МАРТ | 2015 | №1 (5)

ЭКСПЕРТ+

знания технологии инновации

Доверяй и поверяй

Метрологическая служба компании «Диполь» на рынке поверочных услуг.

Избавление от флюса

Что лучше — отмывать «безотмывный» флюс или использовать паяльную пасту с водосмываемым флюсом?

Тест на совместимость

Развитие требований к характеристикам электромагнитной совместимости общепромышленной и оборонной продукции и современные технические средства для их оценки

ДИПОЛЬ

Положительно заряжен

ДИПОЛЬ

От редакции

Андрей Коржаков,
операционный директор
компании «Диполь»

«Центры трансфера технологий, объединяя игроков инновационного рынка, ведут к суммирующему эффекту усилий, к той самой синергии

Процессы, происходящие в современном мире, прямо или косвенно влияют как на нашу жизнь, так и на бизнес активных компаний и их партнеров, на экономику страны. Глобализация перераспределяет трудовые ресурсы, стремясь к наиболее эффективной локализации цепочки создания прибавочной стоимости. Рост информационного потока заставляет искать новые решения по управлению данными через сетевые и облачные приложения. Сокращение жизненного цикла и растущая сложность изделий требует от них повышения качества, а от производств — гибкости и серийности одновременно. Драйвером всех процессов является основополагающий принцип развития — конкуренция. Опираясь на модернизацию и инновацию, в борьбе за эффективность конкуренция стимулирует поиск новых рынков и разработку новых продуктов, новых решений. Именно конкуренция «заваривает» бульон из малых и средних компаний, из "старт-апов" и "бизнес-ангелов", из вузов, венчурных фондов и технопарков. Именно она создает рынок открытых инноваций, который, с одной стороны, позволяет крупным компаниям сократить издержки на разработку и внедрение, выстроив входящий извне поток технологических и продуктовых решений, а с другой — позволяет новым компаниям и решениям найти своего заказчика. Есть множество примеров того, как, несмотря на наличие собственных R&D-центров (Research and Development), такие гиганты бизнеса, как Apple, Boeing, IBM и др., эффективно используют открытые инновации. Для контактов со внешним миром новых идей и решений компании создают центры открытых инноваций (в некоторых случаях — центры трансфера технологий), обладающие механизмом взаимодействия на всех игроков инновационного рынка. Объединение взаимодействий ведет к суммирующему эффекту усилий, к той самой синергии. И это тоже результат конкуренции.

В силу как объективных, так и субъективных причин в России мы только приближаемся к созданию внутреннего рынка открытых инноваций, но мы можем использовать мировой опыт, приступая к закладке основ инновационной деятельности через создание центров открытых инноваций и налаживанию взаимодействия с российскими и зарубежными вузами, технопарками. Находясь на волне позитивных процессов, «Диполь» уже сегодня обладает ресурсами, позволяющими как выступить в качестве внешнего центра открытых инноваций, так и предложить клиентам построение функционала корпоративного центра открытых инноваций с последующим наполнением его потоком реальных решений. Данное направление полностью отвечает стратегии развития компании и органично дополняет уже сложившиеся компетенции компании.

диполь

Содержание

6.
Метрология
Доверяй и поверяй

20.
Новость
С новым сайтом!

22.
Технологии
Про промышленность, плазму и повод для энтузиазма

32.
Автоматизация
Ориентируясь на будущее

44.
Технологии
Инспекция — на высоте

50.
Технологии
Избавление от флюса

62.
Оборудование и технологии
Использование 4-проводной схемы питания и измерения для стабилизации напряжения на нагрузке?

65.
Оборудование и технологии

Что такое четырехквадрантный источник питания?

68.
Оборудование

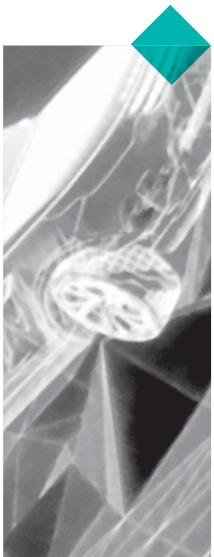
Генерация сигнала с большим количеством точек

72.
Оборудование

Следующая станция — UniTemp

80.
Электромагнитная совместимость

Тест на совместимость



90.
Обмен опытом

Печатное дело

ЭКСПЕРТ+
знания технологии инновации

МАРТ | 2015 | № 1 (5)

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

ДИПОЛЬ

Доверяй и поверяй

Государственная монополия в области поверки средств измерения осталась в прошлом. На рынок поверочных услуг выходят новые игроки. Один из них — метрологическая служба компании «Диполь». Имея широкие возможности, она ставит перед собой большие задачи.

Законодательные изменения в области обеспечения единства измерений способствовали развитию рынка услуг метрологии. Логичным действием компании «Диполь» стала аккредитация на право поверки средств измерений

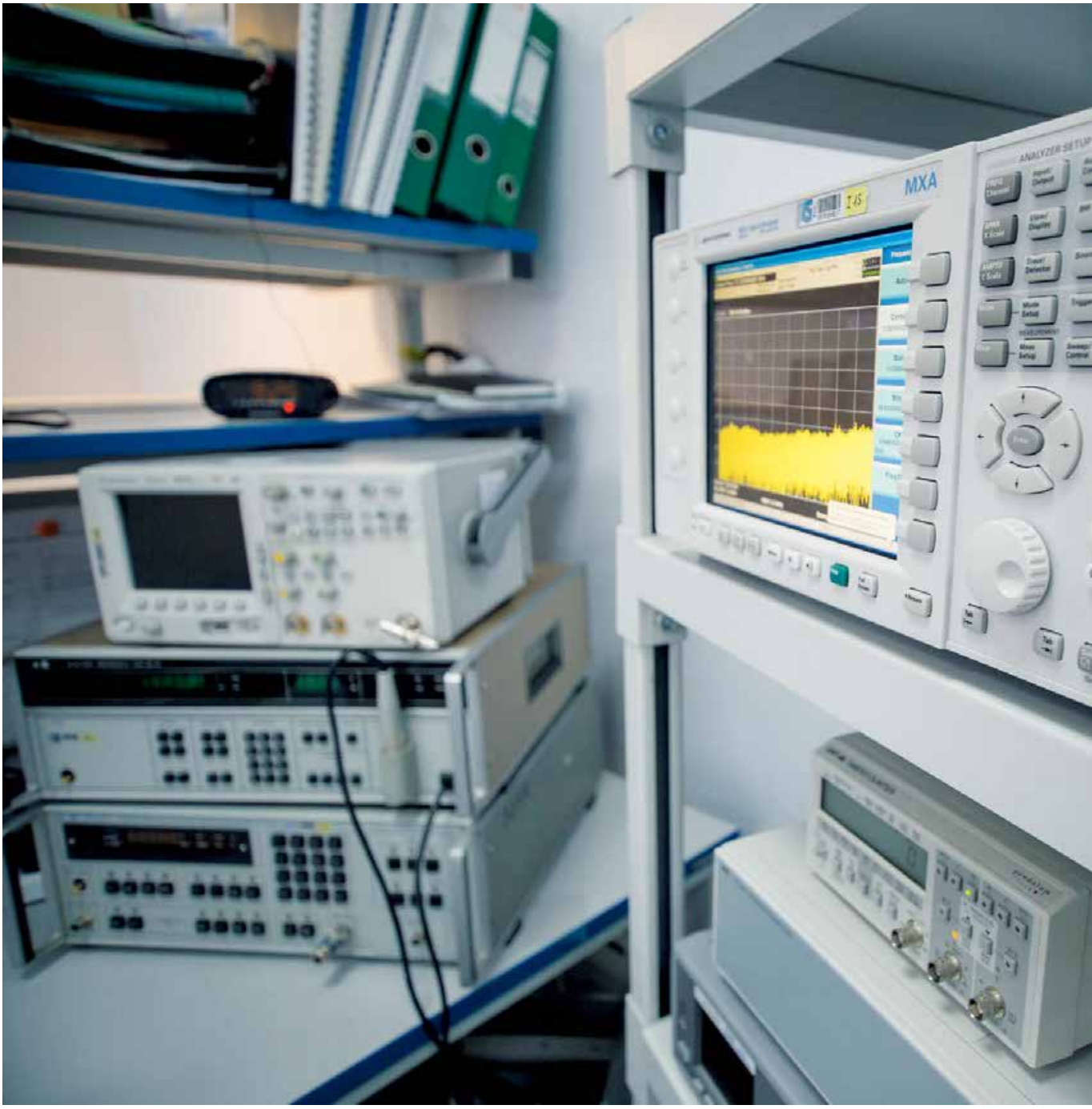
Монополия в прошлом

Большинству технических специалистов знакомо понятие «поверка средства измерения (СИ)». Стереотипный образ, возникающий при его упоминании, устоялся: все или несколько приборов отвозили в Государственный центр метрологии (ГЦМ), где придирчивые поверители неспешно принимали приборы в работу или не принимали вовсе, объясняя это отсутствием какого-нибудь специфического кабеля, без которого вы раньше благополучно обходились. Если оборудование все-таки брали, как минимум месяц приходилось работать без нужного прибора, а потом уговаривать поверителя ГЦМ отдать его после окончания официальных сроков. И хорошо, если вам выдавали средство измерения со свидетельством о поверке, а если с извещением о непригодности? Тогда следовало опять идти к поверителю, расспрашивая его о причинах.

Константин Бондин, руководитель метрологической службы компании «Диполь»
metrology@dipaul.ru

Возможно, я несколько сгустил краски, но у каждого, кто сталкивался с описанной процедурой, наберется немало историй, возникавших при поверке СИ.

Основная причина такой нерадостной ситуации заключалась в государственной монополии на данный вид деятельности и распределении ответственности за весь парк СИ на центры метрологии, которых порой было не больше одного на регион. Что и породило соответствующий уровень «сервиса».


MXA
ANALYZER SETUP

Федеральная служба по аккредитации

0000304

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

№ РОСС RU.0001.310158

Настоящий аттестат удостоверяет, что Общество с ограниченной ответственностью "Профгрупп" ОГРН 1057810063200

195271, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский проспект, дом 72, лит. А

аккредитован(а) в области обеспечения единства измерений и официально признан его компетентность выполнять работы в (или) оказывать услуги по поверке средств измерений

Область аккредитации определена в приложении к настоящему аттестату и является его неотъемлемой частью.

СРОК ДЕЙСТВИЯ АТТЕСТАТА АККРЕДИТАЦИИ с 24 мая 2013 г. по 24 мая 2018 г.

М.П. Руководитель (заместитель Руководителя) органа по аккредитации С.В. Мигин

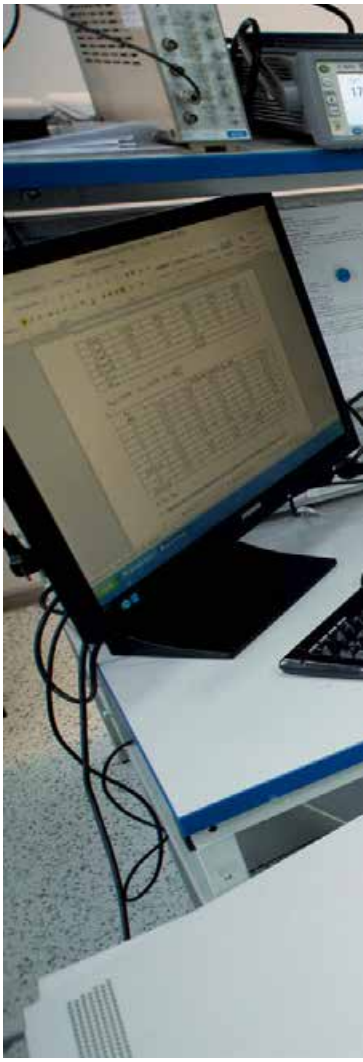
Поверка от компании «Диполь»

Принципиальные изменения сложившейся ситуации связаны с выходом в 2008-м году закона «Об обеспечении единства измерений», который больше учитывает особенности рыночной экономики. Конечно, постсоветское общество давно перестроилось в соответствии с реалиями современного бизнеса, но до такой фундаментальной области, как метрология, «дошли руки» только сейчас.

Новый закон частично снял монополию государства с данного вида деятельности и позволил бизнесу оказывать такую востребованную метрологическую услугу, как поверка СИ. Но переход на прогрессивные рельсы не произошел в одночасье, и вышедший метрологический закон лишь запустил длительный процесс перестройки взаимоотношений в сфере метрологии. Прежде чем бизнес смог приступить к оказанию услуг по поверке СИ, должна была появиться и встать на ноги такая организация, как Росаккредитация, способная независимо оценить компетентность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и делегировать им полномочия на определенную деятельность при условии соответствия необходимым критериям.

Законодательные изменения в области обеспечения единства измерений способствовали развитию рынка услуг метрологии. Ушли в прошлое любые формальные нетехнические основания для отказа в праве выполнять подобные работы. Это коснулось всех видов метрологической деятельности, в том числе самой востребованной — поверки средств измерений. В настоящее время единственным условием для аккредитации организации на право поверки является ее компетентность. Поэтому логичным действием компании «Диполь» стала аккредитация на право поверки средств измерений.

В 2012 году мы приступили к созданию собственной метрологической лаборатории по поверке СИ. Это было оправдано и актуально: «Диполь» является крупнейшим на рынке поставщиком СИ, а большинству СИ нужна поверка. Для реализации проекта было приобретено современное поверочное оборудование в соответствии с предполагаемой областью аккредитации: калибраторы Fluke 5522A,



5080A прецизионный мультиметр 8508A; генератор Agilent N5183; анализатор спектра Agilent N9020; генератор Agilent 81150A и другие устройства. В штат лаборатории подбирали специалистов, отвечающих всем необходимым требованиям и имеющих богатый практический опыт. Особое внимание было уделено созданию и описанию системы качества, предусматривающей потребности клиента в поверочной деятельности и соответствующей требованиям ГОСТ ИСО /МЭК 17025 и ИСО 9000. Метрологическая лаборатория стала основой для создания метрологической службы компании «Диполь».

После всех организационных процедур в 2013 году метрологическая служба «Диполя» (юридическое лицо — ООО «Профигрупп») была аккредитована Федеральной службой по аккредитации на право поверки СИ. Мы получили аттестат аккредитации РОСС RU.0001.310158.

Широкую область аккредитации обеспечило использование многофункциональных калибраторов Fluke и современных широкодиапазонных генераторов Agilent (Keysight).

Имеющиеся возможности позволили удовлетворить потребность в поверке СИ группы компаний «Диполь» на 90% (поверка осциллографов, генераторов, частотомеров до 20 ГГц, мультиметров 6,5 разрядов, источников питания до 600 В и 875 А, анализаторов качества электроэнергии, омметров до 1000 ГОм и прочей аппаратуры).

В 2014 году продолжилось становление нашей метрологической службы (МС), мы отрабатывали организационные процедуры поверки СИ, осваивали новое оборудование, поступающее в поверку.

Серьезным достижением стало внедрение в поверочную деятельность МС современного метрологического программного продукта Fluke Met/Cal, который как минимум вдвое повысил эффективность работы специалистов, обеспечив автоматизацию учета и регистрации СИ, процесса поверки СИ, оформления протоколов и свидетельств о поверке, а также подачи результатов поверки в автоматизированную базу данных Росстандарта. На этом моменте хотелось бы сделать дополнительный акцент.

Ломать шаблоны — дело непростое, а для того чтобы заработать доверие и репутацию, требуется и время, и определенные гарантии нашей добросовестности. Благодаря существующей базе данных любой заказчик, посетивший через сайт Росстандарта (www.gost.ru, раздел «Метрология») Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, может найти информацию о поверке СИ и убедиться в подлинности получаемого им свидетельства о поверке. Технология простая: достаточно ввести заводской номер и ознакомиться с информацией кто, когда и с каким результатом его поверял. В связи с тем, что подача данных в базу и обновление информации службами Росстандарта осуществляется с определенной периодичностью, размещение сведений происходит с некоторой задержкой. Тем не менее, данный сервис очень полезен для выявления неблагонадежных поставщиков соответствующих услуг.

Метрологическая служба компании "Диполь" оказывает услуги по первичной и периодической поверке СИ

Широкие возможности для новых услуг

Метрологическая служба компании «Диполь» оказывает услуги по первичной и периодической поверке СИ в соответствии с областью аккредитации. Первичная поверка проводится для подтверждения метрологических характеристик СИ при ввозе импорта, при выпуске из производства, после ремонта СИ. Периодическая поверка осуществляется в процессе эксплуатации СИ, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Я уже упоминал о применении в работе программного продукта Fluke Met/Cal. В частности, благодаря ему нами отработана процедура срочной поверки со сроком выполнения до 3 дней.

На сегодняшний день мы предлагаем клиентам четыре продукта:

- Поверка (первичная или периодическая поверка). Срок выполнения — 12 рабочих дней.
- Срочная поверка — организация оперативной поверки в срок до 3 рабочих дней.
- Калибровка СИ (определение действительных метрологических характеристик СИ).
- Поверочный контракт на условиях «Три года по цене двух», предоставляющий существенную экономию для тех, кто пользуется услугами метрологической службы «Диполя» на постоянной основе.

По желанию заказчика свидетельство о поверке может сопровождать протокол измерений. Налаженный организационный подход и автоматизация производственного процесса позволили нам добиться невысоких издержек, что в свою очередь обеспечивает предоставление метрологических услуг по привлекательным для заказчиков ценам.

Особые преимущества

Поверка силовых источников питания

Помимо традиционных возможностей, которыми обладают аналогичные поверочные лаборатории, метрологическая служба «Диполя» имеет практически уникальный сервис, позволяющий поверять силовые источники питания.

При создании лаборатории были учтены специфические требования, предъявляемые к поверке именно силовых источников питания. Было обеспечено: трехфазное питание сети, мощные нагрузки, катушки сопротивлений и прочее оборудование, необходимое для работы с токами до 1000 А. Благодаря этому наши возможности по поверке источников питания ограничены только силой тока.

Работая с большим потоком классических источников питания мощностью до 300 Вт, мы спроектировали и внедряем автоматизированное рабочее место по поверке данных средств измерений. При кажущейся простоте таких приборов и их невысоких метрологических характеристиках нами периодически бракуется значительный объем подобных СИ.

Аттестация эталонов

В 2014 году метрологическая служба «Диполь» прошла процедуру аттестации эталонов, используемых при поверке СИ. Данная процедура документально подтвердила прослеживаемость эталонов, применяемых МС для поверки, к государственным эталонам России. Это в свою очередь подтверждает возможность нашей метрологической службы участвовать в процедуре передачи единицы физической величины, хранимой государственным эталоном, поверяемым СИ.

Перекалибровка СИ (adjusting)

Благодаря внедрению в работу метрологической службы программного обеспечения, у нас имеется возможность корректировки метрологических параметров некоторых поверяемых СИ. При выходе метрологических параметров за пределы допускаемых значений или при критичном приближении к краю допуска, данные СИ могут подвергаться процедуре перекалибровки: запускается специализированная процедура adjusting (регулировка, юстировка), которая вносит необходимые поправочные коэффициенты в СИ. Такая процедура позволяет значительно продлить жизненный цикл используемого парка средств измерения и минимизировать стоимость их достаточно дорогого ремонта.

Переходники

Применение Fluke Met/Cal предъявляет дополнительные требования к схемам соединения средств измерений при автоматической поверке. Для их реализации мы приобрели многочисленные СВЧ-переходники и специфические сборки измерительных проводов. Этот шаг оказался оправданным, так как помимо ускорения процедуры поверки мы получили широкий спектр возможностей по коммутации различных СИ — как современных, так и старого образца. Теперь решение какой-либо измерительной задачи не упирается в невозможность корректного соединения СИ. Кстати, для многих организаций, оказывающих услуги поверки, отсутствие подобных возможностей становится большой проблемой.

Метрологический аутсорсинг

В наступившем году мы готовимся пройти процедуру экспертизы на возможность аттестации испытательного оборудования. Следом за аттестацией испытательного оборудования планируем создание испытательной лаборатории по чистым помещениям. В долгосрочных планах предусмотрена организация испытательной лаборатории по электромагнитной совместимости — для этого у нас есть все предпосылки.

Если еще говорить о планах, то большие надежды мы возлагаем на метрологический аутсорсинг. Для этого у нас есть все необходимое.

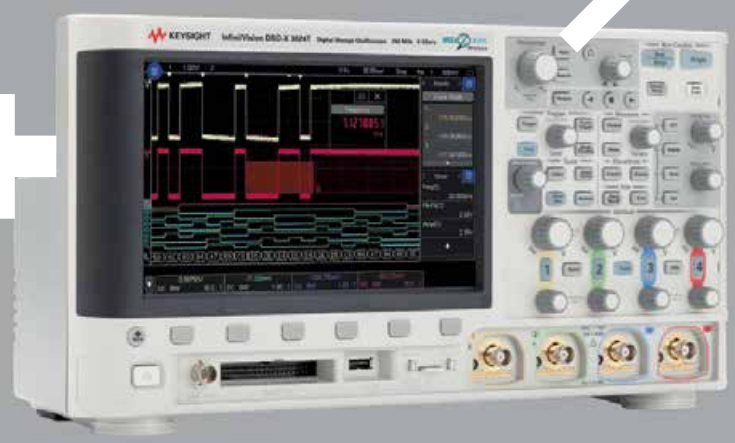
В большинстве крупных организаций метрологическим обеспечением (МО) деятельности юридического лица заняты специальные отделы метрологической службы или сотрудники, назначенные ответственными за МО. Где-то работа налажена на должном уровне, где-то не очень хорошо — разобраться в специфике метрологических требований и понятий неподготовленному человеку достаточно сложно. Часто это ведет к очевидным крайностям. Из-за давления множества контролирующих органов нередко возникают перегибы с характеристикой «перестарались». Например, по требованиям системы качества необходимо периодически подтверждать метрологические характеристики используемых СИ в производстве. Производства бывают разные, но всегда существуют ключевые технологические процессы, например, ОТК, испытания, а есть и второстепенные, скажем, настройка или регулировка. На основных технологических процессах

требования нормативной документации жесткие и предполагают наличие поверенных СИ. На второстепенных процессах подобных жестких требований не предусмотрено, достаточно ограничиться либо технологической проверкой, либо контролем. Что получается в итоге? Приезжает проверяющий, видит на рабочем месте не поверенное СИ и делает замечание с записью в соответствующем журнале. Как результат — 100% всех СИ едут в поверку для отработки замечания. И так — каждый год. А ведь достаточно было бы организовать процесс проверки (калибровки) на предприятии, избавив себя от жестких процедур аккредитации. Только и нужно, что описать и закрепить процесс соответствующим регламентом предприятия и приказом о его введении.

Может быть и другая ситуация. СИ распределены по разным участкам, контроль за ними отдан на откуп мастеру или другому должностному лицу, четкого учета, как показывает практика, не организовано. В этом случае на основании метрологического аудита формируется перечень СИ, подлежащих поверке, калибровке, проверке, и проводятся соответствующие процедуры. Полученные перечни в виде напоминаний (писем, служебных записок) ежемесячно или еженедельно пересылаются заказчику. Перечень содержит информацию о том, какое СИ, куда и когда должно быть отправлено для прохождения соответствующей процедуры.

Именно для выявления таких нюансов мы предлагаем производить метрологический аудит с предоставлением отчетом.

Технические возможности и компетентность специалистов метрологической службы компании «Диполь» по комплексному решению задач технического и метрологического обслуживания парка средств измерений позволяют с оптимизмом говорить о перспективах развития. Уверены, что в этом развитии заинтересован широкий круг предприятий, как уже являющихся нашими клиентами, так и рассматривающих проведение совместных проектов в будущем.



Первые массовые осциллографы с емкостным сенсорным экраном от компании Keysight Technologies

Компания Keysight Technologies представила цифровые запоминающие осциллографы и осциллографы смешанных сигналов InfiniiVision 3000T серии X с интуитивной графической функцией запуска. Впервые осциллографы получили сенсорный экран и функцию запуска по выделенной области. Чрезвычайно удобные в эксплуатации приборы помогают инженерам эффективно решать проблемы, связанные с определением условий запуска.

С ростом скорости передачи данных и сложности сигналы инженерам все труднее выявлять аномалии в устройствах. Недоступный прежде интуитивный графический запуск упрощает отладку новейших устройств и измерение их характеристик. Графический запуск позволяет очертить прямоугольник вокруг интересующего участка сигнала на дисплее и определить условия запуска.

Осциллографы InfiniiVision 3000T серии X имеют расширяемую полосу пропускания с верхней границей от 100 МГц до 1,0 ГГц. Непревзойденная скорость обновления сигналов (миллион осциллограмм в секунду) позволяет разглядеть мельчайшие подробности формы сигнала, а стробируемое быстрое преобразование Фурье — выполнить коррелированные измерения в частотной и временной областях. Корпус нового осциллографа объединяет шесть приборов: осциллограф, логический анализатор, анализатор протокола, цифровой вольтметр, генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen и 8-разрядный аппаратный суммирующий счетчик/частотомер. Емкостной сенсорный экран значительно ускоряет этап настройки. Интерфейс с буквенно-цифровой сенсорной панелью, поддерживающей взаимодействие касанием, повышает гибкость отображения информации. Совокупность многочисленных преимуществ обеспечивает высочайшую вероятность обнаружения аномалий.

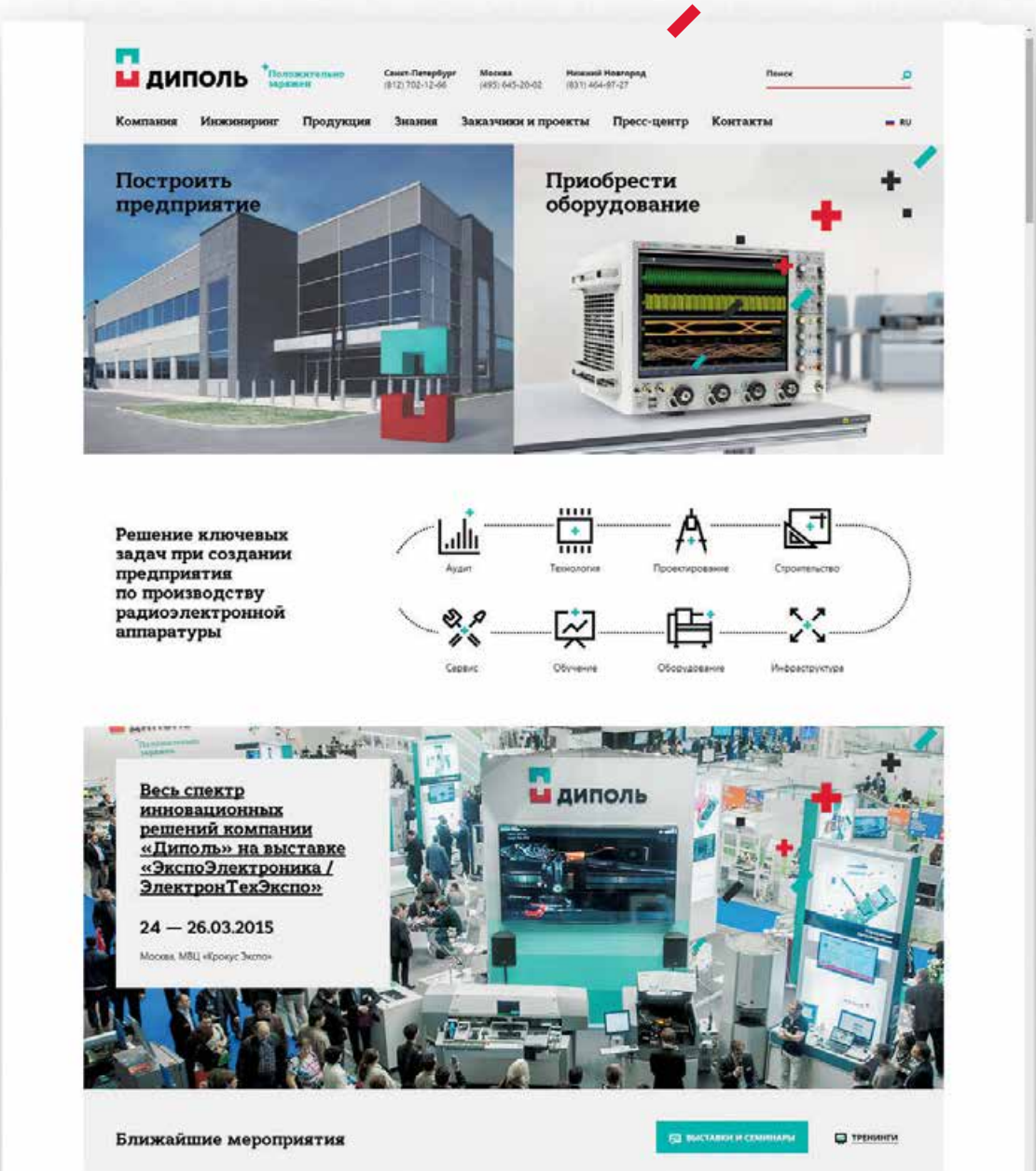
Новая функция оконного преобразования Фурье разрешает сопоставлять явления, происходящие в частотной и временной областях, на одном экране, а анализ цепей питания и видеосигналов, а также опция аппаратного тестирования по маске превращают осциллографы 3000T серии X в универсальные осциллографы общего назначения.

Осциллографы InfiniiVision 3000T серии X представлены моделями с полосой пропускания 100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц и 1 ГГц. В стандартную конфигурацию всех моделей входит память на 4 млн выборок, сегментированная память, расширенные математические функции и пассивные пробники 500 МГц.

Более подробно ознакомиться с осциллографами InfiniiVision 3000T серии X можно на сайте 3000t.dipaul.ru.

С новым сайтом!

Компания «Диполь» объявляет о запуске новой версии корпоративного сайта www.dipaul.ru



Новый веб-ресурс в полном объеме отражает все аспекты деятельности компании, предоставляя заказчикам информацию о предлагаемых инжиниринговых услугах и инновационном оборудовании. Система навигации и современные интерфейсы значительно облегчают ориентацию в многочисленных направлениях деятельности компании.

Компания «Диполь» проводит большое количество мероприятий, направленных на передачу знаний специалистам радиоэлектронной отрасли. Найти и записаться на семинар, практикум, мастер-класс или конференцию поможет «Календарь событий», имеющий фильтры по типам мероприятий и направлениям деятельности.

Раздел «Знания» объединил обширную библиотеку информационных материалов, востребованных специалистами радиоэлектронной промышленности (международные и российские стандарты, статьи, материалы конференций и многое другое).

«При создании нового сайта мы руководствовались главным принципом — удобством для пользователя, — отмечает руководитель департамента маркетинга и рекламы «Диполя» Юрий Васильев-Куклин. — Среди возможностей нового сайта — наличие взаимных ссылок на тематически связанные материалы. Например, находясь на странице, где представлено конкретное оборудование, пользователь видит не только технические характеристики, но и относящиеся к той же тематике статьи и новости, семинары и выставки, на которых это оборудование будет демонстрироваться. Если данное оборудование есть в наличии в демозалах компании, посетитель сайта в один клик может записаться на демонстрацию. Когда возникает необходимость получить консультацию, пользователь видит контактные данные специалиста по интересующему его продукту или услуге. Вообще, контакты специалистов и формы обратной связи «подстерегают» посетителя на всех ключевых страницах веб-сайта. Это позволяет заказчикам тратить меньше времени на изучение структурных хитросплетений компании и обращаться по нужному адресу, чтобы задать интересующий вопрос — будь то приобретение оборудования, участие в обучающих мероприятиях, сервисное обслуживание или подписка на корпоративный журнал. При этом мы избегаем таких инструментов, как навязчиво всплывающие окна «онлайн-консультанта», и тому подобных агрессивных форм интернет-общения.

Запуск нового сайта — это лишь отправная точка для более тесных коммуникаций с нашими заказчиками. Корпоративный веб-ресурс «Диполя» ожидает дальнейшее развитие, оснащение новым функционалом, а главное — полезным контентом для нашей аудитории».

Компания «Диполь» приглашает всех принять участие в обсуждении нового корпоративного сайта. Ждем ваших писем с отзывами, замечаниями и предложениями по электронному адресу: marketing@dipaul.ru.

Про промышленность, плазму и повод для энтузиазма

Плазменная обработка — это широчайший спектр возможностей. Передовых, а порой и необычных

Валерия Утгоф, инженер-технолог
по микроэлектронике,
v.utgof@dipaul.ru

Повышение производственных требований к эффективности используемых материалов предопределяет непрерывное развитие современных технологий. В этом контексте плазменная технология имеет огромный потенциал, поскольку позволяет направленно изменять физические свойства материалов и гибко подстраивается под нужды конкретного заказчика. Спектр применения плазменной обработки чрезвычайно широк и не ограничивается только полупроводниковым кристальным производством, изготовлением гибридных интегральных микросхем (ГИС) или печатных плат. Системы плазменной обработки также находят применение в автомобиле- и самолетостроении, медицинской технологии, биотехнологии, технологии обработки пластмасс, металлов, различных порошков и даже в текстильной промышленности. Оборудование немецкой компании Diener Electronic — всемирно известного производителя систем для очистки и обработки материалов в атмосферной плазме и плазме низкого давления — вот уже более 20 лет предлагает потребителям широчайшие возможности по реализации задач во всех основных сферах применения плазменных технологий.

Самые распространенные плазменные процессы:

- очистка поверхности (поверхность физически очищается от загрязнений за счет бомбардировки ионами, а также химически за счет химических реакций);
- активация (улучшение адгезионных свойств и химической активности материала за счет радикалов, образующихся на поверхности);
- травление (поверхность травится ионами процессного газа — физически распыляется или химически взаимодействует с ионами газа и удаляется откачной системой);
- полимеризация (осаждение слоя полимера на поверхность материала из газа-мономера).

В основе всех плазменных процессов лежит ионизация процессного газа. В общих чертах плазменный процесс для плазмы пониженного давления выглядит следующим образом: вакуумным насосом внутри камеры создается пониженное давление, после чего в камеру напускается процессный газ. При помощи генератора на электроды, расположенные внутри или снаружи камеры, подается напряжение, процессный газ ионизуется, и образуется плазма. Далее в зависимости от параметров процесса и вида процессного газа выполняется тот или иной тип обработки материала.

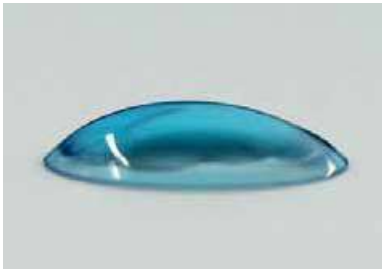
Став неотъемлемой частью высокотехнологичных производств, плазменные процессы нашли применение во многих отраслях и на разных стадиях технологических операций. Хотелось бы познакомить наших читателей с наиболее передовыми, а иногда и необычными на первый взгляд возможностями применения плазменной обработки в современной промышленности.

Плазменное травление фоторезиста SU-8

Негативный фоторезист SU-8 широко используется в микросистемной технике и других областях микроинженерии. Его основным недостатком является сложность удаления, из-за чего SU-8 не применяется в промышленных масштабах. В настоящий момент наиболее популярной технологией считается удаление в результате химического воздействия. Тем не менее данный метод достаточно сложно реализуем и часто влечет за собой повреждение структуры изделия. При удалении фоторезиста с помощью плазменной обработки (сухим плазменным травлением) задача значительно облегчается. В данном случае, в плазме генерируются ионы и радикалы. Для предотвращения ионной бомбардировки частей изделия ионы «фильтруются», и на структуру оказывают химическое воздействие радикалы. Таким образом убирают остатки фоторезиста, причем другие (металлические и т. п.) элементы изделия остаются нетронутыми. В качестве процессных газов — источников радикалов, как правило, выступают тетрафторметан (CF_4), кислород (O_2), азот (N_2). Немаловажным критерием становится и экологичность процесса, так как плазменная обработка позволяет отказаться от химических веществ, негативно влияющих на окружающую среду.

Гидрофилизация поверхности контактных линз

В современной медицине все большую популярность приобретают силикон-гидрогелевые линзы за счет своей инертности, необходимых физических свойств и комфорта в использовании. Недостатком является природная гидрофобность силикона, из-за которой линза плохо смачивается и иссушивает чувствительную слизистую глаза, что приводит к раздражению. И тут на помощь приходит технология обработки в плазме, в результате которой изменения происходят на молекулярном уровне и распространяются в нанометровом диапазоне. Для контактных линз это означает, что подобная операция ни в коей мере не влияет ни на геометрию линзы, ни на ее оптические свойства. Технология заключается в введении в газовую смесь процессного газа-мономера, который в процессе обработки осаждается на поверхности и полимеризуется, образуя тончайшее покрытие на поверхности линзы. В итоге можно создавать материалы, чьи свойства принципиально отличаются от изначальных физических свойств вещества. В случае с контактными линзами, например, возможно улучшение биосовместимости материала.



Подкрашенная капля воды на поверхности силикон-гидрогелевой контактной линзы до и после проведения плазменной обработки

Вращающийся цилиндр обеспечивает равномерную обработку полимерных порошков и гранул, а также порошкообразной резины и даже мелких деталей

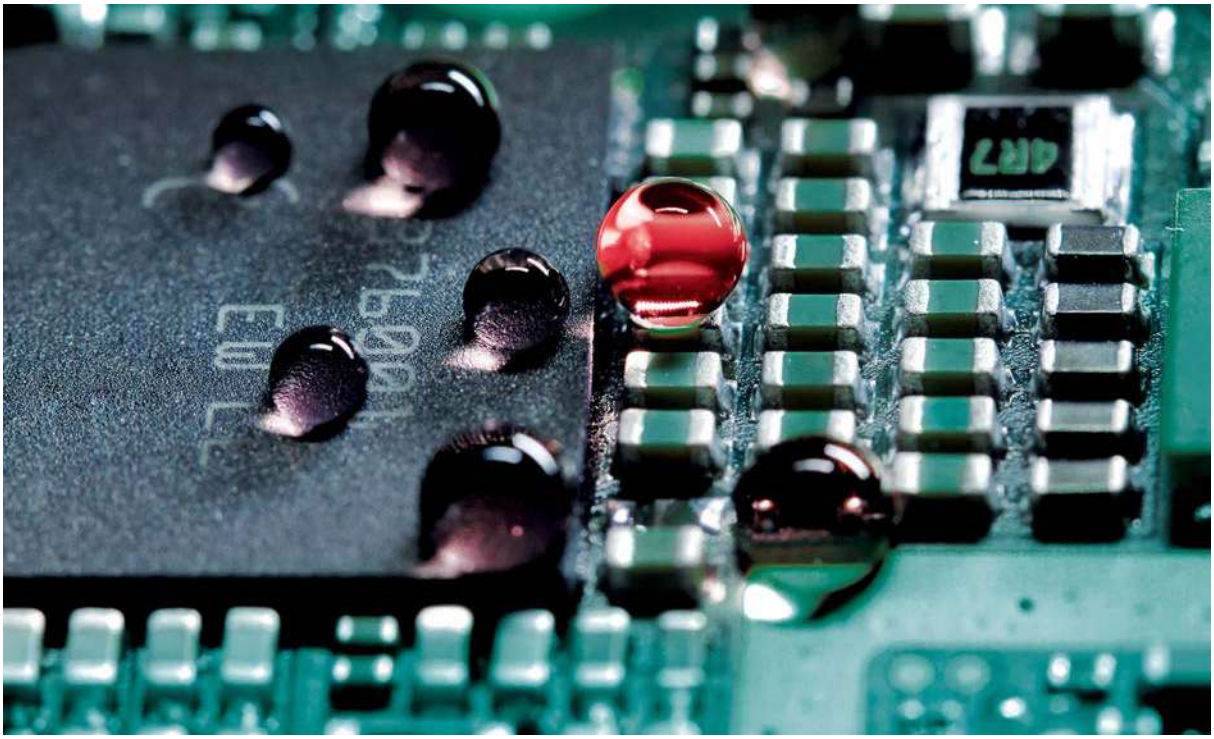
Гидрофилизация порошкообразного полиэтилена

Помимо обработки объемных образцов системы Diener Electronic позволяют проводить обработку порошков и гранул различных материалов. В качестве примера можно привести обработку порошкообразного полиэтилена для придания ему гидрофильных свойств. Поскольку полиэтилен гидрофобен, химические связи между ним и различными добавками отсутствуют. Разработанная компанией Diener Electronic система позволяет за один прием обрабатывать партию порошка до 25 кг (ранее размер партии, обрабатываемой в лабораторных условиях, ограничивался 1 кг), что соответствует промышленным масштабам. Гидрофильные свойства возникают под влиянием процессных газов — кислорода (O_2), азота (N_2) или аргона (Ar). Обработка продолжается от 30 минут до нескольких часов, при этом порошок непрерывно перемешивается в барабане, что позволяет добиваться равномерной обработки. Благодаря использованию низкотемпературной плазмы (температура процесса не превышает 30 °C) тепловое повреждение порошка исключается, и основные свойства материала остаются неизменными. В результате улучшается прочность сцепления между пластиком и другими материалами, в том числе металлами, что значительно расширяет область его применений.

Капли воды на корпусе слухового аппарата до и после проведения плазменной обработки

Повышенная гидрофобизация наконечников пипеток

Тем, кто когда-либо сталкивался с использованием пипеток для высокоточного отбора жидких материалов (дорогостоящих ферментов, а также образцов, доступных в очень малых количествах), хорошо известно, что после взятия проб в пипетке остается значительное количество жидкости. В связи с этим все больше производителей переходят к изготовлению пипеток, имеющих наконечники с малой адгезией. В этом случае плазменная обработка используется для придания внутренней поверхности пипетки гидрофобных свойств. В результате уровень смачиваемости полипропиленовой пипетки снижается с 30 менее чем до 10 мН/м. Компания Diener Electronic имеет опыт в разработке системы плазменной обработки пипеток промышленного масштаба Diener Tetra 200, полностью интегрированной в производственную линию и работающую в автоматизированном режиме.



Отталкивающее покрытие позволяет защитить внутренние части слухового аппарата от попадания жидкостей

Защита слуховых аппаратов

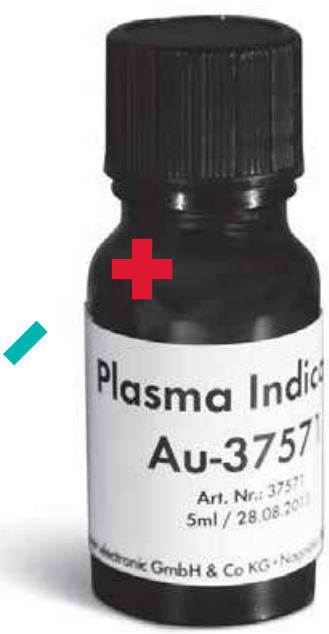
Тенденция минимизации размеров слуховых аппаратов приводит к тому, что отверстия в устройствах становятся все меньше, и они могут быть испорчены даже такими загрязнениями, как кожное сало, влага или вода. При этом полностью герметизировать устройство не представляется возможным, поскольку большинство слуховых аппаратов действует с помощью воздушно-цинковых батарей, для функционирования которых необходимо постоянное поступление кислорода, чтобы сохранить их рабочее напряжение. Таким образом, требуется модификация тончайших слоев корпуса аппарата, не оказывающих влияния на работу электронного устройства. Применение плазмы низкого давления для получения гидрофобных и олеофобных покрытий значительно продлевает срок службы слуховых аппаратов. Обработка выполняется при введении в газовую смесь мономера фтора, который полимеризуется и создает на корпусе устройства тончайший (до 100 нм) слой политетрафторэтилена (PTFE). После окончания плазменной обработки угол смачиваемости поверхности становится больше 115°, и попадающая на нее жидкость просто скатывается, не проникая внутрь. Таким способом удается минимизировать или даже совсем исключить коррозионное воздействие на внутренние части устройства. При этом воздействие плазмой не оказывает ни малейшего влияния на акустические свойства материалов. Могут быть обработаны мельчайшие детали, вне зависимости от их геометрии (продолговатые трубки или полые тела).

Тщательная очистка поверхности перед нанесением лакокрасочных покрытий

В таких областях производства, как автомобилестроение, очистка поверхности от веществ, ослабляющих адгезию лакокрасочных покрытий (так называемых LABS), является достаточно важной ступенью. Наибольший вред равномерности нанесения лакокрасочных покрытий приносят силиконы, фторсодержащие вещества (PTFE), масла или жиры. Все они нарушают смачиваемость окрашиваемой поверхности и тем самым создают различные дефекты, в частности воронки и кратеры. В данном случае плазменная обработка используется как альтернатива растворителям. Очистка в плазме низкого давления — экономически эффективный и гораздо более экологичный и безопасный для здоровья человека метод получения поверхности, не содержащей LABS. Применение плазменной обработки значительно сокращает количество брака и увеличивает безопасность продукции.

Очистка поверхности от органических загрязнении в технологии ГИС

Огромную роль в технологическом процессе производства ГИС играет качество поверхности подложки. Чистая активированная поверхность обеспечивает адгезионно-прочное соединение, улучшая как надежность изделия, так и процент выхода годных изделий. В связи с увеличением площади подложек, занятых под топологию, возникает вопрос о воспроизводимости и стабильности качества очистки по всей поверхности подложки, а, в конечном счете — о повышении качества процесса очистки в условиях серийного производства. В отличие от стандартной обработки в жидких химических средах применение плазменной технологии существенно улучшает качество очистки подложек, а также обеспечивает высокую повторяемость результатов, что значительно повышает эффективность данной процедуры. Для проведения очистки от органических соединений используются процессные газы, как правило, кислород, водород или аргон, в зависимости от того, какое изделие подвергается очистке.



Жидкий индикатор плазменной обработки

Индикатор плазменной обработки в действии: справа— жидкий индикатор до проведения процесса, слева — золотистая металлическая пленка, свидетельствующая о проведении плазменной обработки

Индикаторы процесса

Одним из вариантов теста на завершение процесса является использование индикатора на основе жидкого металлического соединения, которое разлагается в результате плазменной обработки. Изначально жидкость бесцветная, но после плазменной обработки она приобретает золотистый металлический блеск и превращается в пленку с зернистой структурой, что на большинстве поверхностей создает достаточно четкий контраст, и оператору легко увидеть, что плазменная обработка проходит в нормальном режиме. Металлическая пленка достаточно стабильная и химически стойкая (не окисляется, не изменяется под воздействием солнечных лучей, температурного или УФ-воздействия) и спустя нескольких недель или даже месяцев после проведения обработки сохраняет свои визуальные качества.

Еще один вариант теста — использование специальных меток. Метка представляет собой наклейку (пленка с нанесенным покрытием), которая крепится на стенку камеры или на обрабатываемую деталь. После того как индикатор в виде черной точки на наклейке исчез, можно с уверенностью сказать, что плазменная обработка была проведена. Черная точка выполнена из углеродистого покрытия, толщина которого соответствует времени обработки. Следовательно, для различного времени проведения плазменной обработки доступны наклейки с различной толщиной углеродистого слоя.

Индикатор плазменной обработки в виде наклеек

Заключение

Как видно из приведенных примеров, установки плазменной обработки Diener Electronic обладают удивительной гибкостью и в различных модификациях могут быть предназначены для выполнения совершенно разных задач. Также хотелось бы отметить, что модельный ряд установок позволяет использовать их как в условиях лабораторий и мелкосерийного выпуска (установки с объемом камер от 2 до 24 л), так и на различных стадиях промышленных производств (установки с объемом камер до 10 000 л и более). Все это позволяет использовать плазменные технологии для прикладных задач практически в любой сфере деятельности, область применения ограничивается лишь фантазией пользователя. Огромное количество клиентов компании подтверждают и этот факт, и то, что профессионализм команды Diener Electronic находится на высочайшем уровне.

ДИПОЛЬ

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.

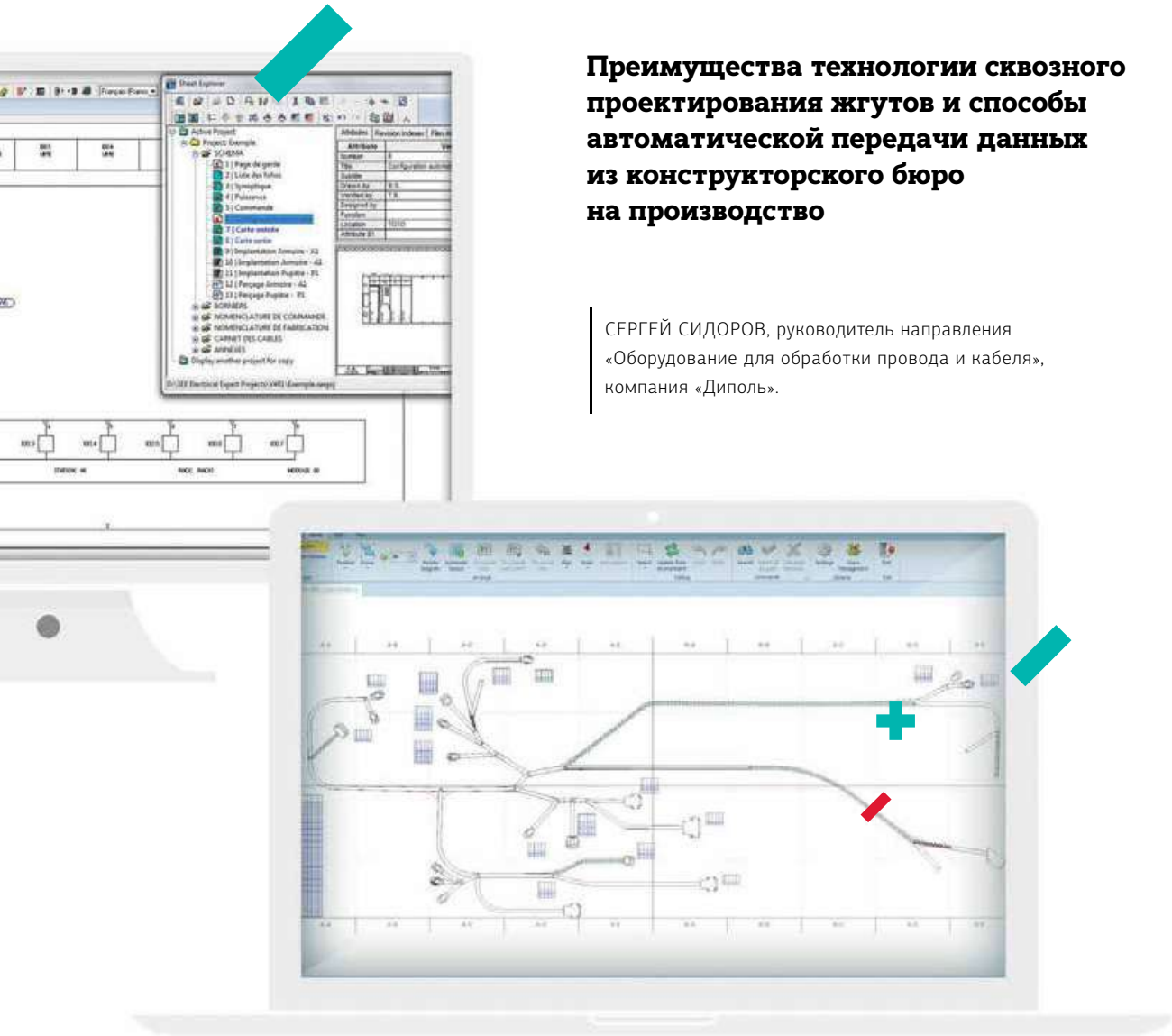
Отраслевой интегратор

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

Ориентируясь на будущее

Преимущества технологии сквозного проектирования жгутов и способы автоматической передачи данных из конструкторского бюро на производство

СЕРГЕЙ СИДОРОВ, руководитель направления «Оборудование для обработки провода и кабеля», компания «Диполь».



Сергей Сидоров

Пит Дойон (Pete Doyon), вице-президент компании Schleuniger, Inc. по менеджменту продукции: «Я занимаюсь технологиями обработки провода вот уже 30 лет, и за это время мне довелось увидеть множество изменений и усовершенствований, ставших возможными главным образом благодаря прогрессу в электронике и программном обеспечении. В будущем можно ожидать дальнейший рост эффективности производств, и одним из основных факторов этого роста станет применение сетевых технологий».

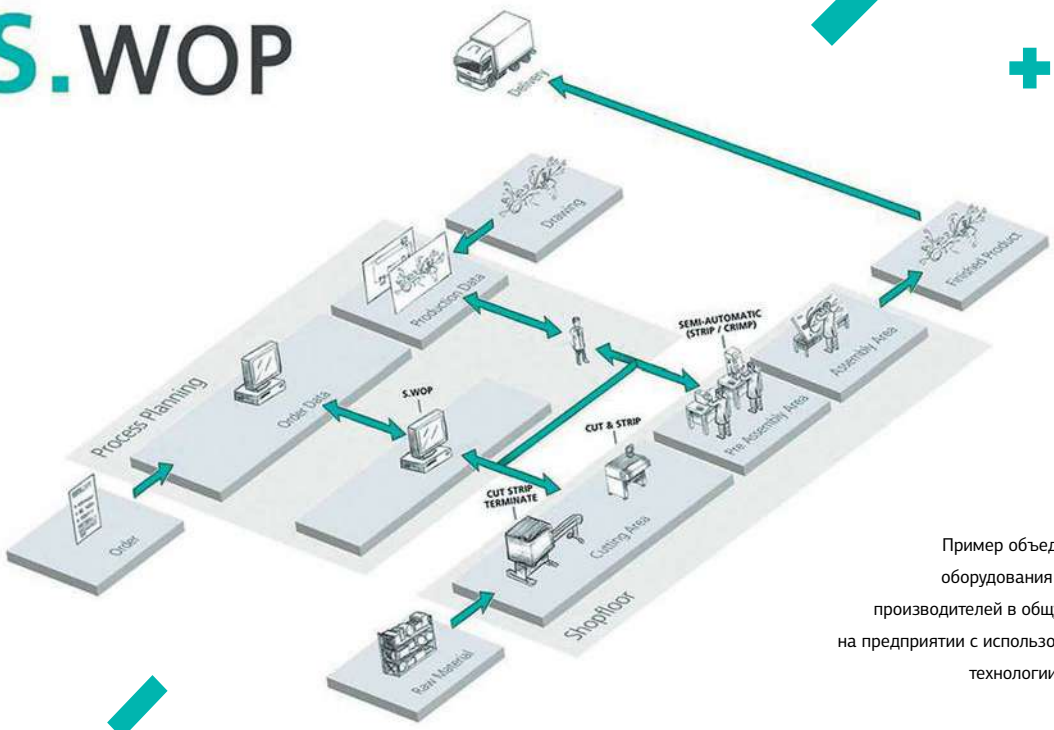
Большая часть оборудования, предназначенного для обработки провода и представленного сегодня на рынке, полностью программируема и снабжена быстросменяемой инструментальной оснасткой, которая обеспечивает оперативную переналадку с одного задания на другое. Эти машины для резки и зачистки (или резки, зачистки и обжима) обычно представляют собой автономные единицы оборудования с собственным пользовательским интерфейсом.

На типовом участке изготовления кабельных сборок и жгутов операторы получают задания в бумажном виде и программируют машину в соответствии с полученным заданием или вызывают готовую программу из памяти, если она уже выполнялась прежде. Решение о том, какие задания выполнять и в какой последовательности, обычно остается за оператором, который стремится свести к минимуму переналадки для достижения максимальной эффективности. При такой организации работы другим сотрудникам компании трудно отслеживать состояние конкретного заказа, комплекта или изделия по мере его выполнения.

Объединив все оборудование в сеть с центральным сервером и специализированным программным обеспечением, можно получить целый ряд новых возможностей и преимуществ:

- непосредственное сопряжение с установленной на производстве ERP-системой (ERP, Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов предприятия);
- исключение ошибок при вводе данных операторами (задания программируются автоматически при сканировании заказ-наряда);
- точное фиксирование времени начала и окончания каждого задания (с помощью сканеров штрихкодов) и средней производительности;
- оптимизацию порядка выполнения заданий с учетом времени переналадки, установленных сроков, доступного оборудования и персонала;
- ведение центральной базы данных всех параметров обжима, характеристик материалов, результатов измерения прочности на разрыв, уведомлений о конструктивных изменениях и т. д.;
- сканирование оператором штрихкодов материалов для правильного выбора провода, зажимов и т. д. (дополнительная возможность);
- учет наработки всех машин, аппликаторов и инструментов с определением сроков очередного обслуживания;
- внедрение в технологический процесс обязательных операций контроля качества (контроль высоты обжима, испытание на разрыв, микрофотографирование и т. д.);
- обеспечение прослеживаемости (когда, каким оператором, на какой машине и с помощью какого инструмента была изготовлена та или иная цепь);
- сокращение времени выполнения заказов и объема незавершенных работ;
- расчет общей эффективности оборудования.

S.WOP



Пример объединения оборудования разных производителей в общую сеть на предприятии с использованием технологии S.WOP

Когда оборудование объединено в сеть с центральным сервером и специализированным программным обеспечением, перед предприятием открываются практически безграничные возможности. Централизованное управление подобного рода уже широко применяется в станкостроении и при крупносерийном производстве жгутов и кабельных сборок. По мере становления сетевых технологий они обязательно найдут применение и при мелко- и среднесерийном производстве жгутов.

Полный цикл проектирования жгутов, начиная от управления требованиями заказчика на этапе проектирования и автоматической генерации схем соединений, сборочных чертежей и документации согласно требованиям ЕСКБ и ГОСТ, позволяют осуществить программные продукты компании IGE+XAO.

Более 28 лет компания IGE+XAO Group занимается разработкой, производством, реализацией и обеспечением технической поддержки ряда программных продуктов, необходимых для автоматизированного компьютерного проектирования (CAD) и управления жизненным циклом продуктов (PLM). Это программное обеспечение позволяет производителям проектировать и обслуживать электрическую часть любого устройства или оборудования. Такой тип ПО CAD/PLM носит название Electrical CAD/PLM.

Начиная с 2014 года, благодаря приобретению компании Prosyst, IGE+XAO предлагает полную линейку программного обеспечения для симуляции и проверки функциональности электрических установок. Компания «Диполь» является эксклюзивным российским партнером компании IGE+XAO Group и проводит комплексную автоматизацию предприятий, занимающихся проектированием кабельных сборок и жгутов для стандартного и специального назначения.

Объединяя возможности программного обеспечения IGE+XAO Group и современного оборудования, разрабатываемого и поставляемого компанией «Диполь», мы реализуем инновационные проекты для всех областей промышленности.

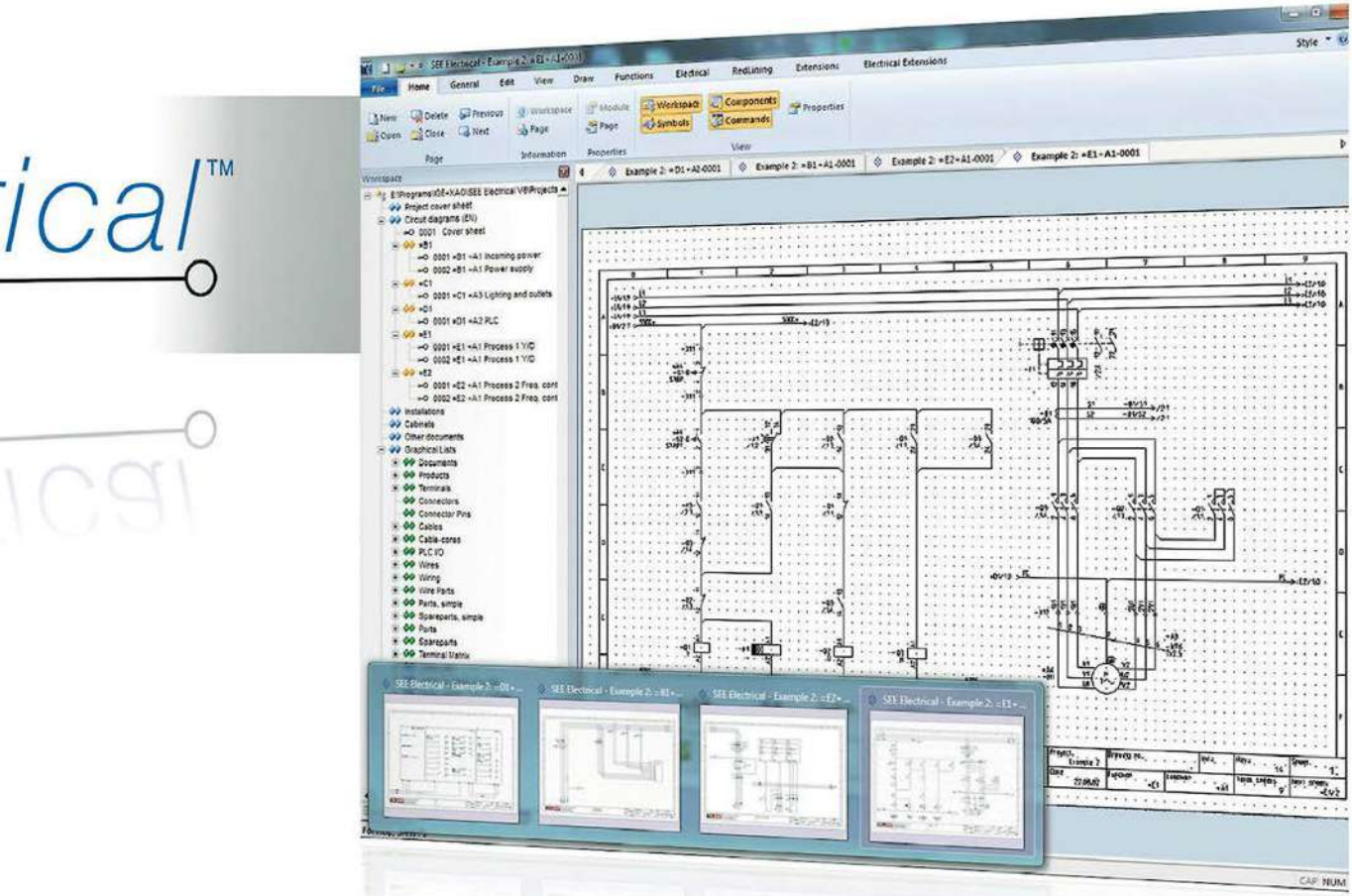
IGE+XAO GROUP

SEE Electrical PLM

SEE Electrical PLM — комплексное решение, отвечающее современным требованиям сложного процесса проектирования, предоставляющее возможность управления вашими потребностями в автоматизации процесса проектирования электрических схем в единой электрической базе данных. Топологический подход позволяет выполнять интеграцию между различными системами и резервировать трехмерное пространство для дальнейшего размещения кабельной сети, а кроме того, управлять жизненным циклом и расположением электрических проводов в жгутах.

SEE Electrical PLM состоит из следующих основных модулей:

- SEE Electrical Expert Harness Package — редактор электрических схем с расширенными возможностями и легким для восприятия интерфейсом, который позволяет управлять всеми видами схем, формировать спецификации и имеет встроенные механизмы интеграции с системой трехмерного проектирования CATIA и PDM-системой SmarTeam. Конфигурация Harness Package специально предназначена для проектирования электрических жгутов и содержит различный набор инструментов для работы специалистов.
- SEE Project Manager — основной модуль, направленный на решение задач, связанных с управлением электрическими проектами с SEE-приложениями. Он также позволяет разделить данные проекта между пользователями и включает управление данными об изделиях, учитывая структуру изделия. Созданный специально для совместной работы, он идеально подходит как для малого, так и для среднего и крупного бизнеса.
- SEE Topology — предоставляет возможность интерактивного проектирования и моделирования логической прокладки и связки проводов. SEE Topology помогает описать и смоделировать системы прокладки кабелей и жгутов с помощью встроенного процесса интеграции с системами трехмерного моделирования электрического монтажа.
- SEE Generative View — модуль, который позволяет формировать схемы электрических соединений, собирая информацию из базы данных и используя данные о жгуте, созданном в SEE Topology. Затем все чертежи и схемы формируются в SEE Electrical Expert.
- SEE Electrical Equipment Definition — позволяет формировать и осуществлять контроль базы данных электрического оборудования, работа которого особенно важна на первых этапах общего процесса проектирования. Определение ограничительного перечня используемого оборудования осуществляется с помощью данного модуля.



SEE Electrical PLM — мощный программный продукт в области проектирования жгутов и блоков аппаратуры

SEE Electrical Expert

Использование SEE Electrical Expert поможет сэкономить время и деньги за счет разнообразных специальных функций и библиотек элементов схем. Встроенные механизмы управления задействованных контактов, формирования обозначений компонентов и проверки прохождения сигналов в режиме реального времени повышают качество электрической документации. SEE Electrical Expert взаимодействует с PDM-системами, управляющими различными версиями документов, и CAD-системами, предназначенными для создания трехмерных моделей жгутов согласно электрической схеме, а также взаимодействует с другими системами через импорт/экспорт огромного количества всевозможных форматов — TIFF, JPG, XLS, XML и т. д.

SEE Electrical Expert обеспечивает специалистам весь необходимый инструментарий и функционал для создания и управления различными схемами (принципиальными электрическими схемами, схемами электрических соединений и т. д.) и имеет следующие возможности:

- автоматическая обрезка проводов;
- автоматическое присвоение обозначения различным компонентам схемы;
- управление большими проектами с разнообразными структурами в режиме реального времени;
- автоматическое добавление соединителей;
- автоматическое нумерование контактов соединителя;
- управление контактами для разных типов соединителей, перестановка, резервирование контактов;
- отслеживание в режиме реального времени ошибок на дублирование контактов, ошибок на превышение числа контактов в разъеме и прочее;
- управление структурой соединителя (кожух соединителя, контакты и т. п.);
- управление в режиме реального времени сигналами кабельной сети;
- управление нумерацией, цветом, калибром проводов и кабелей;
- управление типом кабелей (экранированный, витая пара, коаксиал и т. п.);
- автоматическое формирование перечня используемого оборудования, спецификаций, таблиц соединений и прочего.

SEE Electrical Expert (Harness Package) предлагает простой инструмент для создания и прокладки жгута в двухмерной плоскости в соответствии с принципиальной схемой и предоставляет целый ряд возможностей для пользователей, например:

- используемые в схеме специально предназначенные библиотеки элементов и компонентов связаны с чертежом жгута;
- автоматическая прокладка кабелей и проводов внутри жгута;
- позиционирование дополнительных элементов;
- автоматический расчет длин проводов и кабелей, диаметров ветвей жгута;
- создание спецификации на определенный жгут.

Для сокращения и оптимизации такого немаловажного параметра, как время выведения изделия на рынок, любая САПР-система должна быть интегрирована и привязана к PDM-системе. SEE Electrical Expert не является исключением из правил и предлагает широкий ряд взаимодействий и обмена информацией с системами управления данных благодаря встроенному механизму интеграции, предоставляющему следующие возможности:

- управление базой данных проекта на MS Access®, Oracle®, SQL server®;
- управление интерфейсом для других PDM-систем (VPM, SMARTEAM, ENOVIA);
- управление доступом и распределением пользовательских прав;
- механизм управления созданием версий (регистрация, выписка, индексация документов).

Широкий диапазон стандартных форматов обмена данными SEE Electrical Expert позволяет бесперебойно соединяться с другими сервисами, среди которых:

- графические форматы: DXF/DWG, BMP, JPEG, TIFF, PCX, SVG, CGM;
- форматы передачи данных: XLS, DOC, HTML, XML;
- форматы баз данных: MS Access®, Oracle®, SQL server®;
- форматы передачи данных о проводах: XML (CATIA V5), NWF (Pro Engineer).

Функция встроенного просмотра предоставляет пользователю инструменты навигации и поиска, а также возможность просматривать и распечатывать документы и выполнять редактирование в режиме «красный карандаш».

SEE Electrical Expert помогает пользователю создавать собственное рабочее окружение, чтобы приспособить проект к применению любых стандартов. Соответственно, графическое изображение и способы разработки схемы для коммерческой или военной авиации будут такими же, как и для автомобилестроения или кораблестроения. Свыше 4000 элементов и компонентов схем, которые представлены в виде библиотек, информации из баз данных и всевозможных данных из внешних источников, получены с помощью встроенных функций импорта. Библиотеки элементов могут использовать различные международные стандарты, например, ATA, BNAE, DOD-STD-863B. Встроенный редактор элементов создает, редактирует и управляет библиотеками. Благодаря SEE Electrical Expert можно вести базу данных не только задействованного оборудования, но и устройств, которыми оснащены конкретные изделия (самолеты, автомобили). База данных оборудования содержит сведения об электрическом оборудовании, соединителях, кабелях, проводах, производителях и прочую электротехническую информацию.

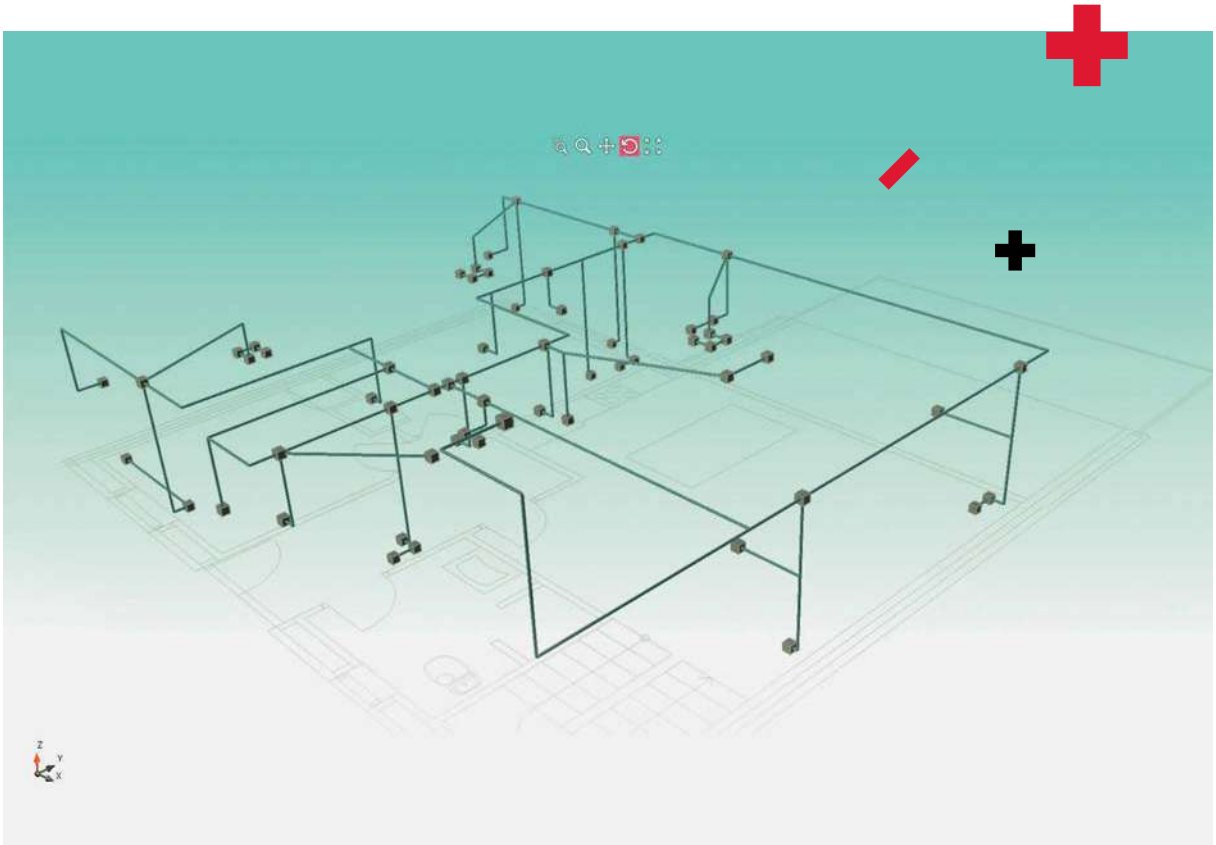
Данные из внешних источников (например, ERP-систем) могут быть разнообразными, начиная от информации об используемом оборудовании, соединителях, сигналах, нумерации кабелей и проводов и заканчивая основными надписями и форматами страниц.

Настройка системы под требования заказчика легко выполняется посредством встроенного API-интерфейса. SEE Electrical Expert поставляется с различными дополнительными модулями:

– Harness Documentation — позволяет управлять информацией об изделиях и жгутами, представляя жгут в специальном режиме Flatten View (сглаженный вид) в соответствии с разработанными электрическими схемами. Harness Documentation предлагает простой инструмент для создания и прокладки жгута в двухмерной плоскости согласно существующей принципиальной схеме. Данный модуль предоставляет пользователям целый ряд возможностей, например: имеющиеся в схеме специальные библиотеки элементов и компонентов, связанные с чертежом жгута; автоматическая прокладка кабелей и проводов внутри жгута; позиционирование дополнительных элементов; автоматический расчет длин проводов и кабелей, диаметров ветвей жгута; создание спецификации на определенный жгут. При прокладке кабелей учитывается совместимость проводов и жгутов за счет указания источника и получателя (from-to), поиск кратчайшего пути, применение муфт сращивания, коды электромагнитной совместимости у жгутов и кабелей. Для более быстрого проектирования жгутов предусмотрены дополнительные возможности вывода всех используемых материалов, присоединенных к концам жгута (соединители, соединительные коробки и т. д.), изолирующее оборудование для внешней защиты жгутов, дополнительные аксессуары жгута (клеммы, зажимы и т. п.).

– CATIA V5 Integration — отвечает за интеграцию и обмен данными с системой Catia V5, которые извлекаются из электрической схемы соединений в SEE Electrical Expert и затем передаются в систему CATIA через XML-файл. Этот формат позволяет полностью описать электрические связи между источниками и получателями (from-to) и технические параметры используемого оборудования соединителей, проводов и кабелей (калибр, отсек, радиус изгиба, линейная плотность и т. п.). Подобного вида данные позволят в дальнейшем проложить провода в жгуте, модель которого первоначально была создана в CATIA. После прокладки диаметры и части ветвей жгута будут пересчитаны в соответствии с электрическими условиями. Затем CATIA пересылает обратно в модуль SEE Electrical Expert длины кабелей и проводов через XML-файл в порядке формирования спецификации. Таким образом, налажена связь между электрическими и механическими процессами проектирования.

– SmarTeam Integration — модуль, разработанный специально для управления проектами в среде SmarTeam. Нужен для управления документами SEE Electrical Expert и выполняет такие функции системы SmarTeam, как создание, удаление и операции жизненного цикла. Позволяет использовать возможности встроенного модуля SmarTeam Viewer для просмотра документов, которые были заведены в систему SmarTeam. Благодаря интеграции с системой SmarTeam, предоставит возможность связать документы с задействованными комплектующими через базу данных SmarTeam и применить структурный подход в построение вложенных документов.



Формирование жгута в 3D-режиме с использованием возможностей See Electrical

SEE Project Manager

SEE Project Manager — основной модуль, предназначенный для решения задач, связанных с управлением электрическими проектами с SEE-приложениями. Разделяет данные проекта между пользователями и включает управление данными об изделиях, учитывая их структуру. Разработанный специально для совместной работы, он идеально подходит как для малого, так и для среднего и крупного бизнеса.

Централизация и обеспечение безопасности информации — один из фундаментальных подходов в управлении сведениями в SEE Project Manager, что позволяет осуществлять поиск, легко и очень надежно связывать и повторно использовать данные из электрических проектов, а также отслеживать ошибки в работе функций и операций, созданных в проектах. SEE Project Manager полностью организовывает передачу электрических данных, обеспечивая лучшее взаимодействие и согласованность между отделами и рабочими группами внутри компании (отделом научных исследований, отделом технического обслуживания, отделом закупок и т. д.), благодаря чему удается значительно сократить сроки проектирования.

В комплекте поставки SEE Project Manager предусмотрена база данных, позволяющая моментально начать работу и по мере развития системы настраивать ее под необходимые требования. В зависимости от организационной структуры можно управлять одной или несколькими базами, содержащими сведения об электрических проектах. SEE Project Manager поддерживает основные форматы баз данных, в частности, Oracle, SQL Server и другие.

SEE Topology

SEE Topology предоставляет возможность интерактивного проектирования и моделирования логической прокладки и связки проводов. SEE Topology позволяет описать и смоделировать системы прокладки кабелей и жгутов с помощью встроенного процесса интеграции с системами трехмерного моделирования электрического монтажа.

Основные функции SEE Topology:

установка связей между оборудованием;
- выбор оптимального маршрута прокладки кабеля;
- создание кабельной сети с конкретными геометрическими параметрами (максимальный диаметр, максимальная масса и др.), а также с помощью сегрегативных кодов;
- определение «соединительной пары» на узлах структуры изделия;
- назначение оборудования на соединители, кабели;
- добавление и удаление ветвей кабеля;
- представление развертки жгута;
- объединение/разделение жгутов, соединителей;
- автоматическое обновление кабельной сети при изменении зарезервированного пространства.

Трассировка электрических связей предусматривает:

- оптимизацию трассировки электрических связей в кабельной сети;
- управление сегрегативными кодами (коды, определяющие тип жгута согласно ЭМС);
- установку правил и ограничений для прохождения сигнала;
- использование вспомогательных блоков: клеммы, соединительные блоки (клеммные колодки), муфты сращивания и др.;
- автоматическое обновление кабельной сети или ее части.

Автоматическая прокладка кабелей позволит:

- автоматически генерировать кабели и провода;
- управлять экранированием;
- автоматически распределять контакты на соединителях, соединительных блоках и т. д.;
- автоматически присваивать обозначения для кабелей;
- автоматически присваивать обозначения для соединителей;
- определять и проверять правила проектирования для соединителей (например, коэффициент заполнения контактов соединителей);
- рассчитывать длины проводов;
- автоматически присваивать обозначение элементам на этапе окончательной сборки (контакт, зажим, хомут, колпачок и укладка, экранированная заделка провода, маркировка провода и т. д.).

SEE Electrical Equipment Definition

SEE Electrical Equipment Definition — модуль, отвечающий за выбор и описание оборудования, чья работа особенно важна на первых этапах общего процесса проектирования. Определение используемого оборудования осуществляется из базы данных оборудования, которая заполняется в соответствии со следующей классификацией:

- по основным характеристикам;
- по обозначению и/или изготовителю;
- по описанию, наименованию;
- по связям с другим оборудованием, с которым можно его использовать;
- по взаимосочленяемости оборудования:
  - соединители, номера контактов, тип и калибр;
  - группы контактов;
  - по используемым проводам и кабелям:
  - тип кабеля (экранированный, витая пара, коаксиальный и т. д.);
  - характеристики проводов (удельная масса, диаметр, цвет, калибр и т. д.);
- по типам соединителей:
  - калибр контактов соединителя, схемы расположения контактов, формы соединительной части (блочная/кабельная), полости блочной части под соединитель);
  - типы подсоединяемых проводов (в зависимости от типов контактов);
- по другим коммутационным элементам:
  - дополнительные контакты;
  - наконечники, муфты сращивания;
- по описанию окончательной сборки:
  - контактов, заглушек и заполнения;
  - заделки экранов проводов;
  - маркировки кабеля;
  - заделки в наконечниках.

Определение ограничительного перечня используемого оборудования осуществляется с помощью данного модуля.

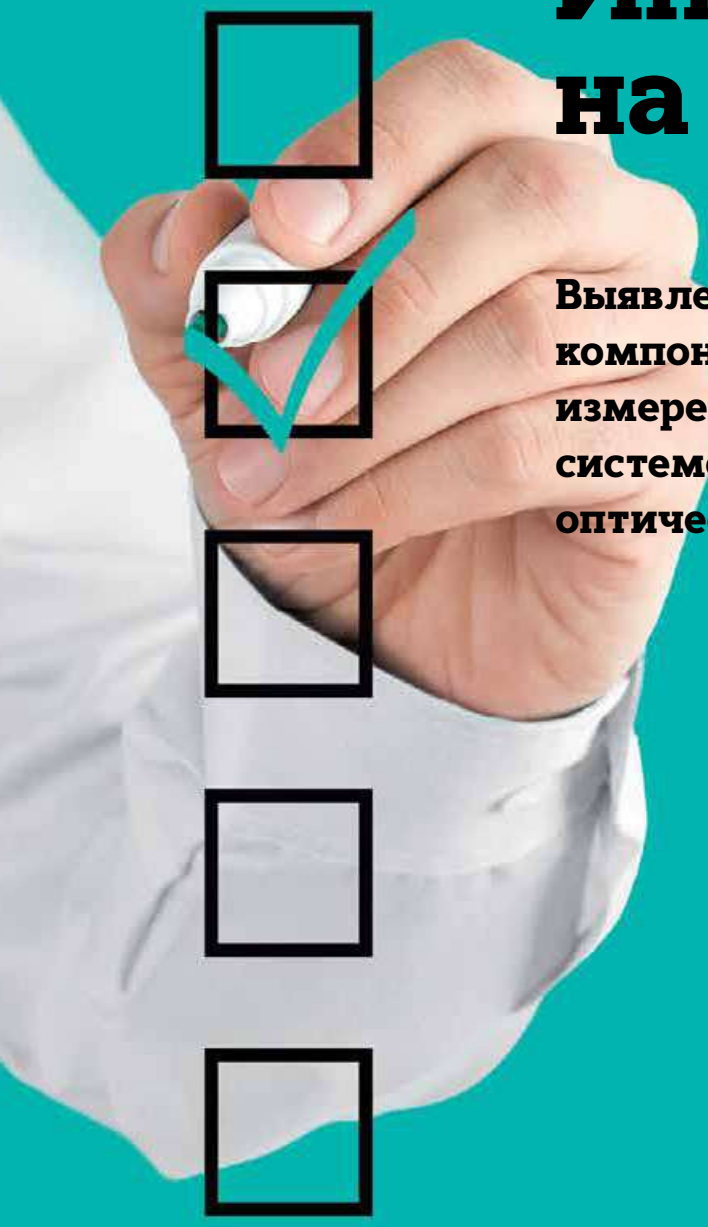
SEE Generative View

SEE Generative View — модуль, создающий схемы электрических соединений, собирая информацию из базы данных и используя сведения о логическом жгуте, который выполнен в SEE Topology, имеет свою топологию в пространстве, ограниченную геометрией изделия и правилами трассировки. Затем все чертежи и схемы формируются в SEE Electrical Expert.

Выводы

Использование современных технологий в области проектирования кабельных сборок и жгутов позволит существенно повысить культуру производства и в конечном итоге получить систему сквозного проектирования и прослеживаемости на производстве.

Компания «Диполь» имеет большой опыт внедрения современных технологий в России. Сотрудничая с мировыми лидерами в области обработки проводов и кабелей, мы развиваем и внедряем данные технологии в России.



Инспекция — на высоте

Выявление приподнятых компонентов и выводов путем измерений по оси Z в трехмерной системе автоматической оптической инспекции

ЛЮДМИЛА БОЙКОВА, специалист направления контрольного оборудования
boykova@dipaul.ru

Двумерная АОИ не позволяет определить, находятся ли компоненты на надлежащей высоте относительно платы, на которой они смонтированы. Трехмерное измерение математически точно выявляет случаи, когда компонент и выводы не параллельны поверхности платы

Восприятие высоты

На сегодняшний день основной принцип работы большинства систем автоматической оптической инспекции (АОИ) остается прежним: для анализа и определения дефектов используется двумерная визуализация (чаще всего в оттенках серого). Двумерная инспекция подобна обзору ландшафта с высоты птичьего полета. Невозможно определить высоту объектов (например, высоту домов на аэрофотоснимке жилого района), если у наблюдателя нет какой-то априорной информации. Крыши зданий сверху выглядят одинаково, в отсутствие вида сбоку или какого-либо элемента восприятия глубины нельзя сказать, одноэтажные это здания или многоэтажные. Человек, исследующий такой фотоснимок, может делать корректные заключения на этот счет, исходя из догадок, но способности машины гораздо скромнее.

Людмила Бойкова

То же самое справедливо и в случае 2D-инспекции приподнятых компонентов и выводов. Двумерная АОИ не позволяет определить, находятся ли компоненты на надлежащей высоте относительно платы, на которой они смонтированы. Трехмерное измерение математически точно выявляет случаи, когда компонент и выводы не параллельны поверхности платы.

Различия между двумерной и трехмерной АОИ

3D-технология позволяет измерять размеры компонентов, выводов и других геометрических особенностей собранной печатной платы по оси Z, четко идентифицируя не соответствующие заданию объекты. Таким образом, этот метод преодолевает фундаментальное ограничение двумерной визуализации. Кроме того, трехмерная система АОИ не только фиксирует отсутствие компланарности корпусов и выводов, но и позволяет гораздо точнее определять форму галтели припоя и измерить ее объем. В итоге многие разновидности дефектов, которые трудно выявлялись двумерной АОИ, теперь легко идентифицируются в трех измерениях. Сюда относятся отсутствующие, перевернутые, приподнятые компоненты, выступание выводов за пределы контактных площадок, короткие замыкания, дефекты галтели припоя, нарушение копланарности, отклонение размеров компонентов, неверная маркировка и другие.

Трехмерная система АОИ преодолела ряд трудностей, связанных, в частности, с проблемой затенения и геометрическими ошибками из-за коробления печатных плат.

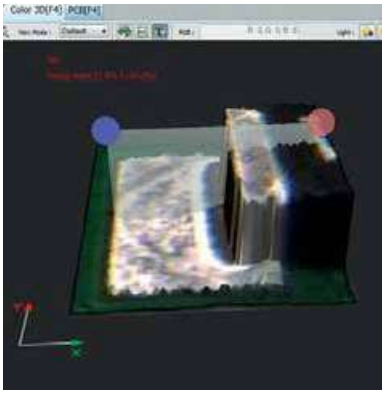


Рис. 1-1, 1-2. Трехмерная автоматическая оптическая инспекция обеспечивает измерение объекта по всем трем осям

На сегодняшний день разработана технология, которая коренным образом отличается от традиционной технологии машинного зрения, применяемой в АОИ: помимо двумерного изображения в плоскости XY, регистрируется и измеряется также проекция на вертикальную ось Z, то есть высота, и эти данные комбинируются (рис. 1).

Дополнительное вертикальное измерение позволяет преодолеть многие ограничения, свойственные двумерной инспекции и впервые предоставляет возможность обнаружить все без исключения дефекты пайки. Принцип трехмерной АОИ прост, в его основе метод многочастотного муара (рис. 2). Под французским словом moiré («муар»), первоначально означавшим волнистый узор, нанесенный на шелковую ткань, сегодня мы подразумеваем интерференционные полосы, которые появляются при наложении более двух периодических изображений.

Использование метода предполагает следующие шаги:

- Когда белый свет проецируется сквозь решетку с определенной частотой на поверхность печатной платы, камера с высоким разрешением многократно фиксирует изображение контактной площадки.
- Во время этого процесса муаровый узор, возникающий при интерференции между базовыми плоскостями и различными изображениями, позволяет получить данные о высоте объекта.
- С помощью полученных данных в трехмерной форме определяются сведения о пайке (контактной площадке) на печатной плате.
- Высоту и объем пайки вычисляют по смещению полос, что в дальнейшем определяет наличие различных дефектов.

Муаровая интерференция, использующая трехмерную систему проверки пайки, имеет более высокую точность, чем двухмерная система проверки.

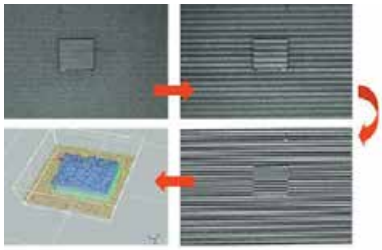


Рис. 2. Принцип трехмерной автоматической оптической инспекции — метод многочастотного муара

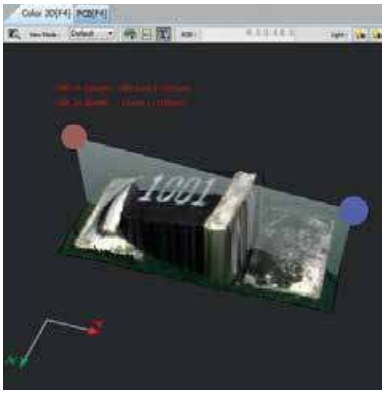


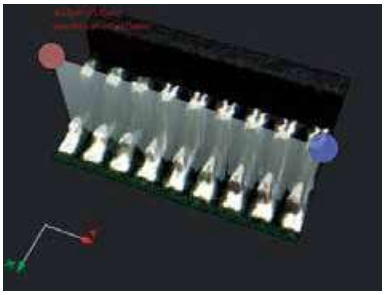
Рис. 3-1, 3-2. Компланарность компонента не обнаруживается с помощью 2D АОИ, так как невозможно измерить разность высот двух сторон компонента. При трехмерном измерении четко видно, что высота неодинакова

Приподнятые компоненты

Трехмерная система АОИ также позволяет гораздо точнее определять форму галтели припоя, что может быть критичным во многих случаях. Приподнятые компоненты — великолепный пример дефектов, которые могут быть не видны при двумерной инспекции, но выявляются при трехмерной. Как видно из рис. 3, приподнятый компонент не может быть обнаружен с помощью двумерной АОИ, поскольку этот метод не позволяет измерять отклонения высоты в пределах поверхности компонента. Вместе с тем это серьезный дефект, требующий ремонта, а также внимания к причинам его появления в ходе производственного процесса. Трехмерная инспекция не только показывает явную разновысотность компонента (то есть дает возможность пометить его как реальный, не ложный дефект), но и позволяет точно измерить разницу в высоте.

Приподнятые выводы

Приподнятые выводы — еще один серьезный дефект, с трудом выявляемый двумерной АОИ. За отсутствием других критериев при двумерной инспекции состояние вывода определяется по форме галтели припоя (на рис. 4 изображен пример исследуемой области). Но если галтель очень мала, его чрезвычайно трудно обследовать в подробностях по двумерному изображению. На фотографии некоторые выводы компонента слегка смещены относительно контактных площадок, в результате чего контакт отсутствует. При двумерной инспекции обнаружить данный дефект нелегко. По результатам же трехмерной инспекции однозначно видно, что выводы приподняты над платой, и имеет место дефект. Измерение по оси Z предоставляет системе АОИ большое количество дополнительной информации, по которой можно вынести достоверное заключение о наличии или отсутствии дефекта.



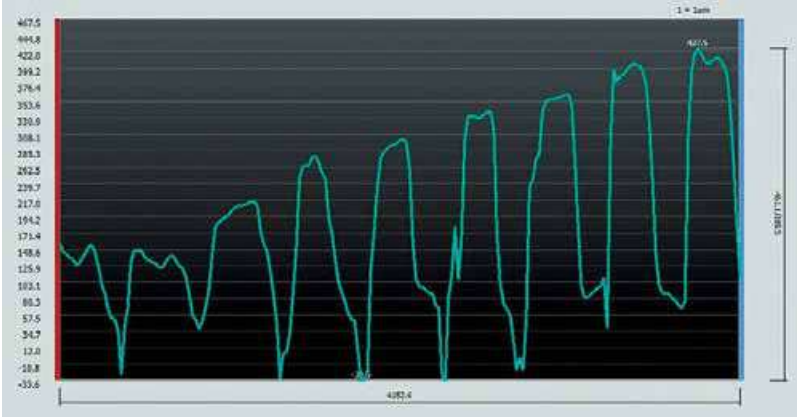


Рис. 4-1, 4-2. Выявление приподнятых выводов компонента с помощью трехмерной автоматической оптической инспекции

Сравнение измеренных данных со значениями гибкой цифровой библиотеки

Особенностью 3D АОИ производства компании Koh Young Technology является гибкая цифровая библиотека, которая многократно приумножает ценность трехмерной АОИ за счет ключевого аспекта — сравнения измеренного значения с заданным стандартом (IPC 610). Трудно переоценить значение этого фактора, ведь он позволяет устранить любые сомнения в годности или негодности объекта инспекции, не требуя вмешательства со стороны оператора для принятия такого решения. Решения, принимаемые установкой, основаны на общепринятом в мире стандарте. Благодаря этому существенно упрощается программирование (за основу для программы берутся данные IPC 610). Нарушения компланарности, неправильная полярность компонентов, приподнятые выводы, приподнятые компоненты, недостаточный или избыточный объем галтели, а также другие дефекты быстро и безошибочно выявляются на основании информации, содержащейся в гибкой цифровой библиотеке. Данные пороговые значения, установленные системой по умолчанию, можно выставлять/корректировать вручную.

Специалистов, использующих систему АОИ, заботят не найденные, а пропущенные машиной дефекты. Стремление перестраховаться при настройке машин в условиях ограничений, накладываемых двумерной визуализацией данных, приводит к ложным индикациям дефектов. Выход заключается в том, чтобы повысить качество данных, добавив еще одно измерение (ось Z) к двумерным данным, традиционно используемым системами АОИ. Трехмерная система АОИ преодолевает все ограничения двумерной инспекции и практически исключает пропуск дефектов, а также ложные срабатывания из-за теней и отражений, которые были основным слабым местом двумерной АОИ.

Избавление от флюса

Отмывать «безотмывный» флюс или использовать паяльную пасту с водосмываемым флюсом? Рассуждениями на эту тему делятся специалисты компании Cobar.

ХЕРЬЯН ДИПСТРАТЕН (GERJAN DIEPSTRATEN),
Cobar Europe B. V., g.diepstraten@cobar.com

ТИМ ЛОУРЕНС (Tim Lawrence),
Ph.D., Cobar/Balver Zinn, t.lawrence@cobar.com

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

После отказа в 1970-х годах от использования хлорфторуглеродных растворителей для отмывки печатных узлов в электронной промышленности на этапе сборки все шире применяется технология безотмывных флюсов. Среди ее преимуществ — снижение затрат, сокращение числа технологических операций и упрощение процесса аттестации за отсутствием необходимости задавать параметры отмывки.

Для тех, кому нужна повышенная надежность, которую обеспечивает отмывка, сохраняется возможность использовать паяльные пасты с водосмываемыми флюсами, представленными на рынке в широком ассортименте. Этот метод позволяет применять сильно активированные материалы, подходящие для компонентов с плохой паяемостью и/или высокой теплоемкостью, без риска эксплуатационных отказов.

В последние годы стирается грань между описанными двумя стратегиями: некоторые производители прибегают к отмывке остатков безотмывных флюсов, стремясь совместить удобство применения таких флюсов с надежностью, обеспечиваемой отмывкой водой.

В настоящей статье оценивается целесообразность такого подхода.

Водосмываемые и безотмывные флюсы

Помимо способности к флюсованию основным требованием к водосмываемому флюсу является возможность удаления его остатков путем отмывки в воде (желательно без применения химических добавок). Не обязательно, чтобы все компоненты флюса были водорастворимыми. Водосмываемый флюс обычно изготавливается на базе водорастворимого полимера, активированного гидрогалогенидами аминов и органическими кислотами с добавлением подходящих растворителей и реологических модификаторов.

В состав типичного безотмывного флюса входит канифоль (часто модифицированная для улучшения цвета и повышения стойкости к окислению), другие компоненты для улучшения активации (отчасти аналогичные тем, которые применяются в водосмываемых флюсах), ингибиторы коррозии, растворители и желирующие вещества. Основным элементом является канифоль. По своим физико-химическим свойствам она идеально подходит для поставленных целей.

В процессе пайки оплавлением образуется вязкая жидкость, действующая как устойчивый активатор. По окончании этого процесса жидкость затвердевает, обволакивая продукты флюсования и не вступившие в реакцию компоненты флюса. Будучи нерастворимым в воде диэлектриком, канифоль создает местное конформное покрытие, которое защищает находящиеся под ним участки электронных цепей от воздействия различных факторов, например от повышенной влажности.

В отличие от водорастворимых флюсов здесь не требуется, чтобы все остатки флюса были растворимы в том или ином растворителе. Более того, такое требование было бы чрезвычайно обременительным, учитывая широкое разнообразие используемых материалов — от водорастворимых дикарбоновых кислот и гидрогалогенидов аминов до водонерастворимых галогенированных органических соединений и канифоли, а также различных солей, оксидов и гидроксидов металлов, образующихся в процессе пайки. При разработке формул безотмывных флюсов возможность отмывки не предусматривается. Валидация продуктов (в частности, по показателям поверхностного сопротивления изоляции и электрохимической миграции) осуществляется исходя из этого предположения.

Методы отмывки

Омыление — широко распространенный и давно применяющийся метод отмывки. Омылителем называется щелочной материал, при взаимодействии которого с кислотными компонентами загрязнений образуется мыло (соль органической кислоты), растворимое или, по крайней мере, диспергируемое в воде. В этой форме загрязнения удаляются с поверхности. Помимо электроники, омылители применяются во многих бытовых и промышленных моечных системах, например, в качестве моющих средств для посудомоечных машин. В электронике основным объектом отмывки являются остатки канифольного флюса. В результате реакции омылителя с его кислотными компонентами образуется канифольное мыло. По аналогичному механизму удаляется непрореагировавшая карбоксильная кислота. Так как омылитель применяется в форме водного раствора, он действует и на остатки водорастворимых флюсов. Однако в зависимости от тщательности процесса отмывки водонерастворимые и неомыляемые загрязнения могут удаляться не полностью.

На рынке представлено множество различных гликольэфирных чистящих растворителей. Как правило, они тоже хорошо растворяют канифоль, но не столь эффективны в отношении других флюсовых загрязнений, особенно более полярных (с низкой молекулярной массой) карбоксильных кислот. Полуводная технология, при которой растворитель смешивается с водой или предусматривается дальнейшее ополаскивание в воде, позволяет удалять более широкий спектр загрязнений.

При отмывке чистой водой (без омылителя) удаляются только водорастворимые загрязнения, если только нет значительного физического воздействия или высокой температуры для создания эффекта физического «трения». Последний вариант может быть действенным, но ставит под угрозу целостность печатной платы.

Практическая возможность отмывки безотмывного флюса

Эксперимент

Есть множество причин не отмывать безотмывный флюс, но интерес к такой возможности растет. Формула безотмывного флюса такова, что он обволакивает активаторы, оставшиеся на плате после пайки. Он не рассчитан на отмывку, и поэтому его остатки труднее удалить с печатного узла.

Эти остатки содержат активаторы, желирующие вещества и смолы. Их количество зависит от состава паяльной пасты и условий технологического процесса (например, температуры оплавления), воздействию которых подвергался печатный узел.

При проведении первого эксперимента исследовалась возможность отмывки безотмывного флюса и определялось влияние различных параметров на качество отмывки. Он был спланирован как полный факторный эксперимент со следующими параметрами и уровнями.

Эксперимент был выполнен на небольшом лабораторном отмывочном устройстве. Паяльная паста была нанесена печатным способом на медные образцы (трафарет размерами 107×76×0,2 мм с тремя круглыми отверстиями с диаметром апертуры 6,5 мм).

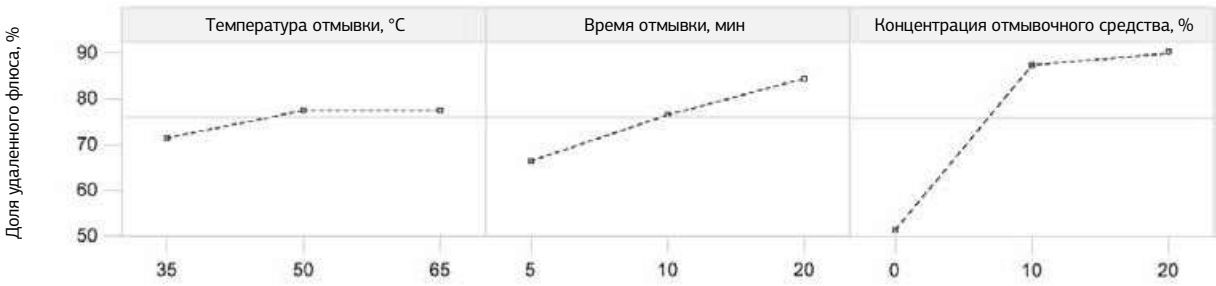
Образцы были подвергнуты пайке оплавлением в конвекционной печи по типовому профилю для оловянно-свинцовых припоев с пиковой температурой 215 °C. Затем была произведена отмывка образцов при различных значениях концентрации омылителя, температуры и времени отмывки. Остаток был взвешен на весах с четырехзначным отсчетным устройством.

Средняя масса паяльной пасты, нанесенной на образцы, равнялась 0,07 г. Остаток флюса после пайки составил 51%. Остальные 49% испарились в процессе пайки оплавлением.

Таблица 1. План эксперимента

ФАКТОР	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ	УРОВЕНЬ 1	УРОВЕНЬ 2	УРОВЕНЬ 3
Температура отмывки	°C	35	50	65
Время отмывки	мин	5	10	20
Концентрация омылителя	%	Только деионизированная вода	Деионизированная вода + 10% отмывочного средства	Деионизированная вода + 20% отмывочного средства

Рис. 1. Доля флюса, удаленного с печатной платы. Приведенные значения являются средними от уровней параметров

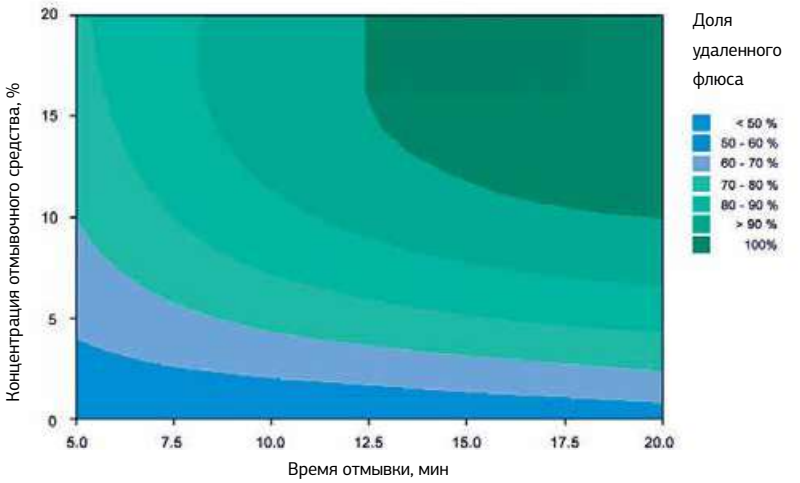


Анализ данных

Все факторы эксперимента (температура, концентрация и время отмывки) существенно повлияли на результат. Отмыть безотмывный флюс чистой деонизированной водой не удалось, так как он содержит неполярные водонерастворимые остатки, удаляемые только с использованием добавок, например омылителей.

Наибольшее влияние оказали концентрация отмывочного средства и время отмывки. На рис. 2 показано соотношение между обоими факторами.

Рис. 2. Степень чистоты печатной платы как функция времени отмывки и концентрации омылителя



Дополнительные эксперименты по отмывке

На основе этих данных были выбраны два метода отмывки тестовых печатных плат, пайка которых осуществлялась тремя различными паяльными пастами с безотмывными флюсами:

- струйный;
- ультразвуковой.

После пайки тестовые платы отмывались, а качество их отмывки проверялось путем визуального контроля и с помощью измерителя уровня ионных загрязнений.

Максимально допустимый остаток флюса на печатном узле регулируется стандартом IPC J-STD-001E: печатные узлы класса 1 – менее 200 мг/см^2; печатные узлы класса 2 – менее 100 мг/см^2; печатные узлы класса 3 – менее 40 мг/см^2.

Аэрозольный метод тестировался в машине для групповой отмывки с использованием отмывочного средства на водной основе при следующих параметрах.

Таблица 2. Условия групповой аэрозольной отмывки

Концентрация омылителя	20%
Время отмывки	12 мин
Температура отмывки	60 °C
Ополаскивание	6 циклов, деионизированная вода
Время сушки	12 мин
Температура сушки	65 °C

Ультразвуковая отмывка печатных узлов является предметом дискуссий уже на протяжении 50 лет. Согласно стандарту IPC-STD001E ультразвуковая отмывка допустима в следующих случаях:

- печатные платы без компонентов или печатные узлы, содержащие только зажимы или соединители, но не электронные компоненты;
- печатные узлы с электронными компонентами — только если производитель может документально подтвердить, что воздействие ультразвука не ухудшает механические или электрические характеристики изделия или компонентов, подвергающихся отмывке.

Современные ультразвуковые отмывочные машины работают на переменной частоте во избежание возникновения потенциально вредных гармоник. Тестовая плата без компонентов отмывалась в ультразвуковой отмывочной установке с одной ванной.

Таблица 3. Условия ультразвуковой отмывки

Концентрация омылителя	20%
Время отмывки	12 мин
Температура отмывки	60 °C
Частота	30 кГц
Ополаскивание	4 цикла, деионизированная вода
Время сушки	8 мин
Температура сушки	65 °C

Визуальный контроль плат после отмывки показал, что все остатки флюса были удалены и паяные соединения выглядели чистыми.

Рис. 3. Тестовые платы, при пайке которых использовалась паяльная паста с безотмывным флюсом; вид до и после отмывки

Паста с безотмывным флюсом и SnPb-припоем — до отмывки

Паста с безотмывным флюсом и SnPb-припоем — после отмывки

Паста с безотмывным флюсом и припоем SAC305 — до отмывки

Паста с безотмывным флюсом и припоем SAC305 — после отмывки

Паста с безотмывным флюсом и припоем SN100C — до отмывки

Паста с безотмывным флюсом и припоем SN100C — после отмывки

На тестовых платах был измерен уровень остаточных ионных загрязнений. Результаты для трех различных сплавов и двух методов отмывки показаны на рис. 4.

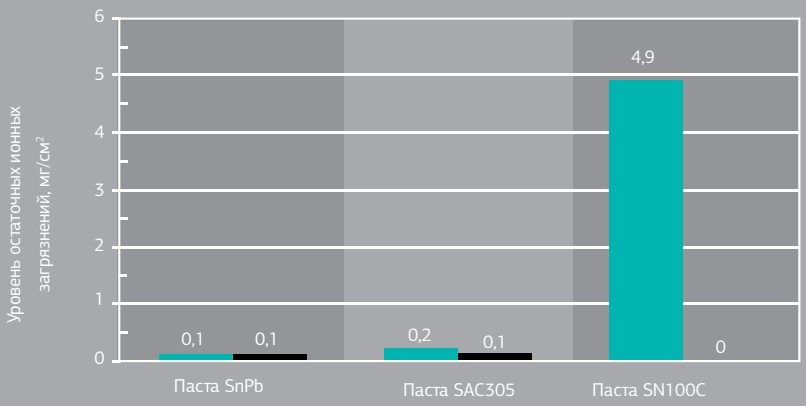


Рис. 4. Уровни остаточных ионных загрязнений: существенно ниже максимума в 40 мг/см2 во всех случаях

Машина для групповой отмывки

Ультразвуковая отмывочная машинка

Зона риска: малоразмерные компоненты с малым зазором между платой и корпусом

Между соседними проводниками в присутствии электрического поля во влажной среде может происходить электрохимическая миграция. Металл анода растворяется с возникновением металлических ионов (катионов), которые мигрируют к катоду. На катоде они восстанавливаются и образуют дендриты, растущие по направлению к аноду. В итоге это может привести к короткому замыканию. Даже когда этого не происходит, в пределах электрохимической ячейки, возникающей между проводниками, снижается поверхностное сопротивление изоляции. Оба эффекта потенциально угрожают целостности электрических цепей, особенно тех, что содержат малый шаг между проводниками.

В частности, угрозу надежности изделия представляют остатки высокоактивных органических кислотных, галоидных или галогенизированных флюсов в малых зазорах под корпусами компонентов, не удаленные в процессе отмывки после пайки.

Существующие методы управления технологическими процессами и обеспечения качества не позволяют надежно выявлять остатки флюса в этих местах.

Если применяется водосмываемый флюс, печатный узел необходимо полностью отмыть от его остатков, иначе может пострадать надежность (например, из-за риска роста дендритов). Более серьезная проблема возникает в связи с распространяющейся в последнее время практикой отмывки безотмывных флюсов слабым раствором отмывочного средства в деионизированной воде. Как и в случае водосмываемого флюса, остатки флюса на печатном узле могут стать причиной отказа, поскольку попытка отмывки нарушает защитные свойства канифоли.

Одной из важных тенденций в электронике является миниатюризация. Размеры компонентов постоянно уменьшаются. В связи с этим растут требования к точности работы устройств трафаретной печати и автоматов установки компонентов, а в паяльных пастах порой приходится использовать порошок припоя типов 4 или 5 вместо типа 3. Применение более мелких порошков вынуждает пересмотреть композицию флюса. У мелкого порошка больше площадь поверхности металла, поэтому он может требовать большего количества флюса или иной системы активации. Чем больше флюса в паяльной пасте, тем большее его количество остается под небольшими компонентами после пайки.

Еще один эффект, возникающий при малом шаге между компонентами, — это гроздевидное комкование припоя из-за недостаточного слипания. Термином «гроздевидное комкование

Рис. 5. Гроздевидное комкование припоя на компонентах типоразмера 0603

Рис. 6. Шарики припоя, застрявшие в остатках флюса поверх галтели припоя на контактной площадке вывода микросхемы в корпусе типа SOIC

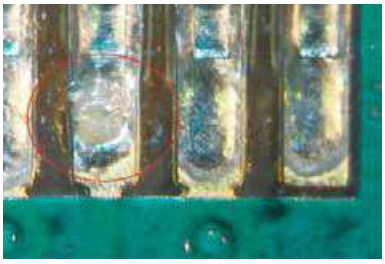


Рис. 7. Отмывка безотмывного флюса привела к удалению всех его остатков, в том числе застрявших шариков припоя

припоя» (solder graping) обозначают последствия плохого смачивания, когда паяльная паста частично расплавилась, но до конца не спаялась или не растеклась. Гроздевидному комкованию могут способствовать как дефекты порошка припоя (окисление, загрязнение металла), так и неоптимальный состав флюса (необходимость в более сильном активаторе или добавках, повышающих температурную стабильность).

Гроздевидное комкование не следует считать дефектом, если лишь внешние шарики припоя соприкасаются с расплавленной массой припоя и остаются ее частью, не нарушая требований к минимальному электрическому зазору.

Нерасплавленные шарики припоя могут застревать в остатках флюса и в худшем случае приводить к образованию мостиков припоя.

При отмывке этих плат остатки флюса полностью удаляются вместе с застрявшими шариками припоя, если те не соединены с расплавленной массой припоя (рис. 6 и 7).

В случае цепей с малым шагом между проводниками наблюдается непропорционально высокое содержание окислов на контактных площадках и поверхности выводов компонентов при меньшем количестве флюса (меньших объемах паяльной пасты). Миниатюризация компонентов затрудняет отмывку. Расстояния между контактными площадками резко сокращаются с 3,5 мм для компонентов типоразмера 2010 до 0,1 мм для компонентов типоразмера 01005. Растет риск образования мостиков припоя, электрохимической миграции и других неблагоприятных эффектов, а зазор между корпусами компонентов и платой сужается. В связи с этим возникает потребность в отмывочных составах с низким поверхностным натяжением и достаточной капиллярной силой для проникновения под эти малоразмерные компоненты.

В связи с миниатюризацией в электронике растут требования к точности работы устройств трафаретной печати и автоматов установки компонентов

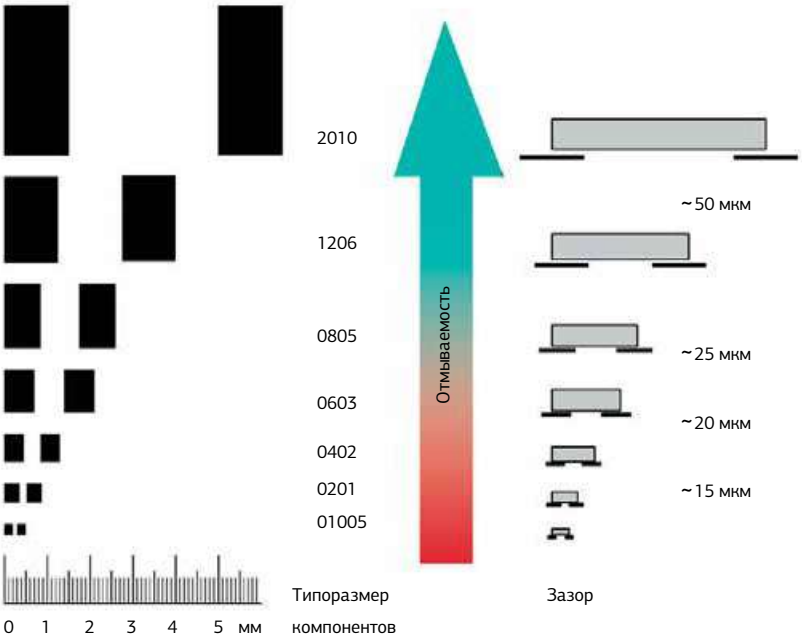


Рис. 8. Типоразмеры компонентов и зазор между корпусом и платой

После демонтажа припаянных SMD-компонентов стало очевидно, что весь объем пространства под компонентами типоразмера менее 0603 был полностью заполнен остатками флюса из паяльной пасты, препятствующими проникновению отмывочного средства.

Для того чтобы проверить отмываемость малоразмерных компонентов с малым зазором между корпусом и платой, печатный узел был подвергнут отмывке в лабораторном устройстве, которое использовалось в спланированном выше эксперименте. Отмывка производилась в течение разного времени с помощью того же отмывочного средства (в концентрации 20%) при температуре 50 °С. Затем компоненты были демонтированы для визуального контроля наличия остатков флюса.

Таблица 4.

«0» — остатки удалены полностью; «–» — остатки удалены частично; «X» — остатки не удалены

КОМПОНЕНТЫ	ВРЕМЯ ОТМЫВКИ		
	20 мин	40 мин	60 мин
MELF	–	0	0
0402	x	–	0
0603	x	–	0
1206	x	x	–

Термопрофили пайки оплавлением и их влияние на количество остатка флюса

Качество пайки конкретной паяльной пастой и последующей отмывки зависит от термопрофиля пайки оплавлением. Профиль нагрева также влияет на смачивание, количество остатка флюса и твердость (отмываемость) остатков.

В целях определения условий наилучшего смачивания для паяльной пасты и количества остатка флюса на печатном узле после пайки был спланирован эксперимент по методу Тагути.

Факторы, учтенные в эксперименте, описывают три критически важных фазы процесса пайки: скорость нагрева, время выдержки и пиковую температуру пайки. Четвертый фактор — атмосфера (воздушная или азотная).

Для оплавления паяльной пасты, нанесенной на медные образцы методом трафаретной печати, использовался термогравиметрический анализатор. На образцы по 100-мкм трафарету наносился отпечаток паяльной пасты диаметром 1,5 мм. По измеренной потере массы в ходе пайки определялось количество остатка флюса. Под микроскопом измерялся диаметр участка смачивания. По сделанному шлифу паяного соединения определялись высота галтели припоя и краевой угол смачивания (чем меньше этот угол, тем лучше смачивание).

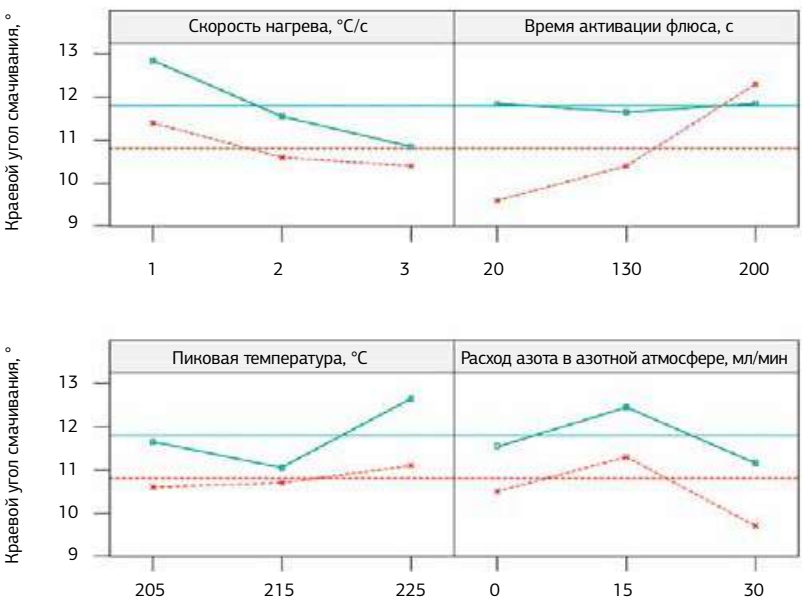


Рис. 9. Усредненные характеристики влияния различных параметров на смачивание (чем меньше краевой угол смачивания, тем лучше)

Паяльная паста с SnPb-припоем и безотмывным флюсом

Паяльная паста с SnPb-припоем и безотмывным флюсом

Для оловянно-свинцовых сплавов наилучшее растекание достигалось при быстром нагреве и пиковой температуре 215 °C в атмосфере азота.

Паяльная паста с водосмываемым припоем содержит более сильные активаторы, что приводит к лучшему смачиванию. Средний краевой угол смачивания для паяльной пасты с водосмываемым флюсом был на 1° меньше, чем для паяльной пасты с безотмывным флюсом.

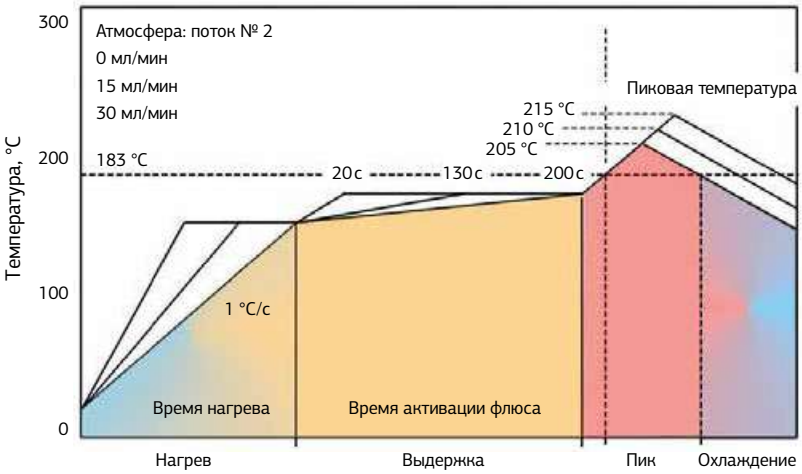


Рис. 10. Параметры профиля пайки в плане эксперимента по методу Тагути

Свинцовые и бессвинцовые припои

Применение бессвинцовых припоев создает многочисленные дополнительные трудности при отмывке. В этих условиях привлекательным вариантом являются водосмываемые флюсы, так как в них можно использовать более сильные активаторы. Но из-за повышенных температур пайки у таких флюсов тверже остаток, что затрудняет отмывку.

Остаток флюсов этого типа труднее смывается из-за большей молекулярной массы, более сложной структуры ингредиентов и большего количества побочных продуктов реакции.

У бессвинцовых сплавов поверхностное натяжение приблизительно на 20% выше, чем у оловянно-свинцовых. Это сказывается на характеристиках смачивания. Результат можно увидеть, измерив краевой угол смачивания паяного соединения.

Оптимальные параметры для каждой паяльной пасты были определены по методу Тагути. Затем в ходе проверочных экспериментов с оптимальными настройками были получены следующие данные.

Таблица 5. Краевой угол смачивания для различных паяльных паст, нанесенных на медные образцы и подвергнутых пайке оплавлением в атмосфере азота при оптимальных условиях

	КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ, °		ОСТАТОК ФЛЮСА, %	
	БЕЗОТМЫВНЫЙ ФЛЮС	ВОДОСМЫВАЕМЫЙ ФЛЮС	БЕЗОТМЫВНЫЙ ФЛЮС	ВОДОСМЫВАЕМЫЙ ФЛЮС
SAC 305	19,2	16,9	23,2	55,7
SN100C	17,9	14,8	18,8	50,8
SnPb	9,5	9,2	21,2	59,4

С помощью термогравиметрического анализа измерялся остаток флюса после пайки. В случае бессвинцовых припоев остаток был меньше из-за более высоких температур в профиле пайки по сравнению с оловянно-свинцовыми припоями.

По своему составу водосмываемый флюс кардинально отличается от безотмывного. Его остаток на печатной плате имеет большую массу и совершенно иной состав. Он гигроскопичен и активен, но легко удаляется даже деионизированной водой.

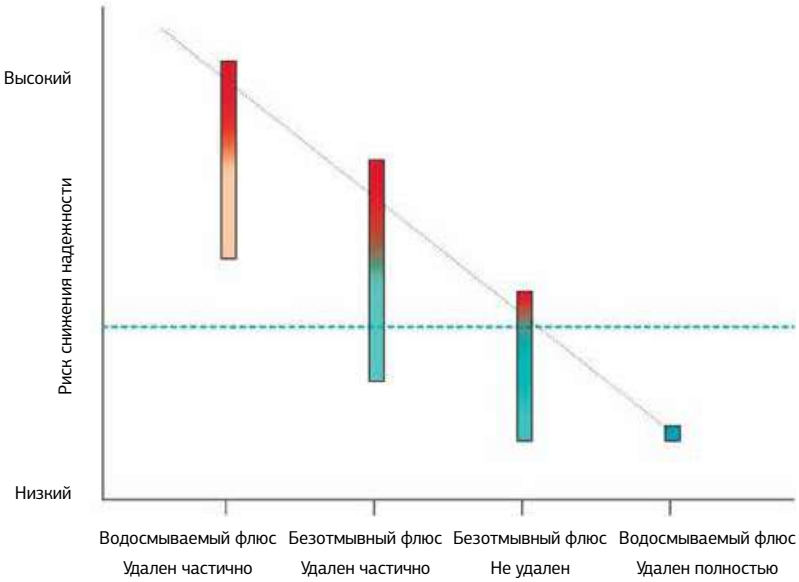


Рис. 11. Риск снижения надежности для различных формул флюсов

Заключение

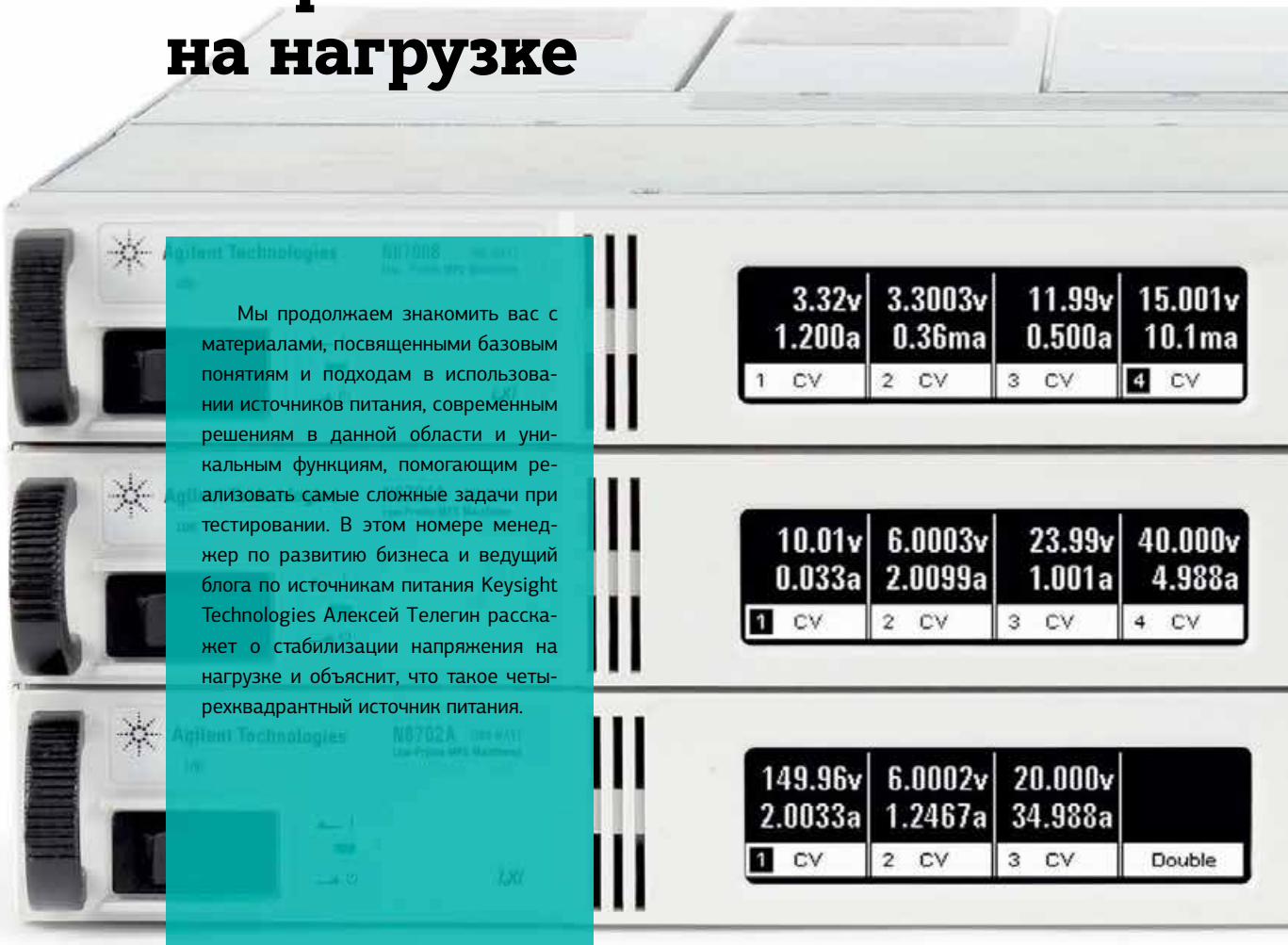
Отмывочные средства стали совершеннее, и отмывка после пайки превратилась в рентабельный этап производственного процесса в условиях, когда важнейшими факторами, угрожающими эксплуатационной надежности, являются коррозия и утечка тока.

Одной только деионизированной воды может оказаться недостаточно для удаления остатков флюса под малоразмерными SMD-компонентами. Она позволяет удалять только неионные остатки с поверхности печатной платы. Ввиду высокого поверхностного натяжения деионизированная вода неспособна проникать под компоненты с малым зазором между корпусом и платой.

Остаток безотмывного флюса можно отмыть, но чистая деионизированная вода не позволяет удалять твердые остатки, которые выделяют воду, а не растворяются в ней. Для полного удаления смол необходим омылитель.

Для полного смывания остатка предпочтительно использовать паяльную пасту с водосмываемым флюсом, потому что он легко удаляется, содержит более сильные активаторы и безопасен после отмывки. При неполном смывании есть риск снижения надежности (с миниатюризацией риск возрастает из-за малого зазора между корпусами компонентов и платой, высокой плотности монтажа, малой толщины проводников и малого расстояния между ними).

Использование 4-проводной схемы питания и измерения для стабилизации напряжения на нагрузке



Мы продолжаем знакомить вас с материалами, посвященными базовым понятиям и подходам в использовании источников питания, современным решениям в данной области и уникальным функциям, помогающим реализовать самые сложные задачи при тестировании. В этом номере менеджер по развитию бизнеса и ведущий блога по источникам питания Keysight Technologies Алексей Телегин расскажет о стабилизации напряжения на нагрузке и объяснит, что такое четырехквадрантный источник питания.

Приходилось ли вам устанавливать выходное напряжение источника питания на некоторое значение, а затем обнаруживать, что напряжение на нагрузке меньше установленного? Если для вашего измерения это было приемлемо, то вы, вероятно, оставляли все как есть. Но если вы хотели, чтобы на нагрузке было напряжение, определенное требованиями спецификации, то вам приходилось завышать напряжение на источнике или же использовать дополнительные измерительные входы источника.

Измерительные входы есть у многих источников питания, они позволяют источнику стабилизировать напряжение прямо на нагрузке. Это достигается за счет применения комплекта измерительных проводов в дополнение к проводам, через которые подается питание на нагрузку. Источник питания использует напряжение на измерительном входе для стабилизации напряжения непосредственно на нагрузке.

Алексей Телегин, ведущий блога по источникам питания KeysightTechnologies

Давайте рассмотрим схему на рис. 1, показывающую источник питания с установленным выходным напряжением 5 В (напряжением, которое мы хотим получить на нагрузке). Если нагрузка подключена проводами длиной 1,8 м, а сечение этих проводов составляет 2 мм^2 (с сопротивлением около 8,33 мОм/м), сопротивление каждого провода будет равно приблизительно 0,015 Ом. При токе 10 А на каждом проводе будет падать напряжение примерно на 0,15 В (10 А × 0,015 Ом), что в сумме даст 0,3 В. Если источник питания стабилизирует напряжение на выходных клеммах, то в результате на нагрузке мы получим 4,7 В вместо необходимых 5 В.

Рис. 1 Влияние соединительных проводов длиной 1,8 м и сечением 2 мм^2 в случае, когда измерительные входы подключены к выходным клеммам. Суммарное падение напряжения составляет 0,3 В (по 0,15 В на каждый провод).

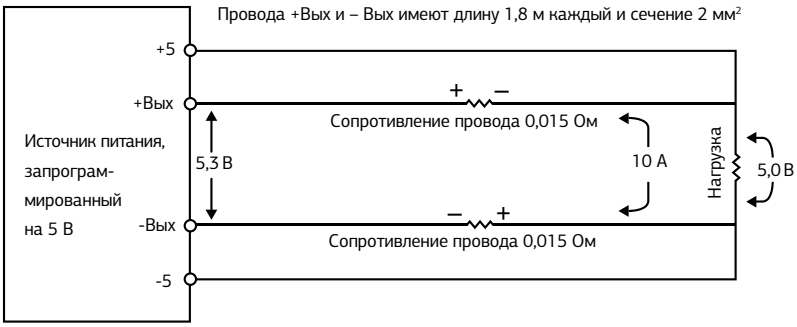


Рис. 2 Использование измерительного входа для компенсации падения напряжения на проводах.

На рис. 2 показана та же схема, но с измерением на нагрузке. Измерительные провода подключаются к нагрузке именно в тех точках, на которых вы хотите получить напряжение 5 В. В этом случае источник питания стабилизирует напряжение на нагрузке, выставляя выходное напряжение на 5,3 В и компенсируя падение напряжения на проводах. Для этого он снимает напряжение непосредственно с нагрузки и подает его в цепь обратной связи для регулировки напряжения на выходных клеммах источника. Цель источника питания — поддержание установленного напряжения в точках, к которым подключены измерительные входы. Источник питания регулирует напряжение на выходных клеммах в соответствии с напряжением, подаваемым на измерительные входы. Входное сопротивление измерительного входа достаточно велико, что предотвращает протекание большого тока по измерительным проводам — это делает падение напряжения на проводах датчика пренебрежимо малым.

Что такое четырехквадрантный источник питания?

Определение полярности источника питания

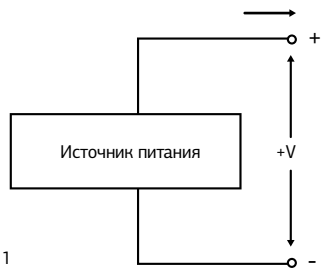


Рис. 1

Декартова система координат

Рис. 2

Для того чтобы ответить на этот вопрос, я начну с общего определения полярности. На рис. 1 показан типовой двухполюсный источник питания с фиксированной полярностью напряжения и тока. Стандартный источник питания обычно является источником энергии. Для этого ток должен вытекать из полюса с положительным потенциалом. Большинство источников питания подают энергию именно таким образом, выдавая положительное выходное напряжение и положительный выходной ток. Такой источник называется униполярным, поскольку он выдает напряжение только одной полярности. Полярностью источника питания принято считать полярность напряжения (а не направление тока).

Если ток втекает в положительный полюс источника, то источник питания потребляет ток и ведет себя как электронная нагрузка — поглощая и рассеивая энергию, вместо того чтобы выдавать ее. Большинство источников питания этого не делают, хотя многие источники питания Keysight могут при необходимости потреблять некоторый ток для быстрого снижения выходного напряжения — это называется способностью к снижению напряжения (down-programming).

Для полного описания выходного напряжения и тока источника питания используется диаграмма с декартовыми координатами. Декартовы координаты отображают два параметра на двух перпендикулярных осях. На рис. 2 показаны четыре квадранта декартовых координат. Квадранты принято обозначать римскими цифрами. Для источников питания по вертикальной оси обычно откладывается напряжение, а по горизонтальной — ток. Эта система координат используется для определения рабочей точки данного источника питания. Кривая, которая очерчивает границу, окружающую область допустимых рабочих точек в системе координат, называется выходной характеристикой источника питания.

Как уже говорилось, некоторые источники питания являются униполярными (выдают напряжение одной полярности), но могут при этом выдавать или потреблять ток. Такие источники питания способны работать в квадрантах I и II и поэтому называются двухквадрантными. В квадранте I источник питания будет отдавать мощность, и при этом ток будет вытекать из полюса с положительным потенциалом. В квадранте II источник питания будет потреблять мощность, и ток будет втекать в полюс с положительным потенциалом.

Четырехквадрантный биполярный источник питания

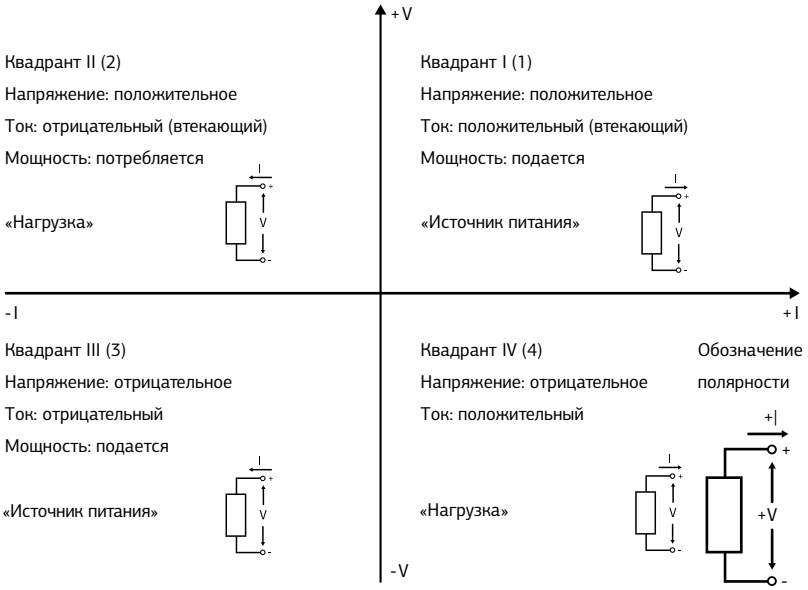


Рис. 3

Выходная характеристика источника питания N6784A

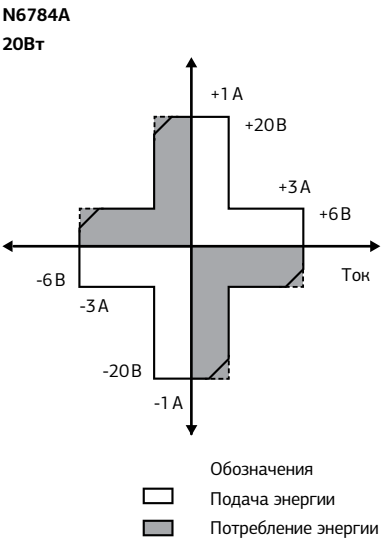


Рис. 4

Некоторые источники питания могут выдавать положительное или отрицательное напряжение без переключения внешних проводов. Как правило, такие источники питания могут работать во всех четырех квадрантах и поэтому именуются четырехквадрантными источниками питания. Иногда еще их называют биполярными, поскольку они подают на выход как положительное, так и отрицательное напряжение. В квадрантах I и III источник питания является источником энергии: ток вытекает из полюса с положительным потенциалом. В квадрантах II и IV источник питания является потребителем энергии: ток втекает в полюс с положительным потенциалом (см. рис. 3).

Примером биполярного источника питания является Keysight N6784A. Он может подавать или потреблять ток, и его выходное напряжение может быть положительным или отрицательным. Он представляет собой источник питания/измеритель (SMU) мощностью 20 Вт с несколькими выходными диапазонами. Выходная характеристика N6784A показана на рис. 4.

Итак, четырехквадрантным источником питания называется источник, способный выдавать положительное и отрицательное выходное напряжение и подавать или потреблять ток. Такой источник может работать во всех четырех квадрантах диаграммы напряжение-ток.

Ссылка на блог по источникам питания Keysight Technologies.

ДИПОЛЬ

Цифровые мультиметры Keysight Technologies серии Truevolt

Отображение результатов измерений в различных видах.
- Цветной графический дисплей с возможностью отображения аналоговой шкалы, гистограммы, тренда, математических функций и статистики
- Входы/выходы: интерфейсы USB, LAN/LXI (опция), GPIB (опция)
- Утилита подключения цифрового мультиметра позволяет одним щелчком мыши осуществлять управление прибором, захват и отображение данных при подключении мультиметра к ПК или мобильному устройству

Полная уверенность в результатах измерений благодаря технологии Truevolt
- 11 измерительных функций, включая измерение силы постоянного и переменного тока, постоянного и переменного напряжения, сопротивления по 2- и 4-проводной схеме, частоты, периода, температуры, а также прозвон цепи и проверку диодов
- Основная относительная погрешность измерения постоянного напряжения 0,0035%, переменного напряжения 0,06%
- Максимальное входное напряжение 1000 В, максимальный входной ток 10 А

Переход к новому поколению цифровых мультиметров с полной поддержкой
- Единственное в отрасли решение, обеспечивающее 100%-ую замену мультиметра Agilent 34401A и полную совместимость по командам SCPI
- Возможности по использованию в измерительных системах: скорость измерений до 1000 отсчетов в секунду, память 10 000 отсчетов

Инновационные решения для электронной промышленности

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

Генерация сигнала с большим количеством точек

МАКСИМ ПИСКОВАЦКОВ, руководитель направления DST Keysight Technologies, компания «Диполь»
mvp@dipaul.ru

Выбирая жесткий диск или смартфон, мы всегда стараемся обращать внимание на объем памяти. При выборе генератора сигналов этот параметр является не менее важным. Значительный объем памяти позволяет генерировать более продолжительные по времени сигналы, а также предоставляет больше свободы при установке временного разрешения.

Генератор TrueForm серии 33600A производства компании Keysight Technologies

Максим Писковацков

Рассмотрим пример временного разрешения, где прямоугольный сигнал содержит короткий глитч (рис. 1), необходимый для испытания на условие падения напряжения проектируемой системы. Предполагается, что необходимое разрешение сигнала составляет 1 нс, тогда требуемая частота дискретизации для данного разрешения равна 1 Гвыб/с. Если ваш генератор имеет память всего 128 Квыб, длина сигнала будет ограничена 128 мкс. Совсем другое разрешение у генераторов TrueForm серии 33600A производства компании Keysight Technologies. В стандартной конфигурации прибора заложена память 1 Мвыб, опционально расширяемая до 64 Мвыб!

Рис. 1

А значит, продолжительность сигнала составит 64 мс, что в 500 раз дольше, чем у обычных DDS-генераторов. Продолжительный по времени сигнал гарантирует, что тестируемое устройство имеет достаточное время установки и удержания для определения уровня сигнала.

Генераторы, выполненные по технологии DDS, имеют и другой недостаток, связанный с воспроизведением сигналов произвольной формы. Поскольку DDS является технологией фиксированной тактовой частоты, генераторы вынуждены добавлять или пропускать точки для соответствия частоты дискретизации с указанной частотой на выходе. Это приводит к пропуску переходов между точками, происходящих случайным образом, а в результате не удается получить истинного представления запрограммированного сигнала (рис. 2). Технология TrueForm, разработанная Keysight Technologies, воспроизводит каждую точку сигнала независимо от установленной частоты или частоты дискретизации. Таким образом, можно гарантировать, что каждая запрограммированная вами точка будет точно отображена.

Генераторы TrueForm — отличный вариант для тех, кто работает с цифровыми сигналами. Глубина памяти, предусмотренная в приборе,

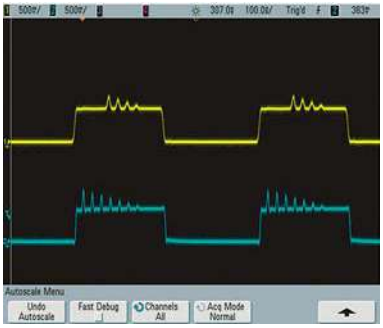
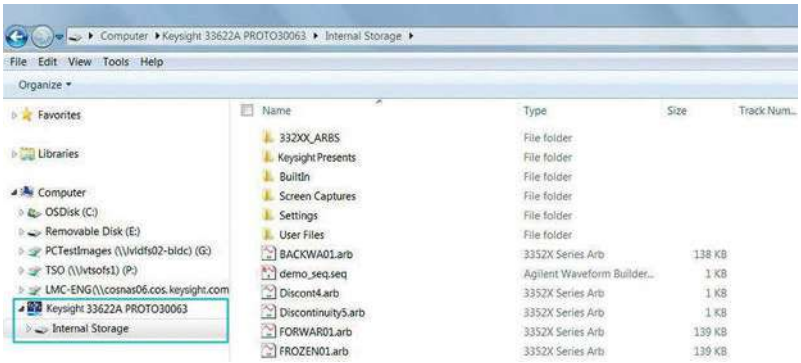


Рис. 2 ↑

Рис. 3 ←



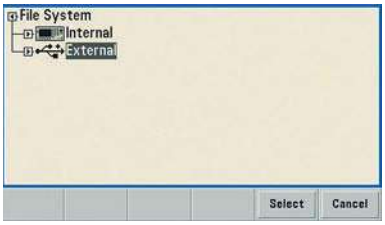


Рис. 5 ↑

Рис. 4 ←

обеспечивает достаточное количество точек для моделирования передачи длинных цифровых последовательностей, а технические характеристики превосходят параметры DDS-генераторов того же ценового диапазона. К тому же DDS-генераторам иногда свойственен недостаток, связанный с добавлением джиттера на передний фронт для крутых фронтов импульсного сигнала. То есть обычный DDS-генератор с частотой дискретизации 1 Гвыб/с может вносить в сигнал до 1 нс джиттера. В запатентованной технологии TrueForm данная проблема отсутствует, а характеристики джиттера составляют менее 1 пс (рис. 3) даже для крутых фронтов, что в 1000 раз лучше. Как правило, столь высокие показатели подразумевают высокую стоимость прибора, тем не менее, стоимость устройств TrueForm вполне способна выдерживать конкуренцию с ценой обычных DDS-генераторов.

Традиционно передача файла сигнала с компьютера на генератор была трудной задачей, часто требовавшей написания собственного кода или использования специального программного обеспечения. При разработке TrueForm эту проблему учли, и теперь процесс ввода/вывода стал таким же простым, как и передача файла на Flash-носитель. Подключите генератор к компьютеру с помощью USB-кабеля, и внутренняя память прибора станет доступной, как обычный диск (рис.4). Генераторы формы сигнала TrueForm — это первые устройства, получившие даную возможность. Передняя панель генератора также оснащена портом USB, с помощью которого можно экспортировать файлы на внешний носитель (рис. 5). Традиционные способы ввода/вывода файлов, такие как SCPI-команды, по-прежнему доступны, кроме того, ПО BenchLink Waveform Builder Pro позволяет легко переносить произвольные файлы формы сигнала посредством USB-, GPIB- или LAN-интерфейсов.

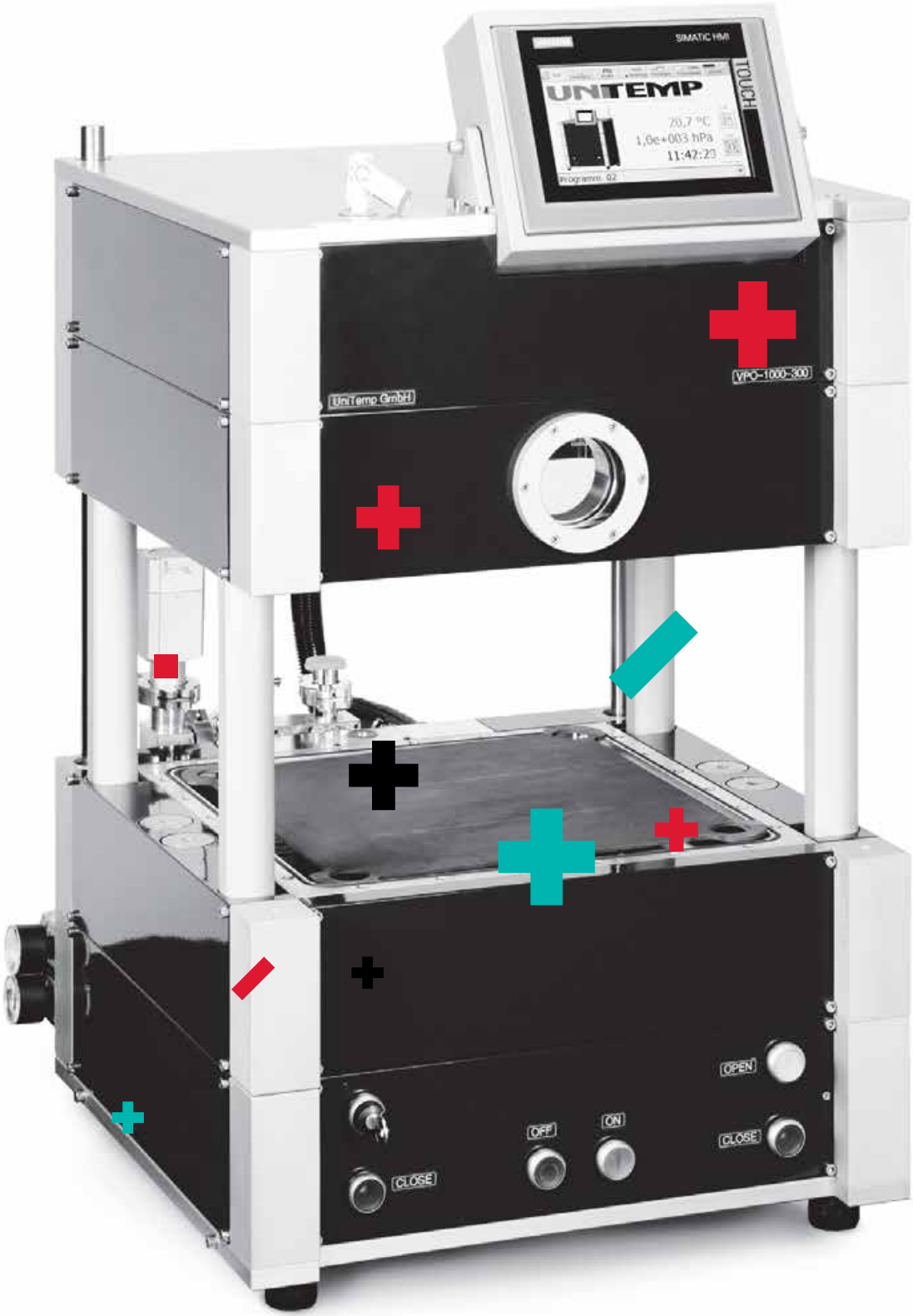
Следующая станция — UniTemp

КОНСТАНТИН КРУПАЛЬНИК

заместитель главного технолога
по микроэлектронике
kk@dipaul.ru

Специалисты направления микроэлектроники компании «Диполь» нередко посещают Германию. Помимо крупнейших отраслевых выставок, таких как Electronica, Productronica, Semicon, в этой стране действуют офисы многих наших партнеров, оборудование которых «Диполь» представляет на российском рынке. Раздел «Термические процессы» нашего каталога «Технологическое оборудование для микроэлектроники» в основном представлен оборудованием компании UniTemp, о которой мне и хотелось бы рассказать.

SIMATIC HMI
SIEMENS
TOUCH
UNTEMP
0,0 °C
0,0e+000 hPa
04:29:36
Programm 01
RTP-100-HV
UniTemp GmbH
OPEN
CLOSE
ON
OFF


SIMATIC HMI
UNITEMP
TOUCH
20,7 °C
1,0e+003 hPa
11:42:23
Programm: 02
VPO-1000-300
UniTemp GmbH
OPEN
CLOSE
OFF
ON
CLOSE

Офис компании UniTemp, основанной в 2000 году, расположен в городке Пфаффенхофен, неподалеку от Мюнхена. Основное направление деятельности компании — разработка и изготовление оборудования для проведения термических процессов. В год компания выпускает более 50 различных установок, среди которых как стандартные базовые модели с различным опциональным оснащением, так и установки, выполненные по специальному заказу клиентов.

Константин Крупальник

Оборудование UniTemp широко используется не только для исследовательских, но и для производственных задач в сфере полупроводниковых приборов, печатных плат и других изделий электроники. Например, печи быстрой термической обработки часто применяются в цикле Front-End кристального полупроводникового производства, а печи оплавления — для множества разнообразных задач, таких как установка компонентов на печатные платы, герметизация корпусов, и многих других.

Клиентами компании являются крупнейшие университеты Германии, Швеции, Нидерландов, США, Австралии, а также R&D-центры и промышленные клиенты по всему миру, включая Siemens, Phillips, Osram, ASML, VTI и многие другие. За последние несколько лет и ряд российских заказчиков выбрал машины UniTemp для своих лабораторий и производств.

На сегодняшний день оборудование UniTemp эксплуатируют более 100 предприятий по всему миру. Компания имеет офисы в Европе, Азии и США. В России интересы UniTemp представляет компания «Диполь». В последнее время у отечественных потребителей наибольшей популярностью пользуются печи быстрого высокотемпературного отжига серии RTP, а также печи оплавления серий VSS и RSS. Об этом оборудовании я расскажу более подробно.

Печи быстрого высокотемпературного отжига и печи оплавления — это две линейки выпускаемого оборудования, которые составляют основу модельного ряда UniTemp. Данное оборудование в основном рассчитано на малую и среднюю производительность и поэтому прекрасно подходит для мелкосерийного выпуска, а так-

ИК лампы в печах UniTemp позволяют работать с температурами до 1200°C при скорости нагрева образца до 150 °C/c

Печь оплавления RSS-210 с модулем подачи муравьиной кислоты (модель 2013 года, на фото слева) и печь высокотемпературного отжига в высоком вакууме RTP-100-HV (на фото справа)

Сергей Леванов («Диполь») готовится нагреть кремниевую пластину диаметром 100 мм до 1000 °C за 7 секунд

же использования в лабораториях и R&D-центрах. Помимо неизменно высокого немецкого качества оборудования UniTemp следует особо отметить гибкость базовых конструкций и обилие опций, возможность изготовления машин под заказ. Низкая стоимость большинства моделей также является неоспоримым преимуществом, особенно на рынке R&D-оборудования.

Печи серии RTP представляют собой специальные машины для проведения процессов быстрой термической обработки (RTP — rapid thermal processing). Нагревательным элементом в этих печах являются ИК-лампы. Отсюда и основная особенность машин — высокие скорости нагрева до 150 °C/с. Максимальные температуры процесса составляют до 1200 °C. Особенность печей заключается в возможности проведения нагрева в высоком вакууме вплоть до 10^{-5} Торр. Довольно часто технологический процесс происходит в атмосфере инертного газа, например, азота или в восстановительной атмосфере форминг-газа. В основном печи RTP применяются на полупроводниковых производствах, чаще всего в качестве образцов используются полупроводниковые пластины. Стандартные версии машин RTP позволяют работать с полупроводниковыми пластинами диаметром до 150 мм. При работе с образцами большего размера или при необходимости увеличения производительности следует рассматривать уже другую серию печей быстрого отжига — VPO. Об особенностях конструкции печей RTP и VPO мы подробней расскажем в следующих выпусках нашего журнала «Эксперт +».

Печи серии RSS и VSS — это печи оплавления с возможностью работы в вакууме или защитной атмосфере. Принципиально обе серии машин предназначены для одного и того же ряда технологических процессов. Отличие заключается лишь в специальной конструкции корпуса и рабочей поверхности печи VSS, а также в возможностях по опциональному оснащению.

Система управления установкой RTP-100-HV, выполненная на основе PLC Siemens с 7-дюймовым сенсорным экраном

Общим для всех машин RSS и VSS являются: температурный диапазон, обычно с максимальной температурой до 350 или 450 °C; возможность работы с инертными газами, водородом, парами муравьиной кислоты; возможность работы в вакууме. Различаются машины по площади рабочей поверхности — от 100×100 мм до 300×300 мм; по типу нагревательных элементов — ИК-лампы или картриджи; по материалу рабочей поверхности и оснастки; по возможности кастомизации и установки дополнительного аналитического оборудования. Начиная с 2014 года старшие модели линейки печей оплавления стандартно оснащены системой управления на основе PLC Siemens с 7-дюймовым сенсорным экраном, в то время как младшие модели сохранили традиционную для машин UniTemp до 2014 года систему управления на основе контроллера Eurotherm и ПО Unisoft.

Кварцевый лоток для загрузки полупроводниковых пластин в установку RTP-100-HV

Печь оплавления RSS-210 (модель 2015 года с PLC Siemens) — один из первых серийных экземпляров. Его фотографией пока не могут похвастаться даже официальные ресурсы производителя

Рецепт технологического процесса RTP (rapid thermal processing) или процесса, пайки — это программа, записанная в контроллер печи и содержащая информацию обо всех необходимых стадиях процесса, от его начала до завершения. Рецепт обычно представляет собой совокупность итераций шагов, каждый из которых имеет определенную длительность. Для каждого шага существует возможность задать значения рабочих параметров, таких как температура, скорость нагрева или охлаждения, уровень вакуума или поток газа определенного типа, и других. Как правило, рецепт содержит от пяти до нескольких десятков шагов, в каждом из них задаются значения нескольких параметров. Таким образом, алгоритм написания рецепта является одним из ключевых критериев, определяющих удобство работы оператора с оборудованием.

Одной из основных целей нашего недавнего визита к коллегам из UniTemp было более тесное знакомство с новыми конструкциями машин, которые находятся в разработке, и с новой системой управления на основе PLC Siemens. Мы могли убедиться, что новая система управления машин гораздо удобней, чем у предыдущих версий, и в течение часа ее способен освоить любой оператор. Новая система управления — это качественный прорыв, благодаря которому машины UniTemp стали еще более привлекательными для клиентов. Особенно нам приглянулась новая система написания рецептов, с ее помощью стало намного проще создавать технологические процессы с большим количеством шагов. В сравнении с созданием рецепта посредством кнопок на лицевой панели контроллера Eurotherm (в старой конструкции машин UniTemp), работа с новым сенсорным экраном Siemens гораздо удобнее и интуитивно понятна. Значения параметров быстро вводятся с клавиатуры на сенсорном экране аналогично набору номера на смартфоне. Простой алгоритм программирования с возможностями быстрого возврата к предыдущим шагам и просмотра всего рецепта более удобен и значительно сокращает время на программирование. Это особенно актуально в процессе подбора режимов, когда новый рецепт приходится постоянно менять.

В завершение хочется поблагодарить наших коллег из компании UniTemp за теплый прием и высокий профессионализм в работе. Именно профессионализм и внимание к мельчайшим деталям — это те качества, которые хочется перенимать у коллег из Германии и использовать в повседневной деятельности.

ДИПОЛЬ

Программное обеспечение для управления производством

AEGIS SOFTWARE

- Испытываете сложности с обработкой исходных данных в различных форматах, в том числе в формате Gerber?
- Тратите много времени на подготовку управляющих программ для одной или нескольких единиц оборудования?
- Обозначения компонентов поставщика не соответствуют принятому внутреннему обозначению на производстве?
- Теряете деньги из-за простоя оборудования и длительной обработки заказа?

Программное обеспечение FactoryLogix от компании Aegis – универсальный и эффективный инструмент подготовки данных для различного оборудования поверхностного монтажа. FactoryLogix поддерживает более 100 моделей оборудования мировых производителей.

Узнайте больше о ПО FactoryLogix на выставке «Экспоэлектроника / Электронтехэкспо 2015» и на практических семинарах компании «Диполь».

Отраслевой интегратор

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

Тест на совместимость

Развитие требований к характеристикам электромагнитной совместимости общепромышленной и оборонной продукции и современные технические средства для их оценки

Соответствие нормам стандарта позволяет применять техническое средство в оборонной сфере, что повышает конкурентоспособность и расширяет рынок сбыта продукта

Под электромагнитной совместимостью (ЭМС) понимается способность технического средства (ТС) функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим ТС. Понятие ЭМС возникло наряду с появлением первых радиоэлектронных средств и в настоящее время становится все более актуальным. Особенность ЭМС заключается в непреднамеренном характере создаваемых и анализируемых помех. Причем характеристики помех или воздействий предписываются для строго заданных условий работы ТС. Поэтому отечественная и мировая практика в данной сфере отличается высоким уровнем регламентации методов оценки помех и испытаний на устойчивость к ним. Красноречивым подтверждением этого факта, а также важности ЭМС в современной насыщенной электрическими, электронными и радиотехническими ТС обстановке является введение 2013 году Технического регламента Таможенного союза — ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». Регламент касается продукции гражданского применения. Но очевидно, что включенные в него помехи и критерии устойчивости ТС и методы оценки аналогичны не только продукции оборонного назначения, но и других отраслей, таких как авиационная и автомобильная индустрия или отрасль связи. Очевидно, что при собственных специфичных дополнительных

Андрей Смирнов, д. т. н., руководитель направления электромагнитной совместимости и радиоизмерений, компания Диполь,
smirnov@dipaul.ru

Константин Басалаев, технический специалист, компания Диполь,
bk@dipaul.ru

требованиях по ЭМС регламенты оборонных стандартов будут жестче норм, применяемых к аппаратуре гражданского назначения.

Анализ динамики развития национальных стандартов в области оборонной промышленности показывает, что они в значительной степени основаны на зарубежных аналогичных стандартах, зачастую аутентичны им. Такая ситуация привела к тому, что фактически в каждой области действующий национальный стандарт является «предпоследней» версией аналогичного зарубежного стандарта. Поэтому, чтобы оценить актуальные требования к отечественной оборонной продукции, следует рассмотреть и основываться на соответствующих зарубежных стандартах.

Здесь определяющим является стандарт MIL STD 461 и частично MIL STD 462. Несмотря на то, что стандарт MIL STD 461 создан в интересах Минобороны США, он используется в различных сферах, особенно в области разработки систем управления, вычислительных систем, компонентов авиационной и автомобильной техники. Это связано с тем, что поскольку требования указанного документа жестче регламентов гражданских стандартов, соответствие ТС требованиям MIL STD 461 автоматически означает согласованность ТС с требованиями национальных стандартов. Кроме того, соответствие нормам стандарта позволяет применять ТС в оборонной сфере, что повышает конкурентоспособность и расширяет рынок сбыта продукта. Тем не менее было бы целесообразно рассмотреть стандарты на авиационную продукцию DO-160 и автомобильные стандарты, отраженные в Правилах № 10 ЕЭК ООН. Это связано с тем, что часто объектами этих стандартов становятся устройства двойного назначения, что делают требования данных документов важными для оборонной продукции в целом.

Анализ динамики изменений основных требований в этих стандартах представлен в таблицах 1–3. Результаты анализа показали значительную схожесть физической природы тестов, демонстрируя возможность в конечном счете сблизить методы тестирования, указанные в различных нормативных документах. Как подтверждение сказанному, в ближайшее время планируется введение версии MIL STD 461G. Предполагается, что новая версия стандарта будет включать новые тесты, в частности CS117, RS106, RS108, в значительной степени похожие на тесты документа DO-160. Так, тест CS117 будет аналогичен тесту раздела 22 DO-160 с некоторыми изменениями:

- испытания предполагается проводить только на устойчивость к многократному удару и многократной вспышке;
- среди методов испытаний оставить только метод кабельного ввода помехи;
- ограничить применение данного теста только объектами авиационной электроники.

Тесты RS106, RS108 будут соответственно аналогичны тестам RS105 и Разделу 23 RTCA/DO-160.

Таблица 1. Динамика изменений требований стандартов серии MIL STL 461 (обозначения в частотных диапазонах: U — напряжение, I — ток, E — напряженность электрического поля, H — напряженность магнитного поля, частота без размерностей выражена в Гц)

<table>
<tr><th rowspan="3">ТЕСТ</th><th rowspan="3">ОПИСАНИЕ ТЕСТА</th><th colspan="6">MIL STD, ВЕРСИЯ/ГОД</th></tr>
<tr><th>461 A</th><th>461 B</th><th>461 C</th><th>461 D</th><th>461 E</th><th>461 F</th></tr>
<tr><th>1968</th><th>1980</th><th>1986</th><th>1993</th><th>1999</th><th>2007</th></tr>
<tr><td>CE101</td><td>Линии питания, кондуктивные помехи</td><td>I: 0,03–20 кГц</td><td colspan="2" rowspan="2">CE101</td><td colspan="3">I: 30–10 кГц</td></tr>
<tr><td>CE102</td><td>Сигнальные кабели, кондуктивные помехи</td><td>I: 30–20 кГц</td><td colspan="3">Линии питания:
U: 10 кГц — 10 МГц</td></tr>
<tr><td>CE103</td><td>Линии питания, кондуктивные помехи</td><td>I: 20 кГц — 50 МГц</td><td colspan="2" rowspan="2">CE103</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>CE104</td><td>Сигнальные кабели, кондуктивные помехи</td><td>I: 20 кГц — 50 МГц</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>CE105</td><td>Метод инверсного фильтра</td><td>I: 30–50 МГц</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>CE106</td><td>Антенные входы</td><td>10 кГц — 12,4 ГГц</td><td colspan="2">10 кГц — 26 ГГц</td><td colspan="3">10 кГц — 40 ГГц</td></tr>
<tr><td>CE107</td><td>Линии питания, импульсы, временная область</td><td></td><td colspan="2">CE07</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>CS101</td><td>Линии питания, кондуктивные НЧ-помехи</td><td colspan="3">30–50 кГц</td><td colspan="2">U: 30–150 кГц</td><td></td></tr>
<tr><td>CS102</td><td>Линии питания</td><td colspan="3">50 кГц — 400 МГц</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>CS103</td><td>Антенные порты, интермодуляция</td><td>30–10 ГГц</td><td colspan="5">15 кГц — 10 ГГц</td></tr>
<tr><td>CS104</td><td>Антенные порты, нежелательные сигналы (2)</td><td>30–10 ГГц</td><td colspan="5">30–20 ГГц</td></tr>
<tr><td>CS105</td><td>Антенные порты, перекрестная модуляция</td><td>30–10 ГГц</td><td colspan="5">30–20 ГГц</td></tr>
</table>

ТЕСТ	ОПИСАНИЕ ТЕСТА	MIL STD, ВЕРСИЯ/ГОД					
		461 A	461 B	461 C	461 D	461 E	461 F
		1968	1980	1986	1993	1999	2007
CS106	Импульсные помехи, линии питания	100/10	200/10; 0,15				400/5
CS107	Коммутационные помехи	CS107					
CS108	Антенные порты, нежелательные сигналы (1)	30–10 ГГц					
CS109	Структурные токи		60–100 кГц				
CS110	Затухающие синусоиды, контакты 10 кГц — 100 МГц			CS10			
CS111	Затухающие колебательные помехи, кабели			CS11			
CS114	Кондуктивные высокочастотные помехи, ток				I: 10 кГц — 400 МГц	I: 10 кГц — 200 МГц	
CS115	Кондуктивные импульсные помехи, фронт,				2/30 нс, 5 А		
CS116	Затухающие колебательные помехи, кабели				10 кГц — 100 МГц (6 частот)		
RE101	Магнитное поле, эмиссия	30 Гц–30 кГц	30–50 кГц		H: 30–100 кГц		
RE102	Электрическое поле, эмиссия	14 кГц — 10 ГГц			E: 10 кГц — 18 ГГц (на 1 м)		
RE103	Гармонические и побочные сигналы, антенны	10 кГц — 40 ГГц					
RE104	Магнитное поле, эмиссия	20–50 кГц					
RE105	Автомобили, двигатели, эмиссия	E: 150 кГц — 1 ГГц					
RE106	Перегрузка линий питания	E: 14 кГц — 1 ГГц					
RS101	Магнитное поле, устойчивость	30 Гц–30 кГц	30–50 кГц	30–100 кГц			
RS102	Наводки магнитного/электрического поля	МП ПЧ и имп.		МП/ЭП			
RS103	Электрическое поле, устойчивость	14 кГц — 10 ГГц	14 кГц — 10 ГГц (40 ГГц)		10 кГц — 40 ГГц	2 МГц — 40 ГГц	
RS104	Наводки гармонического магнитного поля	14 кГц — 30 МГц					
RS105	Импульсное электромагнитное поле			RS05	RS105, 50 кВ/м, фронт 75 нс		

Основными тенденциями требований к ЭМС оборонной продукции являются:

- расширение частотного диапазона для оценки эмиссии до 18 ГГц и для устойчивости до 40 ГГц;
- повышение жесткости испытаний на устойчивость к излучаемым помехам до 200 В/м для узкополосных помех и до 7 кВ/м для импульсных помех и некоторых ТС.

В отношении других тестов существенных изменений не замечено.

Таблица 2. Основные отличия последней версии документа DO-160D (по главам DO 160D)

№ ГЛАВЫ	ТЕСТ	ТРЕБОВАНИЯ К ТЕСТАМ	
15	Магнитное поле	Оценка влияния объекта испытаний на показания компаса или на показания датчика магнитного поля.	Подробный рисунок, объясняющий испытательную установку и методику испытаний.
16	Входное питание	Устойчивость к изменению питания при нормальном и аварийном состоянии самолета, а также вносимых искажений и влияния на энергосистему самолета	Требование проверки устойчивости к мгновенным прерываниям питания и характеристики прерываний. Аварийный тест устойчивости к мощной импульсной помехе для каждой фазы переменного тока.
17	Импульсы напряжения	Устойчивость к импульсам напряжения в линиях питаний AC и/или DC, аналог CS106 MIL STD 461F.	Требование минимум 50 импульсов положительной и отрицательной полярности.
18	Кондуктивные низкочастотные помехи звуковых частот	Устойчивость к помехам в линиях питания, тест почти идентичен CS 101 MIL STD 461F с небольшими различиями в уровне и частоте. Уровень до 8% от напряжения питания в диапазоне 0,01–150 кГц.	Ограничение максимально допускаемой потребляемой мощности в 100 Вт заменено на ограничение максимального потребляемого тока по уровню пик-пик 36 А. Удалена спецификация импеданса 0,6 Ом для связывающего трансформатора.
19	Наведенные помехи низкочастотного поля	Устойчивость к помехам, наведенным низкочастотным электрическим и магнитным полями, и переходным импульсам напряжения.	Замечание о неприменимости теста к входным линиям питания; добавлен тест устойчивости объекта к наведенным электрическим полям.
20	Радиочастотные помехи (кондуктивные и излучаемые)	Устойчивость к кондуктивным и излучаемым радиочастотным помехам с амплитудной и импульсной модуляцией. Тесты соответственно аналогичны методу MIL STD 46F CS114 для частот 10 кГц–400 МГц с использованием токового зонда и методу MIL STD 461F RS103 для частот 100 МГц–18 ГГц с использованием полубезэховой или реверберационной камеры.	Для сближения содержания раздела с требованиями других стандартов пересмотрены формулировки и термины. Требование об облучении всех лицевых поверхностей объекта. Указание на равенство расстояния до антенны при калибровке и тестировании. Метод в реверберационной камере был изменен от режима непрерывного вращения к дискретному вращению смесителя, введены новые соответствующие методики.
21	Эмиссия радиочастотных помех (кондуктивных и излучаемых)	Эмиссия кондуктивных помех в соединительных кабелях и линиях питания и излучаемых помех. Кондуктивные помехи измеряются в диапазоне 150 кГц–152 МГц токосъемником, излучаемые помехи измеряются в диапазоне 100 МГц — 6 ГГц в безэховой или реверберационной камере.	Добавлен новый предел помех для высокочастотных и навигационных приемников. Изменена частота с 1 ГГц до 960 МГц, на которой изменяется полоса пропускания с 100 кГц до 1 МГц. Удалена опция использования полосы пропускания 10 кГц в частотных точках выше 960 МГц и введено замечание, что может быть использован предусилитель.

22	Импульсные помехи, наведенные молнией	Устойчивость к наведенным молнией импульсам в контактные соединители, соединительные кабели и линии питания. Используется контактный ввод (для устойчивости к повреждению) или кабельный ввод (для устойчивости к нарушению). Раздел рассматривает возможность следующих импульсов: однократный удар, многократный удар и многократная вспышка.	Исключен метод резистора для определения импеданса источника для контактного ввода. Добавлена форма импульса 6 для кабельного ввода, только для испытаний многократных вспышек.
23	Прямое воздействие молнии	Устойчивость внешнего электрооборудования и электронного оборудования к прямому попаданию молнии. Поскольку эти тесты обычно приводят к разрушению, то объект не запитывается. Требуются высокие напряжения и/или до уровней тысяч киловольт и/или сотен ампер.	Изменений по сравнению с предыдущей версией нет.
25	Электростатический разряд	Устойчивость оборудования к воздушному электростатическому разряду. Этот тест определяет, может ли объект функционировать во время или после воздушного электростатического разряда. Воздействие 10 импульсов положительной и отрицательной полярности 15 кВ.	Изменения включают разъяснение применимости контрольных точек, в частности утверждение, что контакты соединителей не проверяются.

Таблица 3. Различие требований ЭМС национального и зарубежного стандарта для транспортных средств

ТЕСТЫ	ТРЕБОВАНИЯ К ТЕСТАМ	
	ГОСТ Р 41.10-99 (ПРАВИЛА № 10 1997 Г.)	ПРАВИЛА № 10 ЕЭК ООН ОТ 2012 Г.
Эмиссия помех от транспортного средства и электронных сборочных узлов	30–1000 МГц	30–1000 МГц
Устойчивость транспортных средств к излучаемым помехам	Частотный диапазон 30–1000 МГц Уровень 24 В/м в 90% частотных точек, в том числе не менее 20 В/м во всем диапазоне.	Частотный диапазон 20–2000 МГц Уровень 30 В/м в 90% частотных точек, в том числе не менее 25 В/м во всем диапазоне.
Устойчивость электронных сборочных узлов к излучаемым помехам	48 В/м в 150-мм полосковой линии; 12 В/м в 800-мм полосковой линии; 60 В/м в ТЕМ-ячейке; 48 мА ток помехи методом BCI.	60 В/м в 150-мм полосковой линии; 15 В/м в 800-мм полосковой линии; 75 В/м в ТЕМ-ячейке; 60 мА ток помехи методом BCI.
Устойчивость электронных сборочных узлов к импульсным помехам по линиям питания	Отсутствуют, соответствующие испытания отражены в ГОСТе.	Импульсы 1, 2a/2b, 3a/3b, 4 (3-й уровень жесткости) по ISO 7637-2 (2004).
Эмиссия импульсных помех в линии питания	–	Включен раздел, основанный на ISO 7637-2 (2004).
Электростатический разряд	–	Включена ссылка на ISO 10605.
Тесты, специфичные для гибридных автомобилей	–	Тесты устойчивости к импульсным микросекундным, наносекундным помехам, искажениям питающей сети и др.

Таблица 4. Испытания на устойчивость к кондуктивным радиопомехам

ДОКУМЕНТЫ	ВОЗДЕЙСТВИЯ (УРОВЕНЬ, ДИАПАЗОН, СИГНАЛ)	ОБОРУДОВАНИЕ
Устойчивость к кондуктивным низкочастотным радиопомехам		
ГОСТР51317.4.16	До 30 В, в диапазоне 15 Гц —150 кГц узкополосный.	– NSG 4060 (TESEQ) — специализированная испытательная система в составе генератора 15–150 кГц, усилителя мощности до 200 Вт, блока мониторинга объекта. – Устройства связи/развязки по подбору (TESEQ). – Дополнительные модули (TESEQ) для сильнотоковых линий питания.
MIL STD 461F, CS101	До 6 В, в диапазоне 30 Гц — 150 кГц или от второй гармоники частоты питания.	
DO-160, раздел 18	До 4 В, в диапазоне 700 Гц — 32 кГц для питания AC, в диапазоне 10 Гц — 200 кГц для питания DC.	
Правила № 10 ЕЭК ООН	Отсутствуют	
Устойчивость к кондуктивным низкочастотным радиопомехам		
ГОСТ Р 51317.4.6	До 10 В, в диапазоне 150 кГц — 80 МГц,с АМ с повышением максимумов.	– NSG 4070, TESEQ — специализированная испытательная система в составе генератора 9 кГц — 1 ГГц, блока мониторинга объекта; трехканального измерителя мощности с опционально встраиваемым усилителем мощности до 75 Вт во всем диапазоне или в 150 кГц — 230 МГц. – Усилитель мощности (TESEQ), 100 Вт. – Устройства связи/развязки (TESEQ) по подбору в зависимости от типа линий (с разрывом линии). – Токовый зонд (TESEQ) для ввода помех симметричных и несимметричных токов (без разрыва линии). – Согласующий аттенюатор (TESEQ). – Принадлежности и программное приложение.
MIL STD 461F, CS114	До 109 дБмкА, (300 мА), в диапазоне 10 кГц — 200 МГц, меандр и ИМ с сохранением максимумов.	
DO-160, раздел 20 (п. 1)	До 300 мА, в диапазоне 10 кГц — 400 МГц, меандр и ИМ с сохранением максимумов.	
Правила № 10 ЕЭК ООН, ISO 11452-4	До 60 (100) мА, в диапазоне частот 1–400 МГц, АМ с сохранением максимумов.	

Можно сказать, что три указанных стандарта полностью охватывают весь перечень норм и методов оценки показателей ЭМС, а соответствие ТС описанным в них регламентам делает его полностью удовлетворяющим требованиям ЭМС. Стандарты предлагают альтернативные методы оценки, что удобно для производителей и испытателей ТС.

Среди всех требований ЭМС большинство из них не вызывает трудностей при наличии необходимой аппаратуры. В настоящее время на рынке представлено достаточное количество продуктов различных зарубежных фирм, таких как SOLAR, AMETEK, TESEQ, KEYSIGHT и других, включающих универсальные автоматизированные испытательные генераторы, генераторы импульсных помех, различные устройства ввода помех, измерительные антенны, а также измерительные приемники, измерительные датчики или токосъемники. Особое внимание вызывают тесты на устойчивость к мощным помехам, которые при традиционной конфигурации требуют установки мощных усилителей, безэховых экранированных камер, А значит, становятся чрезвычайно затратными. В то же время широко используемые за рубежом реверберационные камеры и генераторы поля в виде GTEM-ячеек позволяют отказаться от применения безэховых камер и мощных усилителей. Так, первичная аттестации реверберационной камеры TESEQ

показала, что для поля 200 В/м в диапазоне частот до 18 ГГц нужен всего 1 Вт входной мощности. Таким образом, появляется возможность существенно снизить стоимость оценки устойчивости к излучаемым помехам.

Другим направлением развития технических средств в области ЭМС является естественное желание производителей или испытателей технических средств иметь в распоряжении комплексные системы, что позволит в одной установке проводить испытания сразу по нескольким стандартам. Поскольку при тестировании на характеристики ЭМС проверка устойчивости является более затратной, рассмотрим комплексирование тестов именно в этой области.

В таблицах 4–5 приведены результаты сравнения характеристик тестов по трем группам испытаний — устойчивости к кондуктивным низкочастотным радиопомехам, устойчивости к кондуктивным высокочастотным радиопомехам, устойчивости к излучаемым радиопомехам. Очевидны близость частотных диапазонов и жесткостей испытаний. Заметная общность характеристик тестов позволяет сформировать комплексные испытательные системы, предусматривающие требования проверок сразу по нескольким стандартам. Примерный состав предлагаемых установок на примере оборудования известных и популярных в мире TESEQ, Keysight и других производителей приведен в тех же таблицах. На рис. 1–3 представлены технические конфигурации предлагаемых унифицированных испытательных установок.

Таблица 5. Испытания на устойчивость к излучаемым высокочастотным помехам (корпус объекта)

ДОКУМЕНТЫ	ВОЗДЕЙСТВИЯ (УРОВЕНЬ, ДИАПАЗОН, СИГНАЛ)	ОБОРУДОВАНИЕ
ГОСТ Р 51317.4.3	До 10 В/м,в диапазоне 0,08–6 ГГц, АМ с повышением максимумов и поправкой на вариации до 6 дБ.	– ITS 6006 (TESEQ) — специализированная испытательная система в составе генератора 80–6000 МГц, блока мониторинга объекта, трехканального модуля измерения мощности, коммутатора и переключателя. – Усилители мощности до 6 ГГц (TESEQ с выходной мощностью до 100 Вт). – Излучающие антенны (0,08–6 ГГц), GTEM-ячейки (TESEQ, 10 кГц — 20 ГГц), реверберационные камеры (TESEQ, в диапазоне 0,5–18 ГГц). – Принадлежности (коммутаторы, ответвители, измерители мощности — по подбору). – Программные приложения (общее и специализированные — под конкретные требования и конфигурации).
Правила № 10 ЕЭК ООН	До 30 В/м (75 В/м для устройств), в диапазоне 0,02–2 ГГц, АМ (1 кГц, 80%) с сохранением максимумов.	
DO-160, раздел 20 (п. 2)	До 200 (300) В/м, в диапазоне 100 МГц — 18 ГГц, меандр и ИМ с сохранением максимумов.	– Генератор (например, Keysight N5183A с опциями до 20 ГГц и модуляцией); – Усилители мощности до 3 ГГц (TESEQ с выходной мощностью до 1 кВт), до 18 ГГц (IFI, с выходной мощностью до 100 Вт в диапазоне до 18 (40) ГГц). – Излучающие антенны (0,03–40 ГГц), GTEM-ячейки (TESEQ, 10 кГц — 20 ГГц), реверберационные камеры (TESEQ, в диапазоне 0,5–18 ГГц). – Принадлежности (коммутаторы, ответвители, измерители мощности — по подбору). – Программные приложения (общее и специализированные — под конкретные требования и конфигурации).
MIL STD 461F, RS103	До 200 В/м, в диапазоне 2 МГц — 18 (40) ГГц, меандр и ИМ с сохранением максимумов.	

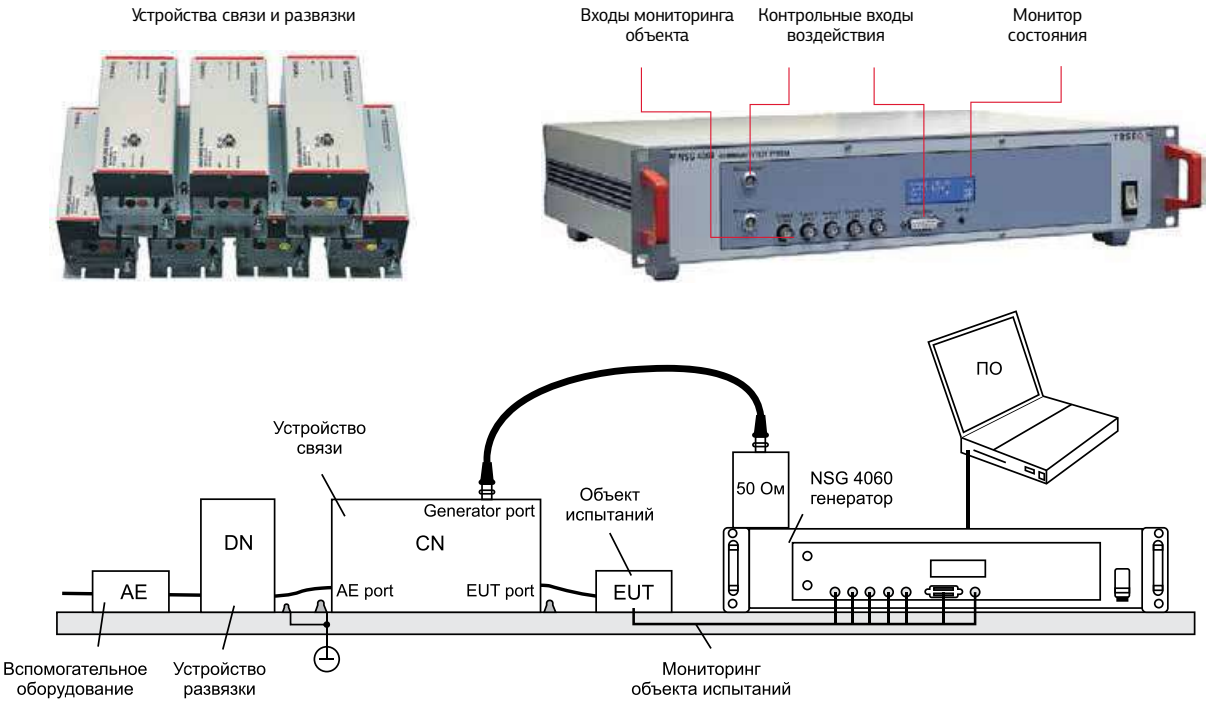


Рис. 1. Технические средства и конфигурация установки для проверки устойчивости к кондуктивным низкочастотным радиопомехам

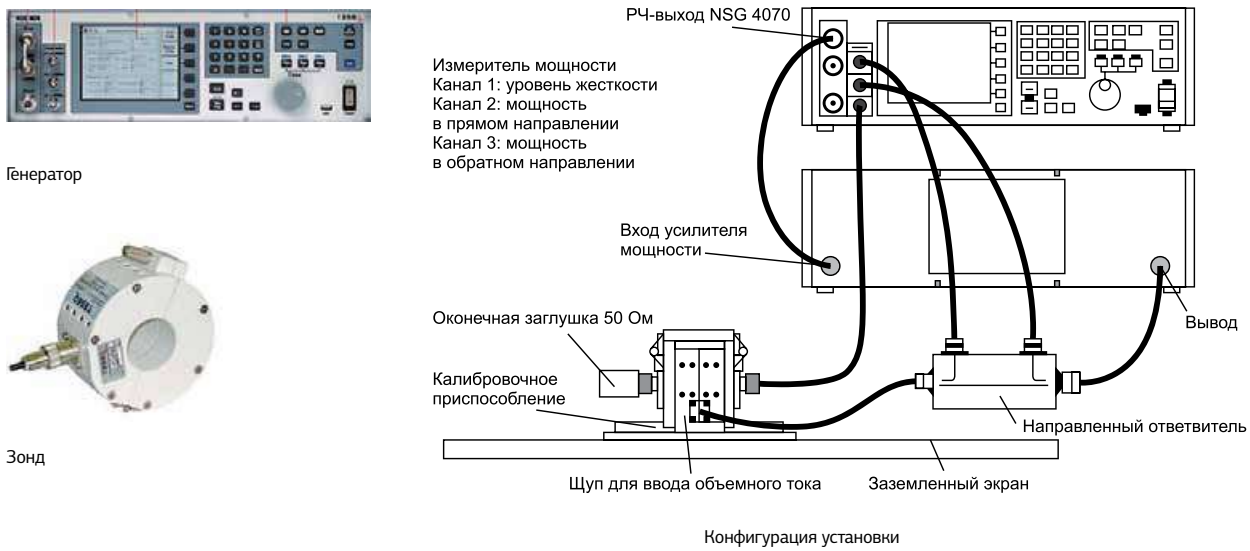


Рис. 2. Технические средства и конфигурация установки для проверки устойчивости к кондуктивным высокочастотным радиопомехам

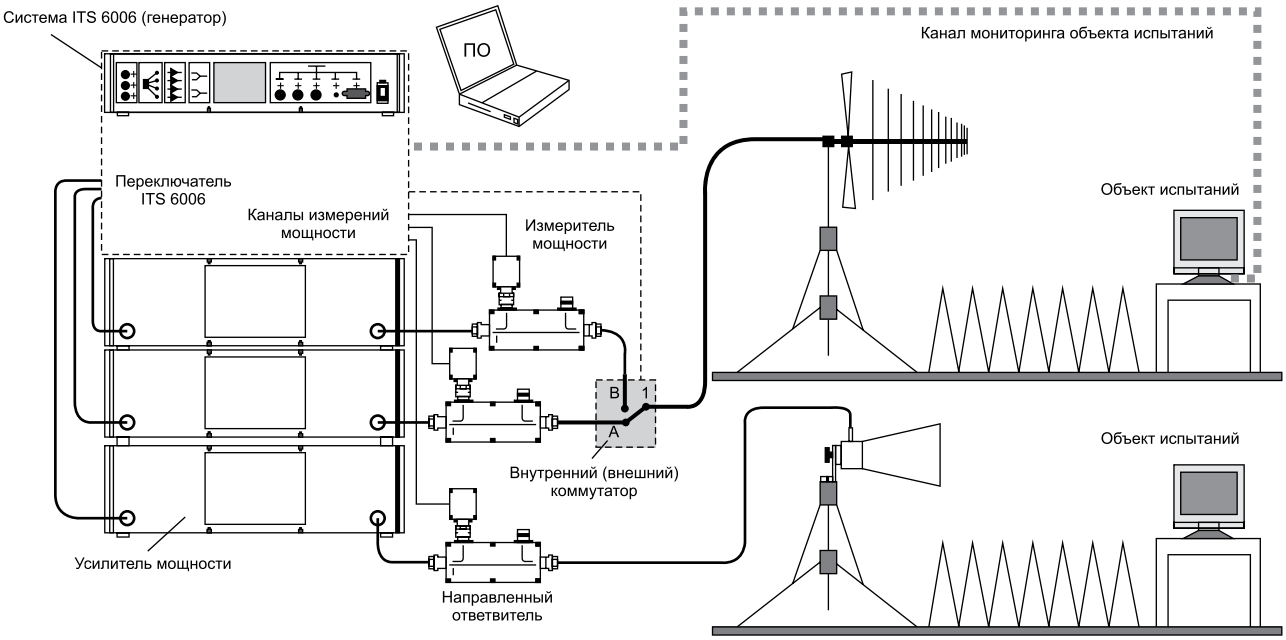


Рис. 3. Технические средства и конфигурация установки для проверки устойчивости к излучающим радиопомехам (при использовании излучающих антенн)

На рис. 3. приведена конфигурация установки на базе трех усилителей мощности и двух излучающих антенн. Очевидно, что количество усилителей может быть увеличено в зависимости от требуемого частотного диапазона испытаний, характеристик антенн. Также вместо антенн могут быть подключены генераторы поля в виде GTEM-ячеек или реверберационные камеры. В итоге универсальность конфигурации соблюдается. Каждая из изображенных испытательных установок представляет собой испытательную систему и подлежит аттестации как испытательное оборудование. Процессы аттестации, включая методики калибровки воздействия, достаточно подробно описаны в соответствующих стандартах и не вызывают технических проблем при их выполнении.

Анализ тенденций развития требований в части ЭМС показывает их сближение с точки зрения задания регламентов и методик испытаний. Таким образом, можно формировать комплексные унифицированные системы для тестирования ЭМС. Исследование парка технических средств демонстрирует практическую возможность реализации комплексных испытательных систем. Данный фактор целесообразно учитывать при организации или комплектовании испытательных лабораторий, предназначенных для тестирования оборонной продукции и технических средств общего применения, так как позволяет создавать лаборатории и с достаточно широкой областью аккредитации.

Печатное дело

Деятельность компании «Диполь» как ведущего российского поставщика знаний, внедряющего инновационные решения на отечественном рынке, требует постоянного мониторинга потенциально интересных технологий и установления партнерских отношений с их ведущими разработчиками. В поиске новых решений для заказчиков наши сотрудники отправляются в командировки по всему миру. В том числе и на другую сторону планеты.

Дмитрий Кашкаров, руководитель проектов
kdv@dipaul.ru

В ноябре 2014 году мы с моей коллегой Наталией Разумневой, руководителем направления печатной электроники, отправились в город Санта-Клара (Калифорния, США) на Printed Electronics USA 2014, мероприятие, проводимое IDTechEx — ведущей международной независимой аналитической компании в области развития прорывных технологий.

Это мероприятие, длившееся четыре дня, включало в себя конференции, выставку, мастер-классы, визиты на всемирно известные компании в самом сердце «Кремниевой долины».

Printed Electronics USA 2014 объединило под крышей выставочного центра Санта-Клары несколько конференций по следующим тематическим направлениям:

- Печатная электроника (Printed Electronics);
- Трехмерная печать (3D Printing);
- Аккумулирование и хранение энергии (Energy Harvesting and Storage);
- Графен и двухмерные материалы (Graphene and 2D Materials);
- Интернет вещей (Internet of Things);
- Суперконденсаторы (Supercapacitors);
- Носимые технологии (Wearable Technology).

Printed Electronics USA2014

Печатная электроника

Под печатной электроникой понимаются технологии создания электронных устройств на различных материалах (бумага, пластик, ткань и т.д.) с помощью нанесения функциональных чернил (токопроводящих, полупроводниковых, резистивных) различными способами печати (трафаретная, оффсетная, каплеструйная печать и т.д.).

В рамках конференции и выставки по этой теме был представлен широкий ряд технологий и оборудования для создания светодиодов на основе полимерной органики (OLED), солнечных батарей (органическая фотовольтаика — OPV), сенсоров, электрохромных ячеек (ячеек, поверхности которых меняют свойства под воздействием электричества).

Трехмерная печать

Фото: www.3dprint.com

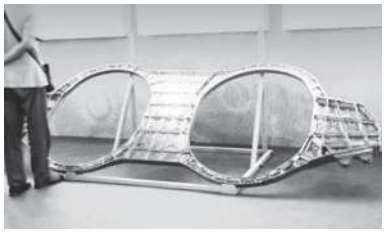


Фото: www.3ders.org

Компания «Диполь» давно и успешно предлагает решения в области печатной электроники. Это каплеструйные принтеры для нанесения паяльной пасты MY500 и MY600 компании Mycronic (MYDATA) и инновационная установка создания внутренних слоев печатных плат Lunaris компании Mutraxc.
К преимуществам каплеструйной печати можно отнести отказ от трафаретов для нанесения функциональных материалов (паяльной пасты — для принтеров Mycronic и резиста — для установки Lunaris). Это существенно увеличивает гибкость использования оборудования, позволяет осуществлять частые переналадки. Это особенно актуально при мелкосерийном и опытном производстве.

Еще больше поражает воображение тема трехмерной печати (3D-печать) — послойного создания физических объектов по 3D-модели, получаемой в результате моделирования или 3D-сканирования.

Эта сухая формулировка на самом деле открывает мир безграничных возможностей создания новых объектов. К основным преимуществам 3D-печати можно отнести возможность создавать объекты любой геометрии и при этом отказаться от механической обработки. Уже сейчас с помощью 3D-печати создают вещи, которые раньше казались фантастикой. На 3D-принтере печатают даже автомобили!

В сентябре 2014-го года на выставке International Manufacturing Show в Чикаго был представлен автомобиль Strati (разработчик — компания Local Motors_, изготовленный с помощью трехмерной печати. В этом автомобиле не печатались только аккумулятор, двигатель и подвеска. Время печати Strati иля составило всего 44 часа, а состоит он всего из 40 частей. Максимальная скорость автомобиля составляет 65 км/ч, максимальное расстояние движения на одной зарядке — около 200 км.

Активно исследуются и используются возможности использования 3D-печати и в авиастроении. Компанией Boeing созданы десятки тысяч некритических для полета деталей для десяти моделей самолетов. А так называемый «лайнер мечты» Airbus A380 Dreamliner содержит около 30 деталей, изготовленных с помощью 3D-печати.

Более того, уже есть примеры использования «распечатанных» деталей и критически важных частей авиатехники. В мае 2013 года китайской компанией AVIC Laser был продемонстрирован титановый элемент

истребителя J-20 или J-31, изготовленный с помощью 3D-печати. Представители компании AVIC Laser сообщили, что 3D-печать использовалась для производства 7 разных видов самолетов, стратегического авианосца Y-20, палубного истребителя J-15, авиалайнера C919 и нового поколения истребителей-невидимок.

В настоящее время различные организации и корпорации (такие как NASA, General Electric) ведут разработки по трехмерной печати металлических частей реактивных двигателей.

3D-принтеры в настоящее время получают все большее прикладное значение. Уже сейчас «печатают» оружие, дома и даже кондитерские изделия.

На Printed Electronics USA 2014 мы имели возможность познакомиться с производителями оборудования и материалов, а также с возможностями трехмерной печати, которые мы можем в дальнейшем предложить нашим заказчикам в качестве лучших решений.

Аккумулирование и хранение энергии

Слово «Harvesting» с английского языка переводится как «сбор урожая», что очень метко описывает технологии сбора энергии из внешних источников (солнечная, термальная, кинетическая энергия, энергия ветра, энергия, получаемая за счет градиента концентрации соли в воде). Использование таких технологий аккумулирования энергии особенно актуально для небольших беспроводных автономных устройств, например в сенсорных сетях или в «носимой» электронике.

Для широкого распространения таких технологий необходимо уменьшить стоимость сбора и хранения энергии. Существенное влияние на это может оказать печатная электроника. Уже используются печатаемые органические солнечные элементы или солнечные элементы на основе сенсибилизированных красок. Для мобильных устройств применяются печатаемые элементы для сбора тепловой и колебательной энергии.

Отдельный трек в этой теме был посвящен суперконденсаторам (ионисторам), которые уже используются, например, в электромобилях и автобусах. Кстати, в проекте «Ё-мобиль» суперконденсатор рассматривался как основное средство для накопления электроэнергии. Жаль, что эти планы так и остались только проектом.

В рамках мероприятия были представлены решения в области автомобилестроения (General Motors), авиакосмической промышленностей (NASA), использования в технологиях «умный дом» (Intel).

Графен

Графен — это модификация углерода толщиной в один атом. Материал обладает рядом важных характеристик, таких как высокая механическая прочность, высокая теплопроводность и высокая степень подвижности электронов.

В контексте печатной электроники графен используется как основа для функциональных красок и паст. Из таких красок уже разрабатываются продукты, относящиеся к печатной электронике, например, антенны для радиочастотной идентификации (RFID), «умная упаковка» и т.д.

На мероприятии были представлены как производители самого графена, так и производители материалов на его основе. Надо сказать, что единственным докладчиком из России на Printed Electronics USA 2014 стал представитель московского подразделения компании Nokia, и тема его выступления была посвящена именно графену, что неудивительно. В области исследований по этой теме советская школа занимала лидирующие позиции, а в 2010 году Нобелевская премия по физике за «передовые опыты с двумерным материалом — «графеном» была присуждена А.К. Гейму и К.С. Новоселову.

Интернет вещей

Интернет вещей — это концепция вычислительной сети, где устройства, оснащенные встроенными технологиями (сенсорами, процессорами и т.д.) могут сами взаимодействовать друг с другом. Ярким примером Интернета вещей может служить концепция «умного дома», в которой датчики и всевозможные устройства, взаимодействуя друг с другом, обеспечивают комфорт, безопасность и ресурсосбережение.

Переход от Интернета людей к Интернету вещей повлечет значительное увеличение количества электронных приборов и устройств. Интернет вещей хранит в себе большое количество вызовов лучшим умам планеты: речь идет и о протоколах обмена данными между устройствами, и о вопросах безопасности.

Internet of Things Applications USA

Носимые технологии

Печатная электроника активно используется для уменьшения стоимости устройств, которые можно просто распечатать недорогими материалами на дешевых подложках, а то и просто на элементах конструкций.

Носимые технологии это предметы одежды или аксессуары, являющиеся одновременно и электронными устройствами.

На конференции активно обсуждались следующие направления:

1. Интеграция носимых электронных устройств в повседневную жизнь (например, браслет, который отслеживает, сколько в день прошел человек, сколько потратил калорий, в какое время спал и т.д.).
2. Нанесение функциональных чернил на одежду (например, одежда, которая может светиться или которая отслеживает окружающую температуру).

При перечислении прикладных примеров носимой электроники невольно вспоминаешь фильм «Назад в будущее», где главный герой переносится на несколько десятилетий вперед. В фильме фигурирует 2015 год, но киноодежда будущего уже отстает от представленных на конференции примеров!

Wearable Technology LIVE!

Выставочное пространство Кремниевой долины

Перечисленные конференции предваряли ключевые доклады, дающие представление о тесной взаимосвязи названных направлений.

На мой взгляд, фотография, сделанная во время презентации представителя компании Jaguar Land Rover Research, очень показательна. Изображенный на ней автомобиль содержит более 70 электронных устройств управления и более 100 сенсоров. Здесь же показан потенциал печатной электроники и графена (производство сенсоров), технологий аккумулирования и хранения энергии (питание сенсоров и вычислительных устройств), Интернета вещей (взаимодействие сенсоров и устройств) и носимой электроники (планшет в руках пользователя).

В свободное от докладов время мы исследовали улицы выставки. Я не оговорился, выставка действительно условно делилась на Демонстрационную и Производственную улицы.

Демонстрационная улица представляла собой самую большую в мире коллекцию продуктов печатной электроники в одном месте, а на Производственной улице можно было посмотреть и узнать, как производится печатная электроника.

Презентация представителя компании Jaguar Land Rover Research

Несмотря на занятость, очень хотелось посмотреть и на саму Кремниевую долину. Для меня, как дипломированного специалиста в области разработки и производства вычислительной техники, сочетание слов «Кремниевая долина» звучит магически, а возможность увидеть малую родину таких гигантов, как Intel, HP, Atmel, Altera, Apple, Google — важное событие. Некоторые давние партнеры «Диполя» также «родились» в Кремниевой долине — Keysight Technologies (ранее Agilent Technologies), Sentek Dynamics, Crystal Instruments.

Кремниевая долина — это место в Калифорнии к юго-западу от Сан-Франциско площадью около 1000 кв. км., где сосредоточено огромное количество компаний в области электроники и информационных технологий. Свое название это место получило из-за кремния — элемента, используемого при производстве полупроводниковых приборов, а впервые термин «Кремниевая долина» обнародован журналистом Доном Хофлером в 1971-м году в еженедельнике Electronic News. Стоит отметить, что в России часто используют словосочетание

Гараж Хьюлетта и Паккарда — место рождения «Кремниевой долины»

Стэнфордский университет

«Силиконовая долина». Путаница в терминологии рождена схожестью написания слов «silicon» (кремний) и «silicone» (силикон, полиорганосилоксан). Последний широко известен применением в пластической хирургии.

Нам удалось побывать в кузнице кадров Silicon Valley — Стэнфордском университете, месте рождения долины — у гаража Уильяма Хьюлетта и Дэвида Паккарда, а также в некоторых ее гигантах: Atmel, Apple, Google.

Идея создания первого в мире высокотехнологичного региона «Кремниевая долина» зародилась у профессора Стэнфордского университета Фредерика Термана, призывавшего своих студентов основывать свои собственные компании в области электроники в этом регионе, вместо того, чтобы наниматься в уже существующие компании на востоке (восточном побережье США). Первые два студента, последовавшие его совету — это Уильям Хьюлетт и Дэвид Паккард, начавшие в 1938 году в этом гараже города Пало-Альто разработку своего первого продукта — генератора звуковых волн.

Центральный офис Hewlett-Packard и сейчас находится в Пало-Альто. В соседнем городе Санта-Кларе находится штаб-квартира многолетнего партнера «Диполя» — компании Agilent Technologies, которая, кстати, была основана в 1999 году в результате стратегического разделения все той же компании Hewlett-Packard.

Одним из факторов быстрого роста компаний в «Кремниевой долине» является наличие на этой территории Стэнфордского университета, послужившего кузницей кадров и арендодателем земли для многих компаний. Основатель университета Лиланд Стэнфорд, железнодорожный магнат времен Калифорнийской золотой лихорадки, а позже и губернатор Калифорнии завещал университету большие территории — около 32 кв.км. Согласно завещанию Стэнфорда, эти земли университет продать не мог. После Второй мировой войны в университете значительно увеличилось количество студентов, потребовались дополнительные средства. Декан инженерного факультета и большой патриот своего университета Фредерик Терман предложил сдавать имеющиеся земли в долговременную аренду за невысокую плату высокотехнологичным компаниям. Так возник Стэнфордский индустриальный парк. Университет получил дополнительные средства, выпускники получили возможность найти место работы, не покидая региона, компании — недорогую аренду и высококвалифицированные кадры.

Автомобиль Google Maps для съемки уличных панорам

Дом Стива Джобса

Лично для меня Стэнфордский университет и теплая местная погода стали самими яркими впечатлениями от США. Я не удивлен, что Стэнфордский университет на протяжении многих лет занимает высшие строки в различных рейтингах. Наверное, это связано с тем, что попадают туда только лучшие: университет тщательно выбирает своих будущих студентов и принимает всего 7% от числа желающих. Все студенты нацелены на учебу и применение своих знаний. В университете дается широкая свобода в проведении исследований, приветствуются междисциплинарные работы. Помогают им в этом 21 лауреат Нобелевской премии и большое количество других именитых ученых.

Недалеко от университета находится дом, где жил и умер известный студент, который так его и не окончил, но с большим теплом относился к заведению — один из основателей компании Apple Стив Джобс. Его творение — компания Apple находится в соседнем городе Купертино на улице под известным для программистов названием «Бесконечный цикл» (Infinite loop).

После Пало-Альто и Купертино нас ждало еще одно важное для мира информационных технологий место — компания Google, сооснователем которой является наш бывший соотечественник Сергей Брин.

Офис Google больше напоминает гостиницу на курорте, где царит дух неформальной обстановки и играет музыка. Даже не верится, что здесь разрабатываются технологии, которыми мы уже активно пользуемся или будем пользоваться в будущем.

Надеюсь, в будущем у представителей Кремниевой долины будет много поводов для того, чтобы посетить Россию для знакомства с современными решениями и поиска партнеров. Пока же мы берем на себя миссию знакомства соотечественников с новыми технологиями и внедрения этих технологий. Более подробно мы обсудим это в следующих выпусках нашего журнала «Эксперт +».

Ждем ваших обращений и вопросов, связанных с перечисленными направлениями.

Nordson DIMA BV — новое название компании DIMA Group BV

Компания DIMA Group BV, приобретенная компанией Nordson Corporation в 2014 году, изменила свое официальное название на Nordson DIMA BV. Новое название призвано акцентировать внимание пользователей продукции компании DIMA на доступности глобальных ресурсов Nordson Corporation.

«Меняя название и логотип, мы не меняем способ ведения бизнеса, а продолжаем обеспечивать наших заказчиков теми же продуктами и высоким уровнем обслуживания, к которым они привыкли, — говорит Фрид Кьютен (Fried Cuijten), генеральный директор подразделения сборки электроники компании Nordson DIMA. — Мы рады быть частью корпорации Nordson, которая производит полный спектр решений для дозирования, обработки поверхности, испытаний и инспекции. Наш новый бренд отражает связь обеих компаний и обращает внимание на то, что теперь мы обладаем дополнительными ресурсам, возможностями и финансовой стабильностью головной корпорации. Поскольку Nordson планирует в дальнейшем инвестировать в компанию DIMA, мы уверены, что сможем обеспечить наших заказчиков новыми продуктами и качественным сервисом».

Необходимо отметить, что все контракты, соглашения о сервисном обслуживании, заключенные при прежнем названии компании DIMA Group BV, сохраняют свою силу и условия без изменений. Соответствующие изменения, включая новый логотип Nordson DIMA и маркетинговые материалы, будут вводиться постепенно и завершатся в течение следующих 12 месяцев.

Справка

Компания DIMA Group

Основана в 1986 году. Выпускает оборудование для электронной промышленности, характеризующееся высокотехнологичными процессами и системными решениями в области дозирования, нанесения защитных покрытий, электронной сборки, систем поверхностного монтажа, пайки.

Компания Nordson Corporation

Один из лидеров мирового производства прецизионного оборудования для дозирования клеев, герметиков, защитных материалов, предназначенных для изготовления широкого спектра потребительских и промышленных изделий. Компания также выпускает оборудование для тестирования и инспекции электронных модулей и технологические системы для процессов отверждения и обработки поверхностей.

Комментарий специалиста

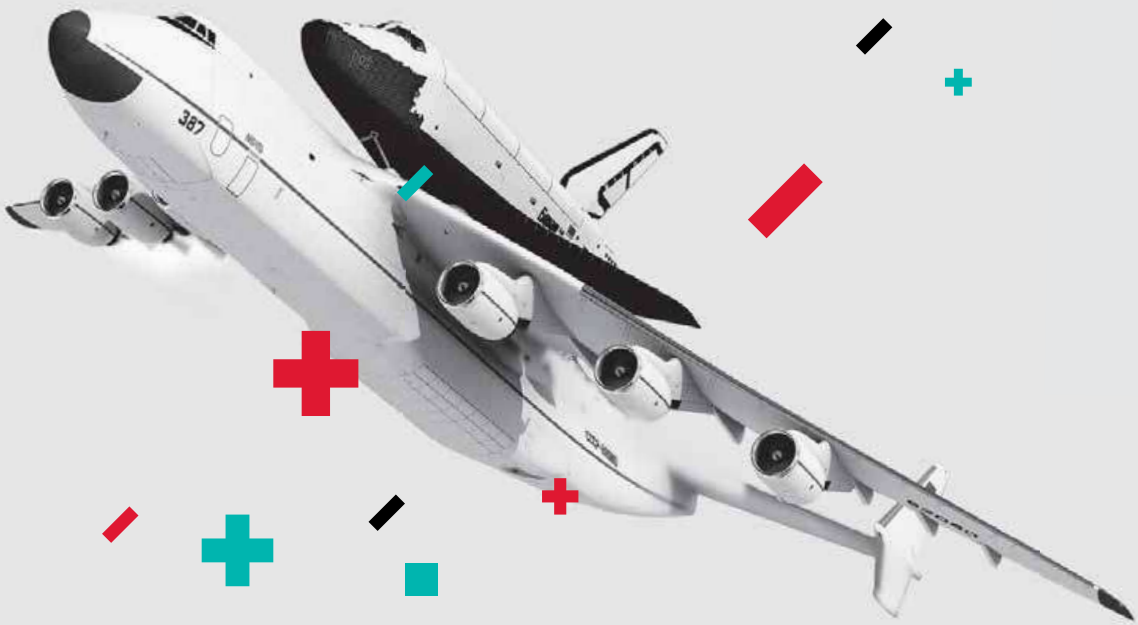
Мария Топунова, руководитель проектов, компания «Диполь»:

«На протяжении многих лет наша компания успешно сотрудничает с компанией DIMA в области оборудования для поверхностного монтажа, дозирования, влагозащиты.

Новость о том, что DIMA Group BV стала частью корпорации Nordson, вызвала, с одной стороны, немало вопросов, а с другой — положительную реакцию специалистов. Вливаясь в сильную, стабильную структуру корпорации Nordson, компания DIMA получает дополнительные ресурсы и финансовые инвестиции для реализации своего технического потенциала. Подобный положительный опыт связан с компанией DAGE precision Indusrties limited, переименованной в Nordson DAGE и ставшей нашим надежным и успешным партнером.

Мы продолжаем работу над проектами с коллегами теперь уже из Nordson DIMA BV и уверены, что результат этой работы будет полезен нашим заказчикам».

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

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

info@dipaul.ru
www. dipaul.ru

ДИПОЛЬ

ЭКСПЕРТ+
знания технологии инновации