

ДЕКАБРЬ | 2016 | №4(12)

ЭКСПЕРТ+

ЗНАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ



Действие на автомате

Информационные системы автоматизации сборочно-монтажных производств

Под ударом

Проведение испытаний на ударное воздействие

Обратный отсчет

Тестовое оборудование как средство обратного проектирования

 **ДИПОЛЬ**



От редакции



Николай Ковалев,
председатель совета директоров
компании «Диполь»



Вас, наших заказчиков, мы знаем, как профессионалов своего дела, и уверены, что вместе преодолеем испытания сегодняшнего времени

Подходит к концу 2016-й год. Для многих из нас он прошел под знаком профессионального вызова, снижение объемов финансирования сопровождалось повышением требований к объему и качеству выпускаемой продукции.

В этих условиях на первое место вышла не столько технологичность оборудования, сколько эффективность его использования. Причем эта тенденция характерна не только для России — в данном направлении меняется весь мир. Осознавая существующие запросы, наша компания вывела на рынок новый продукт «Аудит 360», фактически перестраивающий работу производственного предприятия.

Сейчас, приходя на производство заказчика, мы, в первую очередь, выступаем как технологи широкого профиля и с полным правом говорим об эффективности всей системы в целом, а не об отдельных видах оборудования. У нас есть четкое понимание, что высокоскоростные производительные машины

не могут быть в должной степени полезны, если окружающая среда предприятия не способна справиться с новыми объемами. Мы убеждены, что существенная экономия — как на оборудовании, так и на процессе — возможна лишь при устранении «узких» мест в логистике, в системах управления компанией и разработками. Понимание этого помогает нам выйти на абсолютно новые, неожиданные технологические решения.

Теперь часто можно услышать фразу о том, что «тучные» времена закончились, но мы в нашей компании приветствуем процесс финансовой сдержанности и помогаем вам, нашим заказчикам, добиваться поставленных целей качеством, а не количеством. Мы знаем вас, как профессионалов своего дела, и уверены, что вместе мы преодолеем испытания сегодняшнего времени. Желаем вам наибольшей эффективности при меньших затратах. Желаем вам мира и тепла родных сердец.

С Новым годом, друзья!

Содержание

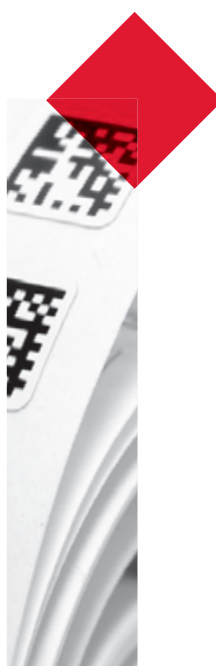


4.
Технологии
Холодный расчет



20.
Технологии
Действие на автомате

36.
Технологии
Муаровая
интерферометрия



42.
Оборудование
Под ударом



52.
Оборудование
SLC — новая модель



58.
Оборудование
Обратный отчет



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.

Подписка на журнал осуществляется запросом в произвольной форме на электронный адрес: expert@dipaul.ru

Редакционный совет:
Сергей ОРЛОВ
Алексей СМЫШЛЯЕВ
Главный редактор:
Алексей СМЫШЛЯЕВ
Дизайн и верстка:
Елена АХМАДЕЕВА

Компания «Диполь»
Санкт-Петербург
(812) 702 12 66
Москва
(495) 645 20 02
Нижний Новгород
(831) 464 97 27
Екатеринбург
(343) 227 12 66
Прага
+420 2 5573 9633

expert@dipaul.ru
www.dipaul.ru



80. Оборудование

Область особого внимания

66. Оборудование

Под одну гребенку

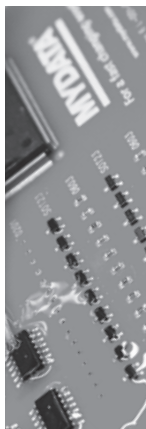


86. Технологии

Открыто о покрытиях

92. Оборудование

Титан производства



96. Измерения

Разница во времени

Холодный расчет

Технология холодного обжима контактов

Сложности обжима проводов заключаются во множестве деталей, связанных с большим количеством технических терминов, качественных характеристик, влияющих факторов и корреляций.

Мотивом для статьи стало желание в простой и легкой для понимания форме пояснить, что такое холодный обжим и что влияет на его качество. Надеемся, что после прочтения этого материала в технологии обжима не останется темных мест ни для опытного, ни для начинающего специалиста.





Иван Костюхин, технолог направления
«Решения для производства
кабельных сборок и жгутов»
kia@dipaul.ru

По своей сути обжим — это соединение провода и терминала. Существует множество различных контактов под обжим, доступных на рынке, но все они имеют общую черту: соединяются с проводом посредством механической деформации пластичных элементов контакта.



На ленте и россыпью

Контакты поставляют на ленте (соединены вместе на несущей ленте) или россыпью. Ленточные терминалы проще в обращении, так как их можно легко подавать из катушки и обрабатывать на полу- или полностью автоматических машинах. У терминалов,

поставляемых россыпью, нет полосы носителя. Поэтому клеммы должны быть приведены в правильное положение вручную или с помощью вибрационного питателя. Из-за трудностей в работе контакты россыпью используются реже, чем контакты на ленте.

Открытые и закрытые

Оба вида контактов — и на ленте, и россыпью — бывают открытого или закрытого типа. Термин «открытые» или «закрытые» относится к конструкции контактов. Закрытый тип контактов (такие как изолированные наконечники проводов или изолированные быстроразъемные контакты) имеет форму полностью закрытого цилиндра. В этом случае зачищен-

ные провода должны быть вставлены в кольцевую обжимную матрицу со стороны открытого конца контакта. Открытые клеммы имеют обжимные лепестки в форме буквы «U», позволяющей вкладывать провод сверху вниз. Обжим открытых контактов легче автоматизировать, поэтому они чаще всего используются в массовом производстве.





Боковая и задняя подача

При использовании открытых клемм на ленте решающими факторами в выборе соответствующего процесса обработки являются расположение контактов на ленте и то, как они соединены: при помощи несущей ленты параллельно или без несущей ленты

последовательно. Расположение контактов определяет тип подачи в пресс. Производители прессов и обжимных инструментов, такие как Schleuniger, предлагают различные варианты оборудования, позволяющего обрабатывать практически все типы терминалов.

Одиночная и двойная несущие ленты

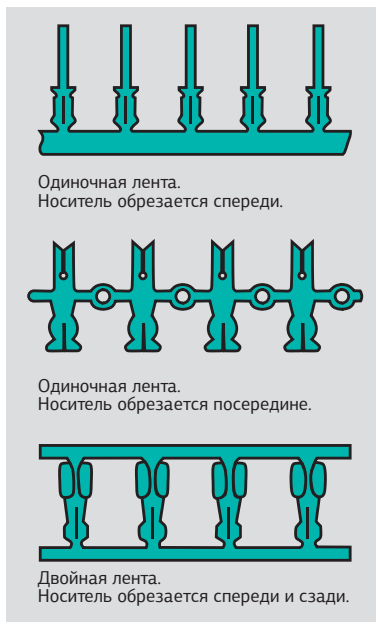


Рис. 1. Терминалы на ленте бок о бок

Ленточные терминалы могут быть на одиночной или двойной ленте — в зависимости от количества несущих полос, фиксирующих контакты. Положение несущих полос, а также их количество определяют конструкцию обжимных инструментов. Большинство производителей обжимных аппликаторов сосредоточены на наиболее распространенных типах контактов. Тем не менее специалисты по холодному обжиму контактов Schleuniger следуют другой стратегии: от стандартных до сложных типов контактов. Например, компания предлагает аппликатор Uni-A для сечений кабеля до 6 мм², оснащенный как боковой, так и задней подачей терминалов, механической или пневматической подачей, работающий как с одиночными, так и с двойными лентами. Также на рынке

представлены такие обжимные прессы, как UniCrimp 200 (со стандартной функцией «Сплит-цикла»), который способен обрабатывать закрытые контакты (например, изолированные кабельные наконечники). В дополнение к универсальным обжимным аппликаторам Uni-A и FlexoCrimper (до 6 мм²) ассортимент Schleuniger также включает в себя аппликаторы HeavyCrimper для проводов до 35 мм², а также специальные инструменты для обжима клемм россыпью для сечений кабеля до 50 мм².

Обжим провода и изоляции

Как правило, с ленточными контактами две процедуры обжима происходят одновременно (так называемый обжим проводника и обжим изоляции). Постоянное развитие технологий привело к развитию новых видов обжима, например трехзонного обжима коаксиального кабеля. Обжим провода формирует механико-электрическое соединение между внутренним проводником (например, «жила») и кон-

тактом. Это соединение должно быть герметичным. Обжим на изоляцию должен поглощать воздействующие на соединение факторы, такие как вибрации или натяжения, таким образом, чтобы они не влияли на обжим зоны проводника. Обжим изоляции образует чисто механическое соединение между терминалом и изоляцией кабеля. Поэтому важно, чтобы не было повреждения изоляции в процессе обжима.

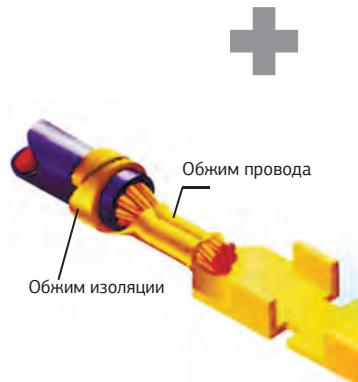


Рис. 2. Обжим контакта

О-, В- и U-обжим

Окончательная форма зоны обжима контакта после процесса опрессовки привела к относительно общим терминам «В-обжим», «О-обжим» и «U-обжим». Другие виды обжима, которые используются реже, включают в себя четырехточечный, шестигранный или трапецевидный обжим. Защищенный провод вставляется в контакт, после чего контакт и провод обжимаются посредством специфических деталей (оснастки) аппликатора. Характерную форму, которая дала такие названия, можно увидеть в поперечном сечении обжатого терминала и провода как в области изоляции, так и в области обжима проводника.

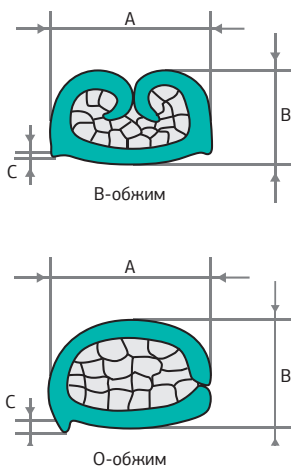


Рис. 3. Обжим проводника

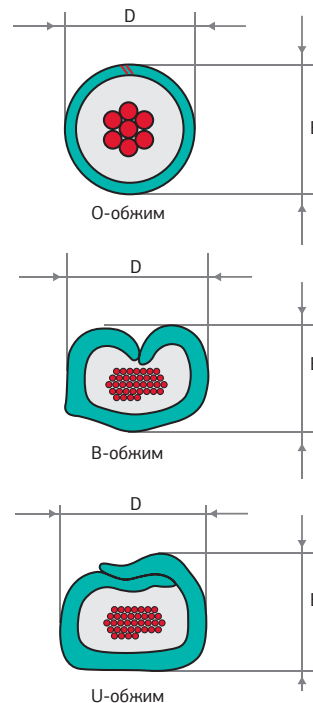


Рис. 4. Обжим изоляции

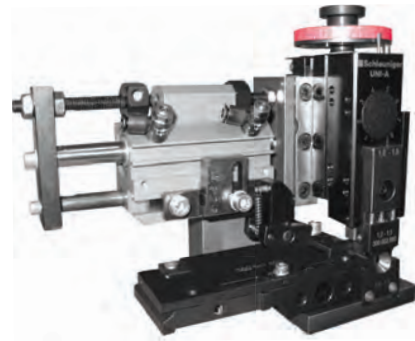


Рис. 5. Аппликаторы с боковой подачей:
 а) Schleuniger Uni-A с механической подачей;
 б) Schleuniger Uni-A с пневматической подачей

Обжим проводника

Наиболее распространенный обжим проводника для многожильных проводов — это В-обжим. Когда лепестки терминала формируют в процессе обжима, отдельные лепестки контакта двигаются симметрично внутри обжимного инструмента вследствие симметрии формы обжима контакта. Для многожильных проводов герметичного соединения легче добиться В-обжимом, чем О-обжимом. В отличие от этого, обжим одножильных проводов не может быть герметичным в случае В-обжима, так как нет отдельных жил, которые могут перемещаться во время процесса обжима. Для одножильных проводов, как правило, осуществляется О-обжим.

Обжим изоляции

Обжим изоляции служит исключительно для поглощения каких-либо влияющих сил на область обжима проводника. В этом случае задача состоит в формировании связи с изоляцией, не повреждая ее. В этом случае В-обжим обеспечивает очень высокую устойчивость соединения, но в определенной степени все-таки повреждает изоляцию, причем опасность повреждения больше, чем при О- или U-обжимах, где обжимные лепестки только окружают изоляцию, не проникая в нее.

Опыт является решающим фактором

Учитывая многочисленные различные формы, влияющие факторы и параметры, которые должны быть приняты во внимание, не удивительно, что разработка специфических частей (оснастки) обжимного аппликатора требует значительного опыта. Имея более чем 30-летний опыт в обжиме различных типов контактов, специалисты Schleuniger могут предложить хорошие комплексные решения.



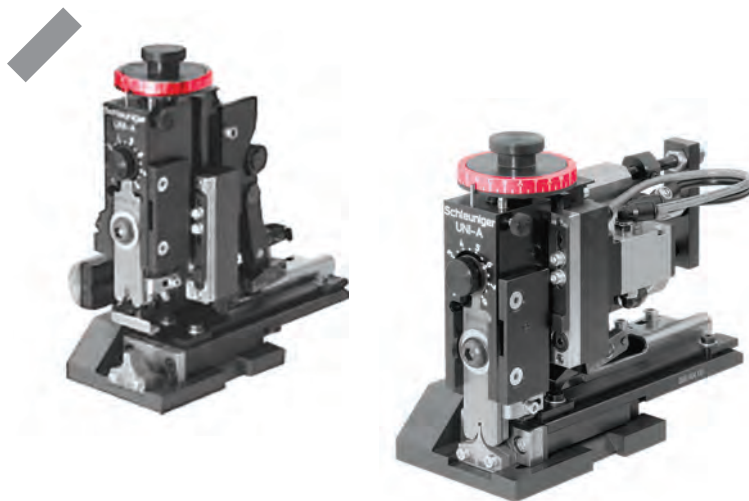


Рис. 6. Аппликаторы с подачей сзади:
 а) Schleuniger Uni-A с механической подачей;
 б) Schleuniger Uni-A с пневматической подачей

В чем важность аппликатора?



Чтобы достичь оптимальных результатов при обжиге, должны быть сделаны многочисленные настройки аппликатора

Обжимной аппликатор является «сердцем» процесса опрессовки — независимо от того, осуществляется она полу- или полностью автоматически. Степень и тип деформации обжимных лепестков контакта определяются аппликатором и его специфическими деталями (оснасткой), например такими, как обжимная пресс-форма и наковальня. Следует помнить, что высокое качество обжима может обеспечить только тот инструмент, который оптимально совпадает с геометрией обжимного контакта.

Инженеры Schleuniger утверждают: «Если оснастка специфических деталей изготовлена неточно, то даже самая лучшая машина обжима не сможет добиться хорошего результата. Мы разрабатываем и производим не только аппликаторы, но также обжимные машины, машины зачистки-обжима, полностью автоматические линии и системы передачи, поэтому мы очень хорошо понимаем важность обжимного аппликатора как центрального элемента в производстве». Таким образом, понятно, что ключевые факторы в разработке обжимного аппликатора — это высокая точность и удобство в обслуживании. Отметим, что каждый обжимной аппликатор проходит внутренние тесты и анализ поперечного сечения соединения.

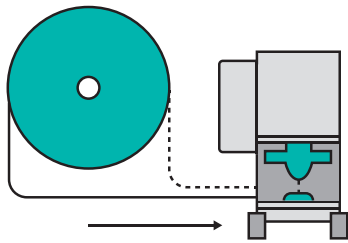


Рис. 7. Боковая подача слева

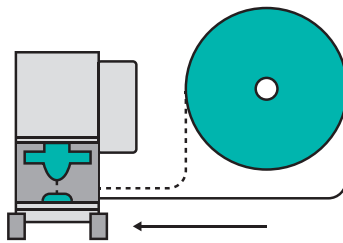


Рис. 8. Боковая подача справа

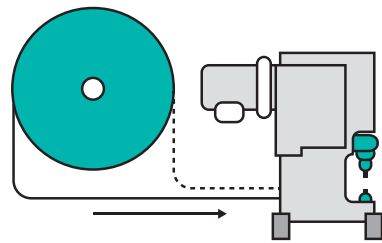


Рис. 9. Подача сзади

Центральная роль подачи

Наравне с оптимальной конструкцией оснастки базовая конструкция подачи контактов играет существенную роль. С контактами, расположенными на несущей ленте, система подачи аппликатора отвечает за точность позиционирования контактов до обжима. На первый взгляд может показаться второстепенным, будет ли подача пневматическая или механическая. Но отклонения от идеальной позиции могут привести к сбою процесса.

Механическая и пневматическая подача

С механической подачей вертикальный ход штока обжимного пресса «переводит» в горизонтальное движение транспорта несущую ленту контакта, так что после каждого цикла обжима следующий контакт приводится

в точное predetermined положение между наковальней и обжимным штампом. Так как шаг между контактами на несущей ленте, как правило, различается между различными типами контактов, большинство аппликаторов имеют регулируемые пользователем установки для его настройки. Пневматический привод часто используется в автоматическом режиме для достижения высокого уровня точности и позиционирования на больших расстояниях. Преимущество пневматической подачи в том, что транспортировка не согласована с вертикальным ходом пресса напрямую, поэтому скорость и синхронизацию подачи можно регулировать по отдельности.

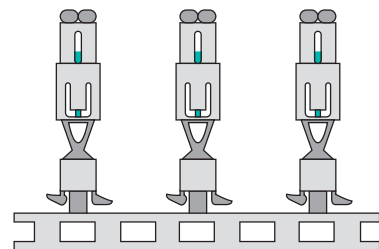


Рис. 10. Расстояние (шаг) между терминалами на несущей полосе



Рис. 11. Схема интеграции процесса обжима

Боковая и задняя подача

В зависимости от того, как контакт расположен на несущей полосе, подача должна проходить либо сбоку (аппликатор с боковой подачей), либо сзади (аппликатор с задней подачей).

Универсальный обжимной аппликатор имеет ход штока 40 мм и высоту инструмента 135,788 мм (высота аппликатора в закрытом состоянии). Но аппликаторы различаются направлением подачи, которая определяется, в конечном счете, производителем контактов: со стороны (слева или справа) или сзади — естественно, с разным шагом расположения контактов.

Многочисленные настройки

Чтобы достичь оптимальных результатов при обжиме, должны быть сделаны многочисленные настройки аппликатора, такие как высота обжима на проводник и на изоляцию, конечное положение терминала, компенсация люфта и регулировка силы фиксирующей системой. Наиболее удобно, если такие параметры регулируются в аппликаторе и прессе (как, например, у Schleuniger Uni-A), и необходимые корректировки могут быть оперативно изменены.

Что является стандартом?

В Европе в качестве стандарта определены ход штока аппликатора 40 мм и три точки крепления аппликатора в прессе. Такие аппликаторы являются подходящими и для провода с поперечным сечением до 6 мм² (AWG 10). Для более крупных поперечных сечений или для использования, например, плоских кабелей пока не существует международного стандарта. Компания Schleuniger предлагает стандартный обжимной аппликатор Uni-A в различных конструкциях (механическая/пневматическая/боковая/задняя подачи) для контактов закрытого типа, с ходом штока 30 мм, или двойной обжимной аппликатор — FlexoCrimper (специальный стандарт аппликатора для высокоскоростного автоматического производства). Schleuniger также имеет специальные аппликаторы для сечений до 50 мм², а также ассортимент решений для обжима плоских кабелей (FFC/FPC).

Какое влияние оказывает пресс на качество обжима?

При покупке нового обжимного пресса определяющим фактором все чаще становится короткое время цикла

В отличие от обжимного аппликатора (многочисленные возможности настройки которого влекут за собой возникновение различных факторов влияния), у обжимных машин решающими факторами являются усилие пресса, повторяемость и продолжительность цикла. Другие важные критерии — взаимодействие пресса с обжимным аппликатором и система мониторинга силы обжима.

Основная функция

Пресс перемещает шток аппликатора в положение «нижней мертвой точки» (НМТ), где происходит деформирование контакта с проводником до заданной высоты обжима, и приводит инструмент обратно в исходное положение, на «верхнюю мертвую точку» (ВМТ).

Высота аппликатора и ход штока

Возможность использовать обжимной аппликатор пресса обусловлена совместимостью высоты аппликатора, хода штока и системы фиксации аппликатора. Высота аппликатора — это расстояние между верхней и нижней монтажными позициями аппликатора в закрытом положении (высота аппликатора в закрытом положении). Каждый обжимной аппликатор для использования на данном прессе должен иметь одинаковую высоту аппликатора и ход штока. Чтобы можно было использовать весь спектр предлагаемых аппликаторов, пресс имеет европейский стандарт высоты аппликатора в 135,788 мм.

Ход штока — это расстояние между открытой и закрытой позициями опрессовки. Так как вертикальное перемещение аппликатора осуществляется исключительно обжимным прессом, ход штока аппликатора должен точно совпадать с ходом штока пресса. В зависимости от производителя аппликатора ход штока варьируется, как правило, между 39 и 42 мм, но в США и Азии распространено также значение в 30 мм. Поэтому Schleuniger предлагает прессы с ходом 40 мм и 30 мм (и адаптеры для аппликаторов). Точный ход штока пресса, особенно с механической подачей терминалов, имеет центральное значение для протяжки терминала, так как ход штока пресса напрямую переходит в горизонтальное движение подачи терминала.



Сила обжима и режимы эксплуатации

Усилие обжима (как правило, указывается в килоньютонах (кН) или тоннах) определяет площадь поперечного сечения провода, которое может быть обработано. Чтобы достичь оптимального обжима, требуемое минимальное усилие изменяется в зависимости от сечения проводника, типа провода (сплошной или многожильный), типа контакта для обработки. UniCrimp 200 от Schleuniger имеет усилие 33 кН, поэтому он может быть использован с широким разнообразием проводов и клемм. По мере движения ротора мотора вращательное движение приводного электродвигателя преобразуется в линейное движение посредством коленчатого вала с эксцентриковым кривошипным рычагом. Преимущество этой конструкции состоит в том, что положение «нижней мертвой точки» (НМТ) пресса является точным и воспроизводимым. Максимальное усилие возникает за несколько градусов перед НМТ и продолжается до НМТ. Поэтому деформация терминала должна быть завершена по достижении НМТ. Второе максимальное усилие происходит вскоре после НМТ и не способствует деформации. Комбинированный привод, как, например, у Schleuniger UniCrimp 500, обеспечивает быстрый возврат в исходное положение и короткое время цикла. Сам процесс деформации для достижения оптимального результата обжима осуществляется медленней, не требуя большего времени цикла.

Время цикла

При покупке нового обжимного пресса определяющим фактором все чаще становится короткое время цикла. В совокупности с механическими аппликаторами высокая скорость пресса автоматически влияет на скорость подачи транспорта обжимного аппликатора, тем самым влияя и на точность позиционирования контакта. В зависимости от проводника и контакта, для оптимального обжима материал также должен выдерживаться под давлением определенное время в процессе деформации. Недостаточное время может привести к снижению качества соединения. Таким образом, оптимальная настройка пресса и обжимного инструмента зависит от материала (сталь, латунь), а также покрытия (золото, серебро, олово).

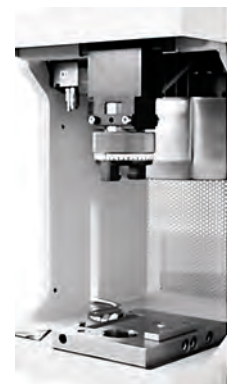
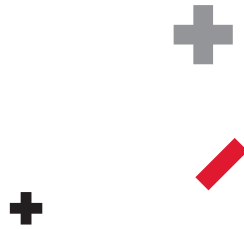


Рис. 12. Пример высоты аппликатора



Рис. 13. Пресс UniCrimp 200

Повторяемость

Повторяющаяся точность обжима является решающей характеристикой, поскольку в противном случае начальная тонкая настройка теряется во время работы. Если процесс обжима не выполняется с постоянной скоростью и силой, это может привести к нежелательным результатам.

Если аппликатор используется в различных прессах, следует убедиться, что его высота одинакова. Это можно сделать, регулярно используя калибровочное устройство. Калибровка обеспечивает достижение одинаковых результатов на разных прессах. Стабильность и точность подшипников

и направляющих также имеет решающее значение для поддержания высокого качества продукции в течение долгого срока. Износ механических частей старых прессов приводит к увеличению люфтов и, тем самым, к снижению качества обжима.

Система контроля усилия обжима

Система контроля усилия обжима — это измерительный прибор для контроля качества обжима. Он контролирует взаимодействие пресса, аппликатора и контакта в ходе процесса обжима. Во время процедуры обжима датчик измеряет усилие пресса и сообщает об этом электронной системе управления, которая преобразует записанную силу в график «Сила ко

времени». Целью данной процедуры является выявление отклонений графика. График «качественного» обжима используется для «обучения» системы и расчета прилагаемой силы с целью ее корректировки. Каждый последующий обжим сравнивается с эталонной обжимной силой. Отклонения графика (выход за пределы допусков) регистрируются с пометкой «брак». В настоя-

щее время два из трех прессов имеют встроенную систему мониторинга усилия обжима. Другие характеристики качества обжима включают в себя только один параметр, например высоту обжима, ширину обжима и усилие на разрыв. Каждый из этих показателей характеризует качество соединения.

Время переналадки и гибкость

Доступность и оперативность переналадки и технического обслуживания являются неоспоримым преимуществом. Замена аппликатора должна проходить просто и, по возможности, без дополнительных инструментов. Если рабочая зона слишком мала, использование определенных стандартных аппликаторов не всегда возможно. Для обеспечения максимальной гибкости обжимная машина должна иметь регулируемую величину давления, клапан для пневматического

обжимного аппликатора и функцию с разделенным циклом для обработки закрытых терминалов. Только с полной совместимостью пресса, аппликатора и системы мониторинга усилия обжима может быть достигнуто оптимальное качество обжима. На первый взгляд может показаться, что из-за сложности аппликатора именно он является определяющим узлом. Тем не менее очевидно, что на качество продукта в большой степени влияет работа пресса.

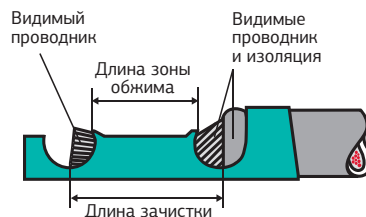


Рис. 14. Пример обжатого многожильного провода

Качество обжима

Существует много характеристик, определяющих качество обжима. Также определены следующие существенные условия, которые должны быть рассмотрены и выполнены до обжима:

- регламентированное соответствие проводника и контакта;
- выбор правильного обжимного инструмента для контакта;
- правильная установка контакта в обжимной инструмент;
- достаточная зачистка проводника (до нужной длины);
- отсутствие повреждений проводника в ходе зачистки;
- правильное положение зачищенного проводника в обжимном контакте.



Длина зачистки и положение проводника при обжиме

Большинство обжимных соединений используется с многожильными проводами и с изолирующей оболочкой (изоляция) в различных конструкциях. Перед обжимом провод должен быть зачищен. Длину зачистки и положение проводника необходимо выбирать таким образом, чтобы проводник был виден на обеих сторонах зоны обжатия.

Отдельные жилы не должны выступать в области подключения контакта, так как это может изменить характеристики соединения или привести к повреждению разъема. Точное позиционирование провода в контакте особенно затруднительно при наличии очень маленьких контактов и на очень коротких расстояниях с обеих сторон обжима.

Высокая точность чрезвычайно важна в ходе зачистки и подачи кабеля. Изоляция должна быть видна между зоной обжима изоляции и зоной обжима проводника. Ни при каких обстоятельствах изоляция не должна появляться внутри зоны обжима проводника.

Безупречная зачистка

Качественная зачистка провода является обязательной для хорошего и прочного обжимного соединения. Ошибки, возникающие во время зачистки, часто остаются скрытыми и могут иметь фатальные последствия для соединения. Для безупречного качества зачистки отдельные жилы проводника не должны быть повреждены или обрезаны. Изоляция не должна быть повреждена. На зачищенной части провода не должно быть никаких остатков изоляции. Отдельные жилы

не должны быть раскручены в процессе зачистки, так как это часто приводит к выпадению отдельных жил за область обжима (таким образом, обжим может быть дефектным, создавая риск короткого замыкания в разъеме). С другой стороны, отдельные жилы не должны быть чрезмерно скручены, так как это приводит к неравномерному распределению в обжимной области, а сечение провода становится больше. Следовательно, особенно важно использовать точные и надежные системы зачистки.

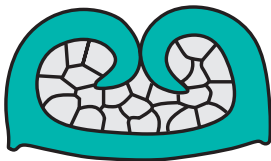
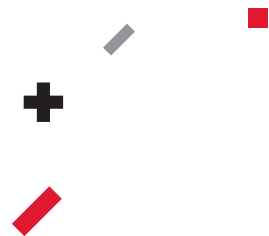


Рис. 15. Обжим проводника в разрезе

Обжимные размеры для открытых контактов

Одним из самых важных методов проверки качества обжима контакта является измерение основных размеров после обжатия. Ширина и высота обжима определяются производителем контактов и имеют решающее

значение для качества и долгосрочности обжимного соединения. Размеры обжима изоляции также определяются производителем (обычно как «приближенные значения»).

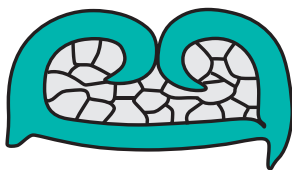


Рис. 16. Наплыв на основании контакта

Общее состояние обжатых контактов

После процесса обжима ни контакты, ни проводник не должны иметь признаков повреждений, которые могли бы ухудшить качество соединения или повлиять на срок его службы. Дефекты в обжатом контакте могут возникнуть из-за неправильной настройки или не подходящих для обжатия аппликаторов. На практике часто встречаются следующие случаи:

- Контакт согнут: как правило, предел кривизны контакта составляет максимум 3–4 град.

- Контакт скручен.
- Разделительные клинья несущей ленты неправильно (слишком длинные или слишком короткие) или неточно срезаны.
- Имеются признаки образования трещин на гранях или основании контакта.
- Формирование увеличенного наплыва на основании контакта: высота наплыва должна быть меньше половины толщины материала.

Обеспечение качества обжима

Наиболее важными инструментами для обеспечения качества являются визуальные и габаритные проверки,

оптические тесты, контроль усилия обжима, измерение прочности на разрыв и анализ поперечного сечения.

Визуальная проверка



Рис. 17. Измерение высоты обжима

Глаз человека все еще незаменим для проведения контроля качества. Многие дефекты и неисправности могут быть выявлены через визуальный контроль, при котором специалист обращает внимание на следующие моменты:

- все ли жилы обжаты;
- есть ли повреждения на жилах проводника, изоляции или уплотнителе;
- является ли контакт неповрежденным и несогнутым;

- правильно ли сформирован профиль обжима;
- как сформированы обжимные лепестки контакта;
- есть ли наплывы, а если они есть, не превышают ли они толщину в половину материала;
- правильно ли лежит проводник в области обжима;
- корректна ли длина зачистки.

Проверка габаритов

Измерение высоты обжима должно быть очень точным и воспроизводимым. Для этого измерения используется специальный микрометр или устройство измерения высоты обжима. Это устрой-

ство используется там, где контроль качества имеет высокий приоритет. Благодаря высокой точности и возможности подключения к сети такие устройства предлагают возможность прямого элек-

тронного учета и оценки данных. В сетях с обжимными прессами высота обжима может быть автоматически отрегулирована в прессе в соответствии с измеренными значениями.

Оптические приборы испытаний

Некоторые характеристики могут быть измерены только оптически, например кривизна контактов (угол отклонения), длина разделительных клиньев, размер радиусов

в области обжима. Для таких проверок используются измерительные или профильные проекторы либо измерительные микроскопы. Кроме того, вышеупомянутое визуальное

тестирование возможно осуществить при помощи оптических приборов, таких как карманные или настольные увеличительные стекла.

Система контроля усилия обжима

Измерение, запись и оценка усилия обжима позволяют выявлять ошибки в процессе производства. Эта задача, известная как «контроль усилия обжима», осуществляется с помощью одноименной системы, которая или интегрирована в пресс, или подключена в качестве дополнительного устройства. Система мониторинга записывает кривую усилия обжима во время работы пресса. После каждого обжима фактическая кривая сравнивается с сохра-

ненной эталонной кривой. Отклонения кривых оцениваются по разным критериям. Если отклонение превышает определенный предел допуска, обжим классифицируется как неисправный. Эта процедура позволяет производить стопроцентный тест обжима, не требуя никакого дополнительного времени. Неисправности, такие как отсутствие отдельных жил проводника, дефекты зачистки или неправильное позиционирование проводника, находятся

в режиме реального времени. Особое значение имеют эталонные образцы, используемые для создания эталонного графика. Если, например, основная кривая была создана с отсутствием отдельной жилы, то далее все изделия с дефектом проводника не будут признаны в качестве ошибки во время производства. Эта неисправность, вероятно, проявится на первых правильных образцах, так как они будут расценены как дефектные.

Определение разрывного усилия

В отличие от ранее описанных испытаний неразрушающими методами, дальнейшие испытания являются разрушающими. Предел прочности при растяжении обжимного соединения независимо от сечения кабеля не должен падать ниже определенного значения. Эти значения нормализованы или определены производителем контактов. Для измерения этих величин используются измерительные приборы с тяговым усилием. Эти устройства бывают разных размеров и конструкций. Возможно также подключение к сети, прямая запись статистики, обработка и архивация.




Рис. 18. Визуальный анализ среза обжатого провода

Подготовка к анализу среза обжатого провода

Анализ поперечного сечения служит, в основном, для оценки степени деформации и симметрии обжима. Контроль среза также позволяет выявить и измерить любые возникающие выступы и наплывы, распознать возможные трещины в материале контакта. Чтобы сделать срез в поперечном сечении, производится перпендикулярный распил зоны обжима. После этого поверхность среза полируют и обрабатывают электролитом. Далее подготовленные образцы визуально проверяют под микроскопом. Правильный обжим показывает следующие характеристики:

- каждая жила провода обжата в виде сот;
- свернутые лепестки поддерживают друг друга;
- отсутствие пустот между жилами;
- отсутствие пустот между жилами и стенками контакта;
- основание контакта симметрично деформировано.

Отмеченные отклонения от безупречного состояния часто предполагают дефекты в обжиме провода или терминала, подбор несоответствующего аппликатора, неправильную установку высоты обжима, плохое качество зачистки или износ обжимного инструмента. Тем не менее в конечном итоге качество обжима во многом зависит от компетентности сотрудников и качества материалов (проводов и клемм), от качества аппликаторов и прессов.

Электронные системы обеспечения качества в процессе обжима, такие как система контроля усилия обжима, устройство измерения высоты обжима, устройство испытания на разрыв, а также запись статистических данных и оценка собранных измерений, обеспечивают высокий уровень безопасности. Они предлагают поддержку и легкость оценки качества обжима. Тем не менее такие системы не могут заменить специалистов, и в конечном итоге качество обжима определяется совокупностью профессионализма сотрудника и современных технологий. 



Комплексные решения для обработки провода и кабеля

- Проведение аудита организации технологического процесса на жгутовых и точных производствах.
- Построение концепции: от проектирования до выпуска и испытаний готовой продукции.
- Инновационное оборудование для всего спектра технологических операций, в том числе: мерной резки, зачистки изоляции, скрутки, сварки, обжима, маркировки, бандажирования жгутов, электрического и функционального тестирования, а также линейной и тороидальной намотки.
- Сервисная, технологическая и информационная поддержка заказчиков.
- Результат внедрения предлагаемых решений: повышение качества и надежности выпускаемой продукции, снижение трудоемкости и предотвращение брака.



Отраслевой интегратор

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород / Екатеринбург
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru / тел. (812) 702-12-66

Действие на автомате

Информационные системы автоматизации
сборочно-монтажных производств





Геннадий Мартынов,
компания «Диполь»
Gennadiy.Martynov@dipaul.ru

В последнее время специалисты отмечают устойчивый тренд, направленный на повышение уровня автоматизации сборочно-монтажного производства. На самом деле эти процессы являются продолжением тенденции по внедрению информационных систем на предприятии, позволяющих упорядочить и систематизировать выполнение технологических операций, снизить их трудоемкость, сократить количество ошибок. Традиционно внедрение информационных систем начинается с бухгалтерского учета, что является логичным при развертывании программных комплексов. Однако сейчас мы вплотную подошли к автоматизации иного рода, выходящей за классические рамки бухгалтерского учета.

Сегодня сложно найти предприятие, не использующее информационные системы (ИС), ведь руководители давно осознали важность подобных комплексов для правильного построения и автоматизации бизнес-процессов. В подавляющем большинстве случаев лидирующие позиции занимают решения на базе продуктов 1С, распространяемые непосредственно на производственную сферу. Но также встречаются решения на базе таких продуктов, как, например, «Парус», «Галактика» и др. В том числе применяются и программы иностранной разработки: SAP, Ахapta/Navision.

Философия внедрения ИС, при всем их кажущемся многообразии, схожа. Упомянутые выше платформы представляют собой набор подходов и шаблонов, которые возможно адаптировать под конкретные задачи конкретного предприятия. При этом в каждом случае составляется индивидуальный план внедрения продукта, определяются области, требующие первоначальной автоматизации, формируется стратегия дальнейшего развития платформы.

К сожалению, внедрение ИС не всегда проходит гладко и зачастую вызывает нарекания внутри предприятия. В действительности успех внедрения зависит не столько от возможностей самих систем (в наше время они являются очень мощными информационными комплексами), сколько от «веса» и знаний команды, занимающейся внедрением, а также от пони-

mania важности процесса и воли руководства предприятия. Данная статья посвящена не причинам и следствиям проблем, возникающих при развертывании ИС (это тема отдельного разговора), а, в первую очередь, современному вызову, стоящим перед отраслью производства электроники и выходящим далеко за рамки автоматизации бухгалтерского учета.



Постановка задачи

Современное сборочно-монтажное производство электронных изделий все больше нуждается во внедрении автоматизированных систем управления (АСУ) для повышения гибкости и оперативности управления, выражающихся, в конечном итоге, в увеличении экономической эффективности деятельности предприятия.

Автоматизация в данной сфере может вестись по нескольким направлениям. Это может быть поиск специализированных комплексов, специально разработанных для производства, или дальнейшее расширение функционала уже используемой на предприятии ERP-системы. При любом варианте на определенном этапе встанет задача взаимодействия разрываемой платформы с оборудованием или отдельными решениями, которые ранее были внедрены на предприятии на отдельных участках без привязки к глобальной управляющей системе.

Практический опыт специалистов компании «Диполь» также свидетельствует о том, что в большинстве случаев автоматизация сборочно-монтажного производства начинается с линии поверхностного монтажа, так как именно на этом участке происходит активный расход электронных компонентов, что, в свою очередь, тесно взаимосвязано с экономической составляющей работы предприятия. Таким образом, автоматизированный монтаж естественным образом приближен к процессу интеграции в общую ИС по управлению предприятием.

Наша компания давно занимается поставками специализированного оборудования для поверхностного монтажа, обладающего всем необходимым для полноценной интеграции его во внешние системы ERP или MES. В большинстве случаев такие возможности документированы специально, а иногда потенциал для построения

взаимодействия открывается сам собой, в процессе изучения оборудования. Перспективы по созданию тесной взаимосвязи между оборудованием и внешней управляющей системой огромны, и это подтверждается нашим успешным опытом.

Процесс изучения способов интеграции сборочного оборудования с третьими системами начинался с продукции компании MYCRONIC, с которой у нас налажено давнее стратегическое партнерство. В настоящий момент мы способны выполнить интеграцию оборудования и сопутствующих программных пакетов MYCRONIC с внешними ERP-системами на самом тесном уровне, широко применяя ранее наработанные модели.

Следует отдельно отметить, что оборудование компании MYCRONIC уже обладает уникальным, мощным и функциональным набором модулей, позволяющим максимально автоматизи-



Специализированные программные решения для управления производством называются MES (Manufacturing Execution System). Как правило, такие решения подразумевают тесное взаимодействие с установленным на предприятии оборудованием для более четкого планирования производственных заказов и ресурсов. Однако такие системы могут решать, в том числе, задачи, традиционно присущие системам ERP (Enterprise Resource Planning). Следует отметить, что многие задачи планирования и управления ресурсами предприятия могут с успехом решаться в обеих системах, что, несмотря на сохранение общего вектора развития указанных систем, постепенно приводит к стиранию четкой границы между ними.

зировать производственные процессы, связанные с автоматической сборкой печатных плат. Различные приложения, входящие в комплект поставки, охватывают не только процесс удаленного программирования оборудования, но и краеугольный камень любого производства — процесс работы с используемыми на линии компонентами, начиная от их приемки на складе и заканчивая автоматизированной загрузкой их в питатели автомата. Набор приложений для оборудования MYCRONIC включает также модуль планирования производства, модуль, занимающийся мониторингом процесса сборки изделий, своевременно информирующий оператора о скором окончании компонентов в питателях и подсказывающий, где и как удобнее получить элементы для пополнения питателя. Отдельного внимания заслуживает приложение MYTgate, позволяющее построить систему прослеживаемости производства,

способное выдать подробнейший отчет об установленных на плату компонентах и т. д. Среди оборудования, производимого MYCRONIC, имеется не только серия роботов по установке SMD-компонентов, а также каплеустройных принтеров для нанесения широкого круга SMD-материалов (включающих паяльные пасты), но и автоматизированные системы хранения компонентов, также поставляемые вместе с комплектом программного обеспечения, способного выполнить автоматическое комплектование новых изделий, обеспечить работу с MSD (влагочувствительными) компонентами, а также вести четкий контроль выдачи материалов.

На начальном этапе полноценное внедрение этих программ позволяет решить большинство задач по автоматизации производства, но, по мере технологического роста предприятия, и эта область требует дальнейшего развития. Наша практика показывает, что

объединение имеющихся инструментов в единый комплекс, тесно связанный с внешней ERP- или MES-системой, выводит эффективность работы предприятия на недостижимый ранее уровень. Для человека, обладающего опытом работы на производстве, этот факт становится очевидным. Именно тесное сотрудничество различных отделов, действующих в рамках общей системы, должно являться конечной целью внедрения эффективной системы по управлению производством.



Рис. 1. Пример инициализации платы в системе перед сборкой на линии

Уровни взаимодействия

Есть несколько примеров задач, требующих конкретного решения на производстве.

Часто возникает потребность автоматического списания компонентов, смонтированных на линии поверхностного монтажа, в ERP-системе предприятия. Такое списание, в том числе, должно учитывать технологические потери компонентов в процессе сборки. Наличие подобного взаимодействия минимизирует частоту проведения инвентаризации и значительно повышает точность учета материалов на складе. Как следствие, это открывает большие перспективы для более гибкого планирования производства, способного реагировать на неожиданные скачки производственного плана.

Все чаще руководители задумываются об автоматическом получении информации по мере сборки печат-

ных плат на участке. Это позволяет оперативно контролировать уровень незавершенного производства, а также улучшить точность планирования операций. Нередко возникает потребность в формировании подробного отчета об операциях, проведенных с платой, включающего информацию обо всех установленных элементах (безусловно, система прослеживаемости не ограничивается этим уровнем, но он справедлив в применении к автоматической SMT-сборке).

Есть, в том числе, запрос на унификацию обозначений компонентов (номенклатурная позиция, англ. part number): когда и в ERP-системе, и на линии поверхностного монтажа используются одинаковые наименования компонентов, это значительно упрощает подготовку и дальнейшее сопровождение конструкторской и технологической документации.

Несколько реже встречается потребность автоматической оценки себестоимости сборки изделия, включающей как классический учет количества точек пайки на плате, так и оценку времени, затрачиваемого на сборку изделия, с учетом времени, ушедшего на подготовку и настройку оборудования. Также многие интересуются реальной статистикой загрузки сборочной линии для проведения глубокого анализа работы участка и поиска путей повышения эффективности работы оборудования.

Решая подобные задачи, возможно организовать взаимодействие со внешними системами с использованием различных технологий. Это может быть обмен через XML-файлы посредством отдельного специализированного сервиса (в большинстве случаев это веб-сервис, хотя мы можем реализовать взаимодействие

и через Windows-сервис) либо напрямую по TCP/IP, минуя «посредников» в виде дополнительных надстроек.

Несмотря на схожесть задач, каждый проект является уникальным. Мы, безусловно, активно используем готовые шаблоны в различных случаях, что значительно ускоряет развертывание конечного решения, но, тем не менее, каждый раз приходится разрабатывать специализированный модуль.

В большинстве случаев все начинается с формирования команды про-

екта, включающей ответственных за реализацию интеграции как со стороны оборудования (компания «Диполь»), так и специалистов со стороны непосредственного заказчика, разбирающихся в особенностях существующей системы ERP или MES предприятия. Также на начальном этапе фиксируется способ организации взаимодействия, согласуется формат обмена информацией и т. д. После утверждения технических деталей проекта и сроков его реализации проект запускается в разработку.

Любое внедрение проходит через несколько стадий, и, в конечном итоге, наступает этап тестирования, когда происходит финальная настройка готового решения и ввод его в эксплуатацию. Наличие сильной ИТ-службы у заказчиков существенно упрощает развертывание любой разработки. Важность ИТ-сферы адекватно оценивается современными руководителями, поэтому в настоящее время намечилось устойчивое снижение количества проблем при запуске специализированных разработок.

Существующие наработки

Как упоминалось, нами разработано большое количество инструментов, позволяющих реализовать полноценную интеграцию оборудования MYCRONIC со сторонними системами.

В данном обсуждении мы отдельно отметим два модуля, доступных нашим заказчикам и значительно упрощающих разработку специализированных средств взаимодействия между системами.

Во-первых, для упрощения процесса взаимодействия с базой данных MYCRONIC разработан специализированный адаптер Microsoft .NET (dot Net), инкапсулирующий логику подключения и обмена информацией с оборудованием и предоставляющий пользователю простую объектную модель для управления данными. Использование упомянутого адаптера позволяет решать такие задачи, как:

- формирование полного перечня SMT-компонентов, необходимых для сборки одной или нескольких партий печатных плат;
- автоматический подсчет количества точек пайки на плате или группе плат;
- контроль существующих программ сборки на наличие изменений;
- синхронизация обозначений имен компонентов со сторонними программами;
- оценка корректности описания корпусов в машине и их доводка;
- формирование плана производства на линии.

Инкапсуляция — термин, используемый в программировании для обозначения процесса сокрытия внутренней логики работы системы, что делает ее недоступной для внешних запросов и систем. Применение этого подхода позволяет успешно разбивать исходную задачу на отдельные подзадачи, конструируя конечное решение путем комбинации различных «черных ящиков». При этом конкретный способ решения отдельных подзадач, в силу сокрытия деталей реализации, никаким образом не влияет на функционал исходной системы.

Во-вторых, для анализа эффективности использования оборудования нами разработано специализированное приложение Performance Analyser, позволяющее в автоматическом режиме обрабатывать хранящиеся в машине протоколы сборки с целью расчета эффективного времени работы оборудования. Данное приложение может работать в режиме непосредственного подключения к базе данных автомата MYCRONIC путем ввода IP-адреса сервера, а также способно анализировать протокол работы (лог) оборудования, экспортированный заранее и хранящийся в виде файла на жестком диске. В результате разбора лога пользователь получает сводный pdf-отчет, показывающий среднюю эффективность работы оборудования за выбранный период. Рабочий день в отчете разбирается на несколько категорий, включающих непосредственный монтаж компонентов, различные простои во время сборки, время, затрачиваемое

оператором на переналадку оборудования, а также неиспользуемое время. Каждая из указанных категорий, в свою очередь, также разбивается на несколько подкатегорий. Таким образом, становятся понятными основные причины потери времени в процессе монтажа компонентов.

Ключевой особенностью подхода, положенного в основу анализа лога, является отделение процесса разбора информации, записанной в файле, от алгоритма трактовки сохраненных данных. Другими словами, алгоритм разбора лога (англ. parsing) не является частью исходного кода программы, а представляет собой отдельный модуль, подгружаемый независимо. Это позволяет динамически настраивать формы отчетов, которые возможно извлечь из сохраненной информации, что открывает большой потенциал использования данного подхода в различных сферах.

В качестве примера можно привести отчет с подробной информацией о каждом установленном и сброшенном в процессе сборки компоненте, включающем сведения о носителе (в поверхностном монтаже используются три типа носителей: катушка, пенал или поддон), из которого он был захвачен. На основе данного отчета можно, например, выдавать протоколы по всем установленным компонентам на каждую печатную плату по ее серийному номеру, а также проводить списание элементов в системе учета материалов. Эта функциональность реализована в отдельной библиотеке кода, что позволяет использовать данную возможность в других проектах.

Описанное выше приложение сейчас доступно нашим заказчикам в тестовом режиме.

Технически алгоритм разбора представляет собой отдельный объект («класс» на языке программиста), описывающий правила трактовки событий из файла лога работы оборудования. Объект упомянутого класса после создания сериализуется (сохраняет свое состояние) и индексируется для дальнейшего использования. В момент запуска программы происходит десериализация (восстановление исходного состояния) имеющихся алгоритмов, пользователь в настройках получает возможность выбрать алгоритм, наиболее полно отвечающий его задачам.

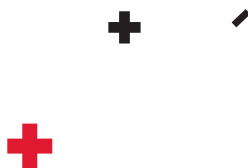


Рис. 2. Окно программы Aegis FactoryLogix



Анализ в контексте дня

Итоговые показатели

Рассматриваемый период 01.09.16 - 02.11.16

Итоговые показатели

| | | | |
|--|---------|--|-------|
| Общее количество дней, потраченных в работу | 48 | Количество собранных панелей (Ручей) за период | 8095 |
| Общее количество партий изделий, потраченных в работу (включая все производственные смены) | 114 | Количество незавершенных партий (Ручей) за период | 22 |
| Общее количество партий изделий, потраченных в работу (только активные загрузки) | 96 | Количество собранных печатных плат (РСВ) за период | 44012 |
| Количество сработавших компонентов за период | 33299 | Количество незавершенных печатных плат (РСВ) за период | 112 |
| Общее количество смонтированных компонентов за период | 3206275 | Количество автоматов поверности монтажа | 1 |

Средние показатели по каждому рабочему дню

Средние показатели по каждому рабочему дню



Среднее время на подготовку оборудования

Среднее время на подготовку оборудования



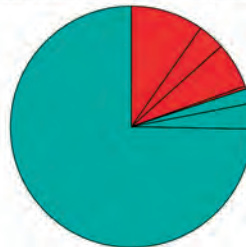
| | Секунды | Часы | Время | В процентах | Суммарно |
|---|----------|--------|----------|-------------|----------|
| Среднее значение непосредственного времени | 1504.04 | 0.418 | 0.25.04 | 2.8% | 100.0% |
| Среднее время на подготовку оборудования | 2266.14 | 0.629 | 0.37.46 | 4.1% | 97.2% |
| Среднее значение полного времени ожидания до времени сборки | 9603.32 | 2.729 | 2.43.43 | 16.9% | 50.9% |
| Среднее значение времени активной работы | 35496.32 | 10.392 | 10.58.19 | 74.4% | 74.8% |
| Среднее значение общего времени работы установки | 53992.02 | 14.748 | 14.46.52 | 100.0% | |

| | Секунды | Часы | Время | В процентах | Суммарно |
|--|---------|-------|---------|-------------|----------|
| Среднее время на переключку оборудования | 957.00 | 0.266 | 0.15.57 | 42.2% | 100.0% |
| Среднее время на подготовку нового изделия | 329.45 | 0.092 | 0.05.29 | 14.3% | 37.6% |
| Среднее значение времени на окончание сборки изделия | 975.69 | 0.272 | 0.16.19 | 43.2% | 43.2% |
| Среднее время на подготовку оборудования | 2266.14 | 0.629 | 0.37.46 | 100.0% | |

Среднее значение времени непосредственного производства

| | Секунды | Часы | Время | В процентах | Суммарно |
|--|----------|-------|----------|-------------|----------|
| Среднее время простоя оборудования | 4803.79 | 1.33 | 1.20.03 | 9.7% | 100.0% |
| Среднее время ожидания после того, как оператор нажал кнопку остановки | 1788.10 | 0.50 | 0.29.48 | 3.6% | 50.3% |
| Среднее время ожидания оператора для замены закончившихся на время монтажа компонентов | 3048.47 | 0.84 | 0.50.40 | 6.2% | 81.6% |
| Среднее время ожидания оператора для замены закончившихся на время монтажа компонентов в ситуации использования автоматизированных элементов | 0.00 | 0.00 | 0.00.00 | 0.0% | 80.5% |
| Среднее время ожидания после активной смены | 191.15 | 0.05 | 0.03.11 | 0.4% | 80.5% |
| Среднее время ожидания загрузки следующей смены на конвейере | 0.00 | 0.00 | 0.00.00 | 0.0% | 80.1% |
| Среднее время ожидания загрузки следующей смены на линейной конвейере | 0.00 | 0.00 | 0.00.00 | 0.0% | 80.1% |
| Среднее время на перемещение стоек на сборочном столе | 0.00 | 0.00 | 0.00.00 | 0.0% | 80.1% |
| Среднее время на поиск резервной заготовки | 986.82 | 0.27 | 0.16.26 | 2.0% | 80.1% |
| Среднее время на поиск комплектных инструментов | 1479.33 | 0.41 | 0.27.59 | 3.4% | 78.1% |
| Среднее время непосредственного монтажа | 3669.17 | 10.21 | 10.13.59 | 76.7% | 76.7% |
| Итого: | 49221.84 | 13.70 | 13.42.01 | 100% | |

Среднее значение времени непосредственного производства



Среднее количество компонентов, смонтированных головой

MIDAS 10384

Среднее количество компонентов, смонтированных головой

HYDRA 55200

Среднее количество смонтированных компонентов 65434

Среднее количество ошибок головой MIDAS 261.6

Среднее количество ошибок головой HYDRA 458.2

Среднее количество сработавших компонентов 719.8

Средний коэффициент потерь головой MIDAS 2.47%

Средний коэффициент потерь головой HYDRA 0.82%

Средний коэффициент потерь 3.99%

Средние показатели по каждому рабочему дню

Количество рабочих программ, собранных в день 2.3

Среднее количество собранных панелей (Ручей) 162

Среднее количество собранных печатных плат (РСВ) 899

Среднее количество автоматов за период 380

Среднее количество установок за период 89

Количество перемещений в день (только активные загрузки) 1.9

Количество перемещений в день (только активные загрузки) 1.8

Среднее значение чистой скорости монтажа (комп./час) 9863.86

Средний коэффициент полезного использования в день 74.40%

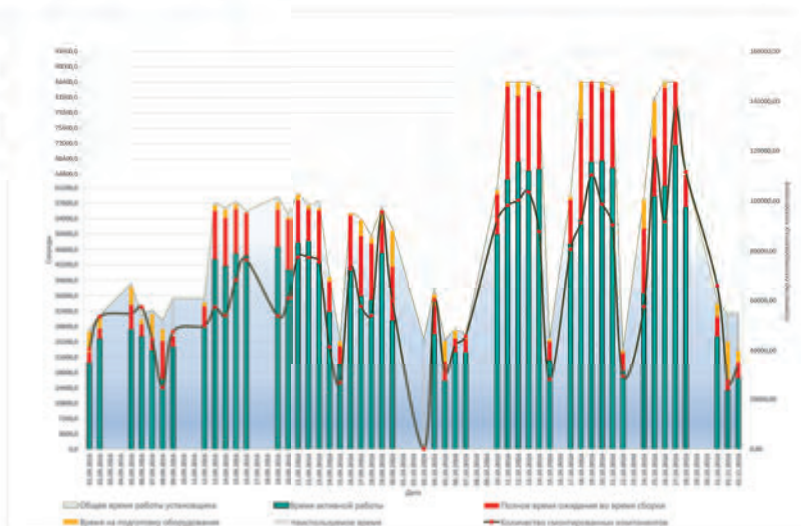


Рис. 3. Пример отчета об использовании оборудования

Пример работы с .NET-адаптером для взаимодействия с базой данных MYCRONIC

Адаптер представляет из себя сборку, полностью написанную на языке C# с поддержкой .Net Framework 3.5. Для начала использования библиотеки необходимо добавить ссылку на нее в проекте, а также указать использование нового пространства имен MYDATA: using MYDATA.

Взаимодействие с базой данных MYCRONIC осуществляется через создание объекта подключения TRP, где в качестве параметров конструктора необходимо указать IP-адрес удаленного сервера. IP-адрес также представляет собой объект System.Net.IPAddress.

```
TRP connection = new TRP (new System.Net.IPAddress (0xF000A8C0)); // 192.168.0.240
```

После создания подключения к серверу взаимодействие с удаленной машиной реализуется путем вызова свойств и методов созданного объекта. Отдельные сущности в базе данных также описываются в виде классов. В терминологии MYCRONIC принята следующая иерархия объектов: «Схема» (Layout) -> «Панель» (Panel) -> «Плата» (PCB) -> «Компонент» (Component) -> «Корпус» (Package). Соответственно, эта иерархия отображается на соответствующие классы библиотеки: MYDATALayout -> MYDATAPanel -> MYDATAPCB -> MYDATAComponent -> MYDATAPackage.

Указанные классы имеют как общий набор методов, поддерживающих чтение и запись в базу данных объектов этих классов, так и специализированные методы, характерные для каждого конкретного компонента.

Большинство методов и свойств библиотеки классов документированы в формате XML, что упрощает применение описываемого адаптера в коде.

Ниже приводится небольшой пример работы с указанной библиотекой. В данном примере после установления соединения с сервером происходит чтение полного списка печатных плат с указанием количества компонентов в каждой плате. Потом выводится список всех имеющихся компонентов. Обращение к серверу MYCRONIC в данном примере реализовано в синхронной манере (пример на языке C# с применением среды разработки Visual Studio Community 2015) (рис. 4).

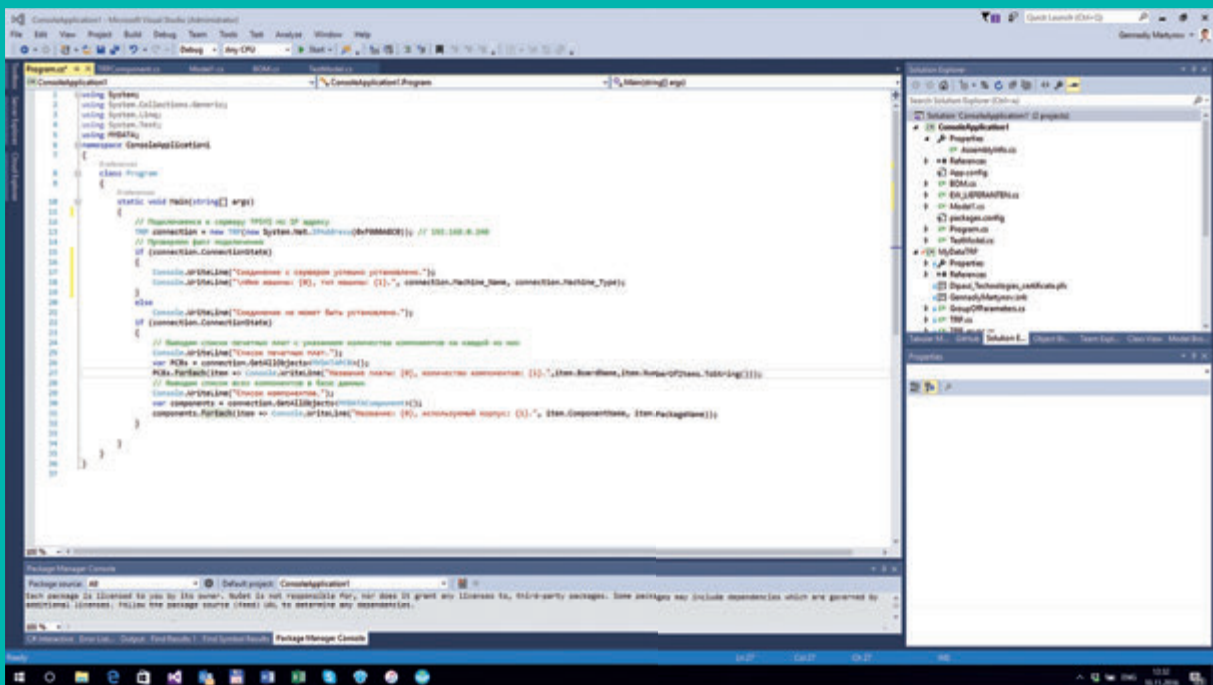


Рис. 4.

Перспективы

Помимо автоматизации процесса поверхностного монтажа, встречаются запросы, выходящие на совсем иной уровень. Такие запросы уже предполагают наличие полноценной MES. Но и в этом случае мы готовы предоставлять собственные решения, не уступающие по глубине интеграции описанным ранее. Поставляемую MES компании Aegis мы также готовы адаптировать под нужды конкретного предприятия, предлагая не просто фиксированные шаблоны автоматизации бизнес-процессов, а функционал, максимально учитывающий

запросы конечных пользователей. Недаром сама система позиционирует себя как The Adaptive Framework of Manufacturing Operations, что означает «Настраиваемая платформа для производственных операций».

Максимально утилизируя функционал указанной платформы (штатное взаимодействие с большинством производителей оборудования, автоматический контроль соблюдения технологического процесса сборки изделия, контроль используемой элементной базы и фиксацию в базе конкретных исполнителей каждой операции, ав-

томатическое управление технологической документацией), есть возможность построить мощнейшую систему контроля производственного процесса. В каждом отдельном случае мы не только подбираем состав готовых модулей системы, исходя из первичных требований заказчиков, но в процессе первичного анализа бизнес-процессов на предприятии пытаемся выявить узкие места и предложить действительно эффективное решение. Мы готовы выйти за рамки привычного шаблона внедрения, по которому работают поставщики сторонних

систем, не имеющие прямого влияния на развитие платформы. А за счет глубокого понимания внутренней архитектуры поставляемой нами системы мы готовы предлагать решения по тонкой настройке ее под инфраструктуру заказчика, беря на себя функции разработчика.

В современном мире достаточно сложно строить долгосрочные прогнозы, однако все говорит о том, что развитие информационной сферы станет определяющей силой в ближайшие десятилетия. Новая промышленная революция, известная сейчас под термином Индустрия 4.0, о которой все чаще пишут в отечественных и зарубежных изданиях, пред-

полагает беспрецедентный уровень взаимодействия между системами. Новейшая история также преподает жестокие уроки, показывая, что игнорирование или недостаточное внимание к зарождающимся технологиям способно уничтожить целые отрасли, казалось бы, стабильной сферы. Поэтому и свою стратегию дальнейшего развития компании мы строим, тщательно соотнося ее с требованиями времени. Увеличение числа запросов на тесное взаимодействие элементов производственных систем в ближайшее время будет определяющим вектором технического прогресса, и мы готовы к таким вызовам. 



Рис. 5. Адресное хранение SMD-компонентов на складе.

★ АРМИЯ 2016

6-11 сентября

★
ПАТРИОТ
ЭКСПОЗИЦИЯ

Тесты те
Перезагру



«Диполь» и «Армия» едины

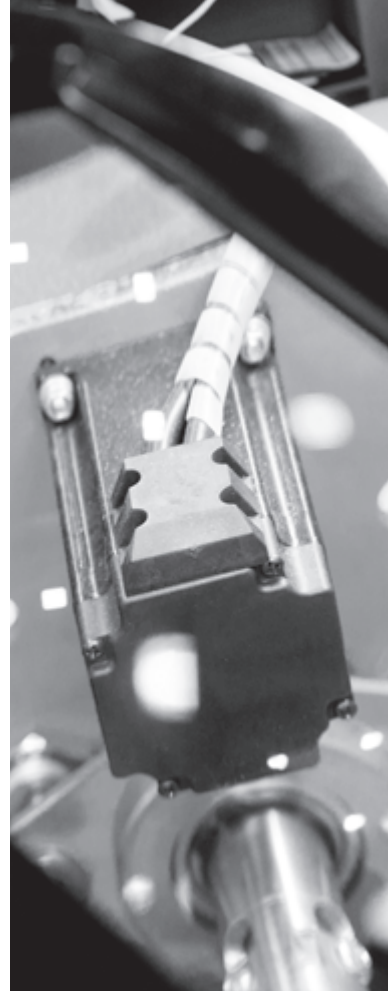
С 7 по 11 сентября в конгрессно-выставочном центре парка «Патриот», на полигоне Алабино и подмосковном аэродроме Кубинка проходил второй Международный военно-технический форум «Армия». Статические экспозиции и показ возможностей боевой техники сочетались с обширной деловой программой. Одним из участников выставки стала компания «Диполь», один из ведущих разработчиков решений для высокотехнологичных проектов радиоэлектронной промышленности России.

В этом году статическая экспозиция форума содержала 40 тематических разделов, где были показаны передовые разработки в сфере радиоэлектронной борьбы и разведки, оптико-электронных и геоинформационных систем, беспилотной авиации, лазерных технологий, средств гидрометеорологического обеспечения, ядерно-оружейного комплекса, созданных в интересах вооруженных сил.

В рамках научно-деловой программы прошли дискуссии по ключевым вопросам развития военной медицины, строительного комплекса, гиперзвуковых летательных аппаратов, применения микроспутников для дистанционного зондирования Земли, создание образцов вооружения на основе новых физических принципов и нанотехнологий.

На своем стенде компания «Диполь» представила все направления деятельности, включая новые разработки и оборудование для приборостроительных предприятий оборонно-промышленного комплекса и коммерческого сектора экономики РФ. Многочисленным гостям специалисты «Диполя» рассказали о компетенциях и возможностях компании по организации проектов под ключ (технологическая экспертиза, разработка плана технического перевооружения предприятия, проектирование и строительство, оснащение технологическим оборудованием), по комплексной автоматизации производств.





Особое внимание на стенде было уделено деятельности компании в рамках программы импортозамещения и российским разработкам и решениям по следующим направлениям:

- Автоматизированные системы управления производством (отечественный программный комплекс «Орбита», предназначенный для автоматизации планирования, подготовки и оперативного управления производственным процессом). На выставочном стенде состоялась демонстрация технологических операций в ходе изготовления кабельных сборок на автоматизированных рабочих местах, где ведется их монтаж и тестирование.
- Обработка кабеля (автоматическое отечественное оборудование «Орбита В100», предназначенное для гибки/формовки полужестких и жестких кабелей в области изготовления ВЧ-сборок).
- Технологические материалы (продукты собственной разработки компании «Диполь», в частности линейка материалов для отмытки радиоэлектронных модулей).
- Промышленная и антистатическая мебель, а также дополнительное оснащение рабочих мест марки VIKING, созданное и изготовленное российской компанией «Диполь».

О форуме:

Итоги «Армии-2016» свидетельствуют, что за два года форум превратился в ведущую мировую выставку вооружения и военной техники и авторитетную площадку для обсуждения передовых идей и разработок.

На полях форума работали участники более чем из 80 стран, 35 из которых представляли официальные делегации. Миссии от 13 государств возглавляли руководители военных ведомств, еще 22 делегации — начальники генеральных штабов и заместители министра обороны. Общее количество гостей в составе военных делегаций превысило 260 человек. За шесть дней более 500 тысяч человек посетили площадки Международного военно-технического форума (МВТФ) «Армия-2016», что превосходит многие аналогичные по тематике мировые события. Статическая экспозиция занимала площадь свыше 500 тысяч квадратных метров, где для свободного осмотра было выставлено 250 единиц военной и специальной техники, 11 тысяч экспонатов на стендах 1004 предприятий российского ОПК и несколько десятков единиц авиационной техники на аэродроме Кубинка. В статической экспозиции форума участвовали современные корабли Северного и Балтийского флотов.

Впервые на форуме были развернуты масштабные национальные экспозиции предприятий ОПК Армении, Белоруссии, Казахстана, Пакистана и Малайзии. Кроме того, свою продукцию демонстрировали 58 оборонных предприятий и холдингов из 13 иностранных государств, что в два раза превышает показатели прошлого года. Наряду с государствами, представившими свои национальные экспозиции, в форуме участвовали предприятия оборонно-промышленного комплекса Германии, Индии, Израиля, Ирландии, Китая, Таиланда, Франции, Швейцарии.



«Диполь» — добросовестный поставщик атомной отрасли

Компания «Диполь» стала лауреатом конкурса «Добросовестный поставщик атомной отрасли 2016», организованного Госкорпорацией «Росатом». Диплом победителю конкурса был вручен 19 октября 2016 г. в рамках Форума поставщиков атомной отрасли «АТОМЕКС 2016» в Москве.

Основными критериями отбора на конкурсе являлись качество продукции, значимость для отрасли выполняемых работ, соблюдение сроков поставок.



Комментарий специалиста

МАКСИМ ПИСКОВАЦКОВ, РУКОВОДИТЕЛЬ НАПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ КОМПАНИИ «ДИПОЛЬ»:

«На номинацию конкурса наша компания была выдвинута ФГУП «ПО «Старт» имени М. В. Проценко». В течение года «Диполь» поставил этому производственному объединению калибровочное, контрольно-измерительное оборудование, а также оснастил предприятие рабочими местами (промышленная мебель). Каждая из поставок была выполнена в срок и соответствовала всем требованиям единого отраслевого стандарта закупок Госкорпорации «Росатом». В первую очередь это было обеспечено обновленной логистической системой «Диполя», наличием собственной метрологической службы и самой масштабной среди поставщиков складской программы КИП и качественной работой специалистов отдела проектов».

Муаровая интерферометрия

Муаровая интерферометрия — это высокоточный метод исследования деформаций конструкционных материалов. Он требует очень стабильных условий окружающей среды и применяется главным образом в лабораториях.



Методы муара — общее название методов измерения полного поля, в которых используется явление интерференции между решеткой, присутствующей в определенной форме на исследуемом образце, и эталонной решеткой, для увеличения поверхностных деформаций и построения карты рельефа отражающей сдвиг поверхности — муар-интерференционной картины, или интерферограммы. Для измерения относительно больших значений сдвига применяется механический метод муара, в котором применяется интерференция линейных решеток. Чувствительность этого метода достигает 25 мкм. В оптическом методе муара, или муаровой интерферометрии, дифракционная решетка освещается лазером, за счет чего чувствительность повышается до субмикрометрового уровня. Это позволяет измерять упругие деформации конструкционных материалов.

Муаровый узор показывает относительный сдвиг решеток в представлении полного поля. Это свойство делает его великолепным инструментом для исследования и количественного определения градиентов локальных деформаций. На практике решетка прикрепляется к поверхности исследуемого объекта. Она деформируется вместе с ним, а при наложении на нее недеформированной (эталонной) решетки появляется муаровый узор, позволяющий судить о природе и величине поля деформаций. Каждая муаровая полоса представляет собой линию постоянного сдвига в направлении, перпендикулярном направлению эталонной решетки (обратите внимание, что полосы на рис. 1, обусловленные поворотом, не содержат сдвиговой составляющей). Сдвиг U муаровой полосы определяется формулой:

$$U = N \times p,$$

где N — номер полосы относительно известного нулевого сдвига, а p — шаг эталонной решетки, то есть расстояние между ее линиями.

Материал подготовила Ксения Бунатян, руководитель направления контрольного оборудования компании «Диполь»

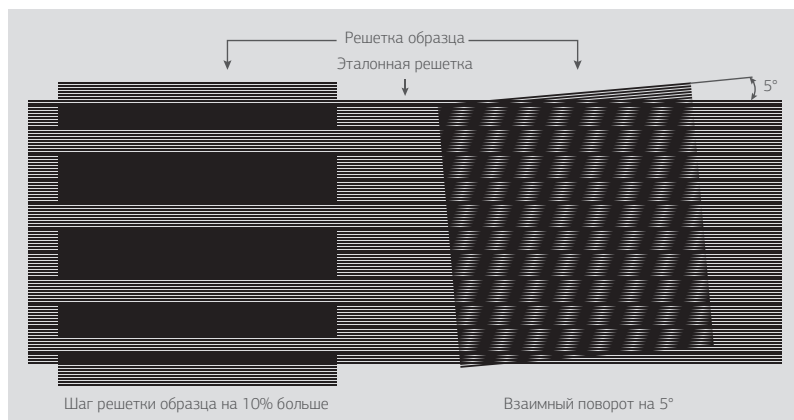


Рис. 1. Образование муаровых полос при наложении двух решеток с разным шагом и углом поворота

Описанный выше эффект называют механическим муаром, при котором полосы образуются в результате физического наложения двух решеток. Явление механического муара ограничено периодом используемой решетки (величиной, обратной шагу). Максимальное значение периода для решеток этого типа составляет обычно около 40 линий/мм; выше этого предела преобладают дифракционные эффекты. Это означает, что при использовании решеток с периодом 40 линий/мм для возникновения одной муаровой полосы потребуются деформация величиной не менее 0,025 мм. Этого вполне достаточно при исследовании крупных деформаций, но для измерения малых упругих деформаций требуются гораздо более мелкие и чувствительные решетки. Оптический метод муара, более известный под названием муаровой интерферометрии, обеспечивает более высокую чувствительность за счет использования явлений интерференции и дифракции света.

На рис. 2 показан простой муаровый интерферометр, в котором образец с решеткой помещен в двухлучевую интерферометрическую систему. В результате дифракции входящие пучки света расщепляются решеткой на множество пучков, ориентированных в предпочтительных направлениях. Если решетка не деформирована, пучки дифрагированных световых волн -1 и $+1$ порядка оказываются перпендикулярными поверхности решетки и интерференции не возникает. Если образец деформирован, дифракционные пучки -1 и $+1$ порядка излучаются под разными углами и интерferируют друг с другом. В результате возникает муаровый узор, характеризующий плоскостной сдвиг. Расшифровывается этот узор аналогично механическому муару.

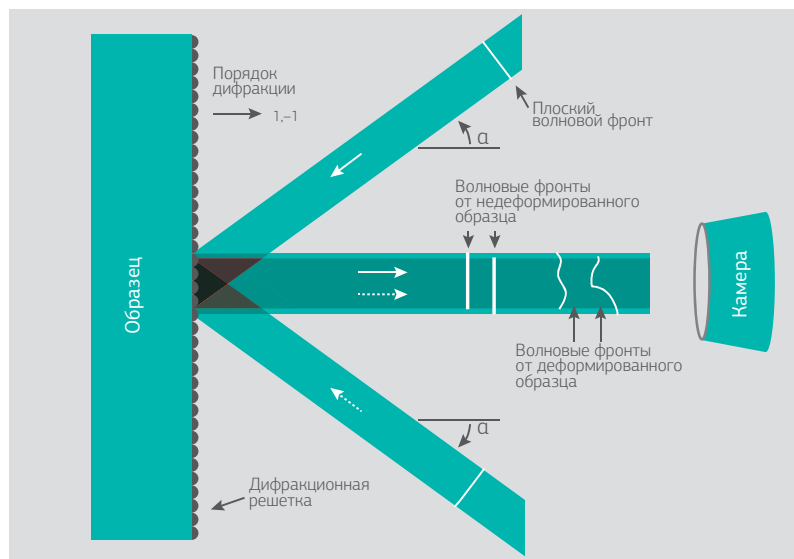
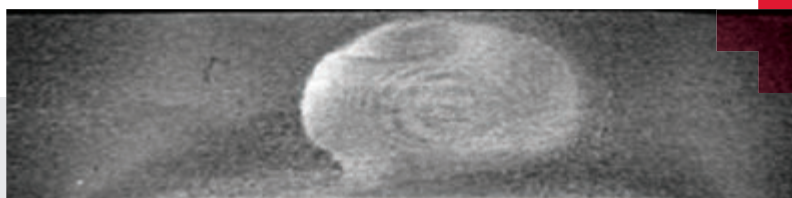


Рис. 2. Двухлучевая интерференция на отражательной дифракционной решетке

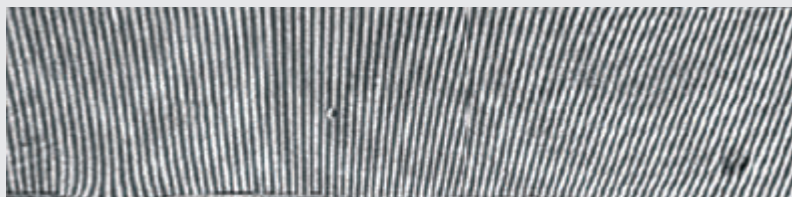
Примеры

Остаточные механические напряжения в сваренных встык пластинах из алюминиевого сплава

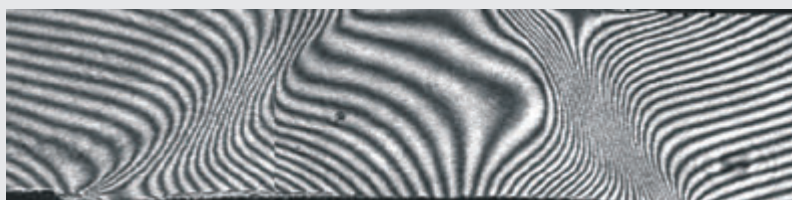
В данном примере муаровая интерферометрия применена для исследования структурной целостности деталей из алюминиевого сплава, соединенных методом сварки трением с перемешиванием. Дифракционная решетка наносилась на шлиф образца, охватывающий весь сварной шов и зону термического влияния в центре образца. При такой схеме усилие растяжения прикладывалось по нормали к линии сварного шва. На рис. 3в видно, что образец претерпевает пластическую деформацию, которая ограничена областью в окрестности зоны термического влияния, где в процессе сварки имело место интенсивное течение материала. Полученные сведения позволяют делать выводы о величине и распределении остаточных напряжений в области сварного шва.



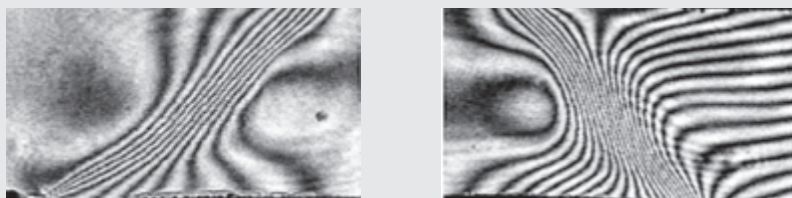
(а) микроструктура области сварного шва



(б) осевая деформация при 100 МПа



(в) осевая деформация при нагрузке выше предела текучести



(г) остаточная пластическая деформация после снятия нагрузки

Рис. 3. Пластическая деформация в области сварного шва

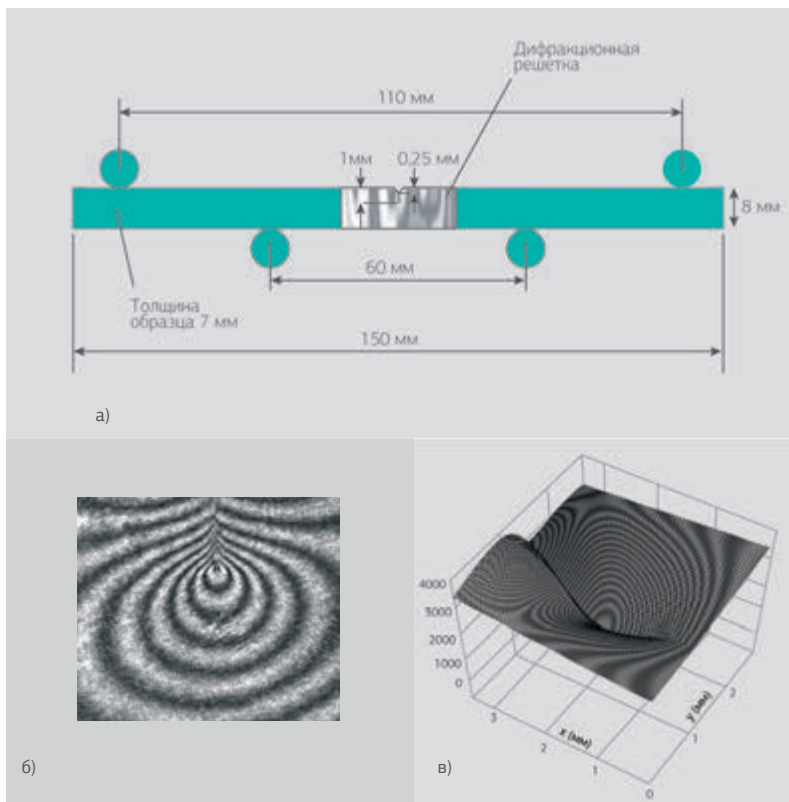

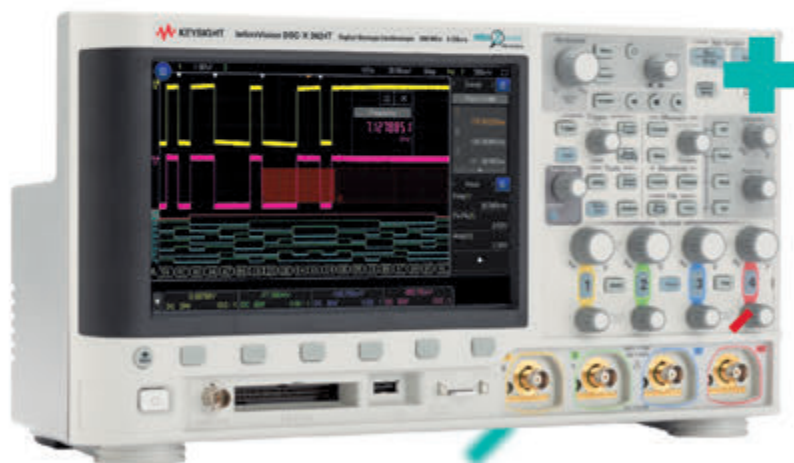


Рис. 4. (а) Образец и схема нагружения; (б) муаровый узор в окрестности вершины трещины; (в) объемная карта сдвиговых деформаций

Внеплоскостная сдвиговая деформация трещины типа I

Муаровая интерферометрия — очень эффективный метод определения высоких градиентов деформации. На рис. 4б показана интерференционная картина в окрестности вершины трещины. Здесь полосы представляют линии равного сдвига, очень напоминающие контуры на географических картах. При такой схеме каждая полоса соответствует разнице высот в 0,417 мм. Используя фазовые оптические методы, можно также определить значения сдвига между полосами. Таким образом, чувствительность к сдвигу возрастает до уровня выше 50 нм (рис. 4в). 





Осциллографы Keysight Technologies InfiniiVision 3000T серии X со склада «Диполь»

Производительность старших серий осциллографов теперь доступна в сегменте среднего класса! Революционная технология сенсорного запуска InfiniiScan Zone Trigger, емкостный сенсорный экран, специально разработанный пользовательский интерфейс, функциональность нескольких приборов в одном – и все это в сочетании с бескомпромиссной скоростью обновления более 1 млн. осциллограмм в секунду.

- Функциональность «6 приборов в 1»: осциллограф, частотомер, вольтметр, генератор, логический анализатор и анализатор протоколов
- Полоса пропускания до 1 ГГц
- Скорость обновления осциллограмм на экране – 1 млн. осцилл./с
- Аппаратное декодирование протоколов и тестирование по маске
- Расширенный математический анализ в базовой конфигурации, 38 автоматических измерений

Сомневаетесь в выборе?

Выездные демонстрации и специальные ценовые предложения помогут принять решение и сэкономить бюджет

- Скорость поставки. Более 400 наименований продукции находится на складе и готовы к отгрузке в любой момент.
- Точность измерений. Услуги первичной и периодической поверки от собственной метрологической лаборатории.
- Уверенность в оборудовании. Собственный сервисный центр и трехлетняя гарантия от производителя.

Под ударом

Проведение испытаний
на ударное воздействие





Олег Туркалов,
руководитель сервисной службы
испытательного оборудования
turkalov@dipaul.ru

Мы уже неоднократно рассказывали в журнале «Эксперт+» про выбор климатических камер (см. № 3), про специфику выбора и работы с вибрационным испытательным оборудованием (№ 1, 6, 9) и про измерительно-управляющие системы (№6, 7, 10). Пришло время поговорить об испытаниях на ударное воздействие.

Научным определением удара является механическое взаимодействие материальных тел, приводящее к конечному изменению скоростей их точек за бесконечно малый промежуток времени. Механический удар характеризуется быстрым выделением энергии, в результате чего возникают местные упругие или пластические деформации, возбуждение волн напряжения и другие эффекты, приводящие иногда к нарушению функционирования и к разрушению конструкции объекта испытаний: механические перегрузки вызывают деформацию и поломку деталей, ослабление соединений (сварных, резьбовых и заклепочных), отвинчивание винтов и гаек, перемещение механизмов и органов управления, в результате чего изменяется регулировка и настройка приборов и появляются другие неисправности. На рис. 1 и 2 представлены последствия испытаний обычного блока питания на ударное воздействие.

В качестве стенда, выполняющего ударные испытания, может служить самый обычный электродинамический вибростенд: при наличии необходимого ПО его управляющая система сможет генерировать почти все формы ударных воздействий — от самых популярных полусинусоидальной и пилообразной до уже подзабытой формы гаверсинауса. Но преимущества данного варианта заканчиваются лишь на доступности (будем исходить из тезиса, что во всех испытательных лабораториях есть одна климатическая камера и один электродинамический вибростенд), простоте задания (генерации) параметров удара и минимальном (по сравнению с классическими ударными стендами) вмешательстве оператора. Электродинамические стенды изначально ограничены максимальным ускорением на пустом столе 200g и длительностью импульса, ограниченной максимальным перемещением арматуры (в среднем 50 мм пик-пик, есть и форсированные модели с троекратной мощностью на ударе и увеличенным ходом подвижной системы, но это уже исключение).



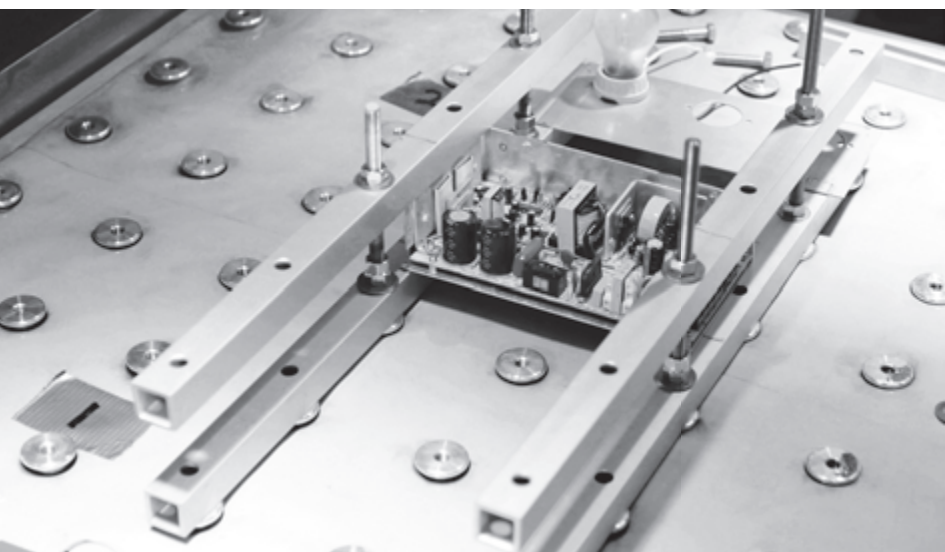


Рис. 1. Исправный блок питания, установленный на ударный стол Thermotron RS-28 (реализует методы HALT/HASS)

Движение арматуры в случае с электродинамическим стендом описывается уравнением равнопеременного движения, при этом зависимость от нагрузки (массы образца) и взаимосвязь параметров удара не линейны. А тем временем ко многим изделиям предъявляют требования по выдерживанию перегрузок не сотен, а уже тысяч и десятков тысяч g (константа гравитационного взаимодействия), что способствует появлению обособленного класса испытательных машин —

ударных стендов. Хочу отметить, что речь идет именно о классе оборудования. В то время как вибрационные стенды делятся примерно на три наиболее распространенных типа (электродинамические, электро-механические и гидравлические), в классе ударных стендов можно выделить более пяти типов, каждый из которых имеет принципиальные отличия как в устройстве, так и в параметрах воспроизводимых ударных воздействий.

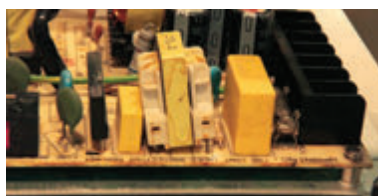


Рис. 2. Результат испытаний (пиковое ускорение 1500g, длительность около 1 мкс, частота следования импульсов 300 уд./мин)

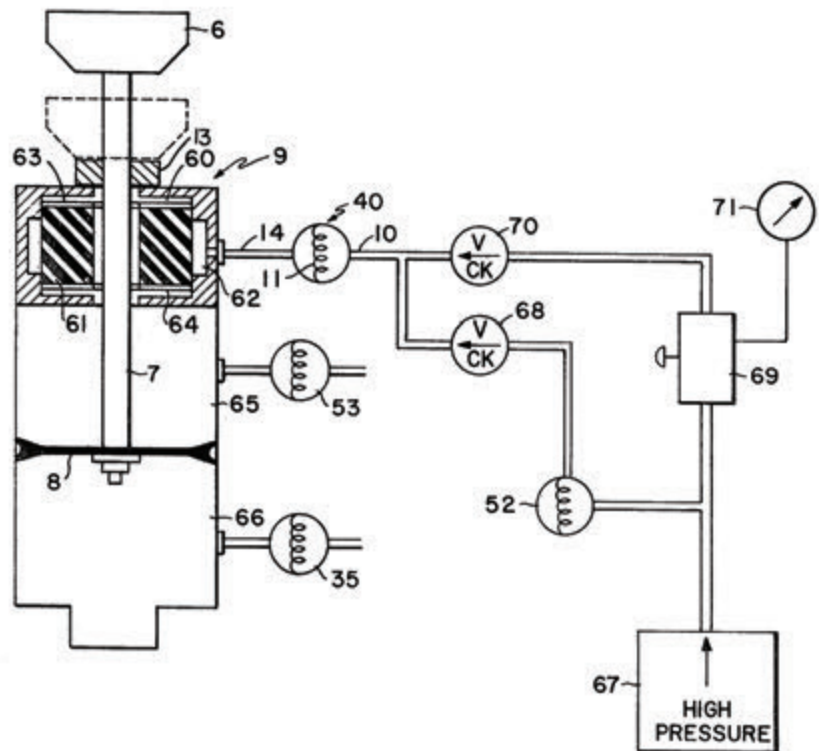


Рис. 3. Подразделение компании Benchmark в г. Хантсвилл (США)

В этой статье я хочу рассказать о, пожалуй, самом распространенном типе ударных стендов, принцип работы которых основан на сбрасывании закрепленного на каретке испытуемого объекта с некоторой высоты (для разгона используется как сила тяжести, так и пневматический ускоритель) на наковальню. На последней разме-

щены генераторы ударного импульса (определяющие форму и частично длительность ударного импульса), разработанные и изготавливаемые компанией Benchmark (рис. 3, торговая марка Avex Shockmachine®), чьи ноу-хау позволяют получать ускорения одиночных ударов до 30 000g.

Рис. 4. Запатентованная в 1968 г. схема разгонного блока



Хотя возраст и начальная специализация компании Benchmark (компания была основана в 1979 г. и специализировалась на производстве медицинских приборов) могут вызвать сомнения у опытных пользователей, поглощенная ею в 1999 г. фирма Avex (ранее Avco) далеко не новичок в сегменте ударного испытательного оборудования.

История компании Avex началась в 1950-х годах с разработки ударного стенда свободного падения. Эти стенды были крайне эффективны, но их возможности ограничивались размерами лаборатории. Уже во втором поколении машин был применен пневматический усилитель (разгонный блок), а саму систему запатентовали в 1968 г. (патент US3552184 А).

Такая конфигурация значительно улучшила возможности тестирования, не требуя специальных помещений. Типовая блок-схема такой конфигурации представлена на рис. 5.

Год за годом системы совершенствовались, но основная концепция стенда неизменна с момента подачи заявки на патент. Продолжая лучшие традиции в создании высококачественного оборудования, Avex расширила линейку оборудования до нескольких модификаций и продолжает доводить до совершенства простой, но гениальный дизайн 70-х. На сегодня ударные стенды используются во всем мире как в коммерческой области, так и в военных целях, и служат для испытаний самого широкого ассортимента

продукции: дисковые накопители, наручные часы, свечи зажигания, кристаллы микропроцессоров, взрыватели и др.

Сегодня компания предлагает три модели испытательных установок:

- SM-105 — малогабаритная модель для испытания образцов массой до 23 кг;
- SM-110 — среднегабаритная модель для испытания образцов массой до 91 кг;
- SM-220 — крупногабаритная модель для испытания образцов массой до 454 кг (рис. 6).

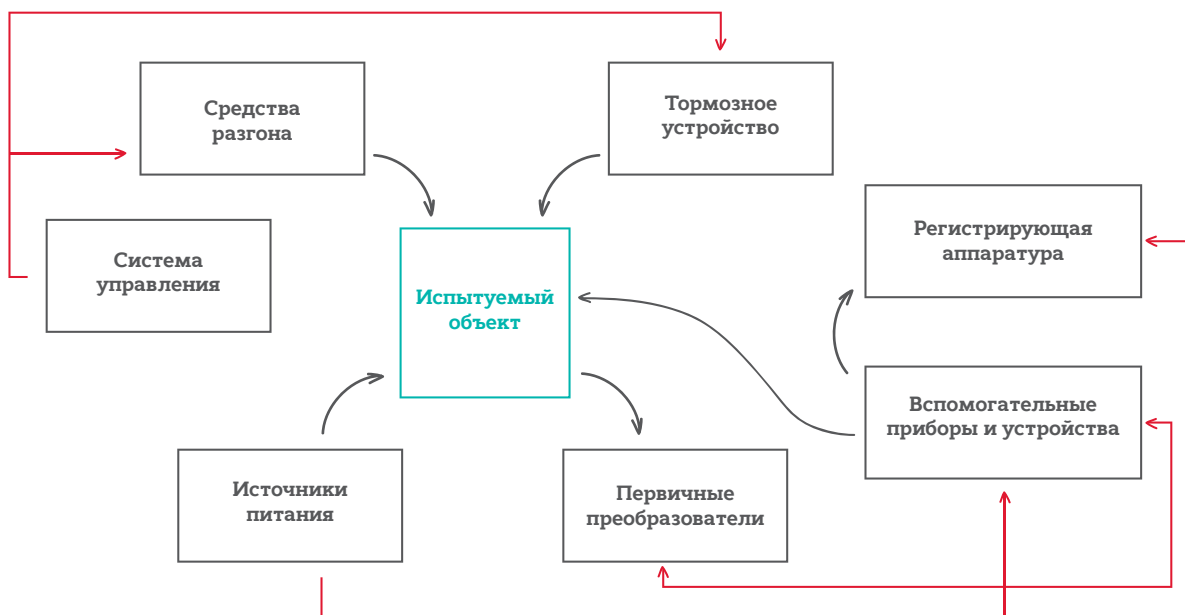


Рис. 5. Типовая блок-схема ударного стенда

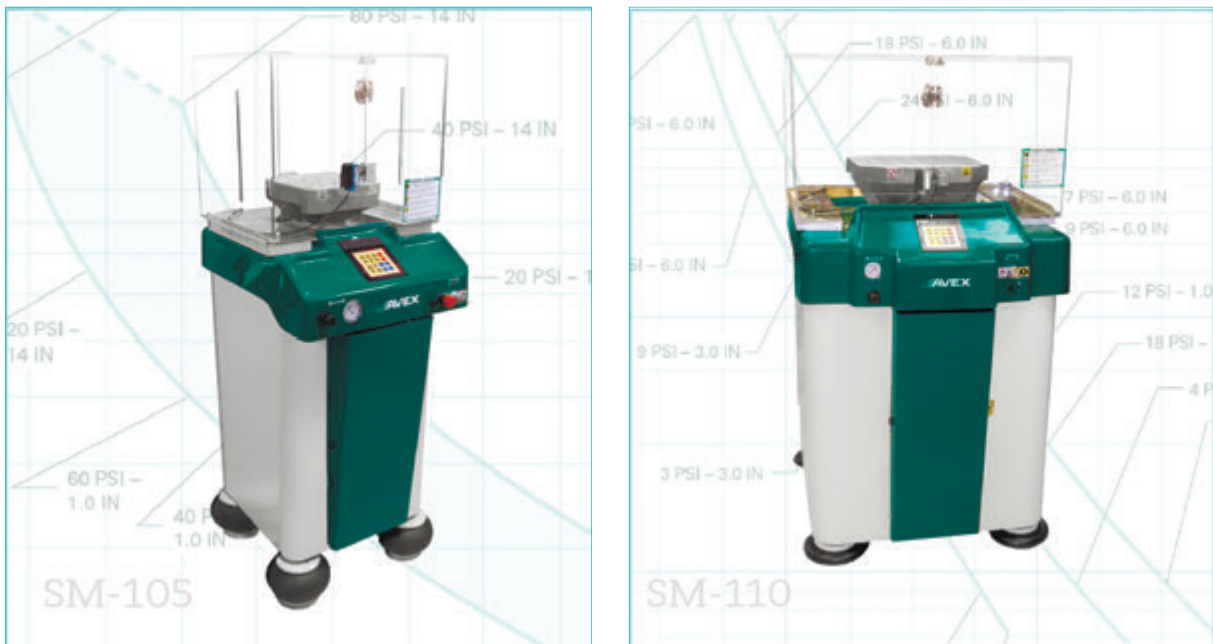


Рис. 6. Испытательные установки SM-105 и SM-110

Все три установки Avex для испытаний на удар представляют собой пневматические системы с микропроцессорным управлением, предназначенные для лабораторных и производственных испытаний на удар образцов массой до 454 кг (в зависимости от модели) с высокой точностью и воспроизводимостью результатов. С использованием соответствующих импульсных генераторов, испытательная установка вырабатывает ударные импульсы полусинусоидальной, пилообразной и трапецеидальной формы (рис. 7), отвечающие строгим военным и промышленным стандартам, а также индивидуальным требованиям к проведению испытаний. Формы вырабатываемых сигналов соответствуют требованиям наиболее употребимых военных стандартов (в том числе MIL-STD-202, MIL-STD-750, MIL-STD-810 и MIL-STD-883).

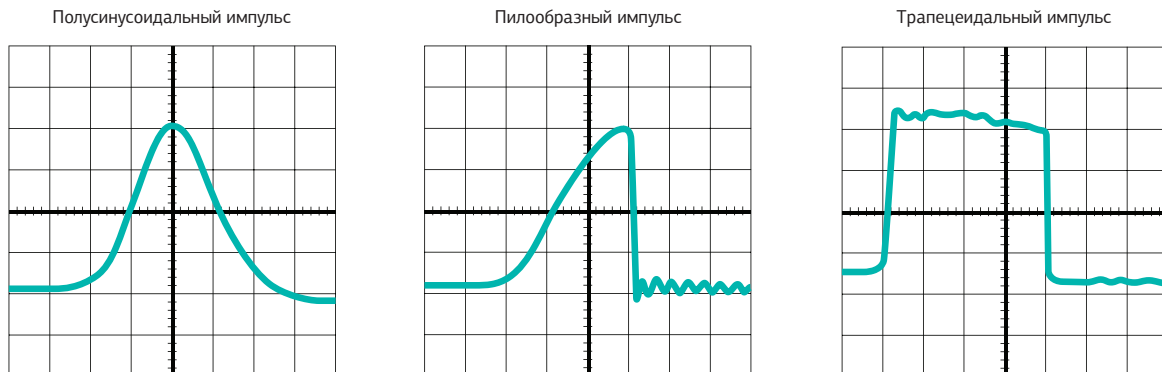


Рис. 7. Виды ударных импульсов

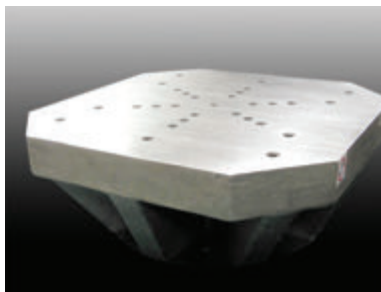


Рис. 8. Каретка для размещения образца

Установки Avex питаются сжатым воздухом с давлением в диапазоне 690–860 кПа. Типичный цикл падения выглядит следующим образом: сжатый воздух подается в подпоршневую полость, в результате чего каретка (плита для крепления образца) поднимается на заданную высоту. Затем приводится в действие стопорный тормоз. Далее воздух выпускается из-под поршневой полости и подается в надпоршневую полость (ускоритель), в которой устанавливается заданное давление за-

рядки. По достижении этого давления стопорный тормоз отпускается. Под давлением сжатого воздуха каретка устремляется вниз и ударяется о генератор ударных импульсов, смонтированный на наковальне. После удара снова приводится в действие тормоз, который удерживает каретку в положении отскока и предотвращает вторичный удар. Одновременно, по сигналу триггера, может запускаться внешняя система регистрации данных для записи ударного импульса.



Рис. 9. Эластомерные прокладки для генерации полусинусоидальных импульсов

Основными компонентами установки являются:

- основание;
- пневмоопоры;
- каретка;
- генераторы ударных импульсов;
- органы управления.

Основание — узел, выполняющий функцию инерционной массы и взаимодействующий с падающей кареткой для генерации ударного импульса. Основание изготовлено из высокопрочного железобетона в стальной обжимающей рубашке и установлено на четыре пневмоопоры. На основании размещены тележка и направляющий стержень, внутри которого располагаются узел пневмоцилиндра и электропневматическая система управления с выведенной наружу панелью управления.

Пневматические опоры (пневмоопоры), встроенные в основание установки, наполняются сжатым воздухом из источника, к которому подключена установка, и обеспечивают эффективную изоляцию пола от ударных воздействий. Управление давлением воздуха в пневмоопорах и их наполнением осуществляется с помощью регулятора и манометра в соответствии с конкретными условиями нагрузки и испытаний.

Каретка (рис. 8) представляет собой алюминиевую отливку конической формы, которая обеспечивает оптимальное отношение прочности к коэффициенту демпфирования (демпфирование — гашение или предотвращение колебаний). Каретка модели SM-220 изготовлена из магния. Крепежные поверхности обработаны с малыми допусками на сопряжение со стальными вставками для крепления образцов или оснасток к каретке.

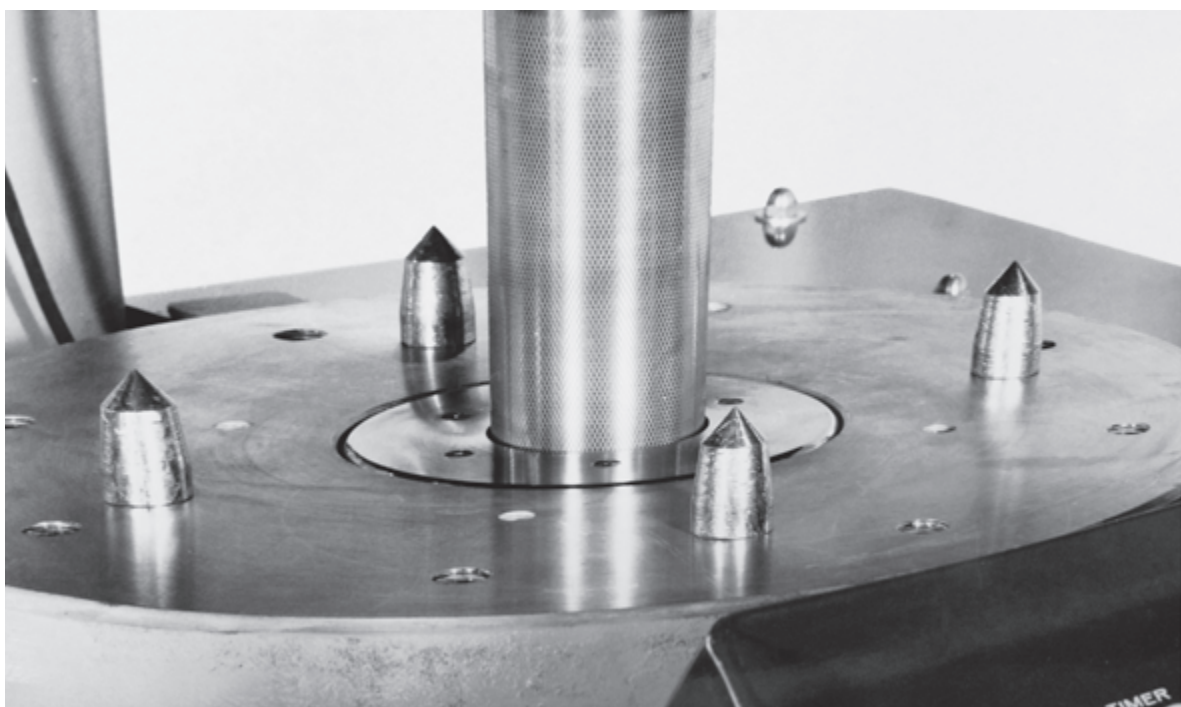


Рис. 10. Генераторы импульса трапецидальной формы (свинцовые отливки)

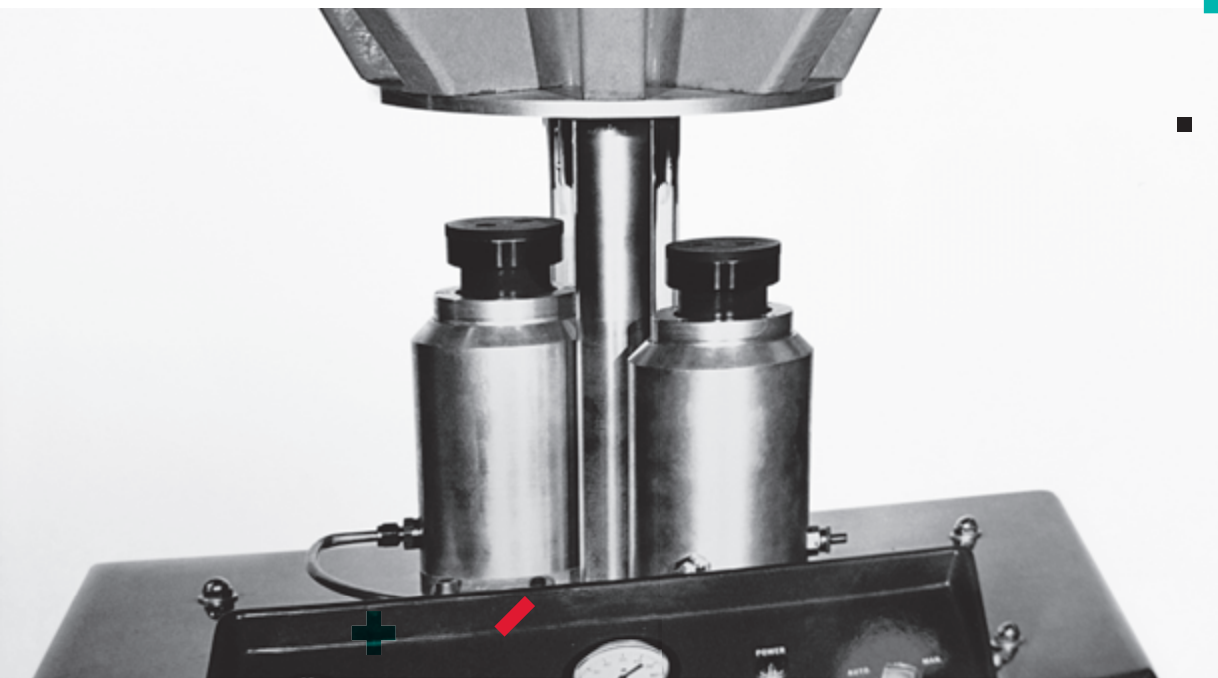


Рис. 11. Генераторы импульса квадратной формы (пневматические)

Для генерации ударных импульсов полусинусоидальной, пилообразной и трапецеидальной формы используются эластомерные прокладки, свинцовые отливки и пневмоцилиндры в ассортименте (рис. 9–11). Эластомерные прокладки, благодаря своей легкой сменяемости, обеспечивают возможность соблюдения широкого диапазона требований к параметрам ударных импульсов. Они зарекомендовали себя как наиболее экономичные и универсальные генераторы импульсов полусинусоидальной формы. Свинцовые отливки (поставляются формы для их изготовления) обеспечивают генерацию пилообразных ударных импульсов с пиком на конце.

Пневматические элементы установки имеют микропрограммное управление. Клавиатура и дисплей обеспечивают удобное программирование давления зарядки, высоты падения, торможения, количества циклов испытания, а также синхросигналов для регистрации данных измерительными приборами. Клавиатура модели SM-220 располагается на пульте дистанционного управления, который подключается к установке кабелем длиной 6 м, что позволяет управлять установкой из менее шумного места. Питание включается замковым выключателем. В зависимости от установленного количества циклов установка может инициировать один или несколько циклов падения с частотой до 8 в минуту.

В июле этого года мне и нашим инженерам удалось лично убедиться в простоте дизайна ударных стандов Avex.

Под руководством Джонаса Квиллена (Jonas Quillen), идейного и технического руководителя компании Vanchmark (одно из направлений Avex), человека с по-настоящему стальными кулаками, была проведена работа по полной разборке и сборке

ударного станда SM-110, которая заняла (без учета времени высыхания фиксатора резьбы) около 4 ч. По результатам работ и визита в целом было решено зафиксировать пятилетнее партнерство наших компаний эксклюзивным соглашением и авторизацией сервисной службы на проведение полного спектра ремонта и обслуживания оборудования Avex.

ДЖОНАС КВИЛЛЕН
(AVEX SHOCK MASHINES):

«Компания «Диполь», с которой Avex работает уже пять лет, является одним из лучших наших клиентов. Мне было приятно лично познакомиться и с компанией, и с ее сотрудниками, с Россией. Санкт-Петербург — прекрасный город с богатой историей и современными нюансами. Здесь очень дружелюбные люди, и я надеюсь, что мы встретимся еще не раз».



SLC — новая модель установок совмещения- экспонирования серии AG500



Константин Крупальник,
руководитель направления
«Микроэлектроника» компании «Диполь»
kk@dipaul.ru

В каталоге «Технологическое оборудование для микроэлектроники 2016» компании «Диполь» машины для фотолитографии занимают центральное место. И это неслучайно, ведь все, что связано с фотолитографией (особенно безмасковой), вызывает огромный интерес заказчиков. В ходе недавнего семинара «Современные решения в фотолитографии» специалисты «Диполя» впервые продемонстрировали участникам новую машину совмещения-экспонирования SLC.

На сегодня контактная фотолитография является достаточно простым и доступным инструментом формирования топологии на подложках, как в варианте для проведения исследований, так и в серийном производстве. Поэтому естественно, что многие заказчики компании «Диполь» интересуются машинами совмещения-экспонирования. Несколько лет назад в нашем каталоге была представлена серия AG500, в которой до настоящего момента был ряд полуавтоматических установок для работы с пластинами размером до 4" и 6" в версиях -4N-ST и -6N-ST соответственно. Преимущества этих машин уже неоднократно отмечались. Следует еще раз напомнить о тех из них, благодаря которым установки завоевали такую популярность среди наших заказчиков:

- гибкость и универсальность оснастки позволяет машинам AG500 работать с подложками и шаблонами всех типоразмеров, которые используются заказчиками в нашей стране, включая пластины 60×48 мм и шаблоны 75×75 мм;
- при одном нажатии кнопки в полуавтоматическом режиме установка выполняет весь процесс, запрашивая у оператора только точное совмещение меток и подтверждение начала процесса;
- одно из лучших соотношений функционала, качества изготовления и цены.

Таким образом, машина AG500 в версии -ST, по нашему мнению, представляется оптимальным вариантом для выполнения задач совмещения-экспонирования. Почему же появилась версия SLC?

Дело в том, что в нашей стране большое количество заказчиков работает с подложками из поликора и ситалла с типоразмером 60×48 мм. Это традиционная для нас технология, которая не предполагает на данный момент высоких разрешений (менее 1 мкм), а основными требованиями, предъявляемыми к оборудованию, служат простота, надежность, повторяемость результата и низкая стоимость. Если к этому набору характеристик добавить удобство работы оператора, то и появляется концепция полностью ручной установки совмещения-экспонирования SLC, которую мы совместно с нашими тайваньскими партнерами — производителями оборудования специально разработали для российских пользователей.

Что же представляет собой машина AG500 в версии SLC и чем она отличается от версии ST? Как было отмечено, машина SLC предполагает полностью ручное управление и не содержит персонального компьютера (ПК) или программируемого логического контроллера (ПЛК), а также различных сложных моторизованных механизмов, контролируемых электроникой. За счет этого функционал установки несколько упрощен, что не критично, например, для работы с топологической нормой более нескольких единиц микрон. В то же время машина становится значительно более надежной, простой и недорогой в изготовлении. Концепция работы SLC предполагает, что оператор производит все действия нажатием кнопок на передней панели установки вместо управления на сенсорном экране ПЛК. Кроме того, в базовой комплектации установка не содержит массивного стола для защиты от вибраций (он предлагается опционально). Это также позволяет

экономить тем заказчикам, которые не работают с топологиями высокого разрешения. Получается, что SLC — это «облегченная» версия машин ST, когда критерии простоты и стоимости важнее высокой точности и максимального разрешения. Следует отметить, что опции по работе с обратной стороной подложки (совмещение по обратной стороне) в настоящий момент недоступны для версии SLC.



SLC — это «облегченная» версия машин ST, когда критерии простоты и стоимости важнее высокой точности и максимального разрешения



Рис. 1. Установка совмещения-экспонирования AG500-6N-SLC в версии для пластин 60×48 мм

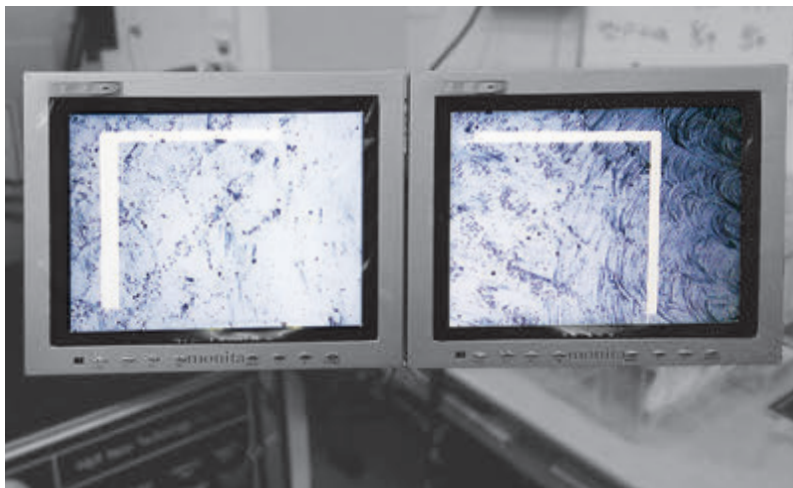



Рис. 2. Система совмещения при помощи видеомикроскопов. Контрастные и четкие метки на мониторах вместо использования оптического микроскопа

К общим характеристикам версий ST и SLC можно отнести высокую производительность, универсальность оснастки для подложек и фотошаблонов, а также наличие видеомикроскопов. Производительность в обеих версиях позволяет засвечивать более 60 пластин в час, в зависимости от применяемого фоторезиста. Разница лишь в том, что в версии ST оператор нажимает одну кнопку и работает с микрометрическими винтами или джойстиком, а в версии SLC оператору необходимо выполнить последовательность действий по нажатию ряда механических кнопок, что более трудоемко. Видеомикроскопы же значительно облегчают жизнь оператору:

ему не приходится на протяжении всей смены вглядываться в окуляры оптического микроскопа — теперь оператор отслеживает картинку на LCD-экране, где видны яркие, контрастные метки совмещения.

Подводя итог, хочется отметить, что теперь в распоряжении компании есть интересное решение по совмещению-экспонированию в сегменте оборудования с ручным управлением. Это машина AG500 серии SLC, позволяющая заказчику за минимальную стоимость получить высоконадежное, точное и удобное оборудование. Наиболее актуальное применение для машин SLC — работа с топологией разрешения более нескольких микрон,

в том числе со всеми задачами формирования топологии на поликоре и ситалле с типоразмером 60×48 мм.

В ближайшее время установка AG500-6N-SLC доступна для ознакомления в демозале офиса компании «Диполь» в Санкт-Петербурге. Также мы представим данную машину на выставке «Электронтехэкспо» в 2017 году. Подробную информацию об установках совмещения-экспонирования AG500 SLC можно найти на сайте компании в разделе «Оборудование для микроэлектроники» (www.micro.dipaul.ru) или запросить ее по электронной почте: micro@dipaul.ru. 

Новое в фотолитографии

В офисе компании «Диполь» в Санкт-Петербурге состоялся двухдневный практический семинар «Современные решения в фотолитографии».



Семинар, подготовленный специалистами направления «Микроэлектроника» компании «Диполь», собрал более 50 технологов и профессионалов отрасли, представляющих в основном предприятия радиоэлектронной промышленности и исследовательские институты Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Томска и других городов.

Мероприятие было посвящено технологиям и оборудованию для фотолитографии, применяемым в современных лабораториях и на производ-

ствах. В теоретической части встречи слушателям были представлены технологические особенности ключевых процессов фотолитографии, таких как очистка и подготовка подложек, нанесение фоторезиста, совмещение и экспонирование. Особенно подробно рассматривались наиболее эффективные современные технологические решения, в том числе плазменная обработка поверхности, спрей-нанесение фоторезиста, безмасковая оптическая литография. В практической части семинара демонстрировалось техно-

логическое оборудование: установка плазменной обработки с различными генераторами газа; центрифуга, термopлита и оснастка для работы с фоторезистом.

Организаторы семинара выражают благодарность всем его гостям и приглашают всех желающих специалистов принять участие в следующих образовательных мероприятиях компании. Информацию о них можно найти на сайте компании «Диполь» в разделе «Знания».



Ручные и полуавтоматические установки совмещения-экспонирования серии AG500:


- Оптимальное решение для пластин 60×48 мм и полупроводников 2"–6" при разрешении до < 0,8 мкм
- Универсальная оснастка для образцов и шаблонов
- Автоматическое выравнивание образца параллельно шаблону
- Удобство работы оператора: моторизованная видеосистема и джойстик (для версии -ST)
- Массивное основание для защиты от вибраций (для версии -ST)
- Низкая цена и стоимость эксплуатации

Отраслевой интегратор

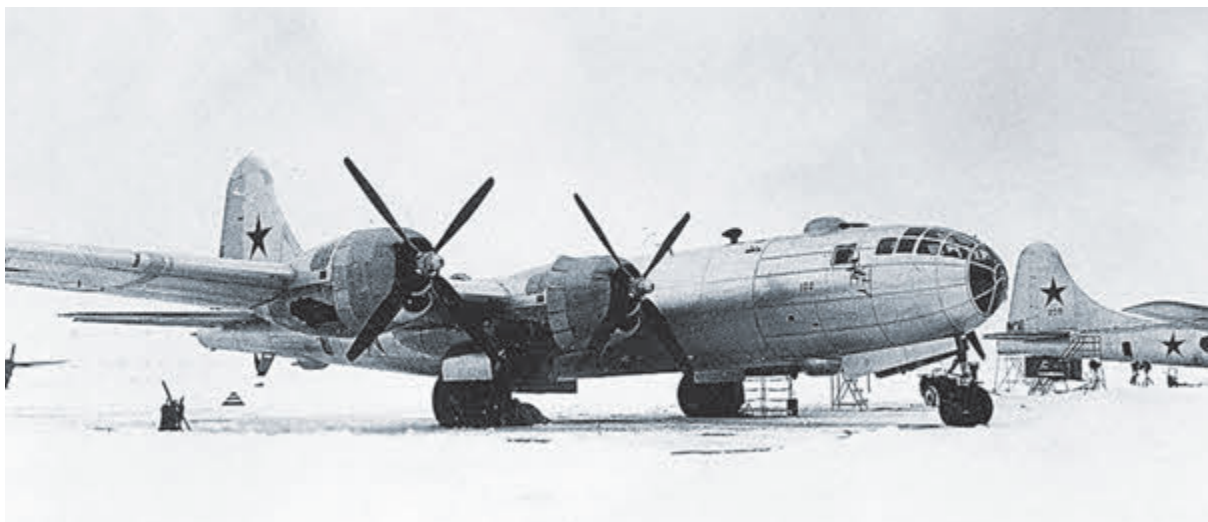
Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород / Екатеринбург
www.dipaul.ru / micro.dipaul.ru / micro@dipaul.ru / тел. (812) 702-12-66

Обратный отсчет

Тестовое оборудование как средство
обратного проектирования

A Tu-4 bomber is shown in flight against a dark, starry night sky. The aircraft is positioned in the center of the frame, flying from left to right. Below the sky, a range of rugged, snow-covered mountains is visible. The entire scene is reflected in a body of water at the bottom of the image, creating a symmetrical effect. The overall color palette is dominated by deep blues and blacks, with white highlights on the snow and the stars in the sky.

В мае 1947 года свой первый полет совершил новейший советский стратегический бомбардировщик ТУ-4. Созданный в кратчайшие сроки, он стал локомотивом для нескольких отраслей советской промышленности, а некоторые вообще обязаны ему своим рождением. Не будет преувеличением сказать, что над созданием этого самолета работала вся страна. Чтобы понять, насколько масштабную перестройку пришлось пережить отечественной промышленности, достаточно вспомнить, что благодаря разработке ТУ-4 в стране фактически появилось отсутствовавшее до этого производство пластмасс. Целые сектора народного хозяйства переводились на новые технологии — от легкой промышленности до тяжелого машиностроения. Переписывались существующие нормативы, появлялись новые ГОСТы, и все это ради одного изделия.



Советский стратегический бомбардировщик ТУ-4

Вообще же термин «разработка» в данном случае не совсем применим. В реальности ТУ-4 стал результатом масштабной работы, которую теперь принято называть «обратным проектированием». Проще говоря, советский самолет стал результатом почти полного копирования американского бомбардировщика В-29. Сделано это было, как гласит легенда, по личному приказу Иосифа Сталина. Стало ли катализатором процесса именно это, или же сам метод «обратного проектирования» доказал в данном случае свою состоятельность — история умалчивает.

Однако самый сложный комплекс работ был завершен в небывало короткий срок: создание сверхсложного самолета заняло всего два года.

От исторических свершений перейдем в день настоящий. Примеров «обратного проектирования» на каждом шагу пруд пруди. Прежде всего, конечно, на виду у всех «трудные подвиги» китайских производителей. Товарищи из Китая без стеснения применяют данные методы проектирования, не особенно скрываясь и демонстративно не замечая протестов всего остального мира. Тут вам и копии

породистых британских Range Rover по цене «Лады Приора», и целая плеяда «собственных» китайских разработок, до боли напоминающих iPhone.

Но это, скорее, негативные примеры, больше имеющие отношение к промышленному воровству, нежели к какому-либо проектированию.

Обратное проектирование (reverse engineering), особенно в сфере электроники, в действительности весьма серьезный инструмент разработки. Зачастую — единственный.



Американский бомбардировщик В-29



Range Rover Evoque



Китайский клон Evoque — Landwind X7

Вот простой пример, весьма актуальный для многих российских предприятий, в особенности работающих в оборонной тематике. Какое-то время назад (предположим, в 80-е годы прошлого века, а может, и раньше) предприятие выпустило партию электронных модулей. Эти изделия, в соответствии с их предназначением, были отправлены заказчику (допустим, для использования на кораблях ВМФ) и добросовестно служили на протяжении нескольких десятков лет. Постепенно эти модули выходили из строя и заменялись исправными

из комплектов ЗИП. Разумеется, со временем запас ЗИП истощился, и вся партия изделий вернулась на предприятие для диагностики и ремонта. И вот тут выясняется, что времени прошло много, часть документации утеряна при переезде несколько лет назад, людей, которые разрабатывали эти блоки, уже нет на предприятии, а тех компонентов, которые использовались для изготовления этих блоков, уже не найти (элементная база изменилась кардинально). В итоге имеем весьма нетривиальную задачу для инженерно-технической службы предприятия.

Чтобы локализовать неисправности и понять их причины, необходимо точно представлять принцип работы изделия. Вот здесь и выходит на сцену метод обратного проектирования. Имея готовый электронный модуль, необходимо восстановить хотя бы часть документации на него: электрическую схему, топологию, перечни элементов, карты режимов работы и т. д.

Это всего лишь один из примеров, когда обратное проектирование может быть применено. В некоторых случаях альтернатива ему отсутствует.

Как и любые инженерные изыскания, обратное проектирование может осуществляться различными методами, отличающимися степенью автоматизации. Если обычное, «прямое» проектирование — это путь от программно-документальной стадии до аппаратной, то проектирование обратное начинается со стадии готового изделия. Время, за которое будет проделана эта работа, а также ее эффективность напрямую зависят от того, насколько велика степень автоматизации процесса. Здесь можно провести аналогию с прямой

разработкой электрической схемы устройства: можно считать все его каскады вручную, а можно использовать системы автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяют ускорить данный процесс многократно.

В обратном проектировании — та же ситуация. Только инструменты, позволяющие автоматизировать и ускорить процесс проектирования, носят аппаратный, а не программный характер. Проще говоря, это не САПР, это оборудование.



Система рентгеновского контроля Nordson Dage Quadra 7 с возможностью послойного анализа печатной платы



Системы TAKAYA на предприятии Siemens в г. Амберг (Германия)



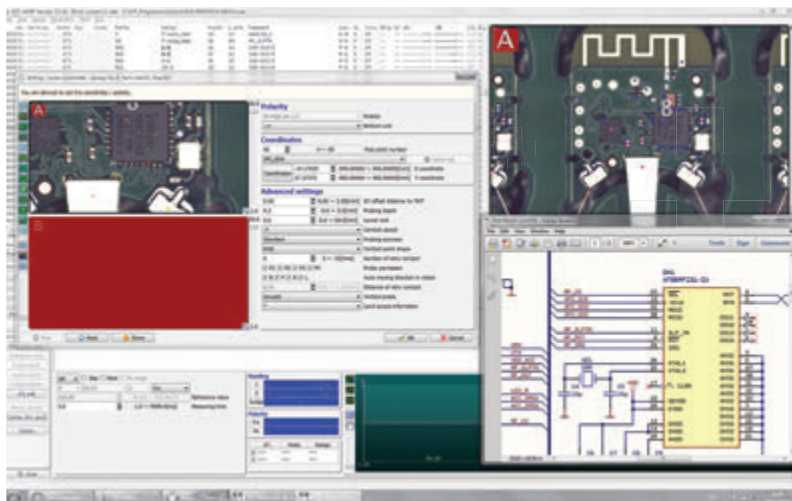
Система TAKAYA APT-1400F

Специального оборудования, предназначенного исключительно для осуществления обратного проектирования, нет (во всяком случае, в области разработки и производства радиоэлектроники). Однако под эти задачи вполне подходят автоматизированные средства контроля, диагностики и тестирования. К примеру, для повторения топологии имеющейся печатной платы в ряде случаев может быть использована установка рентгеновского контроля с возможностью послойного анализа печатных плат.

Но полную информацию об электронном модуле одна лишь топология дать не может. Другое дело — электрическая принципиальная схема, которая является конечной целью обратного проектирования электронных устройств. Именно расчет схемы съедает львиную долю времени на этапе разработки. И как раз в этой работе наиболее целесообразно применение автоматизированных методов. Большим подспорьем здесь станет применение систем с «летающими щупами» (flying probes), которые имеют возможность обратного проектирования. Стоит упомянуть, что системы с «летающими щупами» — это оборудование, предназначенное, в первую очередь, для тестирования



Интерфейс программной оболочки
ТАКАУА АРТ-1400F



печатных узлов, поэтому далеко не всех производители подобных установок оснащают их функционалом для обратного проектирования, так как это требует создания дополнительных программных модулей и средств обработки информации. Однако некоторые прямо декларируют возможность использования своих систем для таких задач. Один из лидеров в этом направлении — японский производитель ТАКАУА. Именно эти системы используются на большинстве европейских предприятий, специализирующихся на обратном проектировании электронных систем.

Если рассматривать системы ТАКАУА с точки зрения инструмента обратного проектирования, то их явным

преимуществом являются программные модули, специально созданные под эти специфические задачи. Вкупе с высокоточной оптической системой и прецизионной системой тестовых щупов это позволяет «снимать» электрическую схему с готовой платы с минимальными затратами по времени. Интеллектуальная система анализа входных данных позволяет «распознавать» информацию о цепях, соединениях, связях, «снимаемых» с печатных плат, а также считывать информацию об установленных на них компонентах, вплоть до режимов их работы.

Но, вопреки восторженным ожиданиям, на практике процесс обратного проектирования в любом случае требует

квалифицированного участия разработчика. Превращение данных, полученных при помощи системы с «летающими щупами», в полноценную схемную документацию требует их детального анализа и адаптации. Можно сказать, что при помощи АРТ-1400F можно получить качественную заготовку для дальнейших изысканий, а финальная стадия работы все же ложится на плечи специалиста. Однако применение автоматизированных методов разработки, одним из которых является ТАКАУА АРТ-1400F с возможностью обратного проектирования, помогает в разы сократить временные затраты и повысить точность финальных расчетов. 📐

Магазин инноваций

Инновационный магазин для поддонов Agilis™ ATM8 от компании Mursionic

В целях повышения эффективности и гибкости производства электроники компания Mursionic разработала инновационный магазин для поддонов Agilis™ ATM8. Являясь новейшим пополнением семейства Agilis, это компактное устройство предназначено для работы с небольшим и средним количеством поддонов. Магазин ATM8, занимая в установщике компонентов всего один слот, вмещает до восьми поддонов JEDEC.

Основные преимущества ATM8:

- использование технологии Agilis™;
- каждое устройство вмещает до восьми поддонов JEDEC;
- наличие уникальных чип-идентификатора и штрих-кода на каждой паллете;
- занимает только один слот в установщике компонентов;
- возможность подключения нескольких магазинов ATM к одному установщику компонентов.

Простота эксплуатации

Поддоны меняются или пополняются менее чем за минуту (о необходимости замены конкретного поддона сигнализирует светодиодный индикатор). Необходимо лишь отключить ATM нажатием синей кнопки, открыть дверцу, заменить паллету с поддоном, закрыть дверцу и включить ATM. Установщик продолжит монтаж компонентов, не находящихся в поддоне отключенного ATM. Кроме того, магазин ATM легко подключается в другой слот установщика или даже к другому установщику.

Паллеты для работы с поддонами разной высоты

Для работы с поддонами разной высоты предусмотрено пять видов паллет. Чаще всего используются паллеты 1/4", пригодные для работы со стандартными JEDEC-поддонами. Также имеются паллеты для работы с поддонами 1/2", 3/4", 1" и 1,7". При необходимости использовать поддон другой высоты под поддон размещаются разделители высотой 2, 5 или 10 мм. Каждая паллета оснащена уникальным чипом-идентификатором и соответствующим штрих-кодом, что делает процесс загрузки компонентов еще более простым и надежным, как в случае работы со всеми питателями Agilis.

Совместимость

Магазин ATM8 совместим с установщиками компонентов серий MY100-, MY100e- и MY200, работающих на TPSys 3.3 или более поздней версии.



Магазин TEX: средние и крупные серии, вместительный (32 поддона на два слота)

Комментарий специалиста



Кирилл Пантелеев,
руководитель сервисной службы
компании «Диполь»
panteleev@dipaul.ru




Стол-питатель: ориентирован на малые серии,
занимает много места (два-три поддона на
один слот)

Магазин ATM8 заполняет пробел в линейке питателей для матричных поддонов. Ранее существовало три способа монтажа компонентов из данного носителя:

- установка поддона на сборочный стол рядом с печатной платой (как правило, не более одного);
- использование стола-питателя, который занимает от одного до трех слотов установщика компонентов (один слот — до двух поддонов, два слота — до пяти поддонов, три слота — до восьми);
- использование магазина для поддонов TEX, занимающего два слота и вмещающего до 32 поддонов.

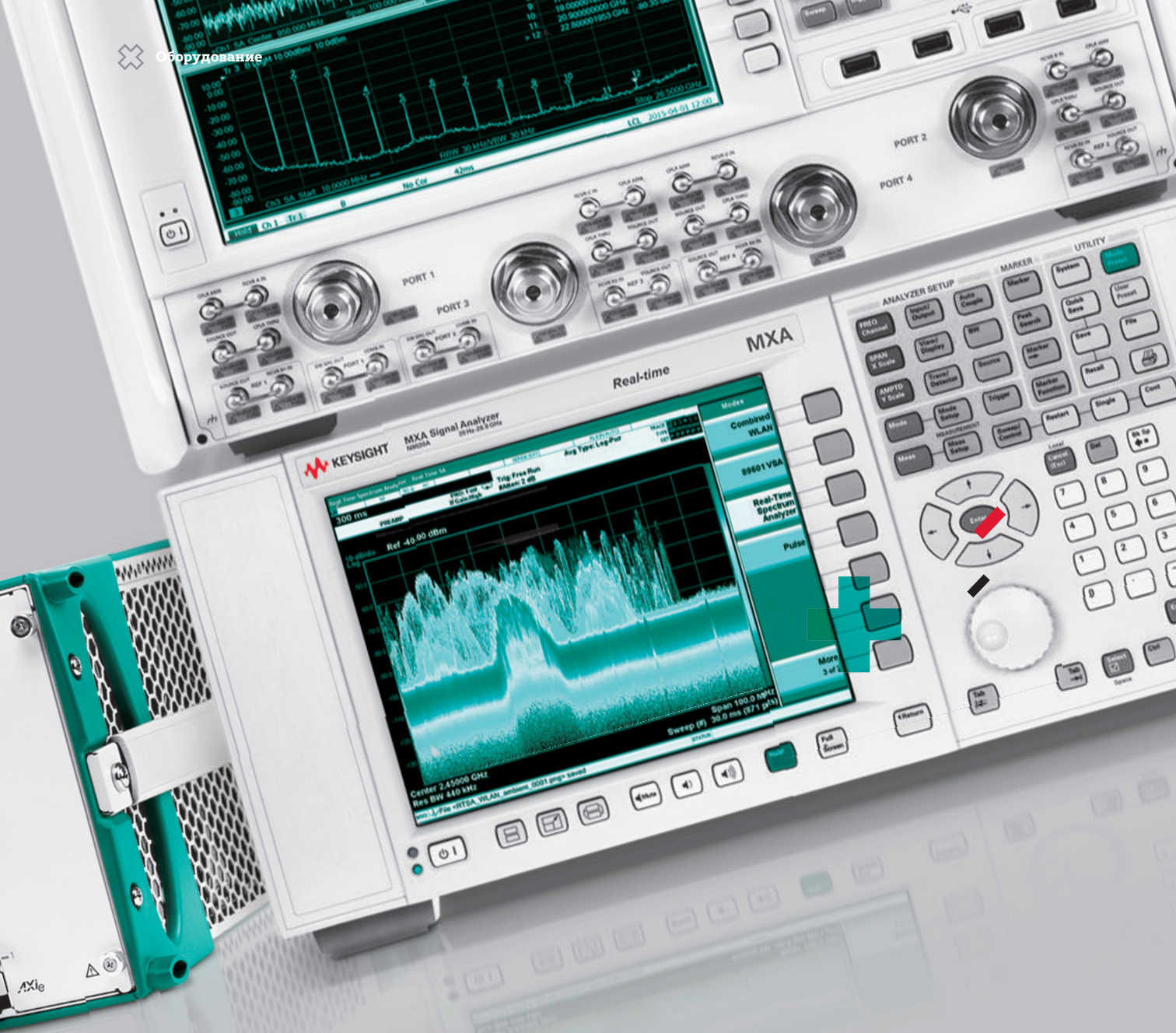
Учитывая сказанное, ATM8 является золотой серединой, позволяя использовать до восьми поддонов и занимая всего один слот. За счет уменьшения количества слотов, задействованных для размещения поддонов, появляется возможность монтировать более сложные изделия, не прибегая к замене питателей во время сборочного цикла.

Компания «Диполь», многолетний партнер MYCRONIC в России, уже проводит консультации и принимает заказы на данный продукт. 



Магазин ATM: малые и средние серии,
компактный (восемь поддонов на один слот)

✕ Обрудование



Под одну гребенку

Выбор правильного форм-фактора
контрольно-измерительных приборов



Определение «система тестирования» охватывает миллионы разнообразных комбинаций контрольно-измерительных приборов, программного обеспечения и тестируемых устройств, возможных при реализации конкретных программ тестирования. Каждая система тестирования создается исходя из используемой технологии, назначения конкретного изделия, а также этапа жизненного цикла тестируемого устройства, и может быть предназначена для исследований, обоснования, проверки изделия или же



Александр Чумадин, технический специалист компании Keysight Technologies, Inc

применяться в процессе его серийного производства. Некоторые тестовые системы создаются для контроля изделий широкого потребления, таких как смартфоны и планшеты, что и определяет предъявляемые к ним требования — высокую пропускную способность, низкую стоимость, простоту конфигурирования и модернизации. Другие системы, предназначенные, например, для тестирования бортовой аппаратуры спутников, могут стоить несколько миллионов долларов и отличаться высокой сложностью, так как они должны

обеспечивать высокое качество измерений, чтобы гарантировать функционирование спутника, точность и воспроизводимость работы полезной нагрузки на орбите. Учитывая приведенные примеры, а также бесконечное количество возможных промежуточных вариантов тестовых систем, можно с уверенностью утверждать, что какой-либо один тип контрольно-измерительной системы не способен обеспечить удовлетворение всех потребностей, связанных с тестированием. В настоящей статье, которая одновременно является «Руководством по применению», рассмотрены те преимущества, которые дает правильный выбор форм-фактора аппаратного обеспечения и соответствующих программных продуктов.

Системы тестирования могут состоять исключительно из настольных или модульных контрольно-измерительных приборов (КИП) или же могут представлять собой комбинацию этих двух платформ (гибридная система). Каждый из вариантов обладает своими преимуществами, которые проявляются при определенной модели применения. В течение цикла от начала разработки потребительского устройства или специализированного изделия до его окончательных испытаний и передачи в производство требования, предъявляемые к процессу тестирования, могут меняться. Возможность регулировки настольных измерительных приборов при помощи органов управления, находящихся

на передней панели, является значительным преимуществом для разнообразных систем тестирования, применяемых в процессе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Когда же процесс разработки приближается к окончательной версии изделия, измерения становятся типовыми, и основное требование касается воспроизводимости результатов. Также при проведении испытаний больших партий устройств часто имеет место переход от настольной конфигурации тестовой системы к модульным решениям — с целью повышения пропускной способности, увеличения количества подключений для каналов или устройств, а также уменьшения габаритов всей системы.

ГИБКОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ



Простота
настройки

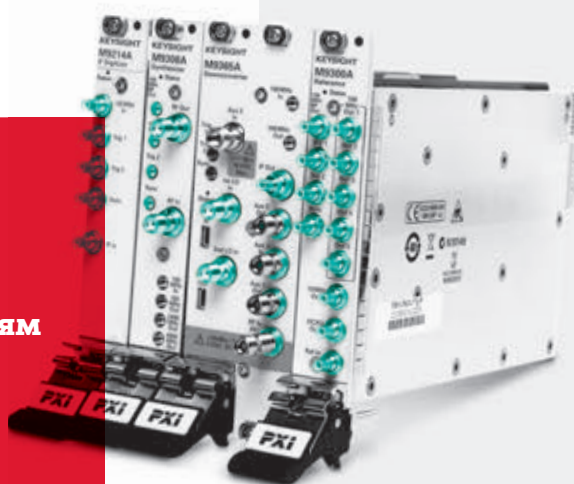
Обширный
функционал

Управление
с лицевой
панели

прибора

Возможность
объединения

Рис. 1. Возможности настольных и модульных приборов



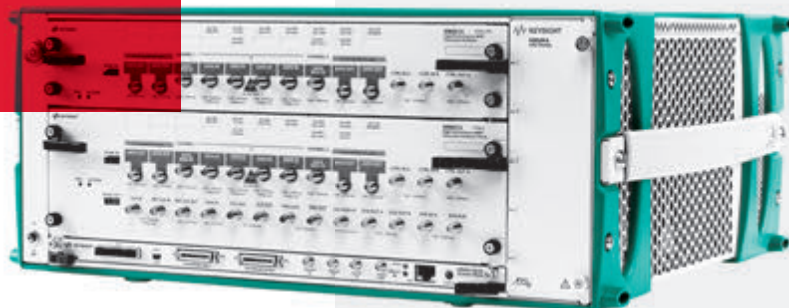
Многоканальность

**Быстрый доступ
к новым технологиям**

**Компактность
оборудования**

**Гибкость
и реконфигурируемость**

Простота обновления



МАКСИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ

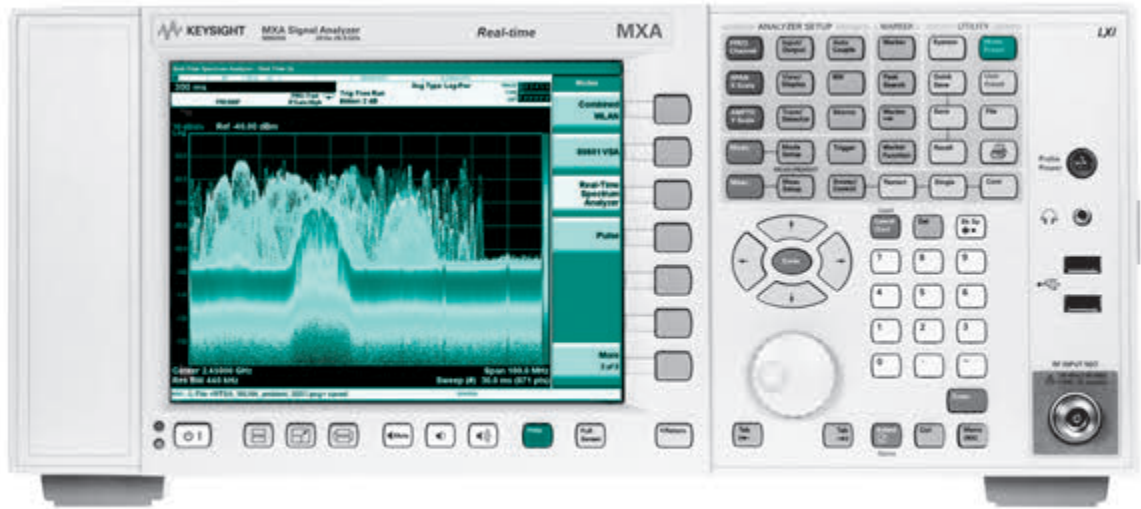


Рис. 2. Системы тестирования на базе настольных измерительных приборов

Системы тестирования на базе настольных КИП

Инженеры, выполняющие НИОКР по разработке изделий, используют преимущества настольных КИП, которые представляют собой удобный и готовый к использованию инструмент. На передней панели настольного прибора расположен привычный дисплей, а также кнопки и ручки управления, которые используются при тестировании и позволяют изменять функциональность устройства и его рабочие характеристики. Возможности коррекции измерений или тестов жестко определены и последовательно вносятся с целью совершенствования или повышения эффективности разработки. Обязательным условием успешной разработки нового устройства является уверенность в точности

измерений, выполняемых при помощи настольных КИП. Прикладное программное обеспечение (ПО), используемое в настольных измерительных приборах, обеспечивает дополнительные преимущества: реализацию в алгоритмах измерений накопленного практического опыта, простоту конфигурирования, а также возможность добавления или редактирования измерений, входящих в последовательность тестирования конкретного устройства. Прикладное ПО, установленное в настольных КИП, позволяет экономить время и обеспечивает точность, воспроизводимость и надежность результатов, полученных при выполнении тестовых последовательностей.



Системы тестирования на базе модульных КИП

При проведении тестирования большого количества устройств проявляются преимущества, свойственные модульным КИП. Они могут быть запрограммированы на автоматическое выполнение последовательности измерений, когда коррекция испытательных сигналов и мониторинг результатов тестирования осуществляются программным способом. При этом возможно одновременное тестирование нескольких устройств, для чего требуются системы с наибольшим количеством входных сиг-

налов и измерительных каналов. Результаты измерений от нескольких каналов или устройств могут быстро передаваться и синхронизироваться при помощи одной объединительной платы с высоким быстродействием, благодаря чему сокращается длительность тестирования в процессе производства и уменьшаются затраты. При помощи соответствующих синхросигналов и методов легко обеспечивается когерентность фаз, необходимая в сложных установках, используемых, например, при тести-

ровании диаграммы направленности антенны. Системы, состоящие из нескольких модульных КИП, обычно характеризуются намного более низкой потребляемой мощностью и занимают меньший объем по сравнению с системами аналогичной конфигурации, выполненными на базе настольных приборов. Многоканальные модульные системы тестирования не имеют дублирующих дисплеев и источников питания, благодаря чему облегчается их размещение на производственных участках.

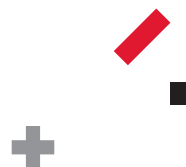


Рис. 3. Системы тестирования на базе модульных измерительных приборов

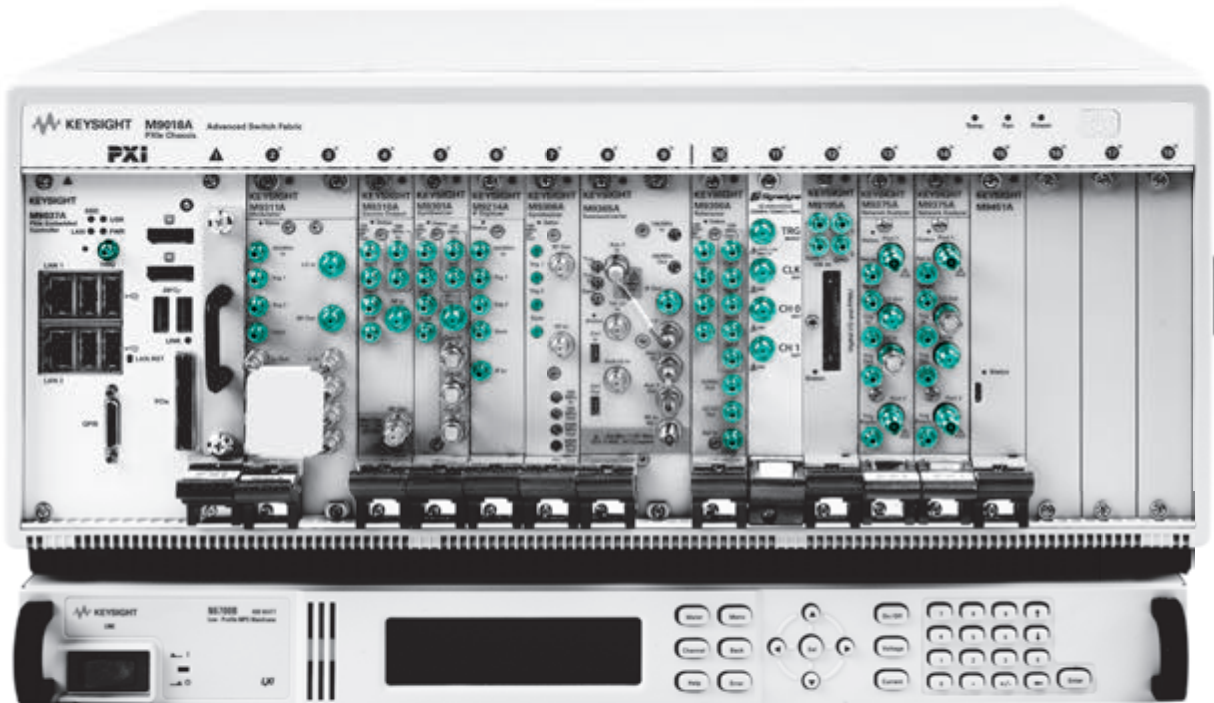


Рис. 4. Гибридные системы тестирования

Гибридные системы тестирования

Многие инженеры-испытатели сталкиваются с задачей внесения изменений в аппаратном и программном обеспечении системы тестирования, когда происходит переход от ее использования при разработке к использованию в процессе производства. Правильный выбор настольных и модульных КИП, аналогичных по своим измерительным возможностям и структуре команд, позволит сэкономить огромное количество времени и средств, а также исключить необходимость переписывания ПО и разработки полностью новой системы тестирования. Независимо от того, какие КИП и ПО были выбраны для сис-

темы тестирования, целью инженеров-испытателей является использование такого оборудования и ПО, которые способны обеспечить надежные и достоверные результаты. Использование в системах тестирования прикладного ПО, обеспечивающего выполнение измерений как в настольных, так и в модульных приборах, является более оптимальным с точки зрения достижения сходства систем тестирования, используемых при разработке и в процессе производства. Единая аппаратная платформа редко является правильным решением для разных сценариев тестирования. По этой причине Keysight Technologies предлагает

своим заказчикам как традиционные настольные КИП, так и широкий выбор модульных приборов и сопутствующего ПО. Компания предоставляет постоянно расширяющийся ассортимент модульных измерительных приборов в форматах PXI и AXIe, в которых применяются те же методы измерений, которые были реализованы при создании настольных КИП. Возможности модульных измерительных приборов обеспечивают выполнение всех измерений, необходимых для тестирования современных изделий, создаваемых с применением аналоговых, цифровых, ВЧ- и СВЧ- технологий.

Почему модульные приборы?

Модульные измерительные приборы в форматах PXI и AXIe находят все более широкое применение в системах тестирования в силу нескольких причин. Платформы PXI и AXIe позволяют удовлетворить потребность инженеров-испытателей в увеличении скорости измерений и передачи данных, а также в синхронизации приборных модулей. По сравнению с настольными КИП платформа PXI обеспечивает расширение функциональности, увеличение количества входных сигналов и измерительных выходов, а также позволяет реализовать большее число каналов при меньшем занимаемом объеме. Объединительная плата шасси формата PXIe создана на основе архитектуры компьютерного стандар-

та PCI Express® (PCIe) и использует преимущества этой широко используемой технологии для повышения пропускной способности и скорости передачи данных. Шина PCIe обеспечивает выполнение соединения, при этом каждое такое соединение может содержать одну и более двунаправленных линий связи (×1, ×2, ×4, ×16 или ×32). Примером общепринятого обозначения для восьмилинейного соединения является «×8». Шина PCIe представляет собой канал «точка-точка», соединяющий два одиночных компонента, и обеспечивает повышенную скорость передачи данных по сравнению со структурой, в которой предусмотрены многоточечные подключения к общей шине.

Таблица.1. Скорость передачи в одиночном соединении с одной линией (×1) стандарта PCIe различных поколений

| СТАНДАРТ | Скорость передачи в одиночном соединении с одной линией (×1) |
|----------------|--|
| PCIe 1.0 | 250 Мбит/с |
| PCIe 2.0, Gen2 | 500 Мбит/с |
| PCIe 3.0, Gen3 | 1 Гбит/с |

Скорость передачи в одиночной линии шины стандарта PCIe 1.0 составляет 2,5 Гбит/с. После кодирования теоретическая скорость передачи данных может достигать 250 Мбит/с. Шина стандарта PCIe 2.0, которую также еще называют PCIe Gen2, обеспечивает удвоение скорости передачи, т. е. для каждой линии этот показатель может достигать значения в 500 Мбит/с. Шина третьего поколения (Gen3) может работать еще быстрее за счет более эффективного кодирования данных, и предполагаемая скорость передачи достигает 1 Гбит/с. Все указанные выше скорости передачи данных относятся к соединению с одной линией. Для соединения ×8 PCI Express Gen2 скорость передачи данных

теоретически может достигать 4 Гбит/с. Еще одним стандартом, используемым в модульных измерительных приборах, является расширение AdvancedTCA® для измерительного и тестового оборудования (AXIe). Локальная шина AXIe может поддерживать до 62 дифференциальных сигнальных линий, обеспечивая очень большую скорость передачи данных, что важно при решении задач, связанных с интенсивным обменом данными. Примером может служить потоковая передача данных от дигитайзера к ПЛИС или модулю памяти. Такие выдающиеся характеристики быстродействия необходимы для достижения скоростей тестирования, требуемых для новых и перспективных контрольно-измерительных систем.



Рис. 5. Отрасли, в которых предпочтительно использование модульных систем

Синхронизация работы нескольких КИП является сложной задачей. Многоканальные установки требуют очень точной синхронизации по времени между приборами, которой легче всего достичь при помощи общей объединительной платы

Поскольку увеличивается количество необходимых каналов, усложняется процесс разработки и выполнения тестов, что приводит к повышенным требованиям к корреляции между каналами измерительной системы и к дополнительному оборудованию, которое обеспечивает работу с несколькими каналами. Модульные КИП в форматах PXI и AXIe оптимально подходят для применения в тестовых установках с большим количеством каналов вследствие их архитектуры, малого размера, возможности масштабирования и возможностей синхронизации модулей. В частности, синхронизация работы модулей обеспечивает расширенные измерительные возможности для перспективных многоканальных установок. Компактные размеры и масштабируемая конфигурация приборов в формате

PXI позволяют инженерам-испытателям создавать системы тестирования, не только полностью соответствующие текущим потребностям, но также предусматривающие добавление модулей для увеличения количества каналов или КИП по мере того, как в будущем будут изменяться требования, предъявляемые к данной системе тестирования.

Синхронизация работы нескольких КИП является сложной задачей. Многоканальные установки требуют очень точной синхронизации по времени между приборами, которой легче всего достичь при помощи общей объединительной платы. Модульная архитектура форматов PXI и AXIe поддерживает взаимодействие между приборами, включая передачу данных и синхросигналов через объединительную плату стандарта PCIe. Сигналы синхронизации

ции PXIe являются дифференциальными и поступают на высокоскоростную объединительную плату через разъемы с усовершенствованной дифференциальной структурой (ADF). Более точное согласование модулей по времени достигается за счет соединителей ADF, обеспечивающих высокое быстродействие и использование дифференциальных сигналов. Согласно спецификации, платформа PXIe характеризуется максимальной задержкой между слотами в 200 пикосекунд при подключении дифференциальных пусковых сигналов по схеме «звезда» и опорному сигналу 100 МГц. Пусковые сигналы и тактовые импульсы, передаваемые

через объединительную плату формата PXIe, обеспечивают временную и фазовую синхронизацию нескольких КИП, используемых в сложных многоканальных установках.

Примером системы тестирования в формате PXIe с большим количеством каналов является система для тестирования нескольких антенн, где комплект ВЧ-оборудования включает в себя несколько векторных генераторов сигналов, несколько векторных анализаторов сигналов или устройства обоих этих типов. Использование модульных КИП при решении этой практической задачи позволяет добиться следующих преимуществ:

- быстрая загрузка сигналов через объединительную плату в формате PXIe, благодаря чему ускоряется процесс многоканального тестирования;
- компактный размер и возможность масштабирования, что позволит осуществить модификацию системы при потребности в дополнительных каналах или изменении требований, предъявляемых к проводимым тестам;
- синхронизация векторных генераторов и анализаторов сигналов для пространственного мультиплексирования MIMO;
- комплексные преимущества, обусловленные высоким быстродействием объединительной платы формата PXIe и улучшенными характеристиками ВЧ-тракта современных

модульных приборов, которые позволяют выполнять измерения с высокой точностью при значительном сокращении временных затрат;

- возможность осуществлять синхронизированные, фазово-когерентные измерения в ВЧ-системах, имеющих несколько передатчиков или приемников.

По мере того как происходит развитие архитектур форматов PXI и AXIe, внедрение новых модульных КИП и ПО позволяет расширить возможности тестирования, одновременно упростив и ускорив процесс настройки тестовой системы и повысив ее надежность. Модульные системы представляют собой техническое решение, позволяющее инженерам-испытателям быстрее завершить подготовку системы тестирования и перейти к проведению тестов.

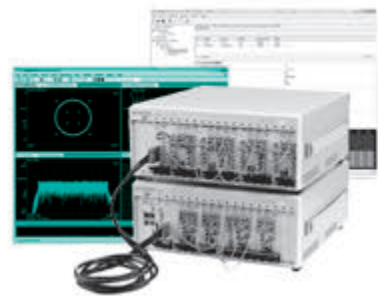


Рис. 6. Компактная система из четырех векторных генераторов сигналов и четырех векторных анализаторов сигналов или система из восьми векторных генераторов, использующая ПО 89600 VSA и Signal Studio



Таблица. 2. Модульные решения Keysight

| ПРОДУКТЫ | МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ | | | | |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|------------------|--|---------------------------------|
| | Тестирование усилителей мощности | Тестирование технологий LTE-A CA/MIMO | Тестирование ФАР | Тестирование радиосвязи гражданского и военного назначения | Наблюдение спутниковых сигналов |
| РЧ- и СВЧ-приборы | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Высокоскоростные цифровые устройства, ЦАП и АЦП | | | ✓ | | |
| Шасси, переключатели и базовые приборы | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| ПО | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Типовые модульные решения

Как уже говорилось, форматы PXI и AXIe характеризуются непревзойденной гибкостью в использовании, поскольку позволяют интегрировать в систему самые разнообразные КИП и ПО. Столь обширный набор вариантов и комбинаций продуктов приводит к сложности выбора и проверки рабочих характеристик различных конфигураций модульных приборов и ПО. Компания Keysight предлагает своим пользователям типовые решения — наборы аппаратного и программного обеспечения для решения конкретных задач, эффективность которых проверена и подтверждена практическим применением.

Эти признанные рынком решения позволяют оптимизировать использование прецизионных настольных и

модульных приборов, а также необходимого ПО для реализации таких задач, как многоканальное тестирование агрегации несущих/MIMO в сетях LTE-A, тестирование усилителей мощности, фазированных антенных решеток, радиостанций, используемых военными и службами безопасности, а также мониторинга спутниковых сигналов. Основным преимуществом типовых решений является экономия времени, связанная с отсутствием затрат на выбор и интеграцию приборов и устройств. По мере добавления или создания новых систем для тестирования высокопроизводительные типовые решения помогут инженерам-испытателям строго выдерживать рабочие графики и выполнять все требования, предъявляемые к проводимым тестам.



Рис. 7. Измерительное ПО серии X

Рис. 8. Воспроизведение сигнала на векторном генераторе сигналов через разветвитель и анализ данного сигнала с помощью двух анализаторов сигналов различных платформ, работающих с ПО серии X →

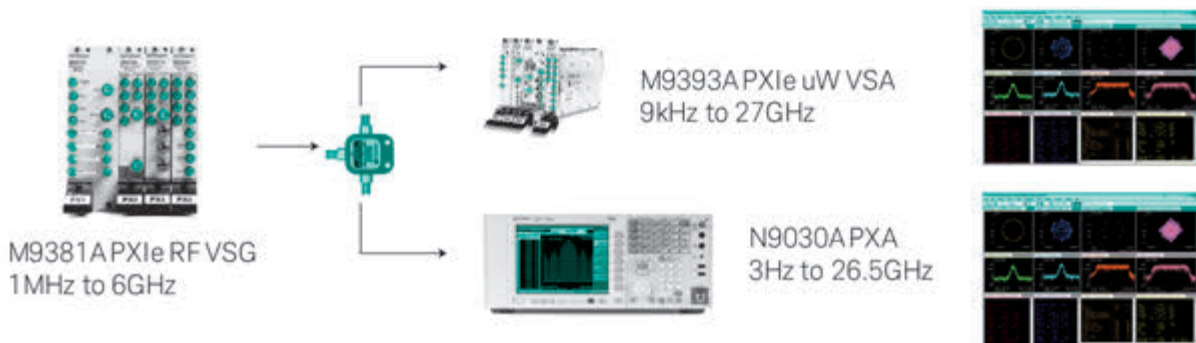
Измерительное ПО и совершенствование процесса тестирования

Программные приложения, утилиты и сопутствующие программные средства для модульных измерительных приборов обеспечивают обширные дополнительные возможности как для программистов тестовых систем, так и для их пользователей. ПО обеспечивает управление модульной системой и предоставляет средства для просмотра и анализа результатов. Активное использование программных приложений характерно для инженеров-испытателей, которые стремятся получить результаты как можно быстрее, не переписывая при этом все ПО системы. Программные драйверы модульных КИП позволяют программистам тестовых систем создавать или добавлять специализированные измерения или блоки управления. Как ПО, так и драйверы КИП обладают достаточной гибкостью, позволяющей выполнить конфигурирование и программирование системы тестирования в соответствии с потребностями, возникающими при решении конкретной практической задачи.

Драйверы КИП и измерительные приложения, предлагаемые компанией Keysight, предназначены для использования как в настольных, так и в модульных измерительных приборах, благодаря чему обеспечивается преемственность ПО систем тестирования. ПО изначально создается в процессе исследований и разработки, а затем переносится в системы тестирования на производстве. Примером прикладного ПО, которое может использоваться и в настольных, и в модульных приборах, является измерительное ПО Keysight серии X, которое включает в себя специализированные приложения GSM/EDGE/Evo, W-CDMA/HSPA+, LTE FDD и др. Применение измерительных приложений серии X не требует написания ни единой строчки дополнительного кода, что делает управление модульными КИП таким же простым, как и управление настольными приборами, которые оснащены передней панелью. Программные приложения и драйверы для модульных систем Keysight позволяют

минимизировать время разработки измерительной системы и гарантируют получение согласованных и достоверных результатов, сопоставимых с измерениями модульных и настольных приборов с соответствующим ПО.

Во многих случаях возникает необходимость использовать в рамках одной системы тестирования измерительное прикладное ПО нескольких типов. Примерами таких случаев могут служить ситуации, когда требуется обеспечить выполнение дополнительных измерений спектра или тестирование сигнала в неподдерживаемом формате или импортировать результаты измерений из другого приложения. Это может создать проблему для инженеров-испытателей, которые будут вынуждены интегрировать в систему дополнительные программные приложения. Компания Keysight гарантирует операционную совместимость своего ПО с другими программными приложениями, а также допускает его использование в различных средах программирования.



Стандарты PXI гарантируют взаимозаменяемость измерительных приборов разных производителей

Спецификация PXI System Alliance включает в себя стандарты PXI и общие принципы, гарантирующие взаимозаменяемость КИП формата PXIe. Стандарты PXI созданы на основе уже существующих стандартов, включая PCI и compact PCI. Использование существующего и широко распространенного стандарта PCI выгодно для архитектуры PXI по следующим причинам:

- Инженеры-метрологи и испытатели, работающие с технологией PXI, получают преимущество использования готовых компонентов PCI, методов обнаружения устройств и программных средств, разработанных для пользователей шины PCI.
- Использование в ПК и устройствах формата PXI одинаковых высокоскоростных шин связи упрощает их подключение, обнаружение устройств и установку драйверов.
- Четко определены многие параметры механической части, в том числе расстояние между разъемами, форм-фактор модулей, типы разъемов и разводка контактов.
- Расширения PXI включают в себя функции поддержки высокоэффективных сигналов запуска и синхронизации стандарта PXI Express при обеспечении требований к обратной совместимости для модулей PXI более ранних выпусков.

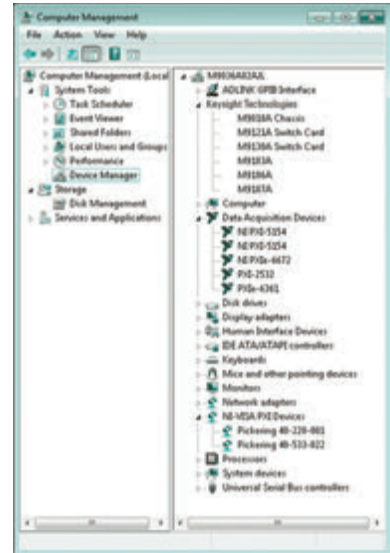


Рис. 9. Менеджер устройств для подключения приборов

- Эти стандарты гарантируют возможность интегрирования в одной системе тестирования модулей и шасси разных производителей.

Преимуществом систем тестирования форматов PXI и AXIe является возможность использования стандартных утилит для шины PCI. В модульных системах форматов PXI и AXIe для определения статуса шины, включая состояние подключенных модульных измерительных приборов, используется стандартное приложение — диспетчер устройств Windows. Он обеспечивает отображение любого устройства, подключенного к шине

PCI, даже до того, как будет установлен драйвер модульного КИП. После установки драйверов для всех измерительных приборов отдельные устройства PCI будут отображаться при помощи соответствующих пиктограмм, а также будет выводиться базовая информация производителя устройства. Если модульный КИП подключен к шине PCI, но его драйвер не установлен или в процессе установки драйвера возникла какая-либо проблема, то такой прибор будет показан в окне диспетчера устройств пиктограммой желтого цвета (рис. 9).



Преимущества использования ПО с открытой архитектурой

Диспетчер устройств является удобным средством для первоначального просмотра модулей, установленных в объединительную плату шасси формата PXI. Однако это приложение не позволяет определить расположение модулей в конкретном шасси или слоте. В тех случаях, когда в одном шасси установлено несколько одинаковых модулей, для определения положения каждого из них инженер-испытатель может воспользоваться программой Connection Expert компании Keysight. Данное программное средство позволяет пользователям присваивать модулям псевдонимы, благодаря чему упрощается адресация модулей при программировании автоматизированных тестов. Поддерживается также операционная совместимость, благодаря чему обеспечивается распоз-

навание модулей, выпущенных разными производителями, кроме того, возможно программирование таких модулей для работы в составе одной системы тестирования.

Программные передние панели модульных КИП представляют собой инструментальные средства, позволяющие инженерам-испытателям без затруднений осуществлять подключение и конфигурирование устройств. Такие программные панели имеют ограниченный набор средств управления и просмотра измерений, которые предназначены для первоначального ввода приборов в эксплуатацию, проверки конфигураций или измерений. Другие программные утилиты, такие как библиотеки ввода/вывода, драйверыIVI и Command Expert, предоставляют инженерам-испытателям сред-

ства для программирования в выбранной ими среде, а также обеспечивают гибкость системы, позволяя разрабатывать для данной системы тесты, соответствующие требованиям конкретной практической задачи.

В настоящее время многообразие представленного на рынке контрольно-измерительного оборудования определяет два основных подхода к решению измерительных задач: создание систем на базе настольных и модульных приборов. Настоящие решения также возможно использовать совместно для создания гибридных измерительных систем.

В силу своей масштабируемости, простоты модернизации и высокой экономической эффективности измерительные системы на базе модульных приборов вызывают все больший интерес.

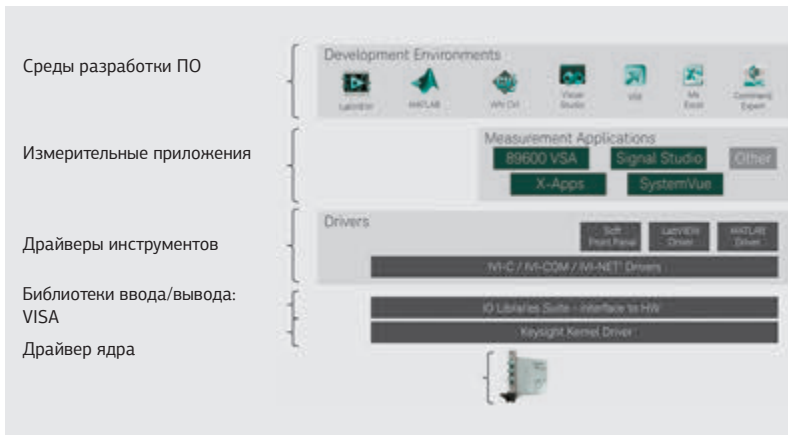


Рис. 10. Архитектура ПО для модульных систем

Полная совместимость измерительных приложений облегчает переход от настольных решений к модульным и открывает новые возможности в создании гибридных измерительных систем. ПО с открытой архитектурой позволяет инженерам создавать алгоритмы тестирования для решения любых практических задач.

Многолетний опыт в решении различных измерительных задач позволяет специалистам ГК «Диполь» совместно с фирмой Keysight Technologies выбрать максимально эффективное решение и определить, какой из описанных типов измерительных систем будет наиболее эффективен в каждом конкретном случае. ■

Область особого внимания

Мы продолжаем знакомить вас с материалами, посвященными базовым понятиям и подходам в использовании источников питания, современным решениям в данной области и уникальным функциям, помогающим решить самые сложные задачи при тестировании. В этом номере менеджер по развитию бизнеса и ведущий раздела по системам электропитания объединенного блока Keysight Technologies в России Алексей Телегин обсудит вопросы точности измерений потребления тока.





Алексей Телегин, ведущий блога по источникам питания Keysight Technologies

Влияние блокировочного конденсатора на величину тока утечки и время тестирования

Не секрет, что в последнее время стремительно растет спрос на все виды беспроводных устройств с питанием от аккумуляторных батарей, а также на компоненты, входящие в состав таких устройств. Энергоэффективность подобных решений и их компонентов должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить максимально возможную продолжительность функционирования и время работы в режиме ожидания при ограниченном запасе энергии в аккумуляторе. Важнейшим фактором увеличения продолжительности работы, в том числе в режиме

ожидания, является сведение к минимуму потребления тока в выключенном состоянии и величины тока утечки. Уровни тока составляют, как правило, десятки микроампер для устройств и порядка микроампера или меньше для компонентов. Проверка соответствия значений потребления тока в выключенном состоянии и тока утечки заданным условиям обычно осуществляется в процессе производства. Рынки беспроводных устройств с питанием от аккумуляторных батарей и компонентов для них подвержены жесткой конкуренции. В связи с этим продолжительность испытаний должна быть сокращена до минимума, особенно для компонентов. Как оказалось, правильный выбор блокировочного конденсатора в цепи питания, используемого или в самом тестируемом устройстве, или в тестовом приспособлении, способен оказать сильное влияние на величину тока утечки, особенно на время, необходимое для выполнения точных измерений тока утечки.



Многое было сделано для обеспечения максимальной емкости при малых габаритных размерах керамических и электролитических конденсаторов для их использования в качестве блокировочных конденсаторов. Следует отметить, что электролитические и керамические конденсаторы обладают значительной величиной диэлектрической абсорбции (DA). Данная нелинейная характеристика обуславливает большое значение изменяющегося во времени коэффициента заряда (при подаче напряжения на обкладку конденсатора) или разряда (при коротком замыкании). Традиционно это представляется в виде множества последовательных RC-цепочек с различной постоянной времени, подключенных параллельно основному конденсатору. Это приводит к тому, что при подаче или изменении напряжения конденсатору требуется

больше времени для установления стационарного состояния с близким к нулю значением тока. При проверке реального тока утечки на тестируемом устройстве перед каждым измерением приходится ожидать, пока ток на всех блокировочных конденсаторах не стабилизируется. В зависимости от продолжительности испытаний и используемого конденсатора это может привести к неприемлемо длительному времени ожидания.

Как они выглядят в сравнении? На рис. 1 показана зависимость от времени тока, протекающего через резистор 5,1 МОм (без конденсатора, с подключенным параллельно электролитическим конденсатором емкостью 100 мкФ или с подключенным параллельно пленочным конденсатором емкостью 100 мкФ) при воздействии входного сигнала с перепадом 5 В.



Рис. 1. Зависимость тока от времени для различных R-C нагрузок при воздействии входного сигнала с перепадом 5 В

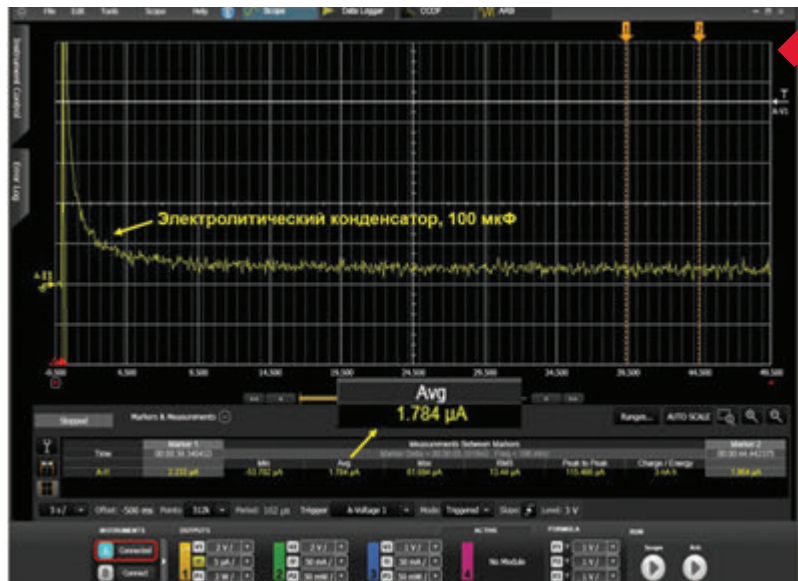


Рис. 2. Время установления для электролитического конденсатора емкостью 100 мкФ

Осциллограмма, соответствующая резистору 5,1 МОм (кривая «Без конденсатора»), служит базовой линией для сравнения влияния двух различных блокировочных конденсаторов на измерение тока утечки. Пленочный конденсатор имеет почти идеальные электрические характеристики по сравнению с аналогичным электролитическим или керамическим конденсатором. Он устанавливается в состояние, близкое к стационарному режиму, в течение 0,5–1 секунды. Через 3–3,5 секунды (положение маркера на рис. 1) вклад пленочного конденсатора в величину тока утечки составляет пренебрежимо малые 42 нА. Для сравнения: в этот момент времени ток электролитического конденсатора в четыре раза превышает ток, протекающий через резистор, и при этом далек от установившегося режима. Если вы когда-нибудь задавались вопросом, почему производители аудиоборудования в важных приложениях предпочита-

ют использовать высокоэффективные пленочные конденсаторы, то эффект диэлектрической абсорбции является одной из причин.

Итак, сколько времени требуется электролитическому конденсатору для установления в стационарный режим? На рис. 2 показан результат измерения тока электролитического конденсатора в течение более длительного времени. Примерно через 40 секунд ток, казалось бы, полностью стабилизировался, но при этом все равно вносит дополнительные 893 нА в величину установившегося тока утечки.

Так что же нужно делать, если потребуется провести измерение тока утечки? При тестировании беспроводных устройств необходимо знать, какого типа и номинала блокировочный конденсатор установлен в цепи. Скорее всего, это керамический конденсатор — пленочные конденсаторы имеют слишком большие размеры и высокую стоимость для использова-

ния в подобных целях. Определите, какое время требуется для установления конденсатора в стационарный режим. Кроме того, измерение величины тока в выключенном состоянии обычно оставляют до окончания процесса тестирования, чтобы не тратить время на ожидание, пока конденсатор не стабилизируется. При испытаниях компонентов в случаях, когда блокировочный конденсатор установлен в тестовом приспособлении, целесообразно использовать пленочный конденсатор. Если время тестирования составляет считанные секунды, а уровни тока утечки — порядка микроампер, то выбор неправильного блокировочного конденсатора может доставить множество проблем!

Установка оптимального времени интегрирования при измерении тока утечки

Широкое распространение мобильных устройств беспроводной связи стимулирует повышенный спрос на компоненты, входящие в состав таких устройств. Основным требованием к этим компонентам является необходимость обеспечения максимально низкого уровня потребления тока в выключенном состоянии и в режиме ожидания, чтобы увеличить время работы аккумулятора главного устройства. В предыдущем материале рассматривалась важность выполнения быстрых и точных измерений тока утечки. Другим существенным аспектом выполнения быстрых и точных измерений потребления тока является настройка минимально необходимого времени интегрирования. Здесь мы подробнее рассмотрим факторы, оказывающие влияние на определение этой величины.

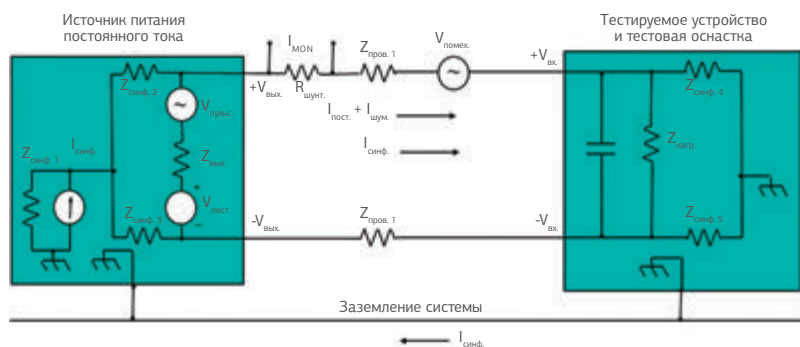
Предположим, что ток утечки, потребляемый тестируемым устройством, а также блокировочным конденсатором, установленным в тестовом приспособлении, полностью стабилизировался. Тогда ключевым фактором при выборе надлежащего значения времени интегрирования становится приемлемый уровень воспроизводи-

мости измерений. Для определения минимально необходимого интервала времени будет полезным проведение нескольких экспериментов. Основную сложность при измерении тока утечки представляет один из источников шума, входящих в состав испытательной установки. С учетом того, что величина постоянного тока утечки составляет всего несколько микроампер и даже меньше, такой уровень шумов является существенным. Более высокие значения тока могут быть измерены намного быстрее, так как по сравнению с ними уровень шумов относительно мал. Существует множество потенциальных источников шума, в том числе кондуктивных и излучаемых помех от внешних источников — например, от сети переменного тока, а также от внутренних источников, в частности, пульсации напряжения на выходе источника постоянного напряжения. На рис. 3 видно, что шумовые токи непосредственно суммируются с постоянным током утечки, в то время как шумовые напряжения преобразуются в соответствующие шумовые токи, связанные с импедансом тестируемого устройства и сопротивлением нагрузки тестовой оснастки.

Использование более длительных интервалов времени измерения позволяет исключить случайные пиковые отклонения тока утечки путем интегрирования, что обеспечивает возможность получения стабильно воспроизводимых результатов измерений, но за счет увеличения общего времени тестирования устройства. Воспроизводимость результатов измерений должна быть основана на определенном уровне статистической достоверности.

Использование времени интегрирования измерения, точно равного одному периоду напряжения сети питания (1 PLC), то есть 20 мс для сети 50 Гц или 16,7 мс для сети 60 Гц, позволяет подавлять помехи с частотой сети питания. Нередко по умолчанию используется значение времени интегрирования, равное 100 мс, поскольку оно является целым кратным как 20 мс, так и 16,7 мс. Это приемлемо, если общее время тестирования относительно велико, но, как правило, недопустимо, когда общее время испытаний составляет всего пару секунд, как это бывает при тестировании большинства компонентов. Таким образом, установка времени интегрирования измерений,

Рис. 3. Некоторые источники шума, влияющие на время измерения тока тестируемого устройства



равного 1 PLC, по меньшей мере имеет смысл, если первоочередной задачей является сокращение общего времени тестирования.


Уменьшение времени измерения тока утечки до 1 PLC и менее означает снижение уровня любых помех с частотой сети питания до величины, когда они могут считаться относительно малыми по сравнению с более высокочастотными помехами, такими как, например, широкополосные пульсации тока и напряжения на выходе источника питания постоянного тока. Правильное заземление, экранирование, а также использование надлежащих методов подавления помех помогают



Рис. 4. Пример гистограммы распределения результатов измерений тока утечки

значительно уменьшить наводку шумов. Важно также обратить внимание на выбор типа и емкости блокировочного конденсатора, установленного в тестовом приспособлении. Применение блокировочного конденсатора с большей, чем это необходимо, емкостью может привести к повышению уровня шумового тока, особенно если точка измерения находится до конденсатора (как это зачастую и бывает). Определение минимально необходимого времени интегрирования осуществляется путем задания допустимого уровня статистической достоверности и последующего проведения испытаний с большим количеством измерений, результаты которых отображаются на гистограмме, позволяющей удостовериться, что они попадают в пределы доверительного интервала в течение заданного времени интегри-

рования измерений. Если они выходят за пределы доверительного интервала, тогда время интегрирования измерений должно быть увеличено. В качестве примера я провел серию испытаний для определения минимально необходимого времени интегрирования для обеспечения 10%-ной воспроизводимости с доверительной вероятностью 95% при измерении тока утечки 2 мкА. Шумы от сети переменного тока были относительно невелики. На рис. 4 показана гистограмма распределения результатов большой серии измерений. Из приведенного графика видно, что 95% значений попадает в интервал $\pm 9,5\%$ от среднего значения при времени интегрирования 1,06 мс.

По своей природе измерения токов утечки занимают больше времени из-за их чрезвычайно низких уровней. Уделяя особое внимание снижению уровня шумов и устанавливая минимально необходимое время интегрирования измерений, можно существенно повысить производительность тестирования компонентов, на которое потребуются считанные секунды. 



Ссылка на блог по источникам питания Keysight Technologies

Открыто о покрытиях

Контроль качества нанесения конформных покрытий: что мы видим?

Ли Хитченс
Под редакцией инженера-технолога
к. х. н. Татьяны Кузнецовой
Перевод: Артем Вахитов



Контроль качества — ключевой аспект технологического процесса нанесения конформного покрытия и залог успешного выполнения данной операции. В статье рассмотрены стандарты на конформные покрытия, смысл их положений, возможности новых автоматизированных технических средств контроля качества нанесения конформных покрытий, а также факторы, которые необходимо учитывать для обеспечения надежного контроля.



Конформное покрытие — это тонкий прозрачный полимерный слой, наносимый на поверхности печатных узлов для защиты от воздействия внешних факторов. Термин «конформный» происходит от латинского *conformis* — «сходный», «подобный», то есть определяет возможность покрытия повторить форму защищаемого печатного узла.

Стандарты на конформные покрытия

На сегодня основным международным стандартом в сфере нанесения конформных покрытий, применяемым большинством компаний по всему миру, является стандарт IPC-A-610 Acceptability of Electronic Assemblies («Критерии качества электронных узлов»), действующую редакцию которого (IPC-A-610E) можно заказать в IPC. Существуют и другие стандарты, в том числе внутренние регламенты компаний, но эта статья посвящена A610 и призвана помочь в определении потребностей, связанных с контролем качества нанесения конформных покрытий.

Круг вопросов, рассматриваемых в стандарте IPC-A-610

Изучать стандарт IPC-A-610 следует по разделам. Это облегчит понимание как нужд оператора, так и требований к самому процессу нанесения конформного покрытия. Стандарт состоит из трех разделов: «Общие сведения», «Полнота покрытия» и «Толщина покрытия».

Общие сведения о конформных покрытиях

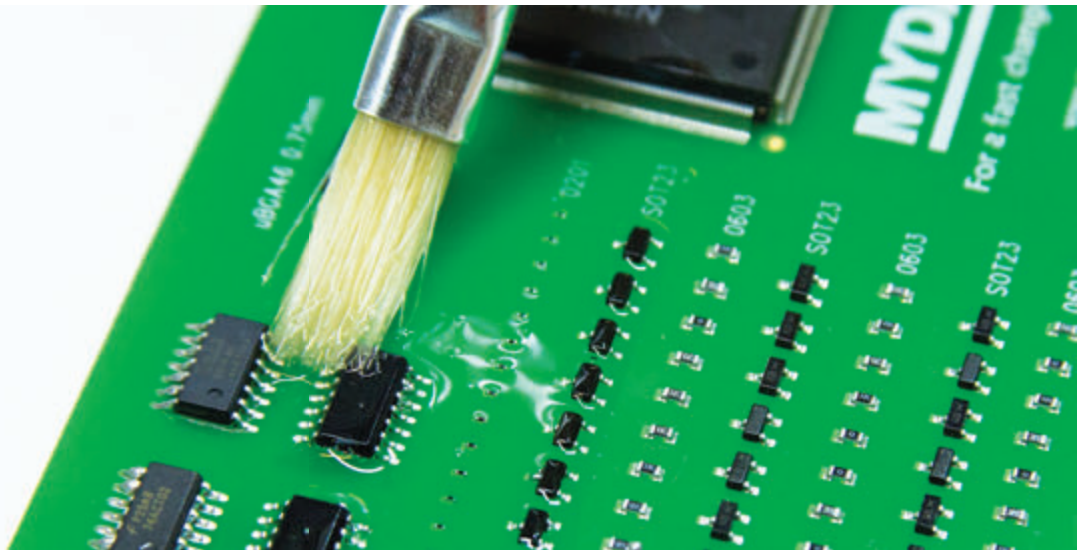
Стандарт IPC-A-610 гласит, что в общем случае конформные покрытия должны быть прозрачными и однородными по цвету и консистенции, а также равномерно покрывать печатную плату со смонтированными на ней компонентами. Полнота покрытия зависит от метода нанесения.

Здесь есть большой простор для интерпретаций, что может привести к проблемам в случае неверного понимания. Обратим внимание на тот факт, что всякая технология нанесения конформных покрытий — будь то нанесение кистью, селективное роботизированное нанесение безвоздушным клапаном или аэрозольное распыление — имеет свои особенности. Все они дают разное качество финишного покрытия (levels of finish), которое далее варьируется

в зависимости от организации технологического процесса, личности оператора и условий производственной среды.

Представляют интерес употребляемые в тексте стандарта термины «однородность» и «равномерность». Сами по себе они весьма многозначны, но должны пониматься в контексте рассматриваемых далее требований к полноте и толщине покрытия. Без такого контекста эти термины в конечном итоге мало что проясняют.

Далее, если покрытие должно быть прозрачным, возникает вопрос о допустимости использования пигментированных покрытий. Следует обсудить данный аспект с клиентом и оценить влияние пигмента на эксплуатационные характеристики конформного покрытия.



Ручное нанесение лака

Полнота покрытия

В состав большинства конформных покрытий сейчас входят люминесцентные добавки, светящиеся в ультрафиолетовом (УФ) излучении. Это облегчает контроль качества нанесения покрытия. Вместе с тем некоторые дефекты не видны в ультрафиолете, и может потребоваться контроль в естественном (белом) свете. Некоторые покрытия имеют от природы недостаточно интенсивную УФ-люминесценцию — таковы, например, многие кремнийорганические покрытия. Это может затруднить контроль.

Не менее важно и то, есть ли у ламината или фоторезиста собственное люминесцентное излучение, сравнимое по интенсивности с излучением покрытия: некоторые конформные покрытия намеренно делают не светящимися в ультрафиолете, поскольку в условиях эксплуатации используемая люминесцентная добавка неблагоприятно скажется на покрытии и печатном узле.

Применительно к полноте покрытия стандарт устанавливает целевые показатели качества финишного покрытия и различные уровни качества — классы 1, 2 и 3. Целевые показатели включают следующее:

- отсутствие участков с потерей адгезии;
- отсутствие пустот или пузырьков;
- отсутствие десмачивания, локальных отслоений, шагрени, морщин, трещин, ряби, дефектов типа «рыбий глаз» и «апельсиновая корка»;
- отсутствие посторонних включений;
- отсутствие обесцвечивания или потери прозрачности;
- полное отверждение и однородная структура.

Многие технологии нанесения покрытий, виды печатных плат и материалы не позволяют на практике достичь всех перечисленных выше целевых показателей. Систематическое их достижение будет в общем случае чрезвычайно дорогостоящим делом как в финансовом и инвестиционном отношении, так и в смысле затрат времени и усилий на управление технологическим процессом.

Обратим внимание на такой целевой показатель, как отсутствие пузырьков. Даже если рассматривать печатную плату невооруженным глазом, обычно невозможно найти экземпляр, не имеющий пузырьков в том или ином месте, если не соблюдены следующие условия:

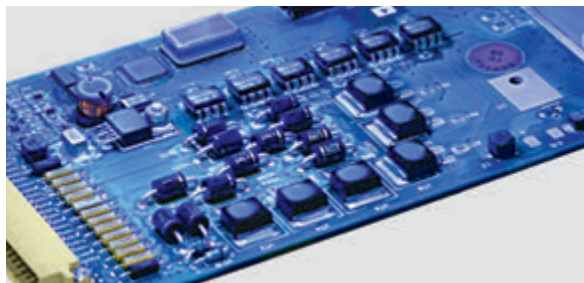
- технологический процесс нанесения конформного покрытия полностью контролируется;
- правильно выбран материал покрытия, позволяющий достичь данного результата;
- условия технологического процесса полностью оптимизированы;
- операторы прошли всестороннее обучение по вопросам, касающимся причин возникновения пузырьков, и способны соответствующим образом контролировать технологический процесс;
- в ламинированный материал печатных плат, процесс сборки, компоненты или конформные покрытия не вносятся никаких изменений, способных вызвать нежелательную реакцию.

К счастью, достижение таких целевых показателей хотя и желательно, но не обязательно для большинства компаний — в противном случае нанесение конформных покрытий было бы исключительным уделом немногих экспертов и непосильной задачей для большинства. Ассоциация IPC оказывает помощь в этом отношении, предлагая свои критерии качества по указанным целевым показателям:

- покрытие полностью отверждено и имеет однородную структуру;
- покрытие нанесено только в тех областях, где оно требуется;
- адгезия покрытия в окрестности маскируемых участков;
- отсутствие мостиков между соседними контактными площадками или проводящими поверхностями, обусловленных следующими причинами:
 - потеря адгезии,
 - пустоты или пузырьки,
 - десмачивание,
 - растрескивание,
 - рябь,
 - «рыбий глаз» или шагреня;
- посторонние включения не нарушают требований к минимальному изоляционному промежутку между компонентами, контактными площадками или проводящими поверхностями;
- покрытие тонкое, но при этом достигает краев компонентов и устройств.

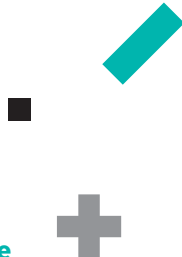
Теперь перейдем к требованию об отсутствии всех перечисленных дефектов, а также мостиков между соседними проводящими участками. Это предполагает, что оператор должен исследовать промежутки между всеми проводящими элементами на печатной плате со смонтированными на ней компонентами и убедиться в отсутствии дефектов, например пузырьков, которые явились бы нарушением данного критерия качества. Подобная задача предусматривает не только высочайший уровень квалификации, но и огромные временные затраты, а при крупносерийном производстве еще и наличие целой армии специалистов по контролю качества.

Прежде чем прийти к договоренности с клиентом или собственным инженером-конструктором обо всех критериях качества, детально разберитесь, на что именно вы соглашаетесь.



Все это кажется разумным, пока вы не попытаетесь подробно разобраться в том, что именно IPC предлагает достичь в рамках технологического процесса нанесения конформных покрытий. Возможно, вы придете к выводу, что используемый вами или затребованный вашим клиентом технологический процесс не так очевиден, как кажется на первый взгляд.

Для начала рассмотрим требование покрывать края компонентов и устройств тонким слоем. Выполнить это требование чрезвычайно сложно, практически невозможно при использовании большинства стандартных технологических процессов нанесения покрытий. В ходе обычного процесса контроля качества довольно затруднительно определить, имеется ли покрытие на острых краях. Если клиент заявляет, что таково его условие, необходимо тщательно его обдумать.



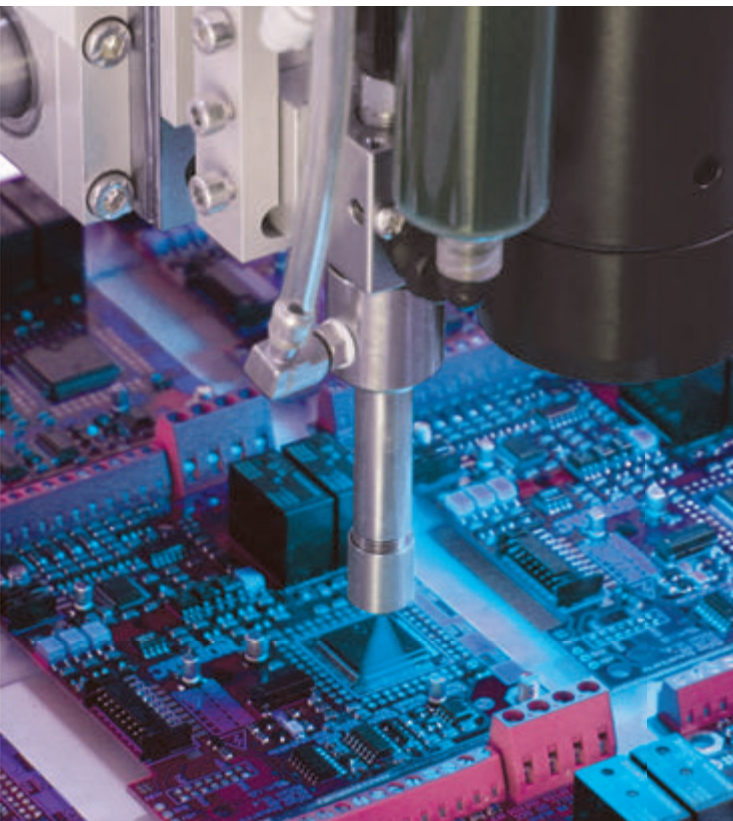
В долгосрочной перспективе покрытия чрезмерной толщины имеют тенденцию к растрескиванию.

Толщина конформного покрытия

Последний аспект, рассматриваемый в стандарте IPC-A-610, — толщина конформного покрытия. Приведенная в стандарте таблица устанавливает допустимые диапазоны толщины сухой пленки покрытия для различных полимерных материалов, таких как акриловые конформные покрытия, в пределах 0,03–0,13 мм, или 30–130 мкм. Это широкий диапазон для нанесения конформного покрытия, если все технологические процессы налажены правильным образом. Несложно также выйти за указанные допустимые пределы, если не иметь представления об основных проблемах.

Главное — понимать принципы используемой технологии нанесения конформного покрытия и возможности материала.

Например, если на предприятии установлена автоматизированная система нанесения методом окунания, могут возникнуть затруднения с получением сухой пленки акрилового или полиуретанового покрытия на базе растворителей толщиной более 30 мкм и исключением всех дефектов, перечисленных в критериях качества. Покрытие, как правило, получается более тонким, и толщина его может оказаться недостаточной, чтобы соблюсти имеющиеся критерии.



Нанесение покрытия с помощью робота селективного нанесения покрытий

Более того, существует прямая связь между количеством пузырьков в сухой пленке покрытия и толщиной сырой пленки покрытия, нанесенной за один проход. Это несложно выяснить: если за один проход нанести слишком толстый слой, то его приповерхностная часть отвердится (высохнет) прежде, чем смогут всплыть пузырьки из толщи, и они останутся внутри. Нанесение покрытия тонкими слоями — важнейшее условие, позволяющее исключить возникновение пузырьков. Однако робот для селективного нанесения покрытий работает, как правило, в однопроходном режиме. Поэтому необходимо найти компромисс и выверить технологический процесс нанесения покрытия таким образом, чтобы получить оптимальные результаты.

Что же на деле означает требование об однородности покрытия и равномерном его нанесении? Имеется ли в виду «равномерность» в диапазоне 30–130 мкм? Нужно ли заботиться о том, чтобы покрыть тонким слоем острые края, от которых покрытие стремится растечься? Наконец, как отмечено в стандарте, если покрытие скапливается под устройством, на определенных участках легко превысить допустимый предел толщины в 130 мкм. К сожалению, в противовес житейской интуиции, больше — не всегда лучше, и следует избегать нанесения покрытия излишне толстым слоем, поскольку в долгосрочной перспективе покрытия чрезмерной толщины имеют тенденцию к растрескиванию.



Технологические процессы автоматического контроля качества нанесения конформных покрытий

Как уже отмечалось, чтобы соблюсти изложенные критерии качества, понадобится тщательный осмотр всей печатной платы. Он представляет собой чрезвычайно трудную задачу ввиду таких факторов, как усталость глаз, отвлечение внимания и ограниченная пропускная способность. Можно ли автоматизировать контроль качества нанесения конформного покрытия?

Можно, но с некоторыми оговорками и ограничениями.

Камеры крепятся на трех- или четырехосевых системах. В каждой камере необходимо устранить параллактические искажения при контроле объемных печатных плат, где будут существовать скрытые участки вдоль сторон компонентов. В системах на базе сканеров возникают такие же параллактические искажения, и сейчас в продаже имеются сканирующие системы, в которых параллакс устранен.

Однако все эти системы имеют определенный изъян: они могут исследовать каждый сантиметр печатной платы под всевозможными углами и все равно пропускать проблемные участки. Но не это обычно служит определяющим фактором при автоматизированном контроле качества нанесения конформных покрытий. Системы автоматизированного оптического контроля (automated optical inspection, AOI) подчеркивают сложность соблюдения предлагаемых IPC критериев качества в рамках стандартных технологических процессов нанесения конформных покрытий. Эти системы показывают дефекты внутри покрытия печатной платы и «видят» гораздо больше, чем любой оператор.

Пользователю системы это может напоминать открывшийся ящик Пандоры, поскольку теперь у него имеется целая линия печатных плат с дефектами по всей поверхности. Если дело обстоит так и система автоматизированного оптического контроля настроена на проверку печатных плат по данным правилам, то спустя недолгое время производственная линия встанет. Виновата в этом система контроля или же технологический процесс нанесения конформного покрытия? На что возложить вину?


Рассмотрим представленные на рынке автоматизированные системы для нанесения конформных покрытий. Среди них есть системы весьма высокого технического уровня с великолепными камерами и сканерами, превосходным программным обеспечением и высочайшим качеством управления технологическим процессом. Они могут обеспечивать серийную обработку изделий или встраиваться в состав производственных линий и, казалось бы, преодолевают имеющийся технологический разрыв.

Ответ прост: большинство технологических процессов не обеспечивает того уровня качества, который предусмотрен критериями стандарта IPC. Системы автоматизированного оптического контроля четко выявляют все дефекты (насколько позволяют механические и оптические факторы). Более того, они яснее видят имеющиеся дефекты, чем невооруженный глаз.

Решение

Необходимо внедрить итеративный процесс разработки оптимального решения.

1. Установить, какие дефекты (критерии качества) являются приемлемыми, и дать им определение.
2. Определить, какой уровень контроля достигим в рамках имеющегося и нового технологического процесса нанесения конформных покрытий и какие дефекты может порождать тот и другой процесс.
3. Если система позволяет соблюсти критерии, то все стороны будут удовлетворены. В противном случае следует изменить критерии или технологический процесс.

В конечном счете, нужно руководствоваться здравым смыслом, и тогда при надлежащем уровне знаний можно прийти к правильному решению. Выработав оптимальный процесс контроля качества, удастся избежать лишних затрат, споров и контрбвинений впоследствии, когда возникнут те или иные проблемы. 

Титан производства

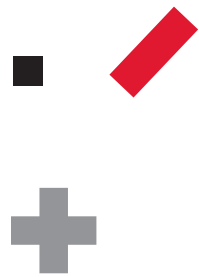
**Промышленная мебель «Титан»
для металлообрабатывающих
и машиностроительных производств**

Ассортимент промышленной мебели VIKING пополнился серией особо прочных усиленных моделей для металлообрабатывающих и машиностроительных производств.





Дарья Яргомская,
менеджер по маркетингу бренда VIKING,
компания «Диполь»
market@dipaul.ru



Новая серия, в которую входят стационарные и мобильные верстаки, инструментальные шкафы, стеллажи и тележки, получила название «Титан», что отражает основные особенности данной мебели: монументальность, прочность конструкции и способность выдерживать повышенные нагрузки.

Серия промышленной мебели «Титан» предназначена для слесарных работ на машиностроительных производствах и в цехах металлообработки,

в ремонтных мастерских и автосервисах. Тяжелые верстаки «Титан» выдерживают нагрузку до 2000 кг, усиленные инструментальные шкафы позволяют хранить инструмент фрезерных, сверлильных и токарных станков с ЧПУ, стеллажи выдерживают до 800 кг, а дополнительная мобильная мебель оснащена усиленными колесами и различными держателями для оптимальной организации рабочего процесса на предприятии.



Промышленная мебель серии «Титан»
на выставке «Станкостроение 2016»



Усиленный верстак серии «Титан»

Разработка серии явилась результатом работы конструкторского бюро компании «Диполь» по созданию наиболее эффективной модели с расчетом оптимального сечения металла толщиной 1,5 мм. Такое решение позволяет достигать требуемой грузоподъемности без необходимости использования сервисных поддерживающих каркасов или дополнительных модулей, зачастую устанавливаемых в мебели подобного типа только для придания ей жесткости.

Тяжелый верстак серии «Титан» — это высокотехнологичная конструкция, в которой все элементы жесткости органично вписаны в дизайн стола. Он выдерживает до 2000 кг распределенной и 300 кг ударной нагрузки на столешницу, может быть оснащен двумя типами ударопрочных и износостойких столешниц и усиленными направляющими для ящиков тумб. Верстак имеет различные типоразмеры и может комплектоваться дополнительным оснащением: освещением, приставными тумбами и перфорированным экраном.

Усиленный инструментальный шкаф серии «Титан» предназначен для хранения инструмента фрезерных, сверлильных и токарных станков с ЧПУ, а также пуансонов и матриц листогибочного инструмента.



Шкаф и выдвижные полки имеют сварную конструкцию из стальных цельногнутых панелей толщиной 1,5 мм, что позволяет обеспечить высокие нагрузочные характеристики (до 700 кг на шкаф и до 80 кг на каждую полку) и надежную эксплуатацию в условиях производственных предприятий.

Передвижная рабочая станция серии «Титан» представляет собой компактный мобильный верстак с четырьмя ящиками и усиленными полиуретановыми колесами, оснащенными стопором, что предотвращает откатывание верстака при работе. Передвижная рабочая станция также оснащена демпфирующей накладкой для крепления слесарных тисков, небольшим закрывающимся отделением на рабочей поверхности для мелких комплектующих, боковой полкой и удобной ручкой для перемещения рабочей станции (имеется возможность комплектации перфорированным экраном-крышкой и навесным светильником).




Усиленный инструментальный шкаф серии «Титан»



Усиленная транспортная тележка серии «Титан»

Усиленная транспортная тележка серии «Титан» предназначена для хранения и перемещения между производственными участками тяжелого инструмента и принадлежностей общим весом до 700 кг. В тележке реализована возможность установки пластиковых вставок — систем хранения инструмента, предназначенных для надежной фиксации инструмента фрезерных, токарных и сверлильных станков, а также индивидуального наполнения полок, подбора их размера, положения и угла наклона согласно требованиям заказчика.

В октябре 2016 г. серия мебели «Титан» была продемонстрирована специалистам машиностроительных отраслей на выставке «Станкостроение» и уже доступна для заказа в любом представительстве компании «Диполь» и у авторизованных дистрибьюторов промышленной мебели VIKING. 

Разница во времени

Прослеживаемость синхронизации
времени внутри и вне сети





Ведущий рубрики
Максим Писковацов,
руководитель направления
измерительного оборудования
общего назначения
mvp@dipaul.ru

В современных сетевых инфраструктурах большое внимание уделяется обеспечению надежности сети, высокой доступности и, прежде всего, безопасности. Кибербезопасность стала критической областью во всех сферах Интернета. На ее обеспечение компании ежегодно тратят миллионы. Тем не менее до сих пор встречаются упущенные из виду области, в которых безопасность находится не на должном уровне. Одним из примеров такой области является время.

Как бы это странно ни звучало, время играет решающую роль в синхронизации основной деятельности бизнеса и сетевых систем. Время поддерживает протоколы аутентификации, а также точные лог-файлы,

критически важные для контрольного следа, необходимого для любой киберпрограммы судебной экспертизы. Таким образом, синхронизация нередко является обязательным требованием для стандартов сетевой безопасности, таких как стандарты безопасности данных индустрии платежных систем. К примеру, раздел 10.4 стандарта PCI DSS требует прослеживаемого источника времени для синхронизации систем электронной коммерции.

В настоящей статье кратко рассматриваются различия между источниками времени (внешнего и внутреннего) с точки зрения отслеживаемости при развертывании сети протокола сетевого времени (NTP).

NTP через Интернет увеличивает отклонение синхронизации

NTP является популярным сетевым протоколом, предназначенным для синхронизации локальной системы с сервером времени. Серверы времени NTP широко доступны в Интернете. Однако не будет лишним все внимательно проверить, если для решения ваших задач используется интернет-сервер. Даже у интернет-серверов времени, управляемых государством, таких как НИСТ или американская военно-морская обсерватория, которые базируются на высокоточных атомных часах, существует множество факторов, влияющих на прослеживаемость. По высказыванию ресурса ntp.org: «Если организация или человеческая жизнь зависят от наличия правильного времени или могут пострадать от его неверного значения, то вам не следует «просто брать время из Интернета».

Одной из проблем синхронизации времени является изменчивость состояния сети. Нагрузка сети, множество маршрутов и настройки брандмауэра могут повлиять на качество времени локальной системы. Для иллюстрации этого эффекта можно воспользоваться функцией мониторинга качества времени сервера VelaSync™ производителя Spectracom. Он имеет встроенный GPS-приемник, который выступает в качестве эталона с точностью до десятков наносекунд. NTP используется для сравнения его с другим GPS-сервером времени в локальной сети. Смещение составляет около 15–20 мс (рис. 1).

Сервер времени VelaSync™ был также подключен к нескольким из наиболее популярных серверов времени в Интернете. В результате смещение, как показано на рис. 2, достигло десятков миллисекунд, что в 1000 раз хуже, чем NTP в локальной сети. Если мы предполагаем, что все временные серверы являются точными, то различие происходит только из-за большей задержки в пути и других динамических условий.

Этого различия достаточно, чтобы подвергнуть сомнению прослеживаемость времени из Интернета.

Отравление NTP-сервера через DNS — повреждение целостности данных в системе DNS путем заполнения кэша DNS-сервера данными, не исходящими от авторитетного DNS-источника. Подобная компрометация данных может быть результатом хакерской атаки на сервер имен или неожиданным результатом ошибки в конфигурировании DNS-кэша.

Интернет препятствует прослеживаемости времени

С точки зрения обеспечения безопасности, крайне важно знать достоверность источника данных, используемого сервером для раздачи времени в локальной сети. GPS-сигнал признан наиболее точным, доступным и прослеживаемым источником времени. GPS-серверы времени — простые в обращении приборы, которые легко подключаются в локальную сеть. Даже когда разные GPS-серверы времени развернуты в разных местах, они будут обеспечивать идентичное время, независимо от географического расположения. Более того, GPS в качестве локального источника времени можно контролировать, следовательно, его логи файлы могут являться частью контрольного следа.

Интернет-серверы времени могут использовать GPS-сигналы (или другие точные источники), о достоверности которых вы никогда не узнаете. Чтобы проиллюстрировать эту точку зрения, мы можем использовать еще одну особенность программного обеспечения сервера времени VelaSync™, известную как «Карта времени». Карта времени предоставляет информацию, доступную на источнике серверов времени (рис. 3).

Из семи интернет-серверов времени, контролируемых в течение 24-часового периода, было выявлено 20 различных источников времени. Менее половины этих источников могут быть идентифицированы напрямую с GPS. Так, в одном из случаев время GPS было роздано через три различных сервера времени. Наиболее успешной практикой использования пула NTP-серверов является та, когда существует больше источников, чем серверов времени. Пул серверов производит постоянную ротацию различных интернет-серверов времени (каждого со своим источником времени) для уменьшения вероятности появления одного неисправного или недоступного сервера времени, катастрофически влияющего на синхронизацию.

Однако это проблема для тех, кому требуется прослеживаемость, так как источник времени будет неизвестен или заранее predetermined.



Рис. 1. Сравнение качества времени двух GPS-серверов, находящихся в одной локальной сети



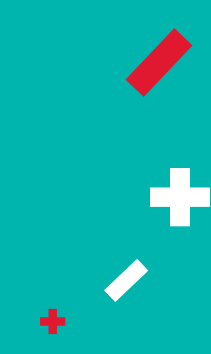
Рис. 2. Сравнение интернет-серверов времени с локальным GPS-сервером. Шкала в 1000 раз больше, чем на рис. 1

Рис. 3. Карта времени показывает графическую схему серверов NTP с их источниками времени



Вывод

Неопределенная идентификация источника, неопределенное изменение точности и неспособность регистрации результатов синхронизации времени вызывают сомнения в использовании времени из Интернета. Более того, интернет-серверы подвержены подмене (недостоверные данные NTP, отправленные с подменным IP-адресом) и прямым атакам, включая отравление NTP-сервера через DNS, воспроизведение или отказ в обслуживании. Поэтому не полагайтесь на волю случая. Когда есть критически важная для бизнеса потребность проследить время до точного источника, грамотное решение — устройство на базе GPS-сервера времени, развернутое в локальной сети.



Справочная информация

Используемое оборудование:

- Высокоскоростной сервер времени Spectracom VelaSync™.
- ПО Time Keeper®.
- ПК с операционной системой Linux 32-бит или 64-бит, Fedora Core, RedHat Enterprise, SuSE, Ubuntu Linux, CentOS, Windows 64-бит, Windows 7, Windows 8, Server 2012.

Область применения:


- фундаментальные научные исследования;
- высокоточная глобальная навигация GPS/ГЛОНАСС;
- широкополосные каналы связи;
- спутниковая геодезия и картография;
- телевидение и радиовещание;
- наземный, морской, воздушный транспорт;
- сейсмическая служба;
- управление энергосистемами;
- синхронизация шкал времени в энергосистемах;
- электронная коммерция;
- высокочастотный трейдинг.

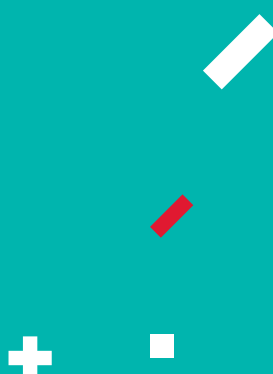
Специфика серверов времени в сравнении

Интернет-серверы времени

- Неизвестные источники времени и неизвестная прослеживаемость.
- Пользователь не может проверять источник времени.

Аппаратные GPS-серверы времени

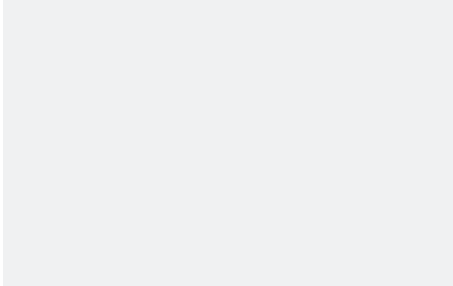
- Время внутри сети является, по крайней мере, в 1000 раз более точным.
- Прямое подключение к высокоточному и отслеживаемому времени GPS.
- Полное ведение журнала синхронизации. 



Вместе весело шагать

21–22 сентября 2016 года в петербургском «Экспофоруме» состоялся второй этап конкурса профессионального мастерства среди обучающихся государственных профессиональных образовательных учреждений Северной столицы «Шаг в профессию 2016». В рамках данного мероприятия Санкт-Петербургский колледж электроники и приборостроения при поддержке компании «Диполь» организовал профессиональные испытания для своих подопечных — будущих радиомехаников и монтажников радиоэлектронной аппаратуры и приборов.





В ходе второго этапа учащимся, вышедшим в финал после регионального конкурса, предстояло провести сборку и монтаж печатной платы. В процессе испытаний будущие специалисты выполняли назначенные по плану этапы заданий.

Для проверки результатов все работы проходили контроль на специально оборудованном столе ОТК. Право оценки было предоставлено жюри, состоящему из действующих специалистов предприятий — мастеров, начальников участков и отделов.

Все операции проводились на рабочих местах и оборудовании, предоставленном компанией «Диполь». Лауреаты конкурса были отмечены призами нашей компании. 🏆





Рабочее пространство **VIKING**

- Комплексное оснащение рабочего пространства, включая системы хранения и перемещения, приборы мониторинга и аудита, антистатическую тару и упаковку, ионизаторы, антистатический инструмент и принадлежности.
- Специализированные линейки рабочих мест для решения различных производственных задач и гибкость в выполнении нетиповых заказов.
- Интерактивные программы помощи в подборе оборудования на сайте vkg.ru.



Отраслевой интегратор

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород / Екатеринбург
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru / тел. (812) 702-12-66

+ Многогранность компетенций



 **ДИПОЛЬ**

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

ЕКАТЕРИНБУРГ

Россия,
620027, Екатеринбург,
ул. Азина, д.24, офис 609

Тел./факс: (343) 227-12-66
E-mail: ekb@dipaul.ru

ПРАГА

Czech Republic,
150 00 Prague 5,
Plzenska 155/133

Tel./fax. +420 2 5573 9633
E-mail: info@dipaul.eu



info@dipaul.ru
www.dipaul.ru