Для получения точных результатов по этому методу приходится применять всевозможные поправки, что вообще характерно для всех простых методов измерения. Например, может потребоваться поправка на шумовую полосу фильтров ПЧ анализатора (RBW). Кроме того, может понадобиться поправка на особенности поведения пикового детектора анализатора, который может показывать заниженное значение мощности шума.

В былые времена все эти поправки делались вручную, и полезную информацию об этом можно почерпнуть из рекомендаций по применению Agilent № 150. Сегодня эти дополнительные шаги уже не нужны, если воспользоваться анализатором сигналов, оснащенный функцией маркера интервала-полосы/интервала-плотности (для измерения PSD), или встроенным приложением для измерения фазового шума.

Впрочем, время и опыт вскрыли потенциальные ограничения этого метода. Большинство из них связано с недостатком качества или несовершенством характеристик анализатора спектра: на результаты измерения может повлиять остаточная ЧМ гетеродина анализатора,

боковые полосы шума или фазовый шум анализатора и собственные шумы анализатора. Кроме того, большинство анализаторов спектра измеряет только скалярную амплитуду боковых полос шума источника сигнала. В результате анализатор не может отличить

амплитудный шум от фазового. И наконец, процесс усложняется необходимостью измерения шума при каждой интересующей вас отстройке частоты, а на это может уйти очень много времени.

Метод фазового детектора

Для отделения фазового шума от амплитудного можно использовать фазовый детектор. Как показано на рис. 3, фазовый детектор преобразует разность фаз двух входных сигналов в напряжение на выходе детектора. Если разность фаз равна 90° , напряжение бу-

дет равно нулю. Любое отклонение разности фаз от этого значения вызовет соответствующие флуктуации выходного напряжения.

Эта концепция лежит в основе многих распространенных методов измерения фазового шума. Наиболее

интересны для нас три из них: метод опорного источника/фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), метод частотного дискриминатора и метод гетеродинного цифрового дискриминатора.

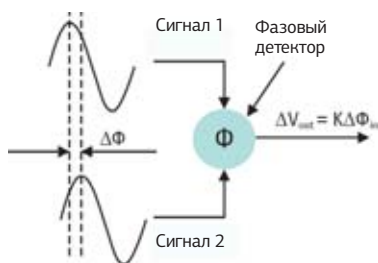


Рис. 3. Базовая концепция фазового детектора, которую можно реализовать многими способами

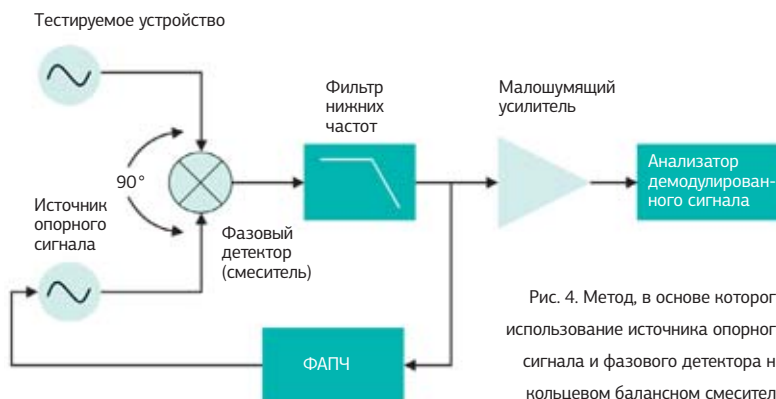


Рис. 4. Метод, в основе которого использование источника опорного сигнала и фазового детектора на кольцевом балансном смесителе

Метод опорного источника / ФАПЧ

Это адаптация метода фазового детектора. В качестве детектора используется кольцевой балансный смеситель, на входы которого подаются опорный и измеряемый сигналы (рис. 4). Опорным сигналом управляют так, чтобы он соответствовал по частоте измеряемому сигналу, но имел сдвиг фаз на 90° . Чтобы обес-

печить точное измерение, нужно либо точно знать фазовый шум опорного сигнала, либо он должен быть пренебрежимо малым.

Суммарная частота смесителя подавляется фильтром нижних частот, а разностная частота равна 0 Гц со средним значением амплитуды 0 В (постоянное напряжение). Поверх

постоянного напряжения расположены флуктуации, пропорциональные суммарному шуму двух входных сигналов. Этот демодулированный сигнал обычно усиливают маломощным усилителем и подают на анализатор спектра.

Этот метод обладает наилучшей чувствительностью и самым широким диапазоном отстройки частоты: от 0,1 Гц до 100 МГц. Кроме того, он не чувствителен к шуму АМ, и с его помощью можно отслеживать дрейфующие источники.

Однако при его применении возникают две потенциальные проблемы. Во-первых, источник опорного сигнала должен быть малошумящим, и его нужно настраивать электронным способом. Во-вторых, если измеряемый сигнал имеет большую скорость

дрейфа, то опорный источник должен иметь возможность перестраиваться в широком диапазоне.

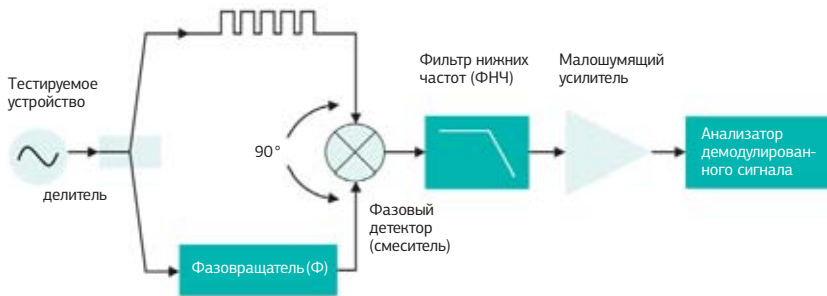


Рис. 5. Разделение измеряемого сигнала и управление им с помощью линии задержки и фазовращателя позволяет обойтись без источника опорного сигнала

Метод частотного дискриминатора

Чтобы упростить измерительную схему и процесс измерения, в этом методе исключено применение источника опорного сигнала, его заменяют аналоговой линией задержки. Как показано на рис. 5, измеряемый сигнал разделяется на два канала. В одном канале сигнал задерживается по отношению к другому, и линия задержки преобразует изменения частоты в изменения фазы. Настройка линии задержки позволяет добиться сдвига фазы между двумя входами смесителя на 90°. Далее фазовый детектор преобразует флуктуации

фазы в колебания напряжения, которые измеряются как частотный шум анализатором спектра. Затем частотный шум преобразуется в фазовый шум измеряемого сигнала.

Один из недостатков этого метода заключается в пониженной чувствительности измерений, особенно при малых отстройках частоты. Увеличение линии задержки улучшило бы чувствительность, но это может снизить отношение сигнал/шум и ограничить максимальную измеряемую отстройку по частоте. Кроме того, потери,

вносимые линией задержки, могут быть слишком велики при небольшом уровне измеряемого сигнала.

В результате этот метод хорошо работает с несинхронными источниками, такими как LC-генераторы и генераторы с объемным резонатором. Как правило, эти источники создают зашумленные сигналы высокого уровня с низкочастотными фазовыми шумами или с большим уровнем паразитных составляющих вблизи несущей, что может ограничить возможности метода ФАПЧ.

Метод гетеродинного цифрового дискриминатора

Современные технологии позволяют заменить аналоговую линию задержки гетеродинным цифровым дискриминатором. В схеме на рис. 6 измеряемый сигнал преобразуется смесителем и синхронизированным по частоте гетеродином в сигнал промежуточной частоты (ПЧ). Сигнал ПЧ

сначала усиливается и оцифровывается, а затем разделяется и задерживается с помощью цифрового сигнального процессора (DSP). Как и в предыдущем методе, задержанная версия сигнала сравнивается с незадержанной версией с помощью цифрового смесителя, а задержку

настраивают так, чтобы добиться сдвига фазы на 90°. Выход смесителя фильтруется, чтобы удалить суммарную составляющую и оставить только низкочастотную составляющую, которая обрабатывается для получения значения фазового шума.

Этот метод хорошо подходит для измерения сравнительно больших фазовых шумов, свойственных задающим генераторам и нестабильным источникам сигналов. Он обладает более широким диапазоном измерения, чем метод ФАПЧ, и позволяет обойтись без

коммутации линии задержки, используемой в методе частотного дискриминатора. Кроме того, при установке задержки в ноль с помощью гетеродинного метода можно просто и точно измерять шум АМ, не меняя схемы и ВЧ-соединений.

К недостаткам гетеродинного цифрового дискриминатора относится то, что динамический диапазон измерения ограничен малошумящим усилителем и аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Эту проблему решает следующий метод.

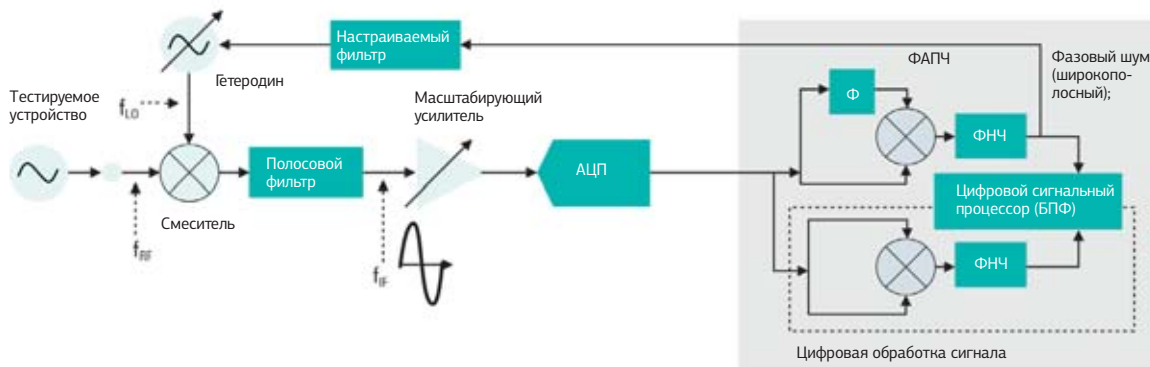


Рис. 6. Цифровые технологии позволяют имитировать аналоговую линию задержки и выполнять точные измерения фазового шума

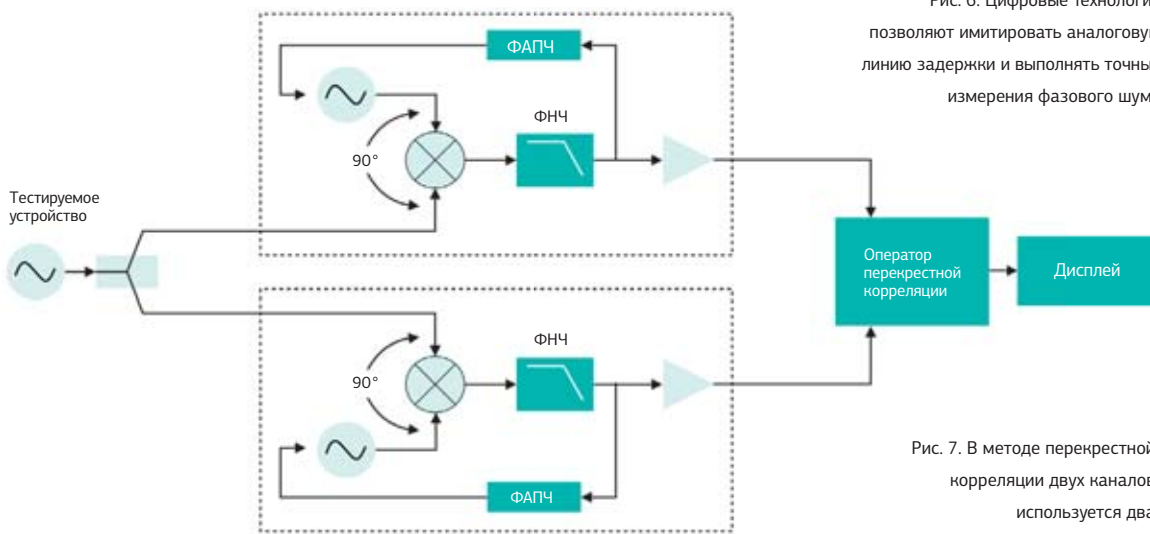


Рис. 7. В методе перекрестной корреляции двух каналов используется два фазовых детектора

Метод перекрестной корреляции двух каналов

При этом подходе используют два дублирующихся канала опорного источника/ФАПЧ внутри измерительного прибора и рассчитывают перекрестную корреляцию между двумя

результующими выходами (рис. 7). Поскольку шум измеряемого сигнала в обоих каналах является когерентным, расчет перекрестной корреляции на него не влияет. В отличие от этого

внутренний шум самих каналов не когерентен, поэтому операция перекрестной корреляции уменьшает его в корень квадратный из числа корреляций.

Число корреляций непосредственно определяет время измерения. Как правило, число корреляций выбирает пользователь. Увеличение числа корреляций снижает вклад шума каналов (табл. 1), но увеличивает время измерения.

Поскольку двухканальная методика снижает шум измерения, она обеспе-

чивает превосходную чувствительность, а благодаря применению цифровой обработки сигнала для этого не требуется исключительных характеристик от контрольно-измерительного оборудования. Кроме того, этот метод обладает большим динамическим диапазоном по сравнению с описанным выше методом цифрового дискриминатора.

Благодаря этим преимуществам метод перекрестной корреляции двух каналов особенно удобен для измерения несинхронизируемых задающих генераторов. В общем случае он обеспечивает высокую точность измерения фазовых шумов для многих типов источников сигнала и задающих генераторов.

Таблица 1. Снижение уровня некогерентного шума в зависимости от увеличения числа корреляций

ЧИСЛО КОРРЕЛЯЦИЙ	10	100	1000	10000
Снижение шума	-5 дБ	-10 дБ	-15 дБ	-20 дБ

Сравнение решений для измерения фазового шума

В настоящее время к имеющимся измерительным решениям относятся универсальные анализаторы спектра, специализированные приборы и модульные системы на основе ПК. Основная разница заключается в их возможностях, гибкости и характеристиках, которые определяют минимальную и максимальную отстройку частоты, доступную для данного решения.

Универсальный анализатор спектра или анализатор сигналов, оснащенный опциональным приложением для измерения фазового шума, позволяют реализовать метод прямого измерения спектра. В большинстве случаев приложение автоматически выполняет необходимые измерения шума и несущей, а затем вносит необходимые поправки. Результаты могут быть представлены в виде графика шума в логарифмическом масштабе (зависимость дБн/Гц от логарифма частоты) и в табличной форме, содержащей значения фазового шума при определенных значениях отстройки по частоте. Обычно это решение хорошо работает с малыми отстройками, такими как 10 или 100 Гц, и с большими отстройками порядка 10 МГц.

Реализация более сложных методов фазового детектора или перекрестной корреляции обычно требует применения специализированных автономных или модульных решений. Например, прибор, получивший название анализатора источников сигнала, представляет собой специализированный автономный прибор, предназначенный для измерения фазового шума и других параметров источника. Уникальный анализатор источников сигнала (SSA) содержит малошумящие опорные источники, обладает чрезвычайно низким уровнем собственных шумов и имеет цифровой сигнальный процессор, необходимый для реализации методов гетеродинного цифрового дискриминатора и перекрестной корреляции двух каналов. Он хорошо справляется с измерениями при таких малых отстройках частоты, как 1 Гц, и таких больших, как 1 ГГц. Кроме того, специализированная направленность

прибора означает простоту управления, настройки и калибровки.

Некоторые модульные решения на базе ПК можно настроить на выполнение измерений по методу фазового детектора, например по методу опорного источника/ФАПЧ или методу частотного дискриминатора с аналоговой линией задержки. В configura-

цию включен опорный источник/ФАПЧ, и при использовании высококачественного гетеродина такое решение часто обладает характеристиками и возможностями, необходимыми для измерения очень малых фазовых шумов при отстройке частоты порядка 0,01 Гц. В режиме частотного дискриминатора система может измерять

очень малые фазовые шумы при больших отстройках. Впрочем, несмотря на ее гибкость, имеются и некоторые недостатки: настройку и калибровку выполнять сложнее, чем в решениях на основе анализаторов источников сигнала или анализаторов сигналов.

Проверка собственных решений

Для проверки измерительных схем можно использовать калиброванный сигнал фазового шума. Например, образцовый сигнал пригодится вам – особенно при разработке решений для прямого измерения спектра, которые включают самостоятельно написанные программы, вносящие необходимые поправки. Описанный здесь подход применим к любому методу измерения фазового шума.

Надежный испытательный сигнал можно создать, подавая однородный

шум на ЧМ-вход генератора сигналов. Спад боковых полос шума будет постоянным и равным -20 дБ на декаду. Нужный уровень боковых полос можно получить, меняя девиацию сигнала ЧМ.

Пример, показанный на рис. 8, получен с помощью однородного шума, модулированного с частотой 500 Гц. Это позволило получить фазовый шум -100 дБн/Гц при отстройке частоты на 10 кГц.




Рис. 8. Однородный испытательный сигнал, который можно использовать для проверки характеристик собственных решений для измерения фазового шума

Важные уточнения

Фазовый шум является одним из наиболее важных показателей качества ВЧ- и СВЧ-генераторов. Особенности конструкции этих устройств помогают определить, какие методы и решения лучше всего подходят для точного измерения их фазового шума.

Представленные здесь методы и решения допускают определенные упрощения и наиболее экономически эффективны. И хотя инженеры, не специализирующиеся

на измерениях фазового шума, могут получить превосходные результаты на основе этих подходов, возможно, что в некоторых случаях потребуются помощь эксперта для интерпретации результатов, которые могут оказаться весьма неоднозначными. 



Про качество и количество

**Один мощный источник питания
или несколько менее мощных –
что лучше для питания устройств?**

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 Алексей Телегин расскажет о различных вариантах питания для нескольких устройств одновременно.



Алексей Телегин, ведущий блога
по источникам питания
KeysightTechnologies

Если вам нужно одновременно подать питание на несколько тестируемых устройств (ТУ), вы можете использовать несколько маломощных источников питания для питания каждого отдельного ТУ (рис. 1) или один мощный источник питания для питания всех ТУ одновременно (рис. 2). Каждый из этих вариантов имеет свои достоинства и недостатки. При подробном рассмотрении преимущества нескольких маломощных источников питания превосходят числом преимущества одного мощного источника. Преимущества выбора нескольких маломощных источников питания.

Схема питания нескольких ТУ от маломощных источников питания

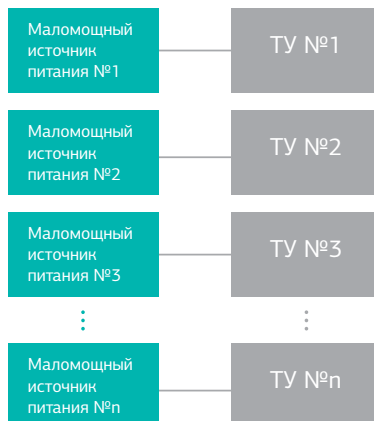
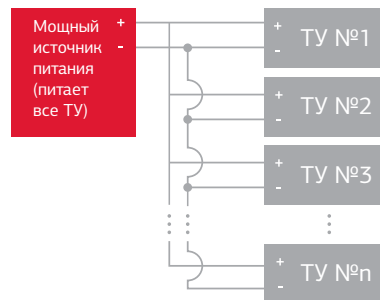


Схема питания нескольких ТУ от одного мощного источников питания



Преимущества выбора нескольких маломощных источников питания

Выбор нескольких маломощных источников питания обеспечивает:

- Измерение токов потребления отдельных ТУ без дополнительного оборудования;
- Контроль напряжения отдельных ТУ;
- Отключение отдельные ТУ в случае их отказа;
- Обеспечение гальванической развязки отдельных ТУ за счёт реле, установленных в источнике питания;
- Отсутствие влияние пускового тока одного ТУ на напряжение питания другого ТУ;
- Отсутствие влияния отказа одного ТУ на тестирование другого ТУ;
- Влияние только на одно ТУ при отказе источника питания.

Преимущества выбора одного мощного источника питания


Такой выбор приводит к:

- Меньшей стоимости оборудования;
- Необходимости калибровки только одного источника питания.

О недостатках каждого из выборов

Недостатки нескольких маломощных источников питания сводятся к тому, что суммарная стоимость всех источников оказывается больше необходимой, и большее число источников дольше калибровать. Недостатки одного мощного источника питания заключаются в том, что он не дает ни одного из преимуществ, перечисленных для маломощных источников питания.

Думайте сами, решайте сами

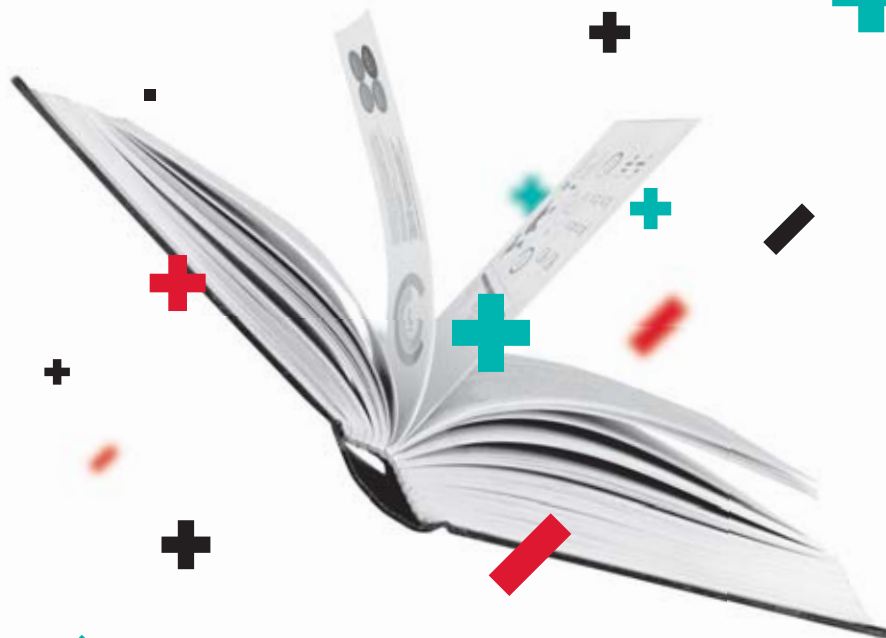
Как видите, несколько маломощных источников питания имеют больше преимуществ, чем один мощный источник. В случае одного мощного источника питания можно включить последовательно с каждым ТУ амперметр и реле, однако это значительно увеличит стоимость системы. Если ваша задача не требует отдельного контроля питания каждого ТУ то, вероятно, вы можете использовать схему с одним большим источником питания. В противном случае используйте несколько маломощных источников питания, чтобы получить характеристики, измерительные функции и гибкость, необходимые для тестирования ваших ТУ. 

Ссылка на блог по источникам питания Keysight Technologies.





ДИПОЛЬ



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



В ногу с инновациями

Компания «Диполь» приняла участие в VII Петербургском международном инновационном форуме, который проходил с 1 по 3 октября 2014 года на площадке Ленэкспо.

В работе Форума приняли участие около 370 иностранных специалистов, прибывших из 17 стран мира, представители ведущих российских компаний и вузов, а также иностранные производители. Представители 68 городов из 48 регионов Российской Федерации участвовали в работе форума.

Последние разработки в сфере промышленности продемонстрировали в рамках выставки около 350 компаний из 12 регионов России и шести стран. Впервые были представлены экспозиции стран Азиатско-Тихоокеанского региона: Китая, Тайваня и Японии.




Форум запомнился большим количеством подписанных соглашений и меморандумов. Масштабно обсуждался вопрос коммерциализации инноваций, развития молодежного инновационного предпринимательства и внедрения разработок в производство. Большое внимание было привлечено к теме модернизации промышленности и импортозамещения.

В преддверии открытия Петербургского международного инновационного форума вице-президент Союза промышленников и предпринимателей, председатель совета директоров группы компаний «Диполь» Николай Ковалев поделился размышлениями о ключевых моментах инновационного производства:

«Инновация должна существовать в каждой компании. Как в раз-

рабатывающих и производящих, так и в продающих компаниях должна быть инновационная надстройка, которая анализирует, создает новые продукты и двигает вперед. В любом современном инновационном производстве необходим центр исследований и разработок. Необходимо понимать, что мы производим, какие перспективы у того, что мы производим и как мы соотносимся с рынком на определенный момент времени. Этот мозговой центр и определяет позиционирование продукта на рынке. Только после этого можно говорить о создании эффективного производства.

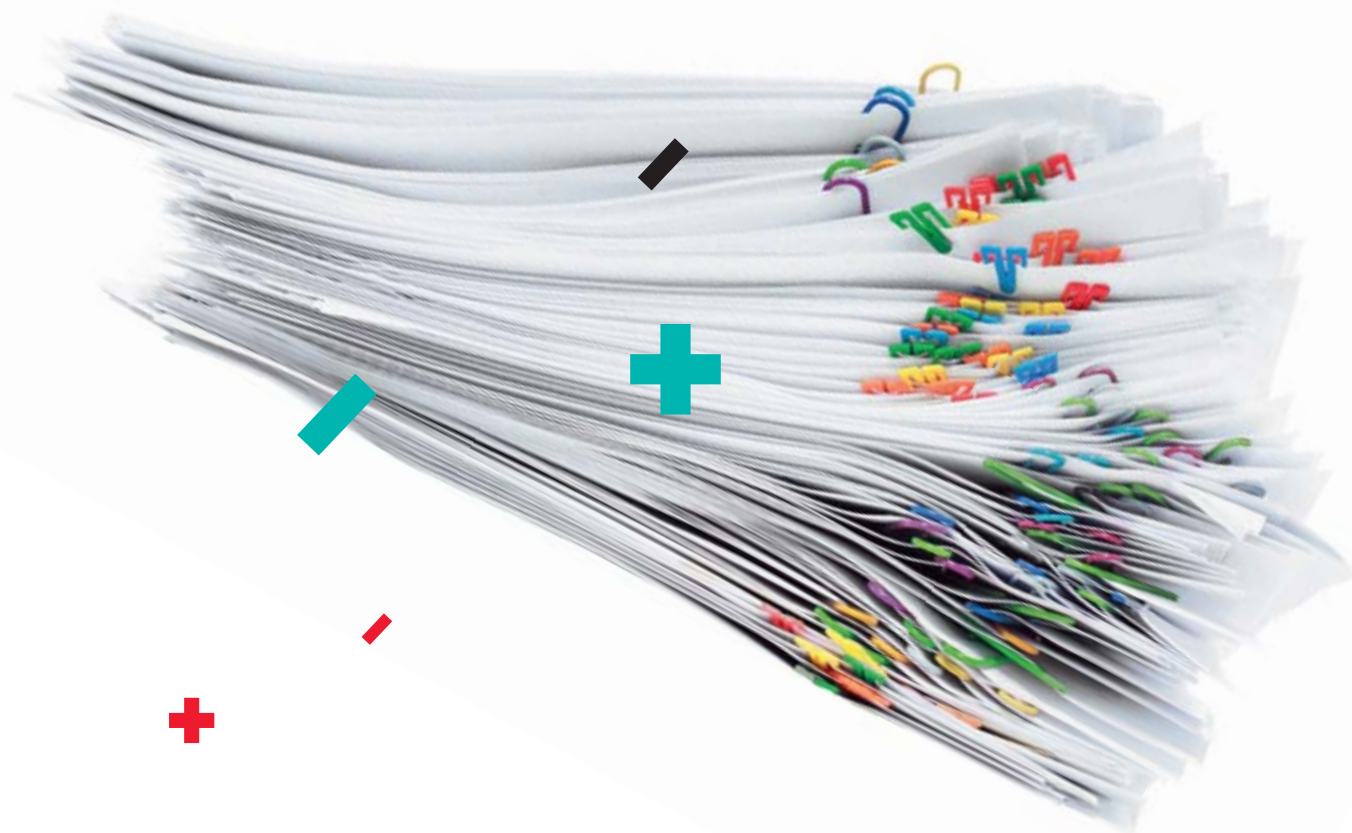
Есть такое понятие — «системный инжиниринг». На сегодняшний день оно переросло в конкретную определяющую — центры исследований и разработок. Подобные центры нуждаются

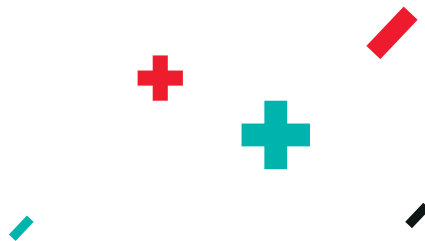
в неких приводящих механизмах, которые копили бы и передавали знания промышленным предприятиям. На этом стыке и образуются инжиниринговые компании, которые занимаются анализом исследований и системным инжинирингом и предлагают свои услуги предприятиям. Они помогают держать инновации в топе, корректировать и направлять их в русло рынка. На сегодняшний день «Диполь» и является таким центром, который накапливает знания и передает их своим потребителям вместе с технологиями и оборудованием. Это и есть место «Диполя» в инновациях». 

Преодолевая сопротивление нормативов

Современные технологии
поверхностного монтажа
для отечественных
резисторов

СЕРГЕЙ ФЕДОРОВ, главный технолог
компании «Абрис-Технолоджи»





За последние годы в отечественной радиоэлектронной отрасли произошли большие изменения: проведена модернизация оборудования на производствах по монтажу электронных блоков, применяются современные технологии монтажа электронных компонентов и новые материалы, также значительно расширилась номенклатура электронных компонентов, выпускаемых отечественными производителями.

Сегодня сложилась следующая ситуация. С одной стороны – про-

изводство обладает современным оборудованием и технологиями монтажа (методами пайки, отмывки, контроля). С другой стороны – нет нормативной базы на применение этого нового оборудования и материалов (например, конвекционных и паровых печей для пайки оплавлением, паяльных паст, отмывочных жидкостей). Выход из этой ситуации – разработка новых нормативных документов, технических условий, учитывающих современные технологические возможности

производств радиоэлектронной аппаратуры. Предлагаемая статья — это попытка призвать производителей отечественных электронных компонентов адаптировать выпускаемые ими изделия и ТУ к современному радиоэлектронному производству. Предполагается последующее обсуждение этой темы и продолжение публикаций.

Отечественная нормативная база в большинстве своем описывает устаревшие технологии монтажа электронных компонентов, не учитывая современные технологические возможности производства радиоэлектронной аппаратуры. Как правило, в технических условиях (ТУ) нет указаний по монтажу электронных компонентов с использованием ставших уже стандартными технологиями групповой пайки оплавлением в конвекционных печах, а также указаний по применению различных методов отмывки и об ограничениях, с ними связанными.

Нет также стандартных требований к компонентам, поступающим на поверхностный монтаж: не все они имеют упаковку для автоматизированного монтажа (ленты, пеналы, матричные поддоны), покрытия выводов и корпусов не всегда позволяют производить качественную пайку.

Кроме того, современные методы автоматизированного монтажа предполагают использование достаточно агрессивных технологий отмывки, но зачастую не все отечественные материалы, используемые для защиты корпусов, совместимы с современными отмывочными материалами. Далее – монтаж некоторых компонентов невозможно выполнить в принципе, поскольку отсутствует формовка выводов. Иными словами, на отечественных производствах с большими технологическими возможностями по монтажу электронных блоков нет достаточной информации (ТУ), регулирующей применение отечественных электронных компонентов.

Так сложилось, что в первые годы существования компании «Абрис-Технолоджи» доля отечественных поверхностно монтируемых электронных компонентов (SMD) в производимых

изделиях была ничтожно мала. Сами изделия были просты. Их монтаж с использованием ручных методов сборки не представлял больших проблем. Со временем в изделиях, выпускаемых компанией, увеличивалось количество отечественных электронных компонентов. Сами изделия стали сложнее: в их состав входили как зарубежные микросхемы в корпусах типа BGA, так и отечественные микросхемы и пассивные электронные компоненты. Увеличивался и объем производства электронных блоков.

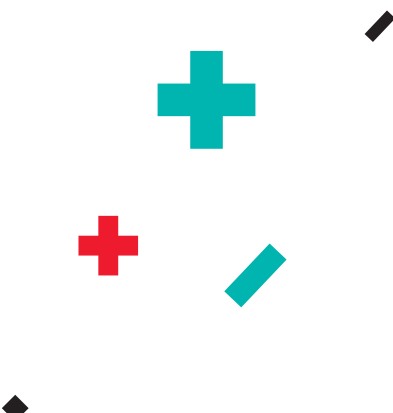
Производить монтаж поверхностно монтируемых электронных компонентов вручную стало просто экономически неэффективно. Одновременно с этим вопрос «совместимости технологий» монтажа электронных компонентов отечественного и зарубежного производства становился все актуальнее. И если часть проблем, с этим связанных, можно решить своими силами: отформовать выводы микросхем, упаковать электронные компоненты в упаковку для автоматизированного монтажа и т.д., то выполнить при этом автоматизированный монтаж таких компонентов, например с использованием конвекционной пайки, без нарушения ТУ не представляется возможным.

Пытаясь решить эту проблему, специалисты компании «Абрис-Технолоджи» неоднократно обращались к производителям электронных


компонентов с запросами о возможности пайки с использованием конвекции. Но вопрос, в лучшем случае решался частично: изготовитель электронных компонентов давал разрешение на использование предлагаемой технологии только в рамках исполнения конкретного заказа.

Переломным стал 2013 год. При подготовке к серийному производству изделия, состоящего из более 550 резисторов P112 (типоразмер 0402) отечественного производства, микросхем зарубежного производства в корпусах BGA, LGA, QFN, QFP и микросхем с малым шагом выводов, встал вопрос о применении автоматизированного монтажа отечественных SMD-резисторов с последующей отмывкой электронных блоков в системе струйной отмывки. В ТУ производителя резисторов были указаны только

два возможных варианта технологии их монтажа: пайка вручную и групповая пайка волной. При этом заказчик настаивал на выполнении монтажа его изделий с использованием линии автоматизированного монтажа, в состав которой входила конвекционная печь. Использовать технологию, не указанную в ТУ на изделие, компания «Абрис-Технолоджи» не имела права. Во-первых, в случае выхода изделия из строя в процессе эксплуатации по причине нарушения технологии пайки, ответственность легла бы на «Абрис-Технолоджи». Во-вторых, существовал риск вывести из строя при монтаже электронные компоненты (в данном случае резисторы P112 (АЛЯР434110.005 ТУ), производитель ОАО «НПО «Эркон», г. Н. Новгород).



Для решения вопроса о возможности применения пайки резисторов P112 в конвекционной печи методом оплавления в ОАО «НПО «Эркон» было принято решение провести совместно с «Абрис-Технолоджи» тестовые пайки своих изделий. Цель работы — выяснение принципиальной возможности использования технологии конвекционной и парофазной пайки оплавлением для монтажа резисторов данного производителя и разработка обобщенных рекомендаций по монтажу. Осенью 2013 года на производстве компании «Абрис-Технолоджи» были произведены тестовые пайки резисторов P112 (АЛЯР434110.005 ТУ) и P18МП (ОЖ0.467.164 ТУ). После



получения положительных результатов было принято совместное решение провести более полные исследования возможности пайки этих резисторов с применением технологии оплавления в конвекционной и парофазной печах.

На основании полученных в ходе первых испытаний данных специалисты компании «Абрис-Технолоджи» совместно со специалистами ОАО «НПО «ЭРКОН» разработали печатную плату (рис.1), позволяющую проводить монтаж резисторов типоразмеров от 0402 до 2512, оценивать качество паяных соединений и контролировать электрические параметры резисторов. Также совместными усилиями была разработана программа испытаний,

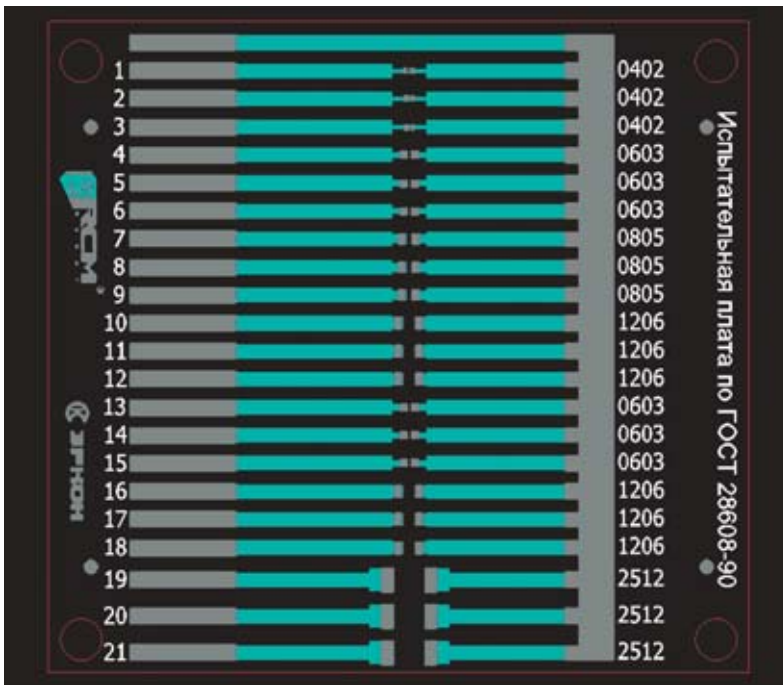


Рис. 1. Gerber-файл тестовой платы

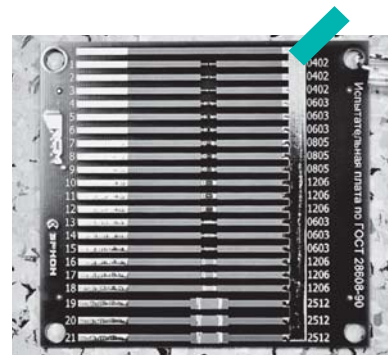


Рис. 2. Тестовая плата с установленными резисторами, финишное покрытие контактных площадок ПОС-61



которая выявляла возникшие в процессе испытаний дефекты паяных соединений и электронных компонентов. При разработке программы были смоделированы типовые технологические процессы, используемые на производствах в нашей стране. Испытания проводились на имеющемся в «Абрис-Технолджи» оборудовании в различных комбинациях.

Для проведения тестов ОАО «НПО ЭРКОН» предоставило все типоразмеры чип-резисторов в упаковке для автоматизированного монтажа (лентах). В качестве экспертов при оценке результатов были привлечены представители ВП МО РФ, специалисты группы компаний «Диполь», сотрудники

компании Valver Zinn/Cobar (Германия). Испытания проводились на печатных платах с двумя вариантами финишных покрытий: ПОС61 (рис.2) и иммерсионное золото.

При монтаже резисторов применялись технологические материалы нескольких производителей.

Паяльные пасты:

- Cobar Sn62OT2 (состав: Sn62Pb36Ag2), COBAR, Германия;
- INDIUM smq92H (состав: Sn62Pb36Ag2), INDIUM CORP, Великобритания.

Отмывочные жидкости:

- Kyzen Aquanox A4241 (струйная отмывка), Kyzen Corp., США;
- ZESTRONR FA+ (отмывка с ультразвуком), Zestron, Германия.

Монтаж резисторов производился на линии поверхностного монтажа «Абрис-Технолджи» с использованием групповой пайки оплавлением в конвекционной печи (03.02.2014 г.).



Рис. 3. Нанесение паяльной пасты на печатные платы

В состав линии входит следующее оборудование:

- полуавтоматический принтер трафаретной печати EKRA E1 для нанесения паяльной пасты (рис.3);
- установщик компонентов Siemens SIPLACE CF с комбинацией одиночной прецизионной и высокоскоростной бнасадочной револьверной головками: бнасадочная револьверная головка Collect&Place (скорость установки — 9000 комп./ч, точность установки — ± 90 мкм (4сигма)); одиночная прецизионная головка Pick&Place (скорость установки — 1800 комп./ч, точность установки — ± 50 мкм (4сигма));
- установщик компонентов Siemens SIPLACE CS с двумя высокоскоростными шестинасадочными револьверными головками (Collect&Place) высокой производительности. Скорость установки — 20 000 комп./ч, точность установки — ± 90 мкм (4 сигма);
- инспекционный конвейер Nutek;
- конвейерная восьмизонная печь конвекционного оплавления REHM. Пять зон предварительного нагрева (длина зоны нагрева 3,6 м), две зоны пайки и одна зона охлаждения. Печь позволяет работать по технологии бессвинцовой пайки.
- автоматический разгрузчик печатных плат Nutek.

Групповая пайка оплавлением проводилась в парофазной печи Asscon VP800 (рис. 4, загрузка плат в печь осуществляется вручную) с вакуумной зоной в парах Galden Perfluorinated Fluid в двух режимах (рис. 5).

Первый режим. Паяльная паста Cobar Sn620T2 (состав: Sn62Pb36Ag2, COBAR, Германия), температурный профиль имеет пик 250°C, общая продолжительность цикла пайки 397 с, воздействие пиковой температуры — в течение 40 с (система автоматического определения окончания пайки Automatic Solder BreakASB включена).

Второй режим. Паяльная паста INDIUM smq92H (состав: Sn62Pb36Ag2, INDIUM CORP, Великобритания), температурный профиль имеет пик 230°C, общее время цикла пайки 397 с, воздействие пиковой температуры – в течение 40 с (система автоматического определения окончания пайки Automatic Solder BreakASB включена).



Рис. 4 (а). Парофазная печь Asscon



Рис. 4 (б). Загрузка печатных плат

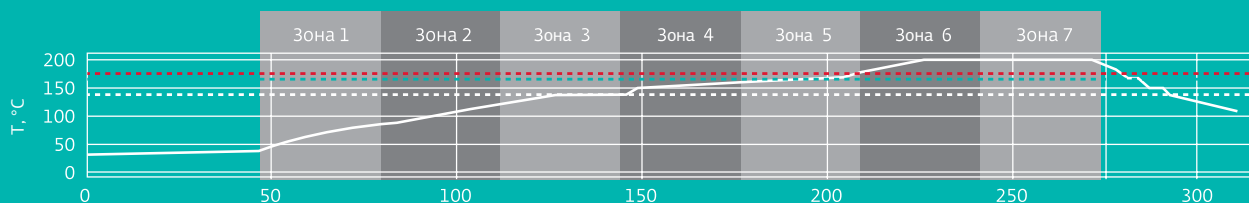


Рис. 5. Типичный температурный профиль в печи и конкретное распределение температур по зонам для паяльных паст Cobar Sn620T2 и INDIUM smq92H

МАРКА ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ	T, °C							УРОВЕНЬ ШУМА ОТ 0,1 ДО 10 ГЦ
	1 зона	1 зона	1 зона	1 зона	1 зона	1 зона	1 зона	
Cobar Sn620T2	117	150	173	163	179	250	202	887
INDIUM smq92H	82	114	149	179	182	236	223	886

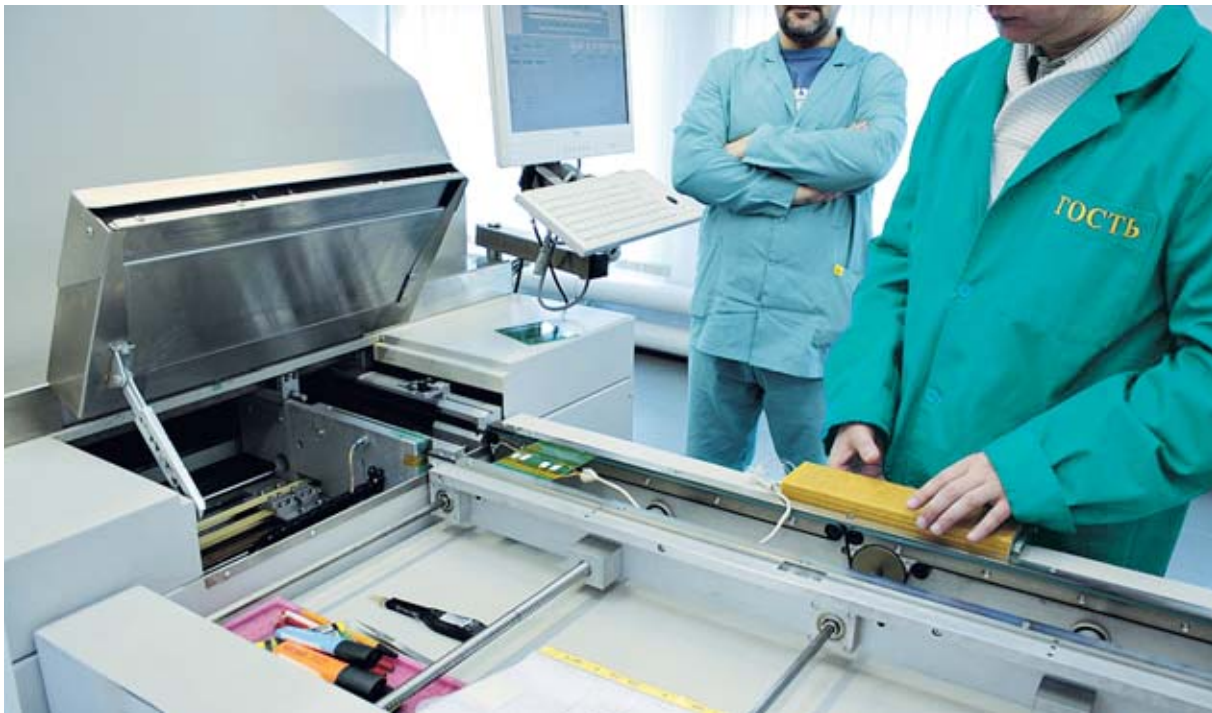


Рис. 6(а). Измерение параметров термопрофиля конвекционной печи.



Рис. 6(б). Снятие данных о термопрофиле.

Измерения параметров термопрофилей печей и их корректировка производилась при помощи многоканального регистратора температуры и программного обеспечения компании KIC (рис.6). Это оборудование позволяет с высокой точностью фиксировать значения температуры в точках установки термопар. Затем записанные данные переносятся на компьютер, и с помощью специального программного обеспечения выстраивается реальный (т.е. настоящий) термопрофиль. Также программное обеспечение предлагает разного рода рекомендации по оптимизации термопрофиля.

Отмывка печатных плат после монтажа производилась:

- в системе струйной отмывки Riebesam 2303T, в течение 10 мин. при температуре 50 °С жидкостью Kyzen A4241 с последующим ополаскиванием в деионизованной воде (три цикла по 10 мин.). По окончании процесса проводился контроль электропроводности воды;
- в ультразвуковой ванне Finsonicm 80с жидкостью ZESTRONR FA+, в течение 20 мин. с последующим ополаскиванием в деионизованной воде (три цикла по 10 мин.). Проводился контроль электропроводности воды.

Для оценки работоспособности резисторов измерялись их параметры на цифровом миллиметре

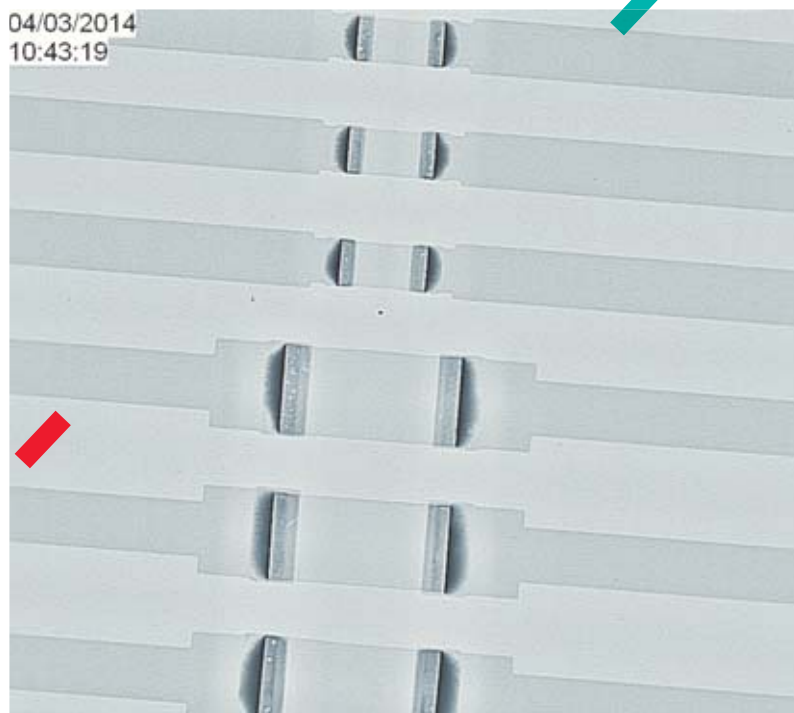


Рис. 7. Рентгенконтроль дефектов не выявил

GW INSTEK GOM-802: до пайки, после пайки и отмытки, а также после проведения климатических испытаний.

При оценке качества паяных соединений применялись следующие методы: визуальный с помощью стереомикроскопа LYNX S16 (в соответствии со стандартом IPC610), рентгенконтроль, микрошлифы, контроль электрических параметров. Визуальный контроль качества паяных соединений ни на одном из этапов дефектов не выявил.

Рентген-контроль для выявления скрытых дефектов производился на установке Yxlon Y.Cheetah CT с цифровым детектором в два этапа: после монтажа резисторов и после проведения климатических и вибрационных испытаний. Рентгенконтроль дефектов не выявил (рис. 7). Под корпусами

резисторов имелись небольшие по объему пустоты, но они не оказывали влияния на надежность паяных соединений.

Компанией Balver Zinn Cobar при содействии компании «Диполь» были выполнены микрошлифы тестовых плат с установленными электронными компонентами (пайка проводилась паяльными пастами Cobar Sn62OT2 и INDIUM smq92H) (рис. 8 и 9). Микрошлифы – это один из стандартных методов разрушающего контроля и оценки качества паяных соединений. В данном случае по структуре материала и толщине образовавшегося в процессе пайки слоя интерметаллидов можно сделать заключение, правильно ли прошел процесс пайки, и насколько надежным получилось паяное соединение. Анализ полученных микрошлифов также не выявил отклонений

в качестве паяных соединений. Толщина слоя интерметаллидов составила 2–4 мкм в зависимости от финишного покрытия печатных плат (при допустимых 2–5 мкм).

Испытания на воздействие ВВФ (внешние воздействующие факторы) проводились по следующей программе: изменение температуры окружающей среды в диапазоне от $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ до $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$, изменение влажности от 60% до $(93 \pm 3)\%$, воздействие синусоидальной вибрации и др. После проведения климатических и вибрационных испытаний был выполнен рентгенконтроль паяных соединений и электронных компонентов. Отклонений в качестве тоже не было выявлено.

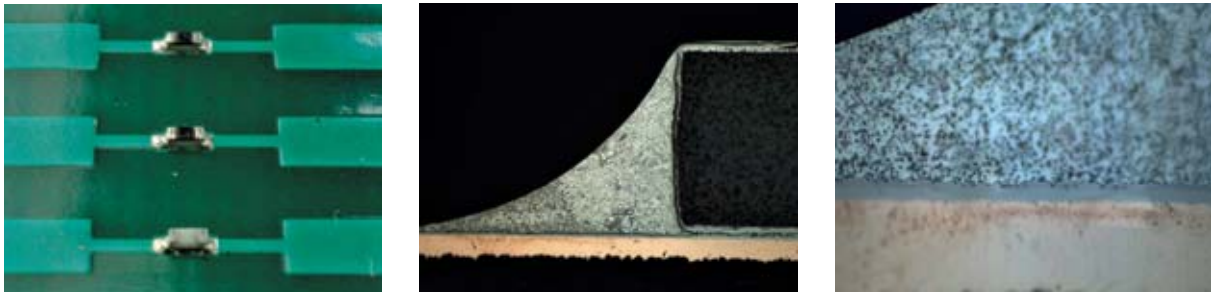



Рис. 8. Применение паяльной пасты Cobar Sn620T2: вид паяных соединений на печатной плате (а); поперечное сечение OT2/NiAu (б); поперечное сечение слоя интерметаллида (3,82 мкм) и барьерного слоя Ni (8,0 мкм) между печатной платой и припоем (в)



Рис. 9. Применение паяльной пасты INDIUM smt92H: вид паяных соединений на печатной плате (а); поперечное сечение IND/NiAu (б); поперечное сечение слоя интерметаллида (3,82 мкм) и барьерного слоя Ni (8,0 мкм) между печатной платой и припоем (в)

Испытания резисторов P112 АЛЯР.434110.005 ТУ, P18МП ОЖО.467.164 ТУ производства ОАО «НПО ЭРКОН» были признаны успешным. Результаты испытаний были зафиксированы в совместном протоколе и в документе «Решение о применении технологии пайки оплавлением в конвекционной и парофазной печах для монтажа чип-резисторов производства ОАО «НПО ЭРКОН».

В итоге была подтверждена возможность применения современных технологий пайки для монтажа отечественных поверхностно монтируемых резисторов P112 (АЛЯР.434110.005 ТУ), P18МП (ОЖО.467.164 ТУ), выпускаемых ОАО «НПО ЭРКОН», по усовершенствованной технологии производства, особенно в части формирования контактного узла.

Автор выражает благодарность сотрудникам компании «Диполь»: Вячеславу Филипову и Андрею Фешко, а также специалисту компании Balver Zinn/Cobar Хану Раэтсену (Han Raetsen) за активное участие в проведении и анализе результатов исследований. 

Компания «Диполь» разработала программу технологических тренингов на 2015 год

Введение в SMT. Вводный курс по технологии сборки изделий электроники

Базовый курс в серии технологических тренингов, представляемых компанией «Диполь». Наравне с основными и базовыми понятиями и технологиями в нем рассматриваются вопросы, которые являются общими для всех способов и этапов сборки. Курс во многом базируется на хорошо известном тренинге MYSMT, но за счет того, что наиболее важные технологические операции подробно рассматриваются в отдельных тренингах, различные темы раскрываются подробней. Глубже рассматривается современная элементная база, особенности различных типов корпусов, обращение с влажочувствительными компонентами и компонентами, чувствительными к статическому электричеству, и т.д. В курсе дается широкий обзор технологий сборки электроники и соответствующего оборудования на различных этапах. Рассматриваются материалы, применяемые в технологических процессах, их основные свойства и классификация.

Курс по нанесению материалов

Второй курс в серии технологических тренингов, представляемых компанией «Диполь», посвящен процессу нанесения паяльных паст, их свойствам, способам нанесения, трафаретам и другим вопросам, связанным с этими процессами. Нанесение материалов — один из важнейших процессов в технологической цепочке, ошибки или недочеты в котором являются причиной большинства дефектов, поэтому данная тема требует повышенного внимания. На курсе рассматриваются особенности паст с разными типами флюсов или сплавов, способы производства трафаретов и нюансы их проектирования, дозирование, трафаретное нанесение и каплеустановка и основные параметры этих процессов, инспекция и анализ дефектов нанесения.

Курс по технологии пайки оплавлением

Курс посвящен современным технологиям пайки оплавлением, таких как конвекционная и парофазная пайка. Рассматриваются особенности процессов, их параметры и оборудование, включая современные дополнительные системы и опции. Термопрофиль: где взять исходные данные, из чего формируется окно процесса, как замерить реальный термопрофиль - все эти вопросы являются неотъемлемой частью как теоретической, так и практической части курса. В зависимости от места проведения участники могут на практике снять профиль с конвекционной или парофазной печи и оптимизировать его. Также рассматриваются дефекты пайки и их причины.

Тренинг по технологии отмывки печатных плат и печатных узлов

Тренинг дает решения по исключению таких дефектов, как белый налет, не отмываемые остатки и др. В ходе тренинга рассматриваются экономические затраты на процесс отмывки и решения по их оптимизации. Преподаватели тренинга помогут в определении дефектов отмывки и трактовке их согласно стандартам IPC.

Тренинг IPC-A-600 – «Критерии приемки печатных плат»

Задача тренинга – научить ориентироваться в содержании стандарта и правильно применять критерии, описанные в нем, в соответствии с видом дефекта и классом продукции. Тренинг предназначен для всех, чья работа связана с печатными платами – производство, проверка качества, приемка на сборочных производствах, проверка качества на сборочных производствах после производства и т.д. Тренинг включает все разделы стандарта и рассматривает внешние критерии приемки плат, анализ микрошлифов, оценки чистоты и т.п. Материалы тренинга переведены на русский язык, включая последнюю ревизию стандарта, которую получают все участники.

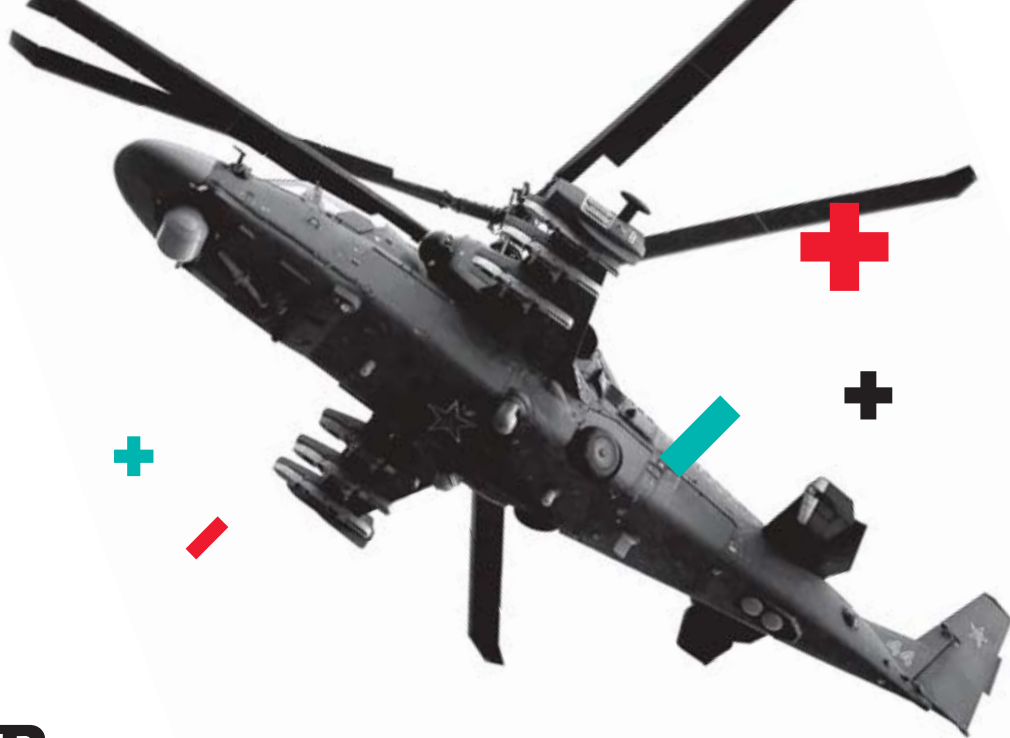
Тренинг IPC-A-610 – «Критерии приемки электронных сборок»

Задача тренинга – научить ориентироваться в содержании стандарта и правильно применять критерии, описанные в нем, в соответствии с видом дефекта и классом продукции. Тренинг предназначен для руководителей сборочных участков, технологов, контролеров ОТК, операторов АОИ и всех, кто имеет отношение к качеству продукции, выпускаемой на предприятиях по сборке электроники. Материалы тренинга переведены на русский язык, включая последний релиз стандарта, который получают все участники.

Тренинг по стандарту IPC-7711/21 – «Восстановление, модификация и ремонт электронных сборок» и программа «Квалифицированный ремонт и восстановление BGA/CSP/QFN-компонентов»

Тренинг для специалистов (CIS – Certified IPC Specialist) по стандарту IPC 7711/7721 «Восстановление, модификация и ремонт электронных сборок» охватывает основные методы ремонта и восстановления, описанные в самом стандарте. Данный стандарт является основным документом в этой области, признанным и одобренным индустрией во всем мире, и охватывает широкий спектр продуктов электроники. Участники тренинга знакомятся с положениями стандарта, обучаются основным методикам на практической части. По результатам тестов после теоретической части, а так же на основе оценки практических навыков участники проходят сертификацию как IPC 7711/21-специалисты (IPC 7711/21 CIS).

Продолжительность тренингов: от 2 до 4 дней, место проведения: Москва и Санкт-Петербург.
Контактная информация по вопросам, связанным с расписанием и стоимостью тренингов:
+7 495 645-20-02 (доб. 4022), +7 812 702-12-66 (доб. 4022), technology@dipaul.ru.



Выставка Aerospace Testing & Industrial Control 2014

С 28 по 30 октября 2014 года в московском выставочном центре «Крокус Экспо» состоялась 11-я международная выставка испытательного и контрольно-измерительного оборудования Aerospace Testing & Industrial Control. В этом важном отраслевом событии традиционно приняла участие компания «Диполь».

Наша компания представила современные решения для различных видов испытаний и измерений. В ходе выставки посетители стенда «Диполя» много общались со специалистами компании, задавали вопросы по актуальным технологиям, консультировались по применению представленного оборудования для:

- климатических испытаний (Thermotron);
- вибрационных испытаний (Sentek Dynamics);
- испытаний на электромагнитную совместимость (TESEQ);
- радиоизмерений (Keysight Technologies).







Компания «Диполь» также приняла участие в деловой программе выставки. Семинар на тему «Комбинированные малогабаритные испытательные системы помехозащиты и помехоустойчивости в отношении

излучаемых помех для аэрокосмической отрасли» провел доктор технических наук, руководитель направления испытаний на электромагнитную совместимость и радиоизмерений Андрей Смирнов.

На стенде нашей компании присутствовал Джеймс Зюге (James Zhuge), президент CRYSTAL instruments. Он впервые посетил Россию, и мы попросили его поделиться своими впечатлениями:

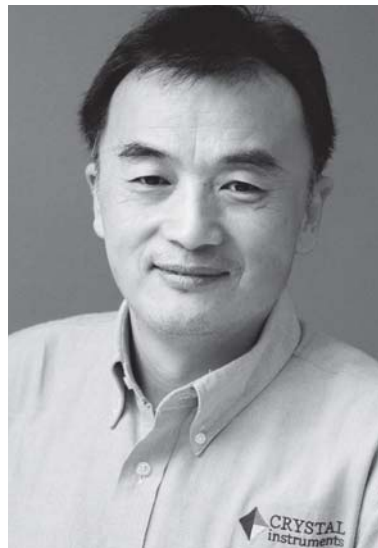
Россия всегда имела большое влияние на мою Родину — Китай, и я всегда мечтал побывать здесь. Благодаря тому, что «Диполь» является дистрибьютором нашей компании, давняя мечта осуществилась и я нашел повод посетить Россию.

Ваша страна превзошла мои ожидания. Она оказалась очень современной, культурной, открытой и толерантной. У меня сложилось ощущение, что здесь присутствует информационная свобода. Я отвлекаюсь, но не могу не упомянуть совершенно потрясающие стильные торговые комплексы. Таких масштабов, размеров, чувства стиля и внедрения технологий я не встречал даже в Америке. Я много где бывал и могу сказать, что у вас очень мужественные мужчины и просто прекрасные женщины.

Сравнение прошедшей выставки Aergospace с другими похожими выставками тоже будет в вашу пользу. Здесь намного больше активности. Возможно, это связано с тем, что в России выставка все еще является одним из инструментов продвижения продукции.

Я совершенно не ожидал, что меня так впечатлит выставочный стенд компании «Диполь» — масштабный, с большим количеством представленного оборудования. Уже одно это означает серьезность и профессионализм вашего подхода к делу.

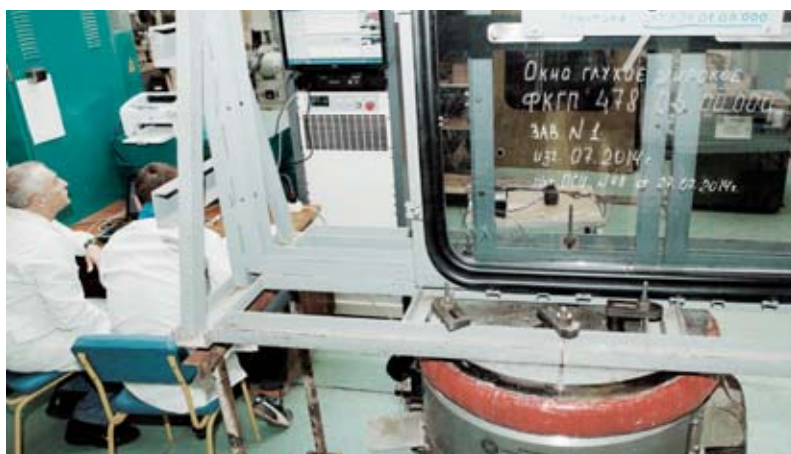
Не могу не упомянуть и корпоративный журнал «Диполя». Впервые я увидел его в электронном виде, когда мне его прислали по электронной почте. Я сразу показал его нашим инженерам и маркетологам. Мы все оценили и технологичную ценность, содержащуюся в материалах, и понятность, информативную доступность статей. Отдельной похвалы заслуживает дизайн и очень профессиональное оформление издания. ■



Старый уклад на новый лад

Специалисты компании «Диполь» завершили работы по модернизации вибростенда в испытательном центре ФГУП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, Санкт-Петербург. Это уникальный опыт по сопряжению основных узлов испытательного виброоборудования, произведенного в СССР в 1974-м, и современного усилителя Sentek Dynamics с цифровой системой управления, выпущенной фирмой Crystal Instruments (США) в 2014 году.





Задача переоснащения отечественных испытательных центров современным испытательным оборудованием может быть решена как полной заменой имеющегося оборудования, так и частичной заменой основных узлов старого оборудования современными компонентами.

Идея замены старых аналоговых систем управления отечественных вибростендов новыми цифровыми заманчива, поскольку позволяет испытательному центру сэкономить до 50% средств на покупку нового, полностью комплектного оборудования. Однако при этом возникает необходимость сопряжения старой техники с цифровыми технологиями, используемыми в современных системах управления вибростендов.

Имея дело с крупнейшим на Северо-Западе России испытательным центром, компания «Диполь» обеспечила поставку современного компактного цифрового усилителя Sentek Dynamics PA115 (18kVA) и 4-канальной системы Crystal Instruments Spider 81b для старого вибростенда ВЭДС-1500, выпущенного в 1974 году в Таганроге.

Работы по сопряжению, казалось бы, несовместимых узлов, изготовленных в разных странах с интервалом

почти в 40 лет, возглавили руководитель испытательного центра, крупнейший специалист в области испытаний приборостроительной и машиностроительной продукции, к. т. н. Самвел Кочарян и руководитель сервисной службы испытательного оборудования компании «Диполь» Олег Туркалов.

В результате выполненных работ ВНИИМ сэкономил не менее 1,5 млн рублей на стоимости старого сохраненного электродинамического вибратора, в который новая цифровая система управления вдохнула новую жизнь.


Кроме этого, «новорожденная» установка имеет значительно более широкие возможности по сравнению со старой:

- позволяет выполнять испытания в диапазоне сейсмических частот с высочайшей точностью воспроизведения заданных параметров сейсмоколебаний;
- обеспечивает автоматическую автономную (без участия оператора) работу по предварительно заданному режиму (профилю, выбранному испытателем);
- автоматически блокирует ошибочные действия оператора, исключая выход из строя дорогостоящих узлов вибростенда.

Новая модернизированная установка потребляет на 70% меньше электроэнергии и сжатого воздуха (автоматическое управление обдувом, зависящее от температуры обмоток подвижной катушки и системы подмагничивания).


В результате модернизации в испытательном центре освободилась производственная площадь около 30 кв. м.

По словам Самвела Кочаряна, в ближайшее время к новой системе управления планируется подключение еще одного многотонного вибратора — это полностью обеспечивает система Crystal Instruments Spider 81b.

Заинтересовавшись данным опытом, в компанию «Диполь» обращаются и другие заказчики. Так, в настоящее время для одного из них прорабатывается модернизация вибростенда фирмы Pye Ling (год выпуска: 1967-й). 

С плазменным приветом из Германии

Что общего у печатной платы, лыжного шлема, полупроводниковой пластины и кроссовок? Ответ на этот вопрос мы раздобыли в небольшом городке Эбхаузен, расположенном в земле Баден-Вюртемберг на юго-западе Германии. А помогли нам в этом коллеги из компании Diener Electronic, дистрибьютором продукции которых является «Диполь».



Хотя в нашей стране
еще достаточно много предприятий,
которые только открывают для себя
неоспоримые преимущества процессов
плазменной очистки, активации, модификации
поверхности различных материалов, плазма
все же давно стала неотъемлемой частью
современных технологий



Константин Крупальник, заместитель
главного технолога по микроэлектронике
компании «Диполь»
kk@dipaul.ru

Столь непохожие предметы связывает плазменная обработка и ее возможности. Оборудование плазменных процессов широко представлено в нашем каталоге «Технологическое оборудование для микроэлектроники», но весь спектр применений плазменных технологий даже трудно представить. Коллеги из Diener Electronic каждый раз преподносят сюрпризы и имеют солидный запас историй, которые не перестают удивлять. В определенный момент начинает казаться, что плазму можно применить абсолютно везде. Вполне вероятно, в ближайшем будущем так оно и будет. Но обо всем по порядку (мы же в Германии!).

Мы — я и мой коллега Сергей Леванов, руководитель технологической группы отдела микроэлектроники — отправились в Германию не случайно. Основной целью поездки было подтверждение наших знаний сертификатами Diener Electronic.

Визит пришелся на конец лета, и приятная погода оттенила интенсивный рабочий процесс.

Компания Diener Electronic была основана в 1993 году господином Криштофом Динером (Christof Diener) и на сегодняшний день представляет собой коллектив более чем из 120 человек. Компания выпускает около 500 плазменных установок в год и имеет в своей базе клиентов, работающих во всех областях промышленности: производство электроники, точных приборов, часов, автопром и авиастроение, медицина и исследования, легкая промышленность и обработка тканей и так далее. Имена клиентов говорят сами за себя: Infineon, ST, Siemens, Bosch, 3M, Airbus, Swarovski, Toyota, Asahi, Honeywell, Nikon, Sennheiser и многие другие. Следует отметить, что Diener Electronic не только изготавливает оборудование, но и осуществляет контрактную плазменную обработку при помощи собственного оборудования, а также сдает оборудование в аренду. Отсюда и огромный парк из нескольких десятков машин, с которыми нам удалось познакомиться в ходе визита.



Здание штаб-квартиры Diener Electronic

К нашему приезду коллеги из Diener Electronic подготовили весьма интересную программу интенсивного тренинга, за что отдельное спасибо нашему давнему знакомому Аркадию Конавко, инженеру по продажам оборудования Diener Electronic, с которым мы ведем все наши проекты в России. Аркадий имеет огромный опыт работы с технологиями и оборудованием атмосферной плазмы и плазмы пониженного давления. Этот опыт мы с удовольствием перенимали в лаборатории

Diener Electronic на тестовых машинах, кстати, их оказалось гораздо больше, чем мы предполагали.

Часть тренинга была посвящена непосредственно машинам атмосферной плазмы и машинам плазмы пониженного давления. Здесь проблем не возникло. Машины Diener Electronic устроены довольно просто, и управлять ими буквально за полчаса может научиться каждый, в чем я вижу огромный плюс, поскольку это один из секретов популярности данного оборудования.

Наша страна здесь не исключение. То же касается и пусконаладки с сервисом. Все просто, понятно и быстро. Для сервис-инженера такие машины — одно удовольствие. Иными словами, очередной пример сочетания немецкого качества и функционала и демократичной цены. Что еще нужно?



Установка плазменной обработки Atto с ручным управлением



Установка плазменной обработки Atto с ручным управлением



Образцы в лаборатории Diener Electronic

После детального обзора машин мы перешли в лабораторию, где и увидели огромный стол с самыми разнообразными образцами (рис. 5). Упоминание о нем позволяет вернуться к началу нашего разговора — кроссовкам и печатным платам. К нам в отдел микроэлектроники постоянно приходят запросы на оборудование плазменных процессов. Чаще всего речь идет о полупроводниковом кристалльном производстве,

производстве ГИС или печатных плат. Эти направления понятны, наработан большой опыт. Хотя в нашей стране еще достаточно много предприятий, которые только открывают для себя неоспоримые преимущества процессов плазменной очистки, активации, модификации поверхности различных материалов, плазма все же давно стала неотъемлемой частью современных технологий. А вот лыжный шлем и медицинские

пипетки — это что-то новенькое. Собранные экспонаты демонстрируют, насколько широки возможности плазмы и какие разные материалы можно обрабатывать с ее помощью. А те, что пока не обрабатывают, — точно скоро будут! К подобной обработке относится и очистка, и модификация поверхности, и нанесение покрытий.



Подкрашенные шарики воды на ткани с гидрофобным покрытием, нанесенным в плазме



Области применения плазмы

- Полупроводниковая техника
Межоперационная очистка поверхности, озонение фоторезиста, травление, активация, нанесение покрытий.
- Производство печатных плат
Очистка поверхности, подготовка контактных площадок к микросварке, подготовка к корпусированию.
- Научно-исследовательские работы и обучение
Подготовка поверхности, модификация поверхности, травление, нанесение покрытий.
- Точное приборостроение
Травление, подготовка к нанесению покрытий, придание шероховатости поверхности материалов.
- Электронная техника
Очистка поверхности деталей.
- Биотехнологии
Полимеризация, гидрофобизация, гидрофилизация материалов.
- Медицинская техника
Очистка, активация, травление, стерилизация.
- Автомобилестроение
Очистка металлических поверхностей перед покраской, лакированием, сваркой, склейкой; модификация свойств поверхности.
- Технологии обработки пластмасс
Очистка и активация поверхности деталей перед покраской, придание поверхности заданных свойств.
- Текстильная промышленность
Активация эластомеров перед склейкой, окраской; придание тканям заданных свойств, гидрофобизация, гидрофилизация



Научная библиотека Diener Electronic

В лаборатории нам также удалось провести ряд качественных тестов для того, чтобы лучше понять принципы плазменной обработки материалов. К ним можно отнести и определение энергии поверхности материалов, и определение угла смачивания обработанной и необработанной поверхности, и визуальные тесты на наличие плазменной обработки, и тесты по обработке порошков, и многое другое. Нам также удалось посмотреть ткани и обувь со специальным покрытием, полностью отталкивающим воду, на обувь, склеенную после плазменной обработки (она не склеивается без обработки при использовании экологичного клея на водной основе), на пластиковые детали, которые можно

надежно покрасить только после плазменной обработки (красится даже пластик ПТФЭ!). Мы видели медицинские пластиковые приборы — при помощи плазмы их стерилизуют или наносят гидрофобное покрытие для отталкивания реактивов. На фоне этих возможностей наши традиционные очистка плат, подготовка поверхности перед напылением и микросваркой и удаление фоторезиста кажутся совсем заурядным делом. Плазма, безусловно, открывает новые горизонты.

В той же лаборатории специалисты Diener Electronic разрабатывают новые процессы и подбирают технологические режимы оборудования под разные задачи. Характерная деталь — в компании есть собственная научная

библиотека, и количеству стеллажей в ней могут позавидовать многие экспериментальные лаборатории. Книжки и статьи собирают по всему миру: на полках есть оригинальные тексты на английском, немецком, китайском и других языках.

Так вышло, что плотный рабочий график почти не оставлял свободного времени. Из туристических радостей нам выпала небольшая прогулка по Штутгарту и поездка по живописным дорогам в окрестностях леса Шварцвальд. И ежегодный винный фестиваль, на который мы случайно набрали, прогуливаясь по Штутгарту. Что тут скажешь, неисповедимы и прекрасны командировочные пути.



Прогулка по Штутгарту. Дворец-резиденция вюртембергских герцогов и королей

В целом, хочется сказать, что работать со специалистами Diener Electronic — одно удовольствие. За имеющимся оборудованием стоит серьезная научная и экспериментальная база, слаженный коллектив, который поможет найти решение для самой сложной производственной задачи и даже провести НИОКР в обла-

сти плазменной обработки (тому уже есть немало примеров). У нас, специалистов «Диполя», схожая миссия. Мы передаем полученные знания нашим клиентам в России (теперь уже как сертифицированные специалисты). Поездка помогла нашей команде отдела микроэлектроники шире взглянуть на перспективу развития многих

технологий, вооружила новыми возможностями. А это немаловажный критерий для наших заказчиков, которые вместе с нами выводят свои производства на новый технологический уровень. 🇷🇺

ДИПОЛЬ



Программное обеспечение для управления производством

AEGIS 
S O F T W A R E

- Скорость

Сокращает простой 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@faul.ru



Новая лабораторная многофункциональная центрифуга Polos 200 Advanced



Конструкция центрифуги Polos 200 Advanced создана так, что на установке можно обрабатывать одну круглую подложку диаметром до 260 мм (полупроводниковые пластины до 8") или прямоугольную размерами до 150×150 мм (6"×6"). Управление центрифугой осуществляется с помощью современного удобного сенсорного дисплея. Система управления оснащена простым интуитивно понятным интерфейсом, позволяет создавать множество рецептов с неограниченным числом шагов, а также выводить данные о протекающем процессе в наглядном графическом виде.

В отличие от плоских крышек, имеющих всего 1–3 линии для подвода реактивов, куполообразная крышка центрифуги Polos 200 Advanced может быть оборудована шестью форсунками для обеспечения одновременной работы шести линий автоматической подачи реактивов



Для надежного хранения информации и рецептов имеется защита данных паролем. Загрузка и выгрузка данных при помощи USB-интерфейса предоставляет возможность обработки полученных сведений на любом компьютере, что разрешает использовать установку несколькими операторами, выполняющим разные технологические задачи. Отсоединяемая панель управления предусматривает контроль процесса извне перчаточного бокса или вытяжного шкафа, что значительно облегчает оператору работу с установкой в лабораторных условиях. Центрифуга может быть выполнена в настольном варианте или же в варианте для встраивания в рабочую поверхность.

Цифровой контроллер скорости вращения мотора центрифуги помогает вести постоянное наблюдение за такими критическими параметрами, как точность поддержания скорости вращения и стабильность оборотов, заданное ускорение, что в результате дает значительное улучшение равномерности обработки образцов. Мотор способен контролировать скорость вращения в диапазоне от 0 до 12000 об/мин. Дозирование рабочего вещества происходит в автоматическом режиме с помощью различных автоматизированных систем подачи. Для обеспечения безопасности оператора

в процессе эксплуатации центрифуги ее крышка оснащена магнитным замком.

Стандартная комплектация центрифуги Polos 200 Advanced представляет собой две химические линии и клапан для продувки азотом, находящийся по центру куполообразной конструкции верхней крышки, в центрифуге возможна опциональная установка до шести химических линий без потери равномерности распределения рабочего вещества по поверхности пластины, а также установка клапана для продувки азотом (то есть в сумме до семи линий).


Возможность исполнения бесшовного корпуса Polos 200 Advanced в одном из двух различных материалов высочайшего качества — NPP (натуральный полипропилен, стандартно) и PTFE (политетрафторэтилен, опционально) позволяет использовать в рабочем процессе как стандартные реактивы (фоторезисты, проявители), так и химически активные вещества, необходимые в процессе травления. Дополнительно центрифуга может быть снабжена антистатической крышкой и вкладышами для чаши, выполненными из прозрачного антистатического (108–1010 Ом) полиэтилен-терефталата (PET) толщиной 0,5 мм.

Следует также отметить, что установка может быть оснащена следующими

опциями: удаление краевого валика (edge bead remover — EBR). Благодаря наличию в рабочей области дополнительной форсунки можно удалять излишки реагента (фоторезиста), скапливающегося на краю подложки.

- отмывка с обратной стороны (back side rinse — BSR). Благодаря наличию в рабочей области дополнительной форсунки можно отмыть обратную сторону подложки от реагентов (в том числе от фоторезиста).

- мегазвуковая обработка. В отличие от обработки ультразвуком мегазвуковая обработка позволяет работать со сверхтонкими пластинами, а также чувствительными структурами, такими как МЭМС, ИС, оптические слои, не повреждая их.

Использование встроенного устройства мегазвуковой обработки, по сравнению с мегазвуковой ванной, обеспечивает уменьшение расхода реагентов, увеличение производительности установки, улучшение однородности распределения рабочего вещества, а также значительно сокращает продолжительность самого процесса. 

Компания «Диполь» является официальным представителем оборудования SPS-Eurore в России, включая серии установок Polos 200 и Spin150i/Spin200i.

Секреты немецкого сервиса

Посещение предприятий ведущих мировых производителей совместно с представителями заказчиков становится доброй традицией компании «Диполь». Не так давно мы писали о визите на малайзийское производство компании Agilent Technologies. Изготовить прибор важно, но в дальнейшем он нуждается в постоянной технической поддержке. Поэтому логичным продолжением предыдущей поездки стало состоявшееся в июле знакомство с главным и самым крупным в мире сервисным центром Agilent Technologies в германском Штутгарте. Кстати, встреча прошла до переименования компании в Keysight Technologies и была инициирована интенсивно развивающимся российским сервисным центром Agilent. В рабочую группу кроме представителей «Диполя» вошли и несколько ключевых заказчиков компании.

Подробностями поездки и своими наблюдениями делится Андрей Небогин.



Agilent Technologies, как ведущая мировая компания по точным измерениям, чрезвычайно трепетно относится к тому, чтобы ее приборы максимально точно выполняли свои задачи

Прежде всего, я хотел бы подчеркнуть название «рабочая группа», поскольку эта поездка стала не развлечением, не простой экскурсией, а подробным знакомством с системой менеджмента качества, с методами продления жизненного цикла контрольно-измерительного оборудования и организации его технического обслуживания (ремонт, настройка, регулировка, калибровка).

Примерно в 15 километрах от Штутгарта в городе под названием Бейблинген расположился большой технопарк, где среди производственных мощностей всемирно известных брендов нашел свое место и сервисный центр Agilent, в котором мы и провели несколько рабочих дней.

Помимо традиционного знакомства с руководством и персоналом на повестке стояли несколько основных тематик. Одна из них — ремонт оборудования, и в первый день нашего визита нам показывали, как принимают и регистрируют прибор, как он поступает в зоны первичного контроля и ремонта. Словом, мы наблюдали все этапы, начиная с получения коробки от клиента и заканчивая подготовкой выполненного заказа к отправлению. Очень большое впечатление произвела



Андрей Небогин

степень автоматизации всех процессов. Благодаря использованию штрих-кодов и автоматических считывателей, мимо которых прибор достаточно просто пронести, все действия персонала регистрируются, а результаты тут же поступают в базу данных. Всегда можно отследить судьбу заказа и узнать, в чьих руках он сейчас находится и что с ним происходит.

В первую очередь подробная автоматизация помогает оптимизировать подсчет эффективности. Каждый этап нормирован как по времени, так и по качеству выполнения работ. С помощью автоматического контроля проще оценить ключевые показатели

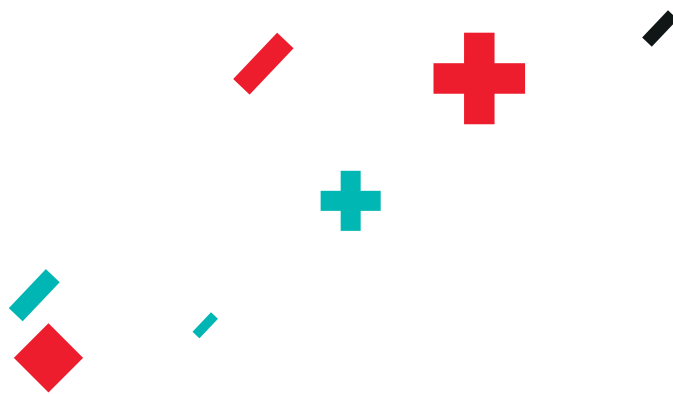
Мы наблюдали все этапы, начиная с получения коробки от клиента и заканчивая подготовкой выполненного заказа к отправлению

эффективности: сначала отдельного сотрудника, потом сектора, в состав которого он входит, а затем и всего сервисного центра. На входе в сервисный центр расположен огромный монитор, где постоянно отображается стратегическая информация о том, какое количество приборов и в какие подразделения поступили, на какой стадии находится работа с каждым из них. Благодаря такому перманентному мониторингу у менеджмента всегда имеется возможность для оперативного реагирования. Например, определенный отдел способен обслужить какое-то рассчитанное количество приборов, и если нагрузка на отдел превышает норму, монитор в буквальном смысле включает красный цвет. Это сигнал руководству для вмешательства: можно перенаправить поток приборов, можно предоставить дополнительных сотрудников. Важно, что контроль над процессами происходит ежесекундно. Лично я нигде ранее подобных систем не видел. И нам, и нашим заказчикам было интересно с ними познакомиться. Причем у нас была возможность на конкретном примере убедиться в эффективности такого подхода. Именно в первый день визита мы видели те самые красные сигналы на мониторе: какое-то

отделение было завалено работой. Им предоставили вторую смену, и на следующий день мы уже наблюдали зеленые сигналы. Потребовался один вечер, чтобы перевести процесс в нормальное русло.

Второй важный момент, с которым мы познакомились, — калибровка, при которой проводится контроль качества измерения прибора. Agilent Technologies, как ведущая мировая компания по точным измерениям, чрезвычайно трепетно относится к тому, чтобы ее приборы максимально точно выполняли свои задачи. Необходимое условие для этого — регулярная плановая калибровка. В сервисном центре Agilent выполняется как заказная коммерческая калибровка, так и обязательная калибровка после ремонта. Для этого используется мощнейшее программное обеспечение. Каждая калибровка обязательно сопровождается объемным и подробным протоколом. Все протоколы хранятся в единой базе данных, и по сети заказчик всегда может с ними ознакомиться и впоследствии высчитать для себя погрешность измерений их приборов.

Надо отметить, что Agilent проводит калибровку двух типов. Первый вариант, так называемая «Аджилент-калибровка», делается





Система измерения S-параметров в диапазоне до 110 ГГц

в соответствии с внутренними правилами и регламентами компании Agilent. Процедуры калибровки утверждают разработчики приборов, тем самым гарантируя, что каждый параметр будет проверен и откалиброван. Второй вариант под названием «Международная калибровка» осуществляется по правилам различных вышестоящих международных метрологических центров, например NIST. Тип калибровки

определяет заказчик услуги. Здесь мы проявили особенно большой интерес. Дело в том, что сейчас в России действует стандарт менеджмента системы качества ISO 17025 (его европейский аналог существует с 2005 года), который в том числе регламентирует прослеживаемость эталонов. По этому стандарту мы всегда должны знать, каким прибором откалиброван наш прибор, далее — каким прибором был

откалиброван тот прибор, который калибровал наш, и так далее, по цепочке до принятых национальных стандартов. Поскольку у нас на многих предприятиях записи ведутся по старинке, в журнале под роспись, заказчикам была особенно интересна автоматизация процесса, составление протоколов. Нам выдали протокол калибровки прибора по британскому метрологическому стандарту, в котором ясно отражалась



Certificate of Calibration

ISO/IEC 17025:2005

Certificate Number 1-XXXXXXX-1



Оглавление протокола калибровки,
аккредитованной UKAS

Traceability Table

	Model	Model Description	Equipment ID	Certificate Number	Trace Value
W	3325B	Synthesizer/Function Generator	DE1578	1-5185763805-1	
R	11050A	CONVERTER	DE535	1-4821576242-1-UKAS:C 0147	AC Voltage
R	3458A	Digital multimeter, 8.5 digit	UK11880	1-4697032949-1-UKAS:C 0147	DC Voltage
R	910R	GPS Controlled Frequency STD	UK15764	1-3663443973-1-UKAS:C 0147	Frequency
W,R	3458A	Digital multimeter, 8.5 digit	DE1980R8065	1-5907153881-1-UKAS:C 0147	AC Current AC Voltage DC Current DC Voltage Resistance
W,R	5720A	CALIBRATOR	DE2362	1-5128665546-1-UKAS:C 0147	AC Current AC Voltage DC Current DC Voltage Resistance

Фрагмент протокола калибровки. Зелёным цветом отмечены номера сертификата UKOS, доступного в он-лайн режиме. По номеру пользователь может отследить кем, каким прибором, и когда были откалиброваны «опорные эталоны»

прослеживаемость эталонов до британских национальных стандартов. То есть у приборов, участвующих в калибровке, в качестве рабочих эталонов были указаны номера протоколов калибровки данных рабочих эталонов уже в вышестоящих метрологических институтах. И все эти протоколы калибровки, доступные в онлайн-системе, заказчик мог легко получить и ссылаться на них.

При этом не следует думать, будто фактор человеческих отношений на западных предприятиях нивелирован. Просто там он находится в несколько иной плоскости. Например, все дни нашего визита генеральный директор

сервисного центра не отходил от нас ни на шаг, он даже пообедал с нами и отключил свой мобильный телефон, чтобы не отвлекаться на другие вопросы. Потом мы задали ему вопрос на эту тему, высказали удивление: «У нас так не очень принято, у нас директор всегда занят». Знаете, что он ответил? «Коллеги, вы наши заказчики, и мои отношения с вами — это ресурс, влияющий на удовлетворенность нашей работой, а значит, это один из элементов системы качества». Такой подход для них принципиален, и позже я объясню почему. В таких правилах нет исключений. В том числе для директоров.

Завершался первый день посещения производства оптических приборов, которым сам Agilent очень гордится. Это не обычное массовое производство, оно занимается ограниченными партиями, что и было для нас особенно интересно. Это высокоточные прецизионные оптические приборы, которые почти не востребованы нашей промышленностью, в отличие от Европы, где на них есть устойчивый спрос.

Во второй день у нас начались практические занятия. Нам предоставили возможность поучаствовать в калибровке прецизионного вольтметра 3458A.



В заводском музее Mercedes-Benz

И это уже точно выходило за рамки обычной экскурсии, мы становились участниками процесса. Нас одели в антистатическую одежду и запустили в «комнату эталонов», в которой непрерывно мониторятся климатические показатели, поддерживается постоянная температура и уровень влажности. На наших глазах достали новый прибор, поступивший на калибровку, показали, как он устанавливается, помогли с запуском программного обеспечения, продемонстрировали тесты и составляемые протоколы калибровки. Все это не могло не произвести впечатления.

Ведь на отечественных предприятиях подобные операции по-прежнему осуществляются вручную и по времени занимают полтора-два дня. Здесь же вся процедура заняла четыре часа. Интерес подогревал и тот факт, что все показанное в Германии (и оборудование, и организация процесса) вскоре должно появиться в России, в московском сервисном центре.

Кроме практики, мы много общались, обсуждали актуальные темы. Так, например, очень интересен был рассказ специалистов Agilent о том, как у них вводилась существующая система эффективности.

Все начиналось с опроса заказчиков, определения среднего балла удовлетворенности. Долгие годы этот балл колебался в пределах 7–7,5 из десяти. Семь лет назад руководство компании поставило задачу поднять оценку до восьми. Казалось бы, разница всего в один балл, но Agilent понадобились огромные инвестиции и несколько лет, чтобы перевалить за цифру восемь. Причем одной из основных причин



VOSCAL — перемещаемая калибровочная лаборатория

таких трудностей стало то, что при отличном качестве продуктов Agilent Technologies были нарекания к исполнению сервисных услуг. И только благодаря введению нормативов на выполнение заказов, автоматической системе контроля за нормативами и прочим мероприятиям, влияющим на скорость и эффективность, удалось переломить ситуацию.

Разумеется, деловые обсуждения с принимающей стороной дополнялись и неформальным общением. Так сложилось, что поездка совпала с чемпионатом мира по футболу, и вечером у нас была возможность убедиться, как сумасшедшие немцы умеют болеть.

В третий день была организована экскурсия на сборочное производство завода компании Mercedes-Benz, расположенное по соседству с Agilent Technologies. Здесь мы больше удовлетворяли любопытство, но опять же была возможность подробно узнать об организации менеджмента качества и, главное, убедиться, что их система имеет очень много общего с системой Agilent: та же повсеместная автоматизация, та же непрерывающаяся регистрация процессов и контроль.

Кроме того, нам продемонстрировали ноу-хау от Agilent Technologies — Voscal out (Mobile Calibration Laboratory). Это передвижная лаборатория калибровки приборов. Если мы у себя

привыкли, что прибор для калибровки нужно куда-то транспортировать, то здесь лаборатория сама едет к вам, паркуется рядом с вашим офисом или заводом и приступает к делу. И такой подход пользуется спросом (например, мы застали на месте только одну лабораторию из трех). Пригнать лабораторию, конечно, стоит дороже, но многие предприятия, связанные с серийным производством, идут на это, потому что не могут себе позволить отправить приборы в сервисный центр и из-за этого на неделю или больше остановить конвейер.



VOSCAL внутри




Рис. 6. Участники рабочей группы

Нам, глядя на это, осталось только повздыхать и позавидовать. Дело в том, что наше метрологическое законодательство очень консервативно по отношению к подобным новшествам. При аккредитации поверочной лаборатории требуется указывать четкий адрес, и аккредитуются в конечном итоге конкретные помещения. Говоря буквально, мы гарантируем, что данная комната с данными приборами соответствует всем требованиям. Принципиальное отличие западного подхода в том, что у них сертифицируются в первую очередь система качества, процедуры и их соответствие стандартам. То есть Agilent Technologies гарантирует, что все процессы в компании пройдут одинаково, независимо от того, в какой стране, в стационарном

помещении или передвижной лаборатории они производятся. Можно подискутировать насчет того, какой подход надежней, но то, что западный вариант удобней, оперативней, мобильней, оспорить сложно. Кстати, еще незначительный, но занятый момент: у нас разница даже в терминологии. В официальной терминологии не существует слова «калибровка», есть только «поверка».

Резюмируя свой рассказ, хочу отметить, что один из наиболее важных поводов для размышлений всех участников поездки — построение системы качества и подход к ней, оценка эффективности сотрудников, переход на автоматическое управление. Всем понятно, что за этим будущее любого инновационного производства, и, значит,

к этому нужно стремиться. И в ходе наших разговоров не раз обсуждались те или иные новшества, которые наши заказчики постараются применить у себя. Компания «Диполь» в свою очередь на основе подобных встреч формирует для себя новые ориентиры развития бизнеса.

Эта была не последняя наша поездка. Заказчики оценили ее как крайне важную, нужную и полезную, и мы уже планируем очередную визит. Будем приглашать новых участников, будем расширять программу. Приоритеты будут направлены на еще более подробное рассмотрение вопросов качества и оценки эффективности. 



Новый тепловизор Keysight Technologies U5855A

Тепловизор U5855A будет незаменимым помощником при проведении планово-диагностического обслуживания на промышленном предприятии, а также при диагностике зданий и сооружений. Созданный по уникальной технологии Agilent TrueIR, тепловизор обладает лучшим в своем классе разрешением 320×240 пикселей, а благодаря встроенному 4-кратному зуму может различать мельчайшие детали, что особенно важно при осмотре мелких трещин промышленных трубопроводов на безопасном расстоянии.

Основные характеристики тепловизора U5855A:

- Диапазон измерения температуры: -20...+350 °С
- Тепловая чувствительность: 0,07 °С (на 30 °С)
- Улучшенное разрешение матрицы: 320×240 пикселей
- 4-кратное увеличение
- Возможность фокусировки на расстояние от 10 см
- Режим отображения: «картинка-в-картинке», смешанный
- Степень защиты: IP54
- Русскоязычный интерфейс
- Время автономной работы: 4 ч
- Гарантия: 3 года

Инновационные решения для электронной промышленности

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



Во втором номере нашего журнала мы подробно рассказывали о процессе ребрендинга, проходящего в нашей компании, и попросили вас, наших читателей, поделиться мнением относительно обновления фирменного стиля, слогана и логотипа «Диполя». Пришло время рассказать о пришедших отзывах.

В первую очередь хочется отметить неравнодушие и аналитический подход, которые сопровождали большинство ваших писем. Помимо комплиментов встречались и замечания, и предложения, которые мы с благодарностью приняли к рассмотрению. Именно такая обратная связь и позволяет нам совершенствоваться.

Вот некоторые из присланных отзывов:

«Прочитав статью «Положительно заряжен», не могу не согласиться с автором об удачно выбранном бренде вашей компании. Это подтверждается и моим многолетним наблюдением за работой специалистов вашей компании, и личные беседы с руководством «Диполя» на выставках, и интервью с председателем совета директоров компании «Диполь» Н. Ковалевым (журнал «Эксперт+» №2). Успехов вам и всему вашему коллективу профессионалов!

P.S. Хочется слоган «Положительно заряжен» применять и в своей повседневной жизни!».

Юрий Яковлев (главный технолог сборочного производства, ООО НПП «ЭКРА», г. Чебоксары).

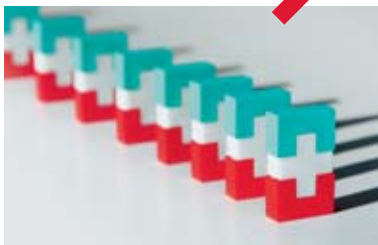
«Новый имидж вашего бренда привлекает именно положительным настроением! В нашем современном мире, в суете и заботах приятно иметь дело с профессионалами, которые еще и положительно заряжены! Это дарит положительные эмоции и удовлетворение от проделанной работы! Так держать! Всех заряжать!».

Евгения Чувилкина (инженер по стандартизации, ОАО «КМЗ», Московская область, г. Красногорск).

Как мы и обещали, всем приславшим отзыв, компания «Диполь» дарит свои фирменные флеш-карты. Кроме того, среди всех отозвавшихся был разыгран приз — универсальный аккумулятор для мобильных устройств (он, кстати, тоже положительно заряжен). Обладателем приза стал Юрий Власенко, сотрудник ОАО «ИСС» (г. Железногорск):

«Минимализм в цвете и геометрических формах — выбор современной компании на нынешнем рынке. Я бы добавил, что это европейский выбор, так как чтобы выразить максимум идеи, необходимо использовать минимум графики, текста и т.д., дабы сфокусировать внимание только на нужных деталях.

Сам слоган "положительно заряжен" очень удачен, так как подразумевает только позитивную энергию, энергию успеха».



**+ 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

 **ДИПОЛЬ**

ЭКСПЕРТ+
ЗНАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ