

06 (35) декабрь 2017

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научно-практический журнал

ТЕХНОЛОГИИ

Антон Большаков

10

УКРЕПЛЕНИЕ ПОЗИЦИЙ
МАРКЕТИНГА – ПРИОРИТЕТ
В РАБОТЕ С ГРАЖДАНСКИМИ
РЫНКАМИ

ТЕХНОЛОГИИ

Александра Башкирова

32

ЦРТ: УСЛУГИ РЕНТГЕНОВСКОЙ
ТОМОГРАФИИ И
ПРОМЫШЛЕННОЙ 3D-ПЕЧАТИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

ОПТИМИЗАЦИЯ

Денис Поцелуев

46

КОШЕЛЕК ИЛИ...
ЖИДКОСТЬ? ЦЕНА
ВЫБОРА ОТМЫВОЧНЫХ
ЖИДКОСТЕЙ



Экономичность

До 5 раз дольше по сравнению с другими отмывочными жидкостями работают жидкости Zestron, производимые по запатентованной MPC-технологии и обладающие уникальным составом.

Подтвержденное качество

Более 10 лет жидкости Zestron успешно применяются в отечественном производстве РЭА ответственного и военного назначения, обеспечивая высокое качество отмывки и надежный результат.

Максимальная совместимость

Уникальный состав обеспечивает максимальную совместимость жидкостей со всеми узлами и деталями оборудования для отмывки, способствуя продолжительному сроку службы оборудования и минимизируя расходы на обслуживание и простои.

Контроль и стабильность

Только Zestron предлагает специальные тестовые наборы для контроля состояния раствора отмывочных жидкостей для своевременной корректировки концентрации и состояния раствора, обеспечивая максимальную стабильность и надежность процесса отмывки.

Эффективность и универсальность

Жидкости Zestron гарантированно и качественно удаляют более 500 видов материалов для пайки.

ZESTRON
High Precision Cleaning



Никаких полумер. Вся полнота преимуществ

Оригинальные отмывочные жидкости Zestron гарантируют непревзойденное качество отмывки и стабильность результата. Широкий ассортиментный ряд позволяет подобрать отмывочную жидкость для конкретной задачи: в соответствии с типом оборудования и процесса, характером загрязнений, индивидуальными требованиями.

Отличительной особенностью отмывочных жидкостей Zestron является высокая эффективность: качественная отмывка, совместимость с оборудованием и компонентами, экономичность. Жидкости Zestron успешно зарекомендовали себя на ведущих отечественных производствах РЭА.

Официальный эксклюзивный дистрибьютор Zestron Группа компаний Остек обеспечивает высококвалифицированную техническую и технологическую поддержку, поставку со склада и оперативную доставку по всей России с соблюдением всех условий транспортировки и хранения.



будущее
создается



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



Дорогие коллеги!



Группа компаний Остек от всей души поздравляет вас с наступающим Новым годом и Рождеством!

В новогоднюю ночь, под бой курантов, каждый человек вспоминает об интересных удачных моментах прошедшего года, задумывается и мечтает о новых глобальных свершениях или обычных житейских радостях.

В новом году возможно всё – просто включите воображение! Представьте 2018-й таким, каким вы хотите, чтобы он стал. Остальное – дело техники.

Мы желаем вам встретить наступающий год ярко и тепло, пусть у вас и ваших близких сбудутся самые заветные мечты и осуществляются сокровенные желания, пусть здоровье будет крепким, а настроение – позитивным.

И пусть работа доставляет вам удовольствие, а наши знания и решения помогут осуществить всё задуманное!

Ваш Остек



Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий»
Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС 77 - 60644 от 20.01.2015
Учредитель: Группа компаний Остек

Редакционная группа: Большаков Антон, Волкова Ирина.

121467, Москва, Молдавская ул., д. 5, стр. 2.
E-mail: marketing@ostec-group.ru
тел.: 8 (495) 788-44-44
факс: 8 (495) 788-44-42

Оформить бесплатную подписку на журнал можно на сайте www.ostec-group.ru



В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

- | | |
|--|--|
| <p>4 ИНТЕРВЬЮ ПОРТАЛУ 3D PRINT EXPO</p> <p>6 ГК ОСТЕК НА КОНФЕРЕНЦИИ «РАЗВИТИЕ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ – ОСНОВА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ»</p> <p>7 КОМПАНИЯ «ОСТЕК-СМТ» СТАЛА ЭКСКЛЮЗИВНЫМ ПАРТНЕРОМ КОМПАНИИ ЕКРА</p> | <p>8 КОНФЕРЕНЦИЯ «ЦИФРОВАЯ ФАБРИКА-2017». ИНДУСТРИИ 4.0 В РОССИИ БЫТЬ!</p> <p>9 В ГОСРЕЕСТР ВНЕСЕНЫ АНАЛИЗАТОРЫ ФАЗОВЫХ ШУМОВ И МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ</p> |
|--|--|



ТЕХНОЛОГИИ стр. 22

ПЕРСПЕКТИВЫ

УКРЕПЛЕНИЕ ПОЗИЦИЙ МАРКЕТИНГА – ПРИОРИТЕТ В РАБОТЕ С ГРАЖДАНСКИМИ РЫНКАМИ 10

Автор: Антон Большаков

ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ 16

Автор: Вячеслав Кузнецов

ТЕХНОЛОГИИ

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СВАРКА – ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ЖГУТОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И НЕ ТОЛЬКО 22

Автор: Роман Лыско

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МИКРОСХЕМ 28

Автор: Александр Скупов

ЦРТ: УСЛУГИ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА 32

Автор: Александра Башкирова

КАЧЕСТВО

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СВЧ-МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ. 38

Авторы: Аркадий Медведев, Петр Семенов, Аркадий Сержантов

УМНАЯ ЛИНИЯ: ИСКУССТВЕННЫЙ РАЗУМ НА СТРАЖЕ КАЧЕСТВА 42

Автор: Евгений Липкин

ОПТИМИЗАЦИЯ

КОШЕЛЕК ИЛИ... ЖИДКОСТЬ? ЦЕНА ВЫБОРА ОТМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ. 46

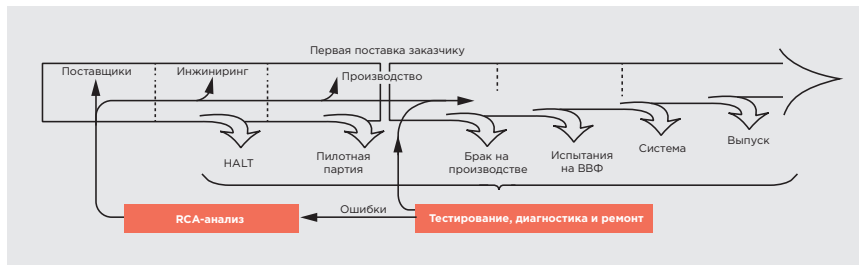
Автор: Денис Поцелуев



ТЕХНОЛОГИИ стр. 32



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 70



ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 50

ВНЕДРЯЙ И СЧИТАЙ. ПРИБЫЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР – МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ? 50

Автор: Анатолий Лютов

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ – ЗАЩИТА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ 56

Автор: Василий Афанасьев

ТЕХПОДДЕРЖКА

АНАЛИЗ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ РЕНТГЕНО-ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА . . . 64

Авторы: Александр Фролов, Василий Прибора, Григорий Кузнецов

ЭЛЕКТРОТЕСТ АЛЮМИНИЕВОЙ КАТАНКИ . . . 70

Автор: Тимофей Максимов

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ 74

Авторы: Светлана Шкундина, Дмитрий Костенников

АВТОРЫ НОМЕРА

Антон Большаков

Директор по маркетингу
ООО Предприятие Остек
marketing@ostec-group.ru

Вячеслав Кузнецов

Директор по управлению проектами
ООО Предприятие Остек
project@ostec-group.ru

Роман Лыско

Заместитель коммерческого директора
по маркетингу
ООО «Остек-ЭТК»
etc@ostec-group.ru

Александр Скупов

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

Александра Башкирова

Главный специалист ЦРТ
Направления цифровых
производственных технологий
ООО «Остек-СМТ»
3d@ostec-group.ru

Аркадий Медведев

Начальник отдела научных разработок
ООО «Остек-СТ»
ost@ostec-group.ru

Петр Семенов

Генеральный директор
ООО «Остек-СТ»
ost@ostec-group.ru

Аркадий Сержантов

Главный технолог
ООО «Остек-СТ»
ost@ostec-group.ru

Евгений Липкин

Генеральный директор ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru

Денис Поцелуев

Начальник отдела продаж
ООО «Остек-Интегра»
materials@ostec-group.ru

Анатолий Лютов

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

Василий Афанасьев

Директор по развитию ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru

Александр Фролов

Ведущий специалист отдела
неразрушающего контроля
и научно исследовательского
оборудования
ООО «Остек-АртТул»
info@arttool.ru

Василий Прибора

Главный специалист по развитию отдела
неразрушающего контроля
и научно исследовательского
оборудования
ООО «Остек-АртТул»
info@arttool.ru

Григорий Кузнецов

ООО «Брукер»
info.rus@bruker.com

Тимофей Максимов

Ведущий инженер группы электротехники
технологического отдела
ООО «Остек-Электро»
ostelectro@ostec-group.ru

Светлана Шкундина

Заместитель начальника отдела главного
технолога ООО «Остек-СТ»
ost@ostec-group.ru

Дмитрий Костенников

Заместитель начальника отдела главного
технолога ООО «Остек-СТ»
ost@ostec-group.ru

НОВОСТИ

ИНТЕРВЬЮ ПОРТАЛУ 3D PRINT EXPO

В октябре 2017 года директор по маркетингу Группы компаний Остек Антон Большаков выступил на конференции 3D Print Expo. Перед выступлением он дал интервью порталу 3D Print Expo

Антон, расскажите, какие маркетинговые исследования в области аддитивных технологий вы проводили за последний год? Каковы их результаты?

В 2016 году во время подготовки международного симпозиума Асолд, проводимого раз в два года ГК Остек, мы столкнулись с нехваткой качественной маркетинговой аналитики относительно развития аддитивных технологий в России. И мы решили провести первый в России опрос по восприятию аддитивных технологий. Учитывая специфику нашей деятельности, исследование было направлено, в первую очередь, на изучение промышленного сегмента. В нем приняли участие представители производственных предприятий таких отраслей промышленности, как: электроника и радиоэлектроника, авиация и космос, машиностроение, металлообработка, а также представители учебных заведений, поставщики услуг по 3D-печати. Подробные результаты исследования представлены на симпозиуме Асолд 2016 и конференции 3D Print Expo.

Главный результат лично для меня – это большой интерес, который вызвал наш доклад у профессиональной аудитории конференции. Он подтвердил, что мы делаем полезную работу.

Были выявлены факторы, способствующие внедрению АТ в РФ, – это

подготовка специалистов, производство отечественных материалов и оборудования. Также были определены факторы, препятствующие внедрению АТ, – это неотрабатанность технологии, стоимость оборудования, недостаток информации о возможностях технологии.

В 2017 году мы расширили аудиторию исследования. Теперь это не только промышленные предприятия, но и энтузиасты, интересующиеся АТ в качестве хобби, обучения, дизайна. География также значительно расширилась. Это не только Москва и Санкт-Петербург, но и Ростов-на-Дону, Пермь, Уфа, Новосибирск, Омск и др. Нам будет интересно сравнить результаты 2016 и 2017 года в динамике, сравнить ответы разных групп. Учитывая охват различных аудиторий, мы существенно изменили прошлогодний опросник.

В чем различия рынка 3D-печати в России и Европе?

Тут я хотел бы отметить, что аддитивные технологии – эта та область, где наше технологическое отставание минимально. А по отдельным направлениям настольных принтеров мы находимся на хорошем уровне. Можно сказать, что мы шагаем в ногу со временем.

Отличие в том, что мы все еще «приглядываемся» к аддитивным технологиям. Есть барьер доверия к надежности и качеству. И если говорить о различиях, то стоит отметить недостаток информированности о преимуществах и ограничениях технологии. Шумихи вокруг хватает. Но за «фишками» и приколами

«ух ты, как они еще могут» вопрос практического применения технологии остается открытым.

Каковы ключевые тенденции развития отрасли в России и Европе?

В России я бы отметил ту роль, которую ожидают от государства. И надо сказать, что тут предпринимаются определенные шаги: это и Национальная технологическая инициатива, где АТ отмечены как одно из ключевых направлений, и программа «Цифровая экономика России», утвержденная в апреле этого года.

Относительно России я бы сказал, что тенденция развития будет основываться на развитии цифровой экономики и цифровом производстве.

И это совпадает с тем, что происходит в Европе. Но там часть функций государства берут на себя корпорации, которым важны, в первую очередь: снижение затрат, гибкость, скорость вывода на рынок продуктов, близость к клиентам – все то, что позволяет получить дополнительные конкурентные преимущества.

Насколько быстро российские производители адаптируются к переходу на 3D-печать?

Я считаю, что мы двигаемся быстро. По тому же нашему опросу 51 % респондентов планируют внедрить аддитивные технологии в ближайшие пять лет. А значит можно сделать вывод, что при воздействии благоприятных факторов рынок аддитивных технологий ожидает приличный рост.



PRINT EXPO

Каким образом можно ускорить процесс освоения аддитивных технологий российскими производителями?

Я уже немного говорил об этом. Согласно нашему опросу 2016 года внедрению технологий в России способствуют такие факторы, как образование и подготовка специалистов и производство отечественных материалов и оборудования. Это означает также и потребность в новом образе мышления управленцев и технических специалистов в конструировании, разработке ТП, проектов, построении бизнеса.

Участники опроса склонны верить в перспективу производства отечественного оборудования и материалов как в один из локомотивов развития рынка. И здесь необходимо упомянуть о государственной поддержке.

За время вашей работы в Остеке какой продукт было наиболее сложно вывести на рынок? Как вы с этим справились?

Если я скажу, что какой-то продукт вывести на рынок легко, то буду не прав. Каждый проект обладает своими особенностями и сложностями. Но думаю, что сложнее всего вывести продукты, связанные с услугами. Часто это что-то нематериальное, что нельзя потрогать руками, включить-выключить, показать на зависть конкурентам и коллегам. Тут важен момент взаимного доверия, репутации и четких договоренностей в самом начале проекта.

Расскажите о профессиональных методах продвижения товаров в сфере аддитивных технологий.

Тут не стоит обобщать. Аддитивные технологии можно делить на много разных подсегментов: настольные решения, промышленные решения, услуги печати. Каждый из них требует своих инструментов.

Мы, в первую очередь, ориентируемся на промышленные решения. И тут важна возможность предложить комплексность – от предпроектной проработки до инсталляции запуска и дальнейшего сервисного обслуживания и поставки материалов. Тут важно быть с заказчиком честными, открытыми и отвечать за свои обещания.

На симпозиуме Асолд 2016 вы рассказали, что по результатам одного из ваших исследований 47 % респондентов используют 3D-печать при изготовлении промышленных товаров. Можете дать оценку этому показателю? Почему только половина опрошенных использует 3D-печать?

Напомню, что речь идет именно о промышленных предприятиях. Я бы этот процент вместе с ответом о том, что 51 % планирует освоить технологию в течение 5 лет, оценил как очень позитивный результат. Но на что хотел бы обратить внимание: те, кто уже использует АТ, применяют ее для прототипирования и производства отдельных элементов и комплектующих.

Предположу, что доля производственных операций в итоге получается очень небольшая. Проблема доверия и в том, как респонденты оценивают уровень готовности.


Каковы перспективы развития аддитивных технологий в России?

С учетом уже сказанного считаю, что вопрос не о перспективах. Перспективы понятны – аддитивные технологии со временем станут привычными и стандартными производственными операциями. Гораздо более важный вопрос – какую добавленную стоимость будут создавать отечественные производители принтеров, материалов, в конце концов, услуг. Этот вопрос непростой. Но мне очень хочется, чтобы наш вклад в развитие АТ в мире был значимым.

Как вы считаете, в каких новых отраслях вскоре будут применять 3D-печать?

Вопрос дает огромное пространство для фантазий. Поэтому ограничу себя критерием «вскоре».

Это электроника. Производство электронных проборов с помощью печати. По отдельным направлениям сейчас ведутся работы – печать печатных плат, трехмерных схем на пластиках 3D-MID, оптические соединения на кристаллах. Это все предоставит новую степень свободы в дизайне и скорости разработки. Еще одна область – это все, что связано с Индустрией 4.0, цифровой экономикой.

Думаю, что это может быть любая отрасль, в которой АТ позволят получить преимущества по сравнению с тем, как это принято делать традиционным способом. 

ГК ОСТЕК НА КОНФЕРЕНЦИИ «РАЗВИТИЕ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ – ОСНОВА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ»

В конце сентября в Омске прошла ежегодная научно-техническая конференция, посвященная проблемам развития отечественной радиоэлектроники. В этом году мероприятие было организовано Омским НИИ приборостроения совместно с Департаментом радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ и Правительством Омской области.

Среди основных вопросов, которые обсуждались на мероприятии, были: перспективы развития и перехода к цифровой экономике в России, гражданские рынки, обеспечивающие рост объемов цифровой экономики в России, возможности для организаций отрасли по наращиванию объемов производства гражданской продукции, а также актуальные вопросы в области импортозамещения.


В работе конференции приняли участие более 300 представителей российской исполнительной и законодательной власти и государственных корпораций.

От Группы компаний Остек на мероприятии выступили генеральный директор ООО «Остек-Инжиниринг» Юрий Смирнов с докладом «Цифровая система управления производством – эффективный инструмент повышения конкурентоспособности», генеральный директор ООО «Остек-СМТ» Евгений Липкин с докладом «Цифровая экономика: приоритеты при разработке продукции



для новых рынков» и директор по маркетингу Предприятия Остек Антон Большаков с презентацией «Маркетинг – связующее звено



между стратегическими планами предприятий РЭП и реальными ожиданиями рынка гражданской продукции». 

КОМПАНИЯ «ОСТЕК-СМТ» СТАЛА ЭКСКЛЮЗИВНЫМ ПАРТНЕРОМ КОМПАНИИ ЕКРА

Команда «Остек-СМТ» сообщает о начале эксклюзивного партнерства с компанией EKRA Automatisierungssysteme GmbH – производителем автоматов трафаретной печати из Германии.

Когда многие производители оборудования под своим брендом предлагают весь комплекс оборудования для линии поверхностного монтажа, пользователю, выбирающему подобные решения, приходится идти на компромисс, отдавая инициативу в выборе технических решений другой стороне.


Стратегия компании «Остек-СМТ» – тщательный выбор лучшего на рынке оборудования для каждой технологической операции, объединение его с собственной высокотехнологичной платформой «Умная линия» и созда-

ние уникальных решений на основе этих компонентов. Компания активно работает над разработкой и развитием решений для Индустрии 4.0, что требует новых подходов к построению эффективного производства, управлению качеством продукции и технологическими процессами. Именно поэтому выбор был сделан в пользу сотрудничества с компанией EKRA.

EKRA Automatisierungssysteme GmbH является частью ASYS Group – одного из мировых лидеров электронной индустрии и решений для промышленной автоматизации. EKRA была основана в 1946 году и сразу получила статус одной из наиболее инновационных компаний в своей области, который она удерживает и по сей день. Оборудование EKRA объединяет лучшие

решения, многие из которых являются уникальными на рынке автоматов трафаретной печати, что позволяет значительно повысить уровень качества одной из наиболее ответственных технологических операций.

«Остек-СМТ» продолжает осуществлять сервисное и техническое обслуживание ранее поставленных автоматов трафаретной печати компании DEK (ASM). Мы благодарим компанию DEK (ASM) за многолетнее плодотворное сотрудничество.

Наша главная задача в том, чтобы заказчики получали технологические решения, позволяющие им оставаться конкурентоспособными в быстроменяющемся окружении, занимать и удерживать лидирующие позиции в своих отраслях. 



КОНФЕРЕНЦИЯ «ЦИФРОВАЯ ФАБРИКА-2017». ИНДУСТРИИ 4.0 В РОССИИ БЫТЬ!

19 октября 2017 года в Москве прошла вторая конференция, посвященная вопросам практического применения цифровых технологий производства и новой промышленной инициативе Индустрия 4.0, организованная Остек-СМТ.

Конференция «Цифровая фабрика-2017» стала в своем роде уникальной. Единственное мероприятие у нас в стране, сфокусированное на Индустрии 4.0 в приборостроении, объединило спикеров, представляющих крупнейшие бренды в области построения интеллектуальных решений, высшее руководство более чем 80 предприятий радиоэлектронной промышленности и представителей ведущих ВУЗов страны. Теоретические основы и аналитические прогнозы были подкреплены мощными практическими примерами не только от мировых общепризнанных лидеров, но и от отечественных предприятий, уже не только вставших, но и уверенно осваивающихся на пути повышения эффективности производства посредством цифровых технологий.



После первых двух докладов – генерального директора Остек-СМТ Е.Б. Липкина и партнера PricewaterhouseCoopers Ю.В. Пуха – конференция превратилась в оживленную и интересную дискуссию, сдвинув примерно на час запланированный график мероприятия. Остальные спикеры поддержали заданную в начале высокую планку.


Представители зарубежных компаний ASYS Group и Viscom поделились своими наработками по Индустрии 4.0 в области сборочно-монтажного производства. Руководитель направления аддитивного производства в России компании Renishaw А. Куранов и начальник отдела технической поддержки и разработки направления цифровых производственных технологий Остек-СМТ А.В. Нисан рассказали о перспективах 3D-печати в приборостроении. Огромный интерес у гостей конференции вызвал доклад директора по развитию SIEMENS PLM Software С.В. Мартынова, увлекательно рассказавшего о решениях компании для данной отрасли. Со стороны отечественных предприятий своим опытом поделился представитель НТЦ «Реагент» И.А. Токаев, подробно осветивший выгоды и подводные камни, характерные для российской промышленности при внедрении цифровых технологий.

И, наконец, наибольшие любопытство и интерес вызвали собственные разработки Остек-СМТ: «Система обеспечения безопасного электроснабжения» и «Умная линия». Последняя была представлена не только в форме доклада, но и развернута на стенде в холле

перед залом, в котором проводилось мероприятие. Каждый гость мог подойти и выполнить самостоятельно действия с программным обеспечением комплекса.

На мероприятии «Цифровая фабрика», прошедшем в 2016 году, «Умная линия» была представлена впервые и получила положительные отклики гостей конференции. В этом году уже был представлен отчет о внедрении комплекса «Умная линия» на российском предприятии ПСБ Технологии. Технический директор компании А.И. Акулин рассказал о том, как проходил запуск системы, а также об уже достигнутых эффектах от использования «Умной линии» и о дальнейших ожиданиях.

Каждый доклад находил живой отклик у гостей мероприятия. Вопросы не прекращались не только во время выступлений, но и в перерывах, и после завершения конференции. Участники общались друг с другом: делились опытом и заводили полезные знакомства. Учитывая, с каким интересом гости мероприятия слушали докладчиков, насколько активно задавали вопросы и участвовали в обсуждениях, можно сделать вывод, что Индустрия 4.0 из абстрактного и мало кому понятного термина и неопределенной перспективы превратилась для большинства прогрессивных предприятий в реальность, делать шаги по направлению к которой надо уже сейчас.

ООО «Остек-СМТ» сердечно благодарит всех участников международной конференции «Цифровая фабрика-2017» и ждет встречи на мероприятии в следующем году. Будет еще интереснее! 

В ГОСРЕЕСТР ВНЕСЕНЫ АНАЛИЗАТОРЫ ФАЗОВЫХ ШУМОВ И МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ

7 сентября 2017 г. Федеральным Агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) утвержден и подписан Приказ № 1898 об утверждении типов средств измерений, подтверждающий, что анализаторы фазовых шумов PNA7, PNA20, PNA33, PNA40 компании AnaPico Ltd, Швейцария внесены в Государственный реестр средств измерений.

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР 68540-17

Интервал между поверками средств измерений – 2 года.

Анализатор фазовых шумов PNA производства компании AnaPico – уникальный прибор, сочетающий в себе высокую производительность и удобный пользовательский интерфейс. Уникальные наработки компании AnaPico в области обработки сигналов позволяют нажатием одной кнопки измерять абсолютные и вносимые фазовые шумы сложных импульсных сигналов. Типовая погрешность измерения фазового шума – 0,4 дБ, что является выдающимся показателем в классе.



Основные преимущества анализаторов фазовых шумов PNA:

- измерение фазовых шумов CW и импульсных сигналов нажатием одной кнопки;
- измерение фазовых шумов импульсных сигналов с переменным периодом и длительностью импульса;
- диапазон отстройки от 0,01 до 100 Гц, чувствительность – 185 дБн/Гц;
- погрешность измерения фазового шума 1,2 дБ;
- измерение вносимых фазовых шумов в стандартной комплектации;
- возможность работы от внешнего опорного сигнала;
- стандартный срок гарантии 5 лет.

20 сентября 2017 г. Федеральным Агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) утвержден и подписан Приказ № 1584 об утверждении типов средств измерений, подтверждающий, что генераторы сигналов многоканальные MCSG6-2; MCSG6-3; MCSG6-4; MCSG6-8; MCSG12-2; MCSG12-3; MCSG12-4; MCSG12-8; MCSG20-2, MCSG20-3, MCSG20-4, MCSG20-8 компании AnaPico Ltd, Швейцария внесены в Государственный реестр средств измерений.

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР 68107-17

Интервал между поверками средств измерений – 1 год.

Серия генераторов сигналов MCSG — это фазокогерентные многоканальные генераторы сигналов с быстрой перестройкой частоты



и низким уровнем фазовых шумов, диапазон рабочих частот от 1 МГц до 6, 12 или 20 ГГц. Генераторы идеально подходят для широкого круга задач, где требуется сигнал высокого качества с широким динамическим диапазоном. Ультранизкий уровень фазового шума сочетается с высоким подавлением гармонических искажений.

Основные преимущества генераторов сигналов серии MCSG:

- количество когерентных независимых каналов: 2, 3, 4, 8;
- низкий уровень фазовых шумов: —141 дБн/гц (1ГГц отстройка 20 кГц);
- максимальная мощность на канал: до +23 Дбм;
- стандартный срок гарантии: 5 лет;

Подробнее о технических характеристиках оборудования AnaPico на сайте www.anapico.ru. Задать вопросы и отправить заказ на оборудование можно по электронной почте ostecelectro@ostec-group.ru.

ПЕРСПЕКТИВЫ

Укрепление позиций маркетинга – приоритет в работе с гражданскими рынками



Текст: Антон Большаков

В ежегодном послании Федеральному собранию в декабре 2016 года Президент РФ В. В. Путин поставил задачу довести к 2025 году долю гражданской продукции до 30 % от общего объема производства оборонно-промышленного комплекса (ОПК), а к 2030 – до 50 %¹.

Перед этим, в апреле 2016 года, на съезде Союза машиностроителей России Президент объявил, что в 2017 году загрузка ОПК в рамках гособоронзаказа достигнет максимальных значений и потом будет постепенно снижаться. «Рассчитываю, – сказал Путин, – что оборонные предприятия используют накопленный потенциал для конверсии, диверсификации производства, наладят выпуск конкурентной и, подчеркну, высокотехнологичной продукции гражданского назначения. Нужно думать об этом сегодня и предпринимать необходимые для этого шаги»².

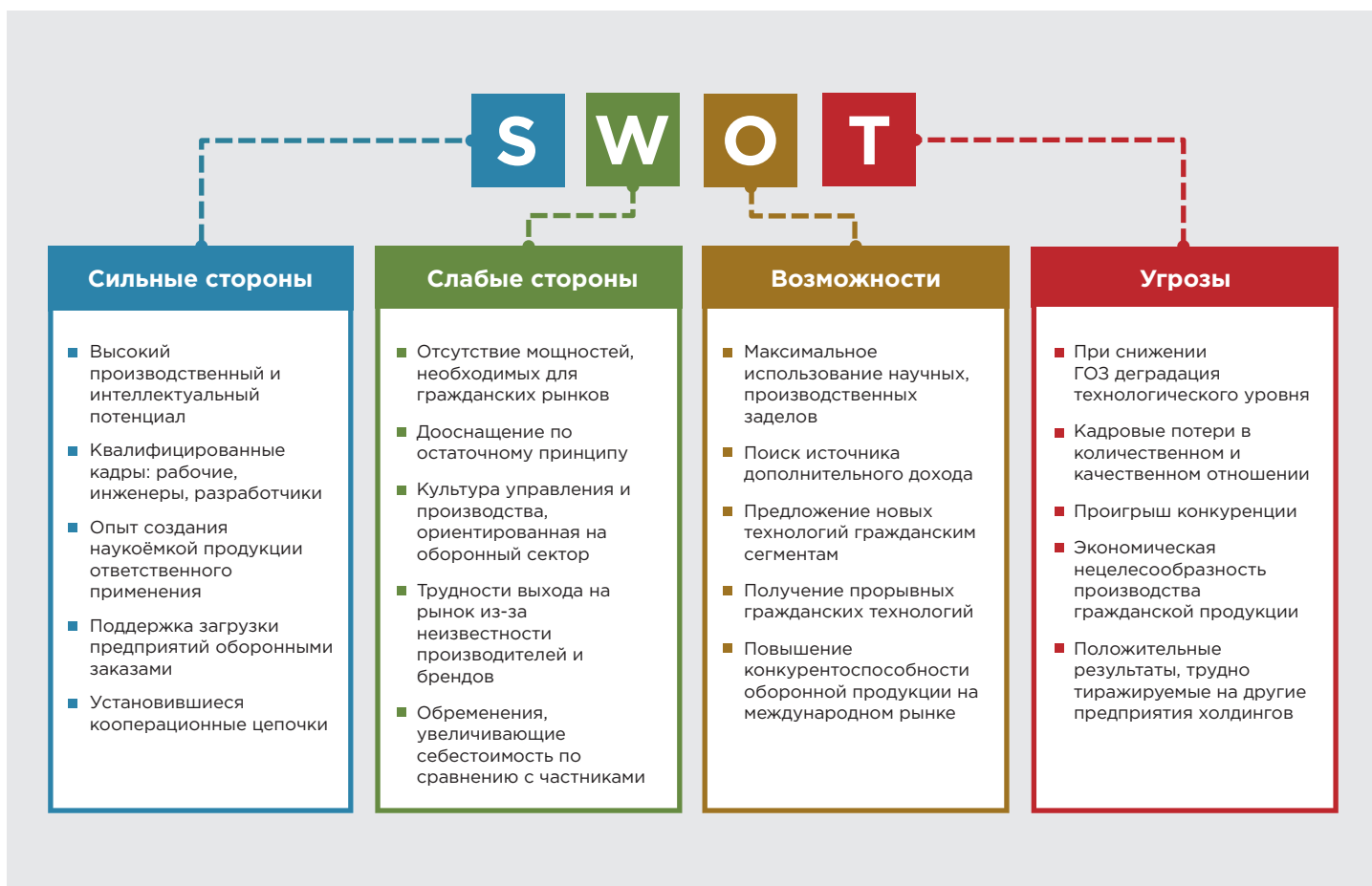
Вслед за ОПК такой же разворот придется совершить отраслям промышленности, которые обслуживают данный сектор, в частности – радиоэлектронной промышленности. При этом доля гражданской продукции на этих предприятиях остается незначительной. В сентябре 2017 года на XVI отраслевой научно-технической конференции «Развитие радиоэлектроники – основа цифровой экономики России» директор департамента радиоэлектронной промышленности МИНПРОМТОРГА РФ С.В. Хохлов привел данные о том, что доля гражданской продукции, как и год назад, составляет 10 %³. Таким образом, требуется совершить серьезный рывок.

Поставленная задача диверсификации не имеет прямолинейного решения, сводящегося к указанию, что каждое предприятие должно организовать выпуск гражданской продукции на своих мощностях и довести его до установленной доли. Необходима сформулированная стратегия и четкость в расстановке приоритетов при развитии

¹ <http://kremlin.ru/events/president/news/53379>

² <http://www.kremlin.ru/events/president/news/52852>

³ Журнал «Электроника: НТБ», № 10 2016



1 SWOT-анализ выхода предприятий на гражданские рынки

на предприятиях новых направлений гражданской продукции. Гражданское изделие максимально приспособляется под существующие на предприятии организацию и технологии производства, изменение которых считается недопустимым. Сегодня у многих есть высокомерное отношение к имеющимся на этом рынке отечественным и зарубежным конкурентам вкпе с нежеланием рассматривать выпуск гражданской продукции в качестве полноценного бизнеса (вида деятельности, приносящего прибыль), равнозначного выполнению государственного заказа. Второстепенность подрывает конкурентоспособность и коммерческую эффективность создаваемого непрофильного гражданского производства:

- цена оказывается неконкурентоспособной из-за обременений, переносимых на себестоимость гражданской продукции;
- возникает необходимость докупать отдельные единицы оборудования, при этом финансирование выделяется по остаточному принципу;
- специалисты, технологи, конструкторы имеют совершенно противоположную мотивацию – они привыкли производить немного, но качественно. В случае гражданской продукции за ту же зарплату требуется в жесткие сроки производить большой объем.

Во многих случаях попытки перенести существующие культуру и традиции на гражданскую продукцию заканчиваются печально. Развитие гражданского сегмента внутри этих предприятий будет связано с длительными процедурами, высокими накладными расходами, ограничениями по секретности, что смерти подобно при работе на высококонкурентных рынках гражданской продукции.

Поставленная задача не уникальна. Оказавшись перед необходимостью ее решения, крупные отечественные и зарубежные многопрофильные компании проводят внутреннюю реорганизацию, которая заключается в формировании специализированной организационной структуры. Такая структура должна обладать определенной самостоятельностью в области НИОКР, продаж, маркетинга, производства и закупок. Для эффективной и результативной работы также необходима вовлеченность руководства предприятий и интегрированных структур ОПК, что упрощает процесс интеграции и предоставления ресурсов.

SWOT-анализ демонстрирует высокие конструкторские, инженерные и производственные компетенции предприятий радиоэлектронной промышленности. Есть поддержка в виде ГОЗ. Под него выстроены и оптимизируются процессы (рис 1).

Тип рынка	Потребители	Характер спроса	Источники спроса	Барьеры входа	Маркетинговые инструменты
Потребительский рынок (товары личного пользования)	Физические лица и домохозяйства	Массовый Множество сегментов и ниш	Потребности, доходы населения, покупательская способность	Сильные бренды Лояльные потребители Эффект масштаба Ценовая конкуренция Интеллектуальная собственность и патенты Владение технологией и ноу-хау	Брендинг Изучение потребностей Каналы массовых коммуникаций Стимулирование сбыта Программы лояльности Дистрибуция
Рынок производственной кооперации	Предприятия РЭП и смежных отраслей	Договорной Производная от спроса на конечную продукцию	Производственные планы предприятий Конструкторская документация на изделия Собственные и заемные средства предприятий	Административные барьеры Долгосрочные контракты Согласованная ценовая политика и прочие договорные условия Технологические нормы и требования к организации техпроцесса	Репутация Коммуникации с министерствами и ведомствами Выстраивание взаимоотношений в рамках отраслевой и межотраслевой кооперации
Корпоративный рынок	Отрасли промышленности	Сегментированный по отраслевому признаку Определяется отраслевой спецификой заказчика	Инвестиционные проекты предприятия Производственные планы Требования стандартов и регламентов	Гибкость технологических и бизнес-процессов Сильные иностранные бренды Ценовая конкуренция Постпродажная поддержка и сервис	Репутация Брендинг Изучение потребностей CRM Выставки, семинары, конференции, отраслевые журналы
Рынок государственных и муниципальных закупок	Министерства, ведомства, бюджетные учреждения, госпредприятия	Плановый Требования к изделию и бюджет закупки определены и согласованы	Госбюджет Стратегии развития Целевые программы	Административные (правительственные) барьеры Закупки путем проведения тендеров Ценовая конкуренция, демпинг	Коммуникации с министерствами и ведомствами Репутация Мониторинг тендерных процедур Индивидуальная работа с заказчиком

2

Для каждого сегмента рынка требуется свой набор маркетинговых инструментов

Но анализ также показывает, что направлению гражданской продукции, ее созданию, позиционированию и продвижению внимание уделяется по остаточному принципу. Слабые стороны связаны с дефицитом квалифицированных маркетинговых подразделений, задача которых – маркетинговая аналитика рынков, разработка новых продуктов, поиск и работа с заказчиками, организация продаж и работа над лояльностью клиентов.

Особенность рынка гражданской продукции в том, что объемы производства зависят от спроса, цену определяет рынок и на них влияют конкурентные силы. Успешный выход на новый рынок и запуск новых продуктов, в первую очередь, зависят от четко сформулированных целей и приоритетов инвестирования с точки зрения рентабельности продаж и/или доли рынка. «Погоня за заказом» для получения максимально возможного объема работ, независимо от того, насколько такая работа соответствует стратегическим целям предприятия, дает минимальные преимущества и отдачу, даже если велика вероятность заключения контракта. Ни профессиональный опыт, ни высокие конструкторские компетенции не позволят гарантированно создавать массово вос-

требованные продукты, если они разрабатываются в отрыве от изучения потребностей клиентов и рынка в целом. Вера в профессиональный опыт, позволяющий создавать продукт, исходя из производственных возможностей и непроверенных предположений, без детального понимания потребностей и мотивов потребителей, оценки их готовности покупать, приводит к печальным последствиям.

Успех продукта зависит от потребителей и только от них. Если потребители не желают совершать покупки, то неважно, насколько творение разработчиков продвинуто, красиво или сравнительно дешево. Раз никто не покупает, значит продукт никому не нужен. Но как понять, понравится ли потребителям изделие, которое только предстоит создать? Определиться с приоритетными направлениями инвестирования на гражданских рынках можно только на основании четкого понимания потребностей заказчиков и реалистичной оценки спроса на ближайшие пять-семь лет с различными сценариями: оптимистичным, реалистичным и пессимистичным. И маркетинг – это связующее звено между стратегическими планами компании и реальными ожиданиями рынка.

Что скрывается под термином «гражданская продукция»? Готового определения нет. Чаще все-

го встречается формулировка, что это продукция, производимая вне рамок Государственного оборонного заказа. Еще встречается термин «непрофильная» продукция. Он ярко иллюстрирует отношение к гражданской продукции как к временной вынужденной мере, призванной загрузить простаивающее дорогостоящее оборудование и поддержать незанятый персонал.

А ведь от понимания того, какой рынок скрывается под термином «гражданский», зависит какие барьеры при выходе на него необходимо преодолеть, какой набор подходящих маркетинговых инструментов потребуются для этого. Универсальной отмычки нет (рис 2).

Согласно определению российской Гильдии маркетологов, маркетинг – это система управления разработкой и продвижением товаров и услуг, обладающих ценностью для потребителя, производителя и общества в целом на основе комплексного анализа рынка. Но российская реальность такова, что многие руководители и владельцы бизнеса до сих пор узко воспринимают роль маркетинга в компании, сводя его к выполнению исключительно обеспечивающих функций по поддержке продаж. Отсутствует системный подход к организации маркетинговой деятельности, а функции маркетинга представлены фрагментарно: в основном, это печать визиток, рекламных материалов, размещение контента на сайтах, организация участия в выставках. Маркетинг не участвует в разработке новых продуктов, «да и не должен», по мнению многих. Решения об инвестировании принимаются в основном на интуитивном уровне без оценки потенциального спроса, анализа конкурентной среды, расчета показателей эффективности инвестиций. В результате показатели продаж новых продуктов не соответствуют желаемому уровню со стороны инвесторов и владельцев бизнеса.

Возможное решение по созданию служб маркетинга – брать в штат готовых специалистов или выращивать собственных (рис 3).

Найм готовых специалистов позволит быстро создать службу маркетинга. Но, во-первых, готовые специалисты стоят дорого, а во-вторых, где взять такое количество готовых специалистов для радиоэлектронной промышленности, знающих специфику отрасли? Выращивать собственных специалистов – отличное решение, но для этого на предприятии уже должны быть опытные маркетологи, способные и готовые передавать свой опыт. Этот путь не быстрый и требует понимания, с какого именно профиля необходимо начинать.

Для создания служб маркетинга на предприятиях радиоэлектронной промышленности есть и третий вариант – как отдельный, так и в комбинации с первыми двумя. Он состоит в привлечении внешних профессиональных команд.



3

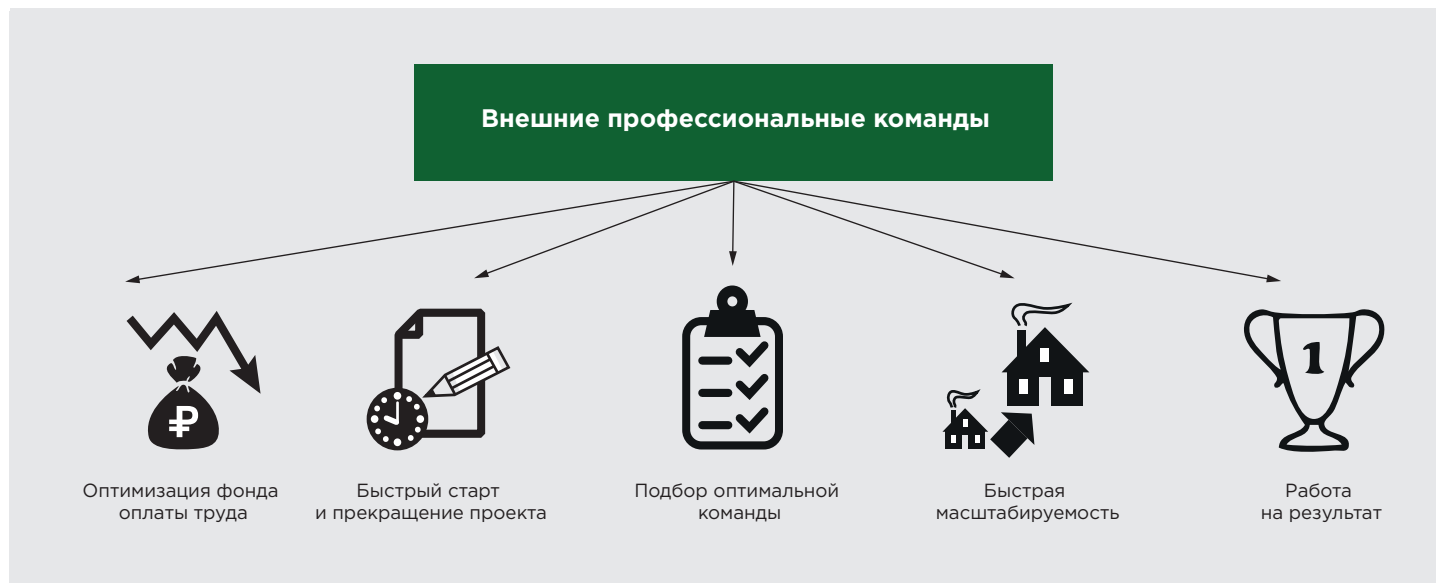
Возможные решения по созданию служб маркетинга

Это поможет быстро стартовать, сэкономить время и деньги (рис 4). В частности:

- уменьшить затраты на ФОТ. Не требуется держать в штате дорогих высококвалифицированных специалистов;
- перевести затраты на маркетинг в переменные затраты. Легко запускать и прекращать проекты;
- быстро сформировать команду специалистов под конкретный проект;
- быстро масштабировать деятельность, получая отдел маркетинга с опытом лидирующих компаний;
- работать на результат: оговаривается перечень работ, который должен быть выполнен в установленные сроки.

Повысить шансы на успех при выходе на гражданские рынки возможно еще на этапе зарождения идеи, до того, как будут инвестированы значительные средства в разработку, производство и продвижение нового продукта. И в этом помогает маркетинговая аналитика, с помощью которой можно оценить потенциальный спрос на будущий продукт с учетом особенностей потребительских предпочтений и конкурентного окружения.

Возможны разные варианты получения необходимой аналитической маркетинговой информации. Одно из самых простых и доступных решений – по-



4
Внешние профессиональные команды позволяют стартовать быстро, сэкономить время и деньги

купка готовых отчетов. Это быстро и относительно дешево, но не всегда качественно. Главная проблема таких отчетов состоит в непрозрачности применяемых методик сбора и анализа информации, в результате чего затруднительно оценить точность и достоверность представленных данных. К тому же в готовых аналитических отчетах часть необходимой информации может просто отсутствовать из-за несоответствия или неполного соответствия целям и задачам конкретного предприятия.


Стоит также отметить отраслевую специфику, с которой приходится сталкиваться при поиске аналитической информации. Мониторинг рынка маркетинговых услуг показывает, что готовой статистической и аналитической информации по рынку электроники и радиоэлектроники крайне мало. Большинство исследовательских агентств не готовы брать на себя данную задачу в связи с узостью рынка и отсутствием необходимых технических компетенций исследователей. Даже агентства, ориентированные на изучение промышленных рынков, как правило, берутся за изучение более емких рынков – химическую, фармацевтическую промышленность и пр.

С учетом этой специфики для подготовки аналитической информации по рынку электроники и радиоэлектроники необходим сбор и анализ данных «с нуля». Как

правило, такие задачи требуют комплексного подхода с применением различных исследовательских методов.

Начните решение задачи создания гражданской продукции с отдела маркетинга

Маркетинг позволяет решать широкий спектр задач по сбору, анализу и структуризации данных. Эти данные помогут принять решения при недостатке информации о рынке гражданской продукции, начиная от проработки главной идеи до воплощения в продуманное сообщение, которое затронет целевую аудиторию и будет правильно воздействовать на нее. Это поможет:

- найти наиболее привлекательные сегменты гражданских рынков;
- сформулировать стратегию и согласовать цели и задачи;
- разработать востребованный продукт, его дизайн и бренд;
- результативно вывести его на рынок и продвигать;
- оценивать эффективность продаж;
- повышать лояльность и удовлетворенность клиентов. 

Маркетинг – это необходимое недостающее звено между стратегическим решением компании о том, где и как конкурировать, чтобы выиграть и удовлетворить исключительные потребности клиентов. Следовательно, укрепление позиций подразделений маркетинга в разработке новой продукции должно стать приоритетом для улучшения инновационной деятельности предприятий.



Новый язык управления производством

LOGOS

Цифровая
система
управления



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

Протестируйте систему бесплатно!*

Преимущества системы

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

* Для получения бесплатной 30-дневной полнофункциональной версии системы обращайтесь по тел.: (495) 788-44-44.



будущее
создается

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



Внедрение проектного управления



Текст: Вячеслав Кузнецов



«Для осуществления большого проекта требуется огромное количество высококвалифицированных специалистов, и мы не хотим подходить к каждому проекту, как будто начинаем все сначала».

Джон Кенанджи, ИТ-директор OHSU

Вопросы проектного управления сегодня актуальны как никогда ранее. Системы управления проектами внедряются не только в коммерческих проектно-ориентированных компаниях, для которых проект – это базовая единица управления, но и активно встраиваются в систему государственного управления на совершенно новом уровне, который 10 лет назад еще невозможно было себе представить. Если ранее проектное управление рассматривалось как отдельное направление деятельности, применимое там, где требуется целевое управление инвестициями, то сейчас его принципы внедряются во все сферы деятельности организации.

Этому есть две основные причины. Во-первых, текущее состояние российской экономики требует тщательного планирования расходуемых средств. Во-вторых, возросшая конкуренция ставит перед компаниями новые вызовы в области эффективности их деятельности и способности системы управления гибко перестраиваться и своевременно реагировать на изменившиеся условия. Поэтому грамотное проектное управление становится тем конкурентным преимуществом, которое позволяет компании тратить ресурсы только там, где это нужно и гарантировать получение результата по стратегически значимым для компании вопросам. Проектно-ориентированный стиль управления доказал

свою эффективность как в части повышения прозрачности управления, так и в части гибкости и способности своевременно реагировать на изменение внешнего окружения проекта. Для большинства организаций применение проектных принципов управления является не самоцелью, а средством выживания и получения дополнительных преимуществ, невозможных при другом способе организации деятельности.

Но чтобы оправдать возложенные на проектное управление надежды, к построению системы управления проектами надо подойти правильно. Практический опыт внедрения как в организациях наших клиентов, так и в нашей Группе компаний выявляет основные проблемы, с которыми вам придется столкнуться на этом пути. В статье мы постараемся раскрыть некоторые из этих проблем, а также предложить наше видение наиболее эффективного пути внедрения системы управления проектами.

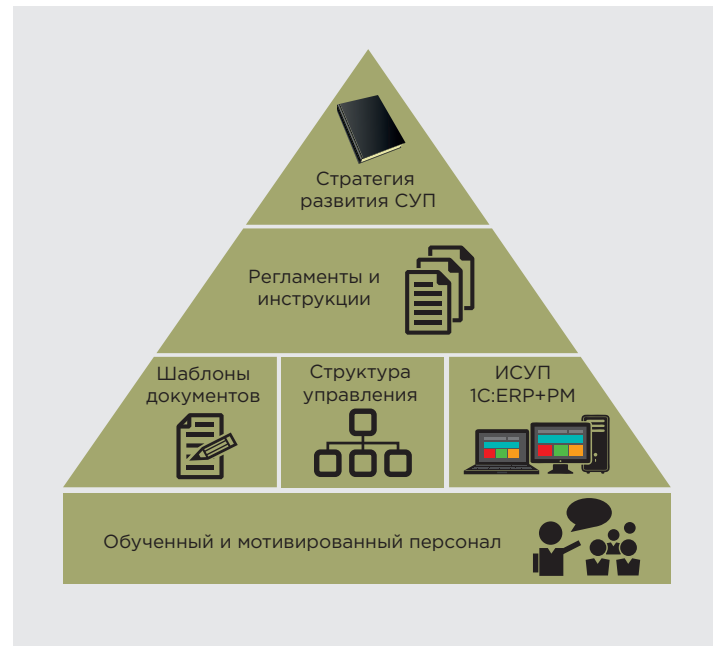
Для начала давайте определим, что такое «система управления проектами», чтобы однозначно понимать составляющие этой системы и общаться на одном языке. Система управления проектами состоит из шести взаимосвязанных блоков.

Стратегия. Прежде всего необходимо определить, в каком состоянии находится проектное управление в вашей организации и какие задачи являются первоочередными для ее развития.

Регламенты и инструкции. Далее вы должны определить правила работы по тем проектам, которые будут входить в вашу систему. И хотя не существует двух одинаковых проектов, и каждый раз вам придется сталкиваться с чем-то новым, не описанным в регламенте, – методология важна. Она позволяет применять стандартные отработанные приемы там, где это возможно, и экономит время, чтобы вы могли сосредоточиться на том, что является уникальным и значимым результатом вашего проекта.

Шаблоны, структура и ИТ-решения. Руководителю проекта и участникам потребуется помощь в реализации проекта. Чтобы команда не отвлекалась на бюрократические процедуры, длительные согласования и рутинные операции, необходимо предоставить ей шаблоны документов и проработать структуру управления, которая будет способствовать реализации проекта, а не противиться ей. Также важной составляющей системы является ИТ-решение, при помощи которого руководитель и команда будут осуществлять оперативное управление проектом, совместно разрабатывать и хранить документы, коммуницировать и отчитываться о реализации проекта перед руководством.

Обученный и мотивированный персонал. Обеспечение профессионального роста и лояльности руководителей проектов, а также повышение компетенций команды является одной из приоритетных целей при формировании и развитии корпоративной системы управления проектами. Инвестирование средств в развитие компетенций сотрудников способствует продвижению проектного управления.



1 Система управления проектами

Качество системы управления проектами определяется тем, насколько согласованы и проработаны данные блоки. И первая проблема, с которой довольно часто сталкивается команда по внедрению, – недостаточная вовлеченность руководства в процесс предстоящих изменений. Зачастую руководство проявляет неподдельный интерес к внедрению проектного управления, но в проекте не предусмотрены мероприятия, позволяющие руководству продемонстрировать свою заинтересованность сотрудникам. Чтобы не столкнуться с такой проблемой, запланируйте общие встречи с сотрудниками на начальном этапе внедрения.

На первом этапе ваша основная задача – сформулировать план развития проектного управления в вашей организации, гарантировать вовлечение руководства в процесс организационных изменений и продемонстрировать сотрудникам, что зарождающиеся перемены тщательно спланированы и развивают как организацию в целом, так и каждого работника.

В зависимости от глубины развития проектно-ориентированную деятельность в компании можно представить как:

- реализацию отдельных проектов;
- реализацию портфелей проектов;
- реализацию программ;
- осуществление проектно-ориентированной деятельности в целом в рамках мультипроектной среды.

В общем случае глубина развития проектного управления связана с тем, управление какими из объектов (проектами, портфелями, программами) поставлено в организации. Исходя из уровня, который достигла ваша организация, будут определены и мероприятия, которые необходимо предусмотреть в плане развития системы управления проектами. Например, если вы успешно организовали управ-



2

Функции офиса управления проектами

ление единичными проектами и портфелями проектов, и теперь перед вами стоит задача по организации управления программами проектов, то для вас будет крайне важно определить особенности реализации фазы завершения программы. Особенностью программ проектов является значительное смещение уровня усилий в сторону фаз выполнения и завершения. Это вызвано:

- пиком интеграционных процессов при окончании входящих в программу проектов;
- сведением воедино параллельно выполнявшихся работ;
- необходимостью исправления накопившихся ошибок, выявленных при интеграции результатов проектов.

Чтобы разработать план развития на должном профессиональном уровне, вам необходимо провести анализ готовности системы управления к предстоящим нововведениям, согласовать свои планы с видением руководства, проанализировать лучшие и применимые к вашей организации практики проектного управления, грамотно определить заинтересованные стороны и учесть их интересы. На данном этапе мы проводим всесторонний и детальный анализ бизнес-процессов наших заказчиков, определяем готовность организации к внедрению проектного управления и совместно разрабатываем план развития, учитывающий ключевые особенности организации. Привлечение внешнего консультанта на данном этапе важно еще и потому, что позволяет оценить со стороны деятельность организации, разработать план развития, основанный не только на опыте сотрудников компании, но и на опыте привлеченного консультанта.

Далее необходимо провести первичную регламентацию проектного управления. На данном этапе перед вами будет стоять выбор.

Первый путь – сначала разработать регламент и приступить к реализации проектов только после его утверждения. Такой вариант подойдет вам в случае, если начало реализации проектов невозможно без разграничения ответственности и полномочий заинтересованных сторон, формализации процессов для внедрения информационной системы управления проектами, установления правил реализации проектов, которые все руководители должны начать исполнять одновременно. Но очевидны и проблемы, с которыми вам придется столкнуться. Дело в том, что очень сложно на начальном этапе, без апробации решений на практике, предусмотреть такую процедуру реализации проектов, которая будет исполнима во всех аспектах, будет эффективна и учтет все особенности организации. В этом случае подготовить профессиональный регламент управления проектами с первой попытки, не упустить важные детали позволит опыт наших сотрудников, которые разработали и внедрили не одну систему управления проектами.

Когда это возможно, мы рекомендуем использовать второй путь разработки регламента – пилотное внедрение. Если вы не уверены, каким образом формализовать проектную деятельность, с чего начать работы, что является важным для вашей системы управления, а что второстепенным – начните с пилотного проекта. Выделите значимый для вас проект, который может быть реализован в течение нескольких месяцев, назначьте его руководителем наиболее сильного проектного менеджера и поставьте ему дополнительную задачу – в рамках реализации получить не только продукты, предусмотренные самим проектом, но и разработать регламент реализации аналогичных проектов. Таким образом, в ваш регламент будет включено только то, что приносит результат в рамках реализации проекта, только те требования, без которых реализация проекта невозможна. Пожалуй, внедрение изменений путем параллельной апро-



3 Алгоритм внедрения проектного управления

бации их на практике – самый эффективный путь разработки регламентов проектного управления.

Мы считаем, что надо начинать с пилотных проектов и еще по одной причине. Помимо того, что при реализации пилотного проекта вы определите правила работы, применимые для вашей организации, вы также докажете эффективность проектного подхода самим фактом его успешной реализации.

Естественно, что для таких проектов крайне важна профессиональная команда, обладающая достаточным опытом, чтобы предложить решения при возникновении различных препятствий на пути реализации, и достаточной скоростью для формализации процесса в короткие сроки, чтобы не задержать получение основных продуктов проекта. Команда пилотного проекта должна включать как специалистов заказчика, знающих и разбирающихся в специфике своего бизнеса, так и специалистов консультанта, имеющих необходимый опыт построения систем управления проектами и организации проектных офисов, потому что именно на пилотном проекте будут закреплены практики, которые транслируются на последующие проекты.

Однако у внедрения системы через пилотные проекты есть и свои недостатки – возрастает степень ответственности и влияния руководителя пилотного проекта на разработку регламента проектного управления. В данном случае возникает конфликт интересов, когда руководитель пилотного проекта при проработке процедур управления проектом старается облегчить жизнь руководителей проектов за счет ущемления интересов других участников. Сосредоточенность на реализации одного единственного проекта в рамках внедрения пилота может иметь негативный эффект, когда в регламент будут заложены ошибки, не позволяющие тиражировать решение на остальные проекты организации. Не допустить этого поможет, опять же, формирование смешанной команды реализации. В этом случае вы можете быть уверены, что лучшие практики будут зафиксированы и лягут в основу регламента проектного управления.

После того, как вы разработаете и утвердите регламент, необходимо организовать обучение сотрудников. Все участ-

ники проектной деятельности должны ориентироваться в установленных правилах, понимать причины появления в регламенте тех или иных требований и быть мотивированными на их исполнение. Спротивление сотрудников довольно часто тормозит внедрение нововведений, а иногда и сводит все усилия на нет. Не забывайте, что обеспечение профессионального роста и лояльности руководителей проектов является одной из приоритетных целей при формировании и развитии корпоративной системы управления проектами. Успех компании, это прежде всего успех входящих в ее состав проектных команд, поэтому позаботьтесь, чтобы ваши сотрудники были самыми компетентными специалистами. Мы поможем подобрать наиболее подходящий для ваших сотрудников курс обучения, организуем и проведем его. Можно пройти обучение на площадке нашего учебного центра, подготовленного для проведения подобных мероприятий, а также мы можем организовать выездную сессию для ваших сотрудников.

Еще одна проблема, с которой мы часто сталкиваемся при внедрении проектного управления, применима к организациям, которые надстраивают структуру проектного управления поверх уже существующей. Иными словами, когда происходит формирование матричной структуры управления. Фактически в организации появляются два контура управления: уже имеющийся в организации функциональный контур и вновь вводимый – проектный. Рассогласованность данных контуров в большинстве случаев приводит к нивелированию результатов перестройки системы управления, а подчас и к ухудшению управляемости системы в целом.

Чтобы исключить такие проблемы, необходимо особое внимание уделить реализуемости решений, заложенных в регламент проектного управления. Зачастую есть соблазн использовать для написания своего регламента примеры, разработанные в других организациях. Однако прямой перенос правил и подходов, успешно применявшихся в одной организации, скорее всего не оправдывает себя в рамках другой. Каждая компания уникальна по своим характеристикам и особенностям управления, поэтому предлагаемые



4

Наглядные примеры правильного и недостаточного планирования

решения должны всегда подвергаться проверке на реализуемость. При проработке регламента управления проектами мы всегда особое внимание уделяем организационно-ролевой структуре управления, аккуратно распределяем полномочия и ответственность участников, снижая таким образом матричные конфликты. Также для преодоления матричного конфликта крайне важна вовлеченность высшего руководства организации, которую мы отмечали ранее. Если руководитель демонстрирует свою заинтересованность в построении проектно-ориентированной системы управления, регулярно использует ее для контроля реализации проектов и при корректировке портфеля проектов – количество матричных конфликтов снижается.

Скорее всего для поддержки происходящих в компании изменений вы решите выделить отдельную структуру – офис управления проектами. Фильтр, который такой офис выстраивает при принятии решения об открытии проектов, сводит к минимуму инициирование мелких и зачастую противоречащих друг другу проектов. Что в целом приводит к экономии ресурсов компании за счет сокращения количества мелких проектов, выполняемых децентрализованно без единого плана развития. Также сбалансированная координация ресурсов позволяет сотрудникам не переключаться от задачи к задаче и в результате работать более продуктивно. Контрольно-учетная функция офиса управления проектами также имеет важное значение для руководства компании. Все проекты оцениваются по единым критериям, и у руководства появляется возможность сравнения и отбора проектов. Особое значение контрольно-учетная функция приобрела в государственных органах, где под офисом управления проектами понимают структуры, в большей степени выполняющие контроль исполнения поручений, выданных проектной команде.

Но офис управления проектами не будет работать должным образом, если у вас нечетко определены

функции данного подразделения. А функции вы должны определить в зависимости от того, какого типа офис управления проектами вы хотите организовать.

Если проектный офис встраивается в существующую структуру управления, которая справляется с реализацией проектов, но требуется повысить прозрачность управления, то логичным будет формирование так называемой «проектной канцелярии» с дополнительной консультационной функцией.

Если же в рамках вашего офиса управления проектами осуществляется координация коммерческих проектов и основная задача – максимизация доходности портфеля проектов, то больший результат принесет централизованная модель офиса управления проектами. Офис управления проектами обеспечивает прозрачность структуры всех проектов организации, повышая уровень координации и согласованности. Он дает больше ясности, фокусируя на стратегии, ослабляет границы между подразделениями компании, создает и поддерживает внутреннюю среду для эффективного управления проектами. Если вы только приступаете к формированию офиса, то наши специалисты помогут в подборе сотрудников, проведя поиск, первичный отбор и всестороннюю оценку кандидатов.

Если же вы не готовы к формированию своего собственного проектного офиса, но при этом понимаете важность данного подразделения для целей внедрения и поддержания проектной методологии в организации, вы можете обратиться к нам для аутсорсинга специалистов проектного офиса.

Аутсорсинг проектных специалистов и/или функций проектного офиса – это услуга, позволяющая в большинстве случаев экономить ваше время и снижать затраты. Если компания принимает решение о внедрении проектного управления или сталкивается с новой для себя нишей, пробуя реализовать все своими силами, то в конечном счете это приводит к потерям. Экспериментируя своими силами, начиная с нуля, компания затрачивает большое количество времени и ресурсов, снижая темпы производства, отвлекая ключевых сотрудников. Этого можно избежать, привлекая на время всего проекта или в ключевых точках специалистов в области проектной деятельности. В результате сотрудники компании-заказчика получают уникальную возможность, не тратя время на поиски верных решений, воспользоваться знаниями и опытом специалистов и избежать множества ошибок.

Вернемся к основным элементам системы управления проектами. Итак, у вас есть план развития, регламент утвержден и исполняется, руководство с помощью офиса управления проектами осуществляет регулярный контроль и координацию проектной деятельности. Что дальше? А дальше вам необходимо позаботиться об удобстве работы ваших руководителей проектов и вашего проектного офиса. Практика показывает, что с ростом количества проектов возрастает необходимость в централизованной координации ресурсов и подготовке консолидированной аналитики. Если вы не предоставите в рас-

поражение своего проектного офиса и проектных команд развитую информационную систему управления проектами, то постепенно вы начнете утопать в потоке отчетов, согласований выделения ресурсов, бюджетах, расчетах возможности выполнения проектов. Для проектного офиса координация портфеля проектов превратится в кошмар администрирования.

Сегодня выбор решений для автоматизации управления проектами очень широк. Однако у нас не было ни одного примера внедрения, когда заказчик был удовлетворен базовым функционалом информационной системы управления проектами, заложенным разработчиком. Как бы ни было функционально и развито ИТ-решение, вы захотите внести в него изменения, которые согласовывали бы его с особенностями бизнес-процесса вашей организации. Если говорить о продуктах компании Microsoft, то вы должны понимать, что покупаете конечное решение, а доработки возможны, но будут дорогостоящими. Также распространена ошибка при выборе ИТ-платформы, когда на начальной стадии внедрения не берутся в расчет возможности интеграции информационной системы управления проектами с учетными системами компании. Согласитесь, гораздо удобнее, когда перечень сотрудников автоматизированно обновляется на основании информации из отдела персонала, когда оплата счета автоматизированно отображается в бюджете проекта, а регистрация в системе акта приема-передачи работ автоматизированно привязывается к календарному плану проекта. Имея сильную команду разработчиков 1С, мы предлагаем нашим клиентам услуги по внедрению информационных систем управления проектами на базе 1С, а также оказываем услуги по дальнейшему сопровождению и развитию системы.

Последняя типичная ошибка при внедрении проектного управления, негативные последствия которой проявляются не сразу, но начинают увеличиваться по мере повышения зрелости проектного управления в организации, – это игнорирование вопросов накопления успешного опыта.

После первых шагов по внедрению проектного управления в организации результаты очевидны – возрастает доля успешных проектов, повышается прозрачность и согласованность управления. Однако без продуманной системы обмена проектным опытом между руководителями проектов, без формирования базы проектных знаний ваша организация будет все более зависеть от личных качеств и успешности руководителей проектов. В случае их ухода или занятости на других проектах вы не сможете гарантировать качественную реализацию проекта. Поэтому система управления должна постоянно совершенствоваться, успешные практики, полученные в рамках одного проекта, должны становиться ее частью.

Чтобы обеспечить нашим клиентам постоянное совершенствование их систем, мы предлагаем услуги по аудиту систем управления проектами и информационных систем управления проектами. Однажды внедрив у себя



5
Преимущества открытия проектов

систему управления проектами, по прошествии некоторого времени вы заметите, что система перестала быть эффективной. Это происходит потому, что компания растет, развивается и расширяется, а система управления вместо того, чтобы развиваться вместе с компанией, остается прежней. Аудит поможет выявить уровень текущего развития системы и ее соответствие уровню развития компании, стратегическим целям и текущим потребностям. По результатам аудита мы предоставляем заказчику детальный отчет и план развития. \

Мы считаем проектное управление тем ключевым методом управления, который позволит повысить конкурентоспособность предприятий и российской экономики в целом. Проектно-ориентированный подход стремительно набирает популярность, что многократно усложняет выбор достойного консультанта и порождает множество спекуляций в данной сфере. Мы предлагаем нашим клиентам только те решения, которые доказали свою эффективность. Используя возможности ГК Остек в области проектного управления, организационных изменений, разработки и внедрения информационных систем, вы сократите сроки внедрения своих решений и повысите их качество.

ТЕХНОЛОГИИ

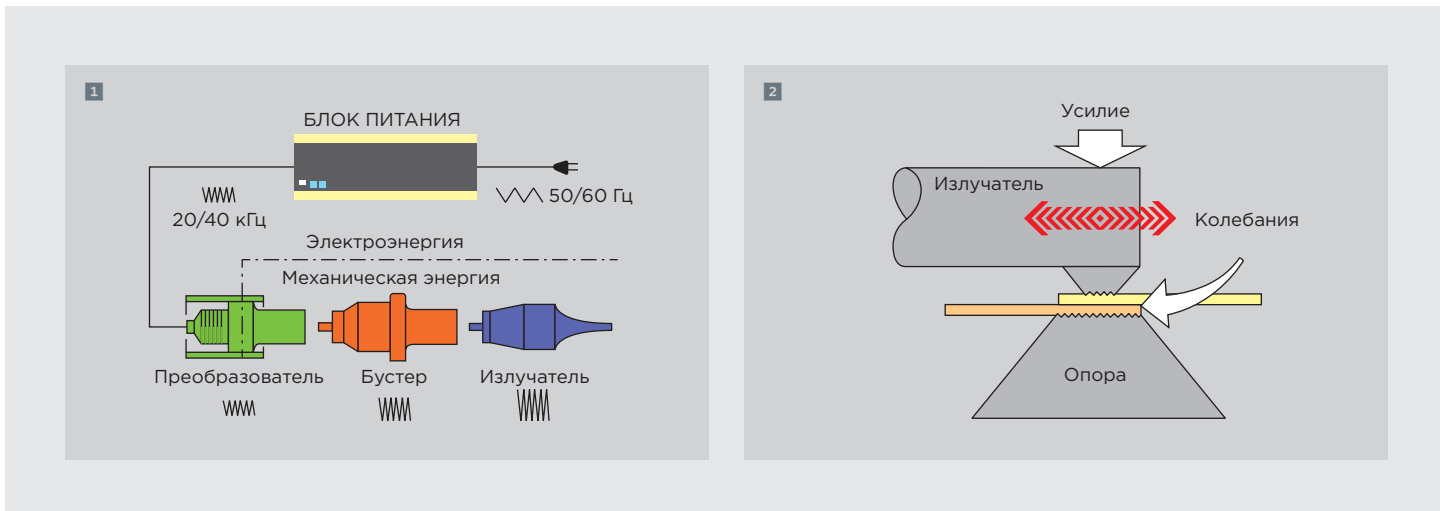
Ультразвуковая сварка – возможности применения в жгутовом производстве и не только



Текст: Роман Лыско



Еще в 40-е годы прошлого века появились разработки в области промышленного применения ультразвукового излучения. Одним из направлений разработок была предварительная очистка поверхностей свариваемых деталей ультразвуком. Параллельно получило развитие использование ультразвука для сварки металлов и других материалов. Во время проведения испытаний и лабораторных исследований разработчики отметили, что металлические образцы сваривались под воздействием ультразвука еще до воздействия электрическим током. Можно сказать, что этот процесс был открыт в какой-то степени случайно.



1, 2
Процесс передачи и преобразования энергии в системе ультразвуковой сварки, процесс ультразвуковой сварки

Сегодня трудно найти отрасли производства, где бы не применялась ультразвуковая сварка. Наиболее активно она используется в автомобильной, электротехнической промышленности, в производстве бытовой электроники, холодильных установок, аккумуляторных батарей, в солнечной энергетике, все чаще ее применяют в специальных отраслях, в том числе авиационно-космической.

Рассмотрим подробнее эту технологию и области ее применения.

В системах ультразвуковой сварки высокочастотная электрическая энергия преобразуется в механические колебания в преобразователе (рис 1). Частота генерируемого ультразвука составляет от 20 кГц. Ультразвуковая металлическая сварка – это диффузионный процесс в твердом состоянии при одновременном воздействии на свариваемые поверхности высокочастотных колебаний, прижимного давления и теплового воздействия. Высокочастотные колебания, приложенные под нагрузкой, разрушают поверхностные пленки и оксиды, образуя чистое, контролируемое, диффузионное сварное соединение (рис 2). Происходит сухое и чистое трение, в результате которого образуются узлы схватывания. Атомы свариваемых деталей образуют между собой связи, что и создает такое соединение.

Для качественного процесса ультразвуковой сварки важно обеспечить оптимальное соотношение трех ключевых параметров:

- времени – продолжительность воздействия ультразвуковыми колебаниями;
- амплитуды колебаний – величина смещения в процессе колебаний;
- величины прижимного усилия.

У процесса есть ряд существенных преимуществ:

- возможность сваривать поверхности без предварительной очистки. Окислы и другие поверхностные загрязнения очищаются в процессе сварки под воздействием ультразвука;

- возможность сварки тонких материалов и приварки тонких материалов к материалам большой толщины;
- относительно низкие температуры процесса. Нагрев не более чем до 1/3 температуры плавления материалов, не вносящий существенных изменений в физические свойства металлов;
- отсутствие вредных выделений и безопасность процесса для рабочего персонала;
- высокая прочность сварного соединения;
- высокие токопроводящие свойства соединения и низкое переходное сопротивление;
- возможность соединения однородных и разнородных материалов;
- низкая стоимость сварных соединений.

Российские производители жгутовой и другой электротехнической продукции уже оценили все преимущества использования ультразвуковых соединений. Пока эта технология больше применяется в гражданском сегменте, но производители специальной техники также проявляют к ней интерес. Переход на ультразвуковую сварку вполне возможен по ряду видов жгутовой продукции даже несмотря на определенные ограничения в отраслевых и государственных стандартах.

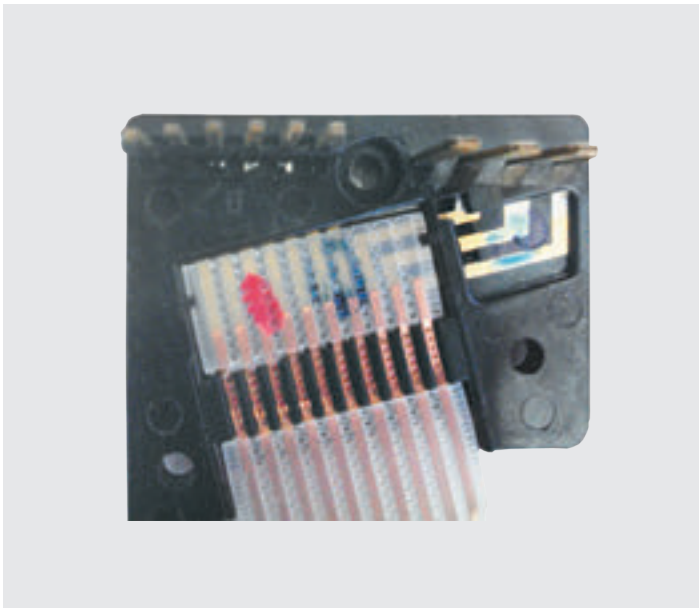
Решения, которые предлагает ГК Остек для ультразвуковой сварки от наших партнеров, компании Branson (Emerson), позволяют технологам в минимальное время подобрать необходимые режимы и параметры (рис 3). Высокие прочностные характеристики, достигающие 70 % от базового материала, позволяют обеспечить высокое качество и надежность жгутового соединения.

Приведем примеры использования ультразвуковой сварки для различных решений.

Первый – ультразвуковая сварка ленточного провода с контактными выводами (рис 4).



3 Система ультразвуковой сварки Branson MWX 100



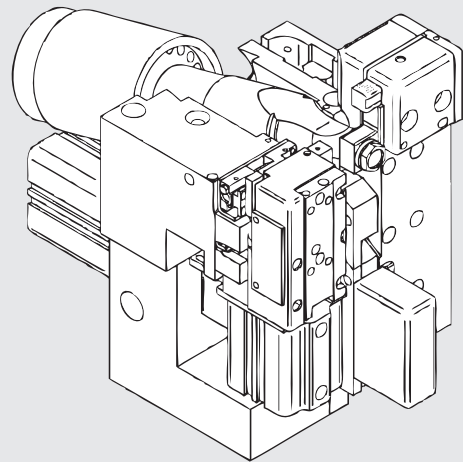
4 Ультразвуковая сварка медных жил ленточного провода и контактных площадок соединителя

В журнале «Вектор высоких технологий» № 4 (33)¹ мы рассказывали о том, что ленточные провода активно используются в приборостроении. Машина ультразвуковой сварки логично дополняет автоматизированный комплекс лазерной обработки ленточных проводов БАУМ-ЛЗ-50. Заказчик может получить решение не только для обработки ленточных проводов (лазерной зачистки и мерной резки), но и для сварки жил шлейфа с контактами соединителя.

Другой пример использования ультразвуковой свар-

О компании Branson-Emerson

В 1942 году Норман Брэнсон (Norman Branson) разработал ультразвуковые решения для использования в промышленности. В 1984 компания Branson стала частью корпорации Emerson. По версии Fortune в 2010 году Emerson заняла 3-е место из компаний электронной индустрии в категории «World's Most Admired Companies» - «Наиболее авторитетные компании». Направлением ультразвуковой сварки в компании занимаются более 1800 человек. Помимо производственных мощностей в США и Европейском Союзе есть собственные лаборатории и технические центры. Среди клиентов Branson-Emerson такие компании как LEAR, Nissan, Tesla, Sony, Panasonic, Hitachi, Samsung, LG



Одна из запатентованных разработок компании в области ультразвуковой сварки

ки – это сварка разнородных материалов. Благодаря этому возможно комбинировать в изделии различные проводные материалы и соединители (рис 5). В **Т 1** представлена совместимость различных материалов. Помимо использования этой информации мы рекомендуем при подборе оборудования проводить тестирование материалов. Это можно сделать в демонстрационном зале Остека или получить тестовое заключение от производителя оборудования вместе с результатами pull-test и peel-test.

Еще один пример: в жгутовом и приборном производстве представлены контакты, соединители и разъ-

¹ Статья «БАУМ ЛЗ-50 – новинка для обработки шлейфов. Автоматизация возможна».



5 Ультразвуковое сварное соединение разнородных материалов

емы из различных материалов, поэтому в ряде случаев ультразвуковая сварка может стать хорошей альтернативой традиционной опрессовке и пайке. Возрастающая интеграция жгутов с электронными компонентами, модулями и устройствами также расширяет возможности ее применения.

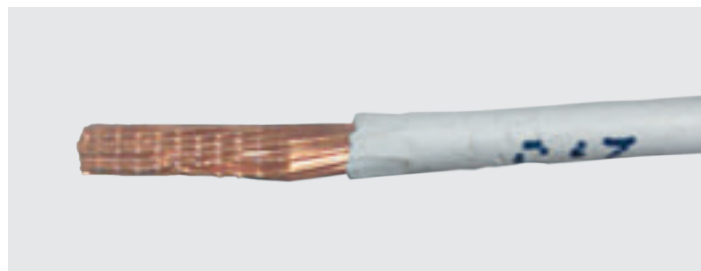
С помощью ультразвуковой сварки можно делать сращивание проводных заготовок с высокими прочностными характеристиками (рис 6).

Такой способ дает широкие возможности разработчикам и конструкторам при проектировании геометрии жгутовых изделий и комбинировании проводных материалов в жгутовом изделии, становится меньше ограничений в технологической реализации конструкторских решений.

Еще одна возможность повышения технологичности и одновременно снижения массогабаритных характери-




6 Сращивание проводов (splice) методов ультразвуковой сварки



7 Сварка жил провода ультразвуком

стик жгутовых изделий – сварка наконечников обработанных проводов, когда жилы провода спрессовываются и свариваются в единое целое (рис 7). Такая сварка позволяет отказаться от контактов и наконечников.

Ультразвуковая сварка жилы провода позволила одному из наших заказчиков обеспечить существенную экономию на контактах для клеммных разъемов без потери в качестве проводного соединения как с точки зрения механической прочности, так и токопроводящих свойств.

Еще одно применение ультразвуковой сварки – производство солнечных элементов, литий-ионных и аккумуляторных батарей, используемых в электромобилях. Для таких изделий важно обеспечить соединение элементов с минимальными значениями переходного сопротивления, поэтому производители по достоинству оценили возможности ультразвука. 

Ультразвуковая сварка – это возможность создать прочные соединения с высокими токопроводящими свойствами. Опыт применения технологии в различных отраслях позволяет в короткие сроки обосновать применение ультразвуковой сварки в отраслях специального применения. В ряде зарубежных стандартов, в частности IPC/WHMA-A-620, прописаны критерии контроля качества ультразвуковых сварных соединений. Остек, совместно со своим партнером, компанией Branson, предлагает следующие технологические решения: адаптацию оснастки машин ультразвуковой сварки под конкретные задачи заказчика, экспертное заключение о возможности сварки тех или иных материалов, предоставление результатов тестирования сварных соединений.

Технологические материалы для высоко-температурных микросхем



Текст: Александр Скупов



В статье представлен обзор материалов и технологии для создания микросхем, предназначенных для длительной эксплуатации при температурах до +300 °С.

Введение

Продолжается активное внедрение электроники в разнообразные изделия, выпускаемые и эксплуатируемые различными отраслями промышленности. Электроника позволяет упростить некоторые системы, сделать их более компактными, дает возможность удалённо следить за их состоянием в режиме реального времени.

В некоторых отраслях (добыча полезных ископаемых, автомобилестроение, авиакосмическая промышленность) требуется работа электроники при повышенных температурах¹. Обычно за «повышенную температуру»

принимается диапазон от +150 до +300 °С. Существуют примеры и более высокотемпературных устройств, но мы, говоря о «высокотемпературной электронике», будем придерживаться именно этого диапазона.

Основным элементом любого устройства электроники является интегральная микросхема (ИМС). Ее составные части – кристалл, выводы, корпус, связующие материалы – как по отдельности, так и в соединении друг с другом чувствительны к температуре. Во многом долговременная и стабильная работа микросхемы при высоких температурах зависит от выбора технологических материалов для её производства, который происходит на стадии проектирования.

¹ G. Watson, G. Castro, High-Temperature Electronics Pose Design and Reliability Challenges

T 1

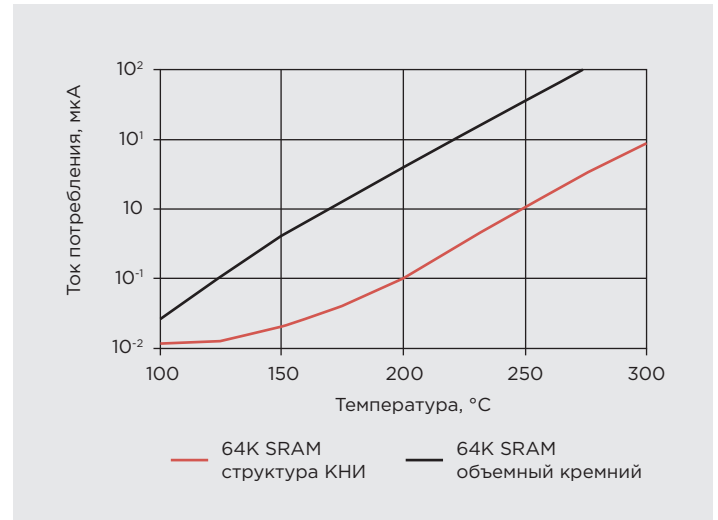
ТИПИЧНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИН TSOI (КНИ С КАНАВКАМИ), ИЗГОТОВЛЕННЫХ КОМПАНИЕЙ ICEMOS TECHNOLOGY

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Диаметр, мм	100, 125, 150
Толщина несущей пластины, мкм	350-1000
Легирование	n-тип: P, Sb, As p-тип: B
Удельное сопротивление, Ом·см	≈0,001-10000
Ориентация	(100), (110), (111)
Скрытый диэлектрик	SiO ₂
Толщина скрытого диэлектрика, мкм	0,2-5,0
Толщина приборного слоя, мкм	1,5-100
Ширина изолирующей канавки, мкм	≥2
Аспектное отношение изолирующей канавки	15:1
Толщина изолирующего SiO ₂ в канавке, мкм	0,1-1,0
Заполнение канавки после изоляции, мкм	Poly Si
Метод финальной планаризации поверхности	ХМП

Материалы на уровне полупроводниковой пластины

Для понимания сложности работы ИМС при повышенных температурах необходимо вспомнить базовые закономерности физики твёрдого тела:

- рост проводимости при увеличении температуры в полупроводниках;
- увеличение скорости диффузии;
- уменьшение пробивного напряжения в диэлектриках.



1

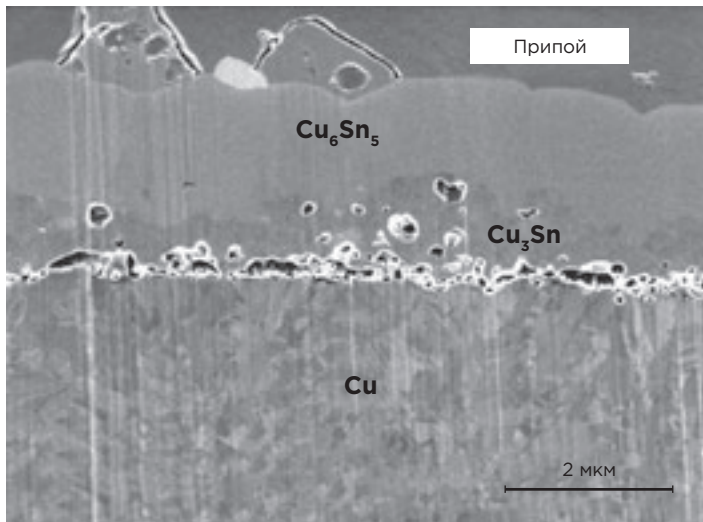
Зависимость тока в режиме ожидания от температуры и типа подложки для микросхемы статической памяти SRAM

Рост проводимости приводит к значительному увеличению токов утечек. Как следствие, растёт потребляемая мощность, и ещё более увеличивается тепловыделение. При высоких температурах стандартная изоляция между транзисторами ИМС с помощью p-n переходов становится неэффективной². Вместо этого необходимо применять изоляцию канавками (trench), заполненными SiO₂ либо иным диэлектриком или их композицией. Если кристалл микросхемы изготавливается на основе кремния, то разумно использовать пластины «кремний на изоляторе» (КНИ). Это позволит сократить утечки через подложку (рис 1). Коммерчески доступны пластины производства компании Icemos Technology, где диэлектрические канавки формируются в пластине КНИ согласно топологии заказчика (T 1). Такие структуры называются TSOI (Trenched Silicon on Insulator). Другим вариантом решения проблемы возрастания токов утечки является использование широкозонных полупроводников: GaN, SiC и других³.

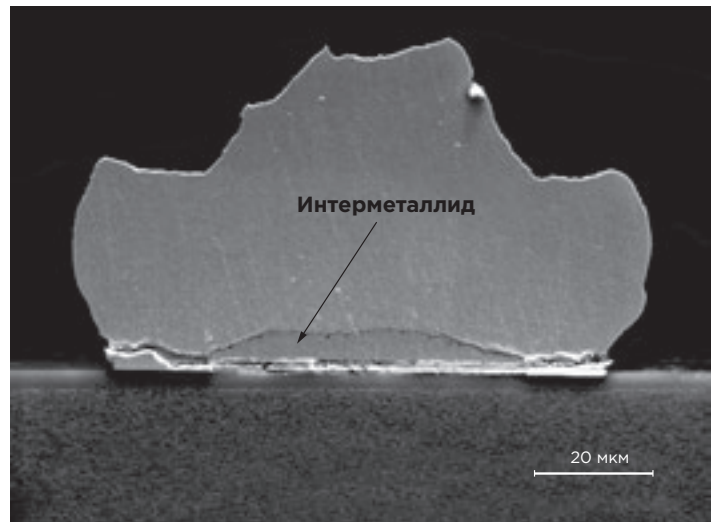
Увеличение скорости диффузии при повышенных температурах приводит к нежелательным явлениям. Во-первых, происходит дальнейшая диффузия примесей в полупроводнике. Во-вторых, увеличивается скорость электромиграции металла контактных площадок. В-третьих, существует риск взаимной диффузии на границах разных материалов с образованием новых фаз и химических соединений. В целом, увеличение скорости диффузии оказывает значительное влияние не только на уровень полупроводникового кристалла, но и на уровень всего электронного узла,

² High Temperature Electronics, F. Patrick McCluskey, Thomas Podlesak, Richard Grzybowski, December 13, 1996 by CRC Press, Reference - 352 Pages

³ Z. Szczepanski, R. Kisiel, SiC die-substrate connections for high temperature applications, MATERIAŁY ELEKTRONICZNE, T. 37-2009 NR 1



2 Дефекты на границе припоя PbSn и Cu после теста на ускоренное старение: интерметаллиды Cu_6Sn_5 , Cu_3Sn , пустоты



3 Трещины на границе алюминия и золота из-за формирования хрупких интерметаллических соединений [X3]

работающего в условиях повышенной температуры. Все это необходимо учитывать при проектировании ИМС, выбирая оптимальные профили и топологию легирования, материалы с низкой скоростью взаимной диффузии, неподверженные образованию химических соединений.

Проблема возрастания пробивного напряжения в диэлектриках решается лишь конструктивно – увеличением их толщины.

Материалы для корпусирования

МОНТАЖ КРИСТАЛЛА

Для монтажа кристаллов микросхем используют полимерные материалы на основе эпоксидных смол, а также металлические и стеклянные припой.

Обычные эпоксидные клеи неприменимы для высокотемпературных приложений из-за постепенной деградации их основы⁴. Вместо них используют припой, например, Au80Sn20 в виде преформ или пасты, например, Indalloy #182. Но он не всегда приемлем из-за высокой стоимости.

Привлекательной альтернативой эпоксидному клею и сплаву Au80Sn20 являются наполненные серебром стеклоприпой, например, новый продукт компании Namics ХН9930-1. Его свойства приведены в 1 2. Этот материал обладает высокой тепло- и электропроводностью. Он может быть использован для монтажа кристаллов, предназначенных для эксплуатации при температурах до +300 °С. Данный стеклоприпой наносится на подложку методом дозирования, как эпоксидный клей для монтажа кристалла. Оплавление ХН9930-1 происходит при +370 °С.

В качестве подложек для микросхем, работающих при высокой температуре, уже не может применяться стеклотекстолит, здесь необходимо использовать керамику: Al_2O_3 , AlN, LTCC (Low Temperature Co-Firing Ceramics) и прочие её виды.

КОРПУС

Для корпусирования ИМС используется литьё под давлением с использованием компаунда на основе эпоксидной смолы, или микросхема помещается в корпус из керамики, металла или специального полимера.

В настоящее время наиболее популярен первый способ, обеспечивающий массовость выпуска и низкую стоимость изделий. К сожалению, метод неприменим для высокотемпературной электроники из-за деградации самой смолы.

Эпоксидный компаунд проницаем для влаги. Поэтому при высоких температурах возможно ускорение коррозии проволоки, используемой для разварки кристалла. Это означает, что лучше использовать корпуса, которые обеспечивают герметичность.

Для высокотемпературных применений наилучшим будет использование корпусов из керамики (например, LTCC), а также металлокерамических корпусов. Разумно использовать системы в корпусе (СВК, SiP – System in Package) вместо применения каждой микросхемы в индивидуальном корпусе. Это полезно с точки зрения сокращения массогабаритных характеристик сборки, уменьшения термомеханических напряжений при нагреве платы, сокращения длины проводников.

ПРИСОЕДИНЕНИЕ ВЫВОДОВ

Электрическое соединение контактных площадок полупроводникового кристалла и выводов корпуса осуществляется либо с помощью столбиковых или шариковых выводов (т. н. «flip chip», монтаж перевернутого кристалла), либо с помощью проволоки.

⁴ M.B. Neiman et al, The Thermal Degradation of Some Epoxy Resins, Journal of Polymer Science Vol. 56, PP 383-389, 1962

Т 2

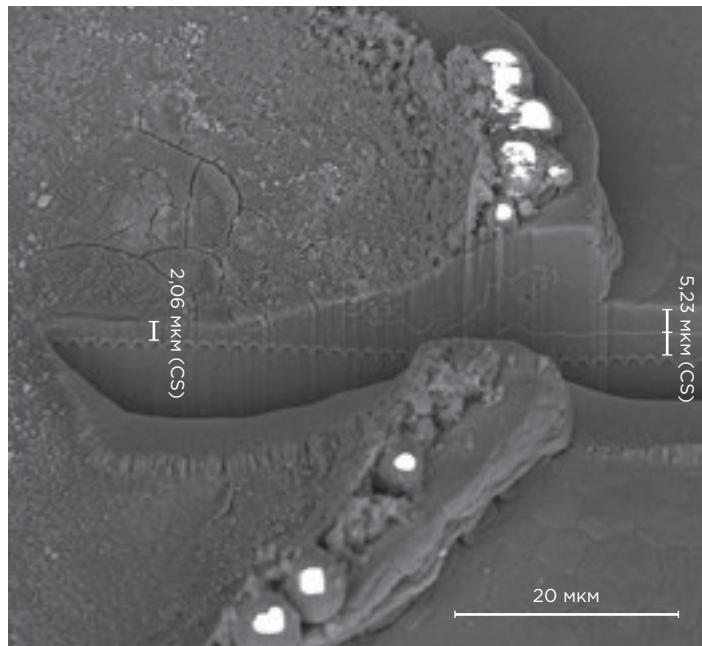
СВОЙСТВА НАПОЛНЕННОГО СЕРЕБРОМ СТЕКЛОПРИПОЯ NAMICS ХН9930-1

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
В виде пасты	
Вязкость, Па·с	18
Индекс тиксотропности	4,5
Содержание серебра, %	73
Плотность, г/см ³	5,2
После отверждения	
Сопrotивление, мкОм·см	8
КТР, 10 ⁻⁶ °С ⁻¹	20
Теплопроводность, Вт/м·К	80
Прочность на сдвиг, МПа	30
Содержание серебра, %	80

Соединение контактных площадок кристалла с выводами корпуса (или дорожками платы) для высокотемпературной электроники – тоже непростая задача. Стандартная технология монтажа перевернутого кристалла на текстолитовую подложку с использованием бессвинцовых выводов здесь неприменима. Во-первых, это связано с ростом фазовых включений интерметаллидов Cu/Sn/Ag или Au/Sn/Ni/Ag (в зависимости от сплава и металлизации подложки). Интерметаллические соединения обладают высокой твердостью и хрупкостью, что приводит к отрыву выводов при высоких механических нагрузках или термоциклировании (рис 2). Во-вторых, типичные материалы для заливки зазора между подложкой и чипом (underfill) на основе эпоксидных смол подвержены деградации при высоких температурах из-за химических свойств их основы.

Использование проволочной разварки также ограничено при создании изделий высокотемпературной электроники. В мировой практике для разварки микросхем наиболее часто используют проволоку из Au или Cu на контактных площадках из алюминия. Как золото, так и медь формируют интерметаллические соединения с алюминием (рис 3 и 4), которые приводят к потере прочности выводов⁵.

Одним из решений описанной проблемы является использование соединений из того же металла, что и контактная площадка, например, Al. Также возможно создание дополнительных барьеров для диффузии



4 Контактная площадка из Al после отрыва проволоки из Cu из-за формирования хрупких интерметаллических соединений

(W, Ta, Ni, Ti и др.). Существуют виды проволоки, в которых образование хрупких интерметаллических соединений подавляется с помощью определенных элементов. Например, компания Tanaka производит проволоку типа GPG, в которую добавлен палладий.

Заключение

Создание микросхем, рассчитанных на работу при температурах до +300 °С, требует применения особых приёмов при конструировании и выборе технологических материалов.

На уровне кристалла вместо объёмного кремния целесообразнее использовать структуры КНИ. Высокотемпературная электроника также является одним из применений, где в качестве полупроводниковых материалов имеет смысл использовать SiC, GaN. Для монтажа кристаллов высокотемпературных микросхем уже не подходят клеи на основе полимерных материалов, и вместо них следует применять металлические или стеклянные припои. Для присоединения выводов рекомендуется использовать проволоку, изготовленную из того же металла, что и контактная площадка кристалла, либо использовать барьерную металлизацию.

Группа компаний Остек тесно сотрудничает с производителями материалов, ведущих активные разработки продуктов для применения в высокотемпературной электронике. Специалисты компании готовы оказать технологическую поддержку при создании высокотемпературных микросхем, совместно с производителями материалов и оборудования провести исследования и тесты. □

⁵ D. Kim et al, Formation and behavior of Kirkendall voids within intermetallic layers of solder joints, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, Vol. 22, PP 703-716

ЦРТ: услуги рентгеновской томографии и промышленной 3D-печати для производства



Текст: Александра Башкирова



За последнее десятилетие в сфере промышленных технологий произошли существенные изменения – появились новые, недоступные ранее возможности, способные увеличить эффективность процессов и вывести производство на новый уровень. Инновационные цифровые технологии, такие как аддитивное производство и компьютерная томография, являются одними из них.

Создание деталей при помощи промышленной 3D-печати, а также контроль изделий с использованием компьютерной томографии – это новые процессы, внедренные пока лишь на некоторых отечественных предприятиях. Но они являются важным конкурентным преимуществом, поэтому приобретают всё большую популярность.

Скорость распространения этих технологий у нас в стране заметно ниже по сравнению со странами Европы и Азии. Причина этого и в консерватизме наших предприятий, и в нежелании искать «добра от добра», и определенные финансовые трудности. Также это связано с отсутствием достоверной и актуальной информации о применимости 3D-печати и компьютерной рентгеновской томографии в различных отраслях промышленности. Информация размещается в основном на обособленных порталах, не связанных с производством, и рассказывает о достижениях в области печати товаров широкого потребления. В специализированных изданиях данная тема в последнее время рассматривается все чаще, но до конкретных практических примеров дело доходит очень редко. В статье мы решили восполнить этот информационный пробел.

На базе ООО «Остек-СМТ» для осуществления прикладных работ и исследований, проведения мастер-классов и демонстрации высокотехнологичного оборудования был создан Центр развития технологий (ЦРТ), открытый для широкого круга заказчиков. ЦРТ включает в себя самую большую в Восточной Европе лабораторию компьютерной рентгеновской томографии, оборудованную передовыми установками компании General Electric, а также системами для рентгеноскопии, 3D-сканирования и аддитивного производства. На базе ЦРТ уже выполнено большое количество работ, связанных с решением широкого спектра задач в области метрологии и дефектоскопии и проведением исследований микроструктуры образцов (например, кернов), работ по обратному проектированию, а также работ, связанных с производством выжигаемых 3D-моделей для литья методом ЛВМ¹ и литьём мелких серий изделий из металла. Постоянными заказчиками Центра стали как крупнейшие предприятия, в том числе производители техники специального назначения, так и небольшие организации, включая индивидуальных предпринимателей, открывших для себя возможности аддитивных технологий.

В наших статьях мы будем знакомить вас с отдельными выполненными заказами для производственных предприятий, чтобы на практических примерах рассказывать о возможностях аддитивного производства и компьютерной рентгеновской томографии применительно к промышленности.

Для начала давайте рассмотрим, что такое технология ЛВМ. Технология ЛВМ – это метод, который используется предприятиями для литья деталей, обладающих сложной геометрией, и к точности которых предъявляются высокие



1

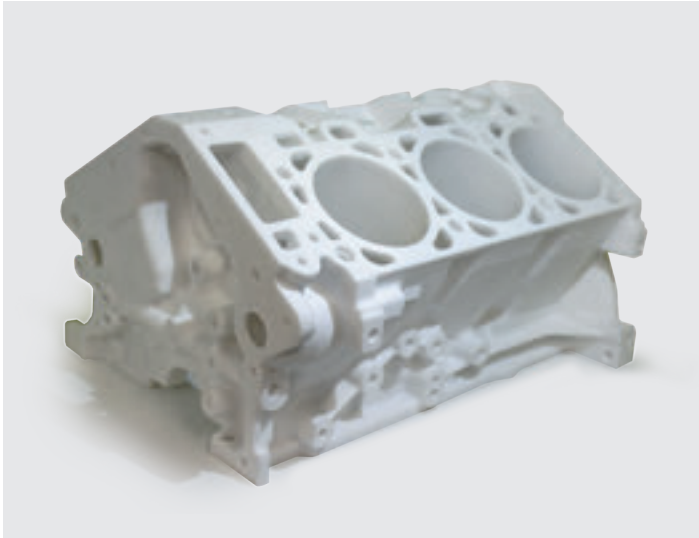
Напечатанные выжигаемые модели из ПММА и отливки из металла, сделанные с их помощью методом ЛВМ

требования. Использование метода позволяет получать отливки без существенных припусков, что сводит необходимость финишной механической обработки к минимуму, сокращая время на изготовление изделия, а также производственные отходы.

ЛВМ подразумевает наличие модели, так называемой восковки, изготавливаемой из легкоплавких материалов (стеарин, парафин, воск и др.), которая повторяет геометрию необходимого изделия из металла. Обычно при литье средней и крупной серии методом ЛВМ изготавливается металлическая или пластиковая пресс-форма, с помощью которой заливкой в форму легкоплавких составов создаются восковки. Для литья малой или опытной серии изготовление подобной пресс-формы является экономически нецелесообразным, и встаёт вопрос поиска относи-

Знаете ли вы, что переход с метода литья в песчаные формы на ЛВМ позволяет снизить себестоимость изготовления отливки в среднем на 30–60 %, а в отдельных случаях – более чем на 60 %? При этом способе изготовления деталей производственные отходы металла сокращаются в 6–7 раз, коэффициент его использования повышается с 0,2 до 0,85, а трудоемкость механической обработки снижается на 60–70 %.

¹ ЛВМ – литьё по выплавляемым моделям



2

Напечатанная из ПММА выжигаемая модель «Блок цилиндров» для литья методом ЛВМ

тельно дешевого решения этого вопроса.

Применение аддитивных технологий в решении подобных задач – отличная возможность снизить издержки благодаря низкой стоимости расходных материалов

Т 1

Сравнение традиционного способа изготовления оснастки и изготовления с помощью аддитивных технологий

ТРАДИЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОСНАСТКИ ДЛЯ ОТЛИВКИ «КОЛЕСО РАБОЧЕЕ»

Изготовление пресс-формы для создания восковых моделей для литья методом ЛВМ



Срок реализации: от 20 рабочих дней
Итоговая стоимость: от 245 000 руб.*

* средний показатель по итогам запросов нескольких коммерческих предложений на разработку оснастки, отработку технологии и получение первой партии в количестве 6 шт.

ПРОИЗВОДСТВО ОСНАСТКИ ДЛЯ ОТЛИВКИ «КОЛЕСО РАБОЧЕЕ» ПРИ ПОМОЩИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

3D-печать моделей из ПММА на принтере Voxeljet VX500 для литья методом ЛВМ*



Срок реализации: от 10 рабочих дней
Итоговая стоимость: 9 500 руб./шт.**

Стоимость 3D-печати 1 шт. из ПММА: 3 500 руб.
Стоимость литья 1 шт. из алюминиевого сплава АК7ч: 6 000 руб.**

* Расчёты произведены в соответствии с ценовой политикой ЦРТ Остек-СМТ

** При заказе партии, кратной 6 шт.

и высокой производительности оборудования.

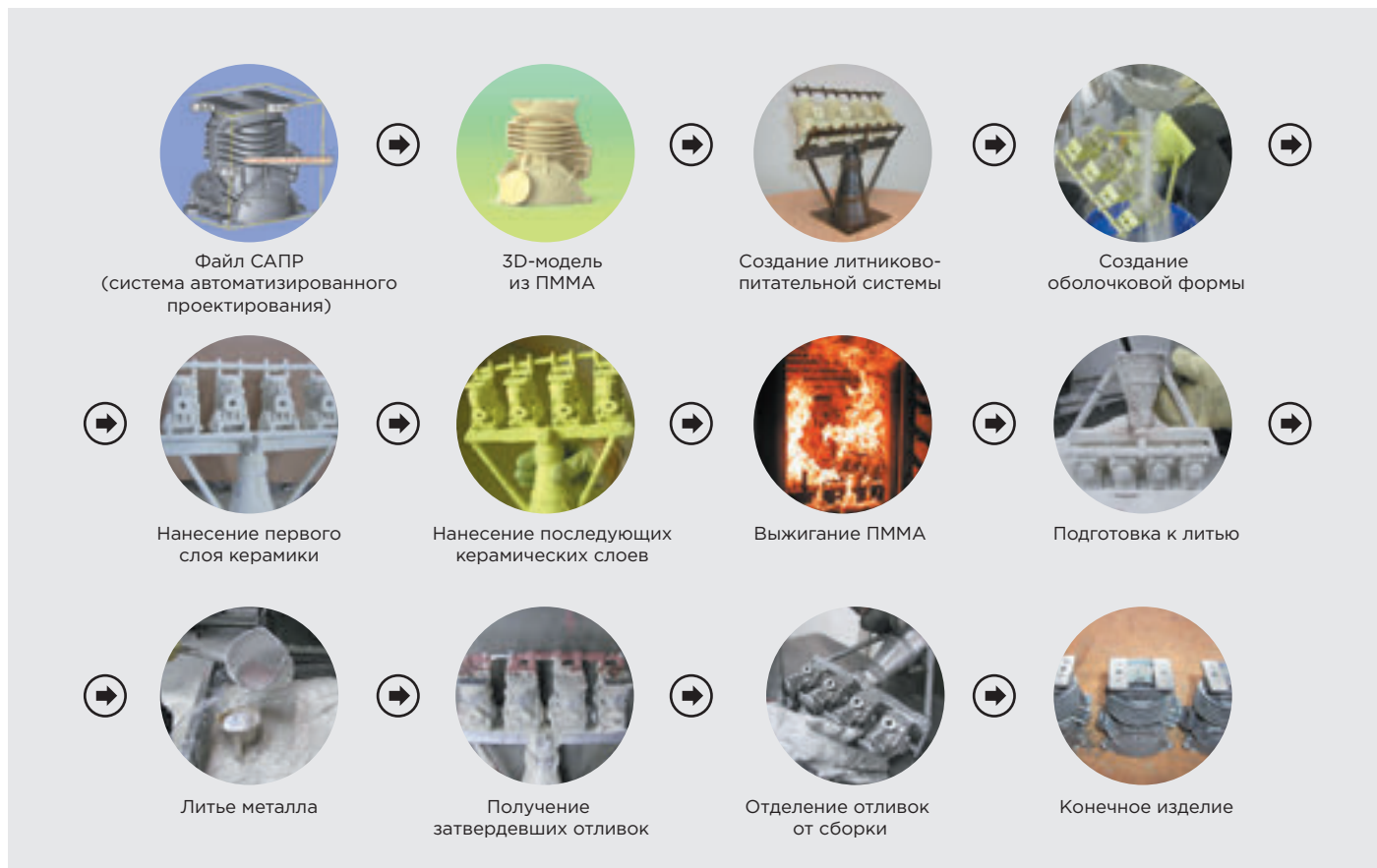
Изготовление оснастки

Одна из компетенций ЦРТ – изготовление оснастки для литья мелких серий изделий из металла методом ЛВМ с помощью промышленного 3D-принтера Voxeljet VX500, работающего по технологии Binder Jetting (послойное склеивание порошка связующим веществом) и позволяющего печатать из выжигаемого пластика ПММА¹. Порошок ПММА обладает низкой зольностью, которая составляет 0,02 %, этот материал специально разработан для точного литья методом ЛВМ. Помимо этого, Центр осуществляет изготовление мелкой серии отливок «под ключ», что включает: разработку математической трёхмерной модели отливки, 3D-печать оснастки из ПММА и дальнейшее литьё из металла. (рис 1, 2). Отливки изготавливаются в соответствии с конструкторской документацией и требованиями заказчика. Детали проходят выходной контроль и дефектоскопию с помощью компьютерной томографии, обеспечивающей метрологическую точность измерений.

Задачи, для которых обычно используется печать моделей из ПММА:

- получение опытных образцов изделий из металла,

¹ ПММА – полиметилметакрилат



3

Процесс литья по выжигаемым моделям, напечатанным из ПММА

имеющих сложную геометрию, для оценки эргономики и проведения испытаний;

- получение мелких серий конечных изделий из металла, имеющих сложную геометрию.

Процесс литья по 3D-моделям из ПММА незначительно отличается от традиционного способа, который предполагает использование восковок, благодаря чему доступен для использования на предприятиях, оснащённых участком ЛВМ. На рис 3 представлена схема, которая кратко описывает процесс литья по моделям из ПММА. На рис 4 продемонстрирована выжигаемая модель, отливка с остатками керамической формы и готовая отливка.

Для наглядного примера рассмотрим задачу изготовления мелкой серии отливок «Колесо рабочее» в количестве 6 шт. методом ЛВМ.

В Т1 приведено сравнение традиционного способа изготовления оснастки для литья и способа, в котором оснастка для литья производится с помощью аддитивных технологий. Объём изделия составляет 137 куб. см, габариты – 108 × 58 мм.

После очистки образцов, отлитых по ПММА-моделям, от литниково-питающей системы был проведён выходной контроль с помощью системы компьютерной томографии и профилометра. В ре-

зультате исследований получены следующие данные: точность изготовления отливки соответствует VI классу (ГОСТ Р 53464-2009), шероховатость поверхности $Ra = 28$ мкм, что удовлетворяет требованиям конструкторской документации.



4

Демонстрация процесса литья по ПММА-моделям: выжигаемая модель, отливка с остатками керамической формы и готовая отливка



5 Системы компьютерной томографии v|tome|x m300 и v|tome|x c450, установленные в Центре развития технологий Остек-СМТ

В рассмотренном примере наглядно продемонстрирована эффективность использования промышленной 3D-печати из ПММА при литье малых партий деталей из металла. Создание оснастки при помощи аддитивных технологий позволяет получать малые партии изделий из металла и опытные образцы в два-три раза быстрее, а также значительно снизить финансовые издержки.

Задачи в области метрологии и дефектоскопии

Центр развития технологий располагает не только оборудованием для аддитивного производства, но и современными системами компьютерной томографии v|tome|x m300 и c450 (рис 5), рентгеновской установкой с функцией томографии x|cube XL 225 и системой для промышленного 3D-сканирования

Одно из важных преимуществ томографии по сравнению с другими неразрушающими методами контроля – совмещение возможностей дефектоскопии внутренних областей, контроля геометрии и метрологической точности.

MetraSCAN 210 и может решать широкий спектр задач в области метрологии и дефектоскопии.

Рассмотрим пример выполненной работы для одного из заказчиков центра, целью которой являлось получение параметрической трёхмерной модели изделия «Колесо рабочее». Исходная конструкторская



6 Результаты сканирования образца «Колесо рабочее» с помощью системы компьютерной томографии v|tome|x m300

документация была утеряна, и была предоставлена только сама деталь. Очень часто для решения подобных задач используется технология 3D-сканирования. Но в данном случае, т.к. образец обладал внутренними полостями, произвести полное сканирование, не разрушая деталь, можно было только с помощью компьютерной томографии. После проведения сканирования и обработки полученных данных получили твердотельную математическую модель со всеми внутренними полостями с точностью 5,5 мкм.

Знаете ли вы, что современные технологии промышленной томографии позволяют не только осуществить измерения объекта с высокой точностью, в том числе его скрытых областей, но и обнаружить в нём трёхмерные микроскопические дефекты: трещины, поры и раковины.

На рис 6 показаны результаты сканирования образца «Колесо рабочее» с помощью системы компьютерной томографии v|tome|x m300 производства General Electric. Установка позволяет исследовать изделия размером 290 × 450 мм и весом до 20 кг. Максимальное напряжение рентгеновской трубки составляет 300 кВ, мощность – 500 Вт. Дополнительно в систему установлена нанофокусная трубка с ускоряющим напряжением 180 кВ для исследований изделий и материалов с высоким разрешением (менее 1 мкм).

Помимо обратного проектирования, наиболее часто решаемой специалистами центра задачей в настоящее время является неразрушающий контроль изделия.

Цель Центра развития технологий Остек-СМТ

Содействие развитию и продвижению технологий аддитивного производства, а также компьютерной рентгеновской томографии в России, обмен опытом между передовыми отечественными предприятиями. Высокая квалификация сотрудников центра и оснащённость современным высокотехнологичным оборудованием позволяют провести грамотный анализ задачи и подобрать необходимую технологию для её решения.

Центр развития технологий Остек-СМТ

Услуги промышленной 3D-печати выжигаемых моделей для литья из металла методом ЛВМ

Услуги литья из стали и цветных металлов мелких серий методом ЛВМ

Услуги компьютерной томографии

Услуги рентгеноскопии

Услуги промышленного 3D-сканирования

Услуги обратного проектирования

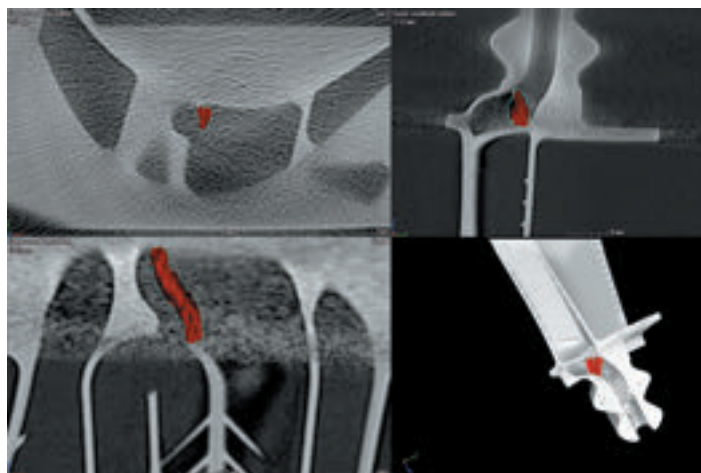
Клиенты Центра развития технологий Остек-СМТ:

- машиностроительные и приборостроительные компании;
- литейные и металлообрабатывающие предприятия;
- предприятия нефтегазовой и электронной отраслей;
- производители товаров народного потребления;
- научно-исследовательские институты и опытно-конструкторские бюро;
- университеты и образовательные центры;
- дизайнерские агентства.



7

Срез лопатки турбины, полученный с помощью системы компьютерной томографии v|tome|x c450 General Electric



8

Анализ скана лопатки турбины, полученного с помощью системы компьютерной томографии v|tome|x c450

В качестве примера рассмотрим задачу измерения и проверки лопатки турбины, изготовленной с помощью аддитивных технологий (метод селективного лазерного сплавления), на наличие внутренних дефектов.

На рис 7 представлен срез лопатки турбины, полученный с помощью системы компьютерной томографии v|tome|x c450 производства компании General Electric. Установка позволяет сканировать образцы с максимальным объемом 500 × 1000 мм и весом до 50 кг, максимальное напряжение рентгеновской трубки системы составляет 450 кВ, мощность – 1500 Вт.

На рис 7 показаны метрологические замеры в рамках одного среза лопатки для инспекционного контроля, на рис 8 – анализ внутренних дефектов. Использование компьютерной томографии позволило провести неразрушающий контроль изделия и выполнить отбраковку. Работы были выполнены с точностью 20 мкм.

Использование современных технологий для аддитивного производства, а также цифровых систем неразрушающего контроля позволяет существенно сократить затраты на изготовление продукции и проведение исследований, а также решить те задачи, реализовать которые ранее не представлялось возможным. □

КАЧЕСТВО

Альтернативные СВЧ-материалы для печатных плат

Текст: Аркадий Медведев
Петр Семенов
Аркадий Сержантов

Традиционно считается, что материалы печатных плат для СВЧ-устройств – это фторопласты, немного – LTCC-керамика и совсем не учитывается возможность использования стеклоэпоксидных композиций, специально разработанных для СВЧ-применения. Однако если подходить к выбору материалов, используя многофакторные критерии, можно в СВЧ-диапазоне найти место и для современных фольгированных стеклоэпоксидных композиций, хорошо освоенных в производстве печатных плат¹.

Сегодня для изготовления СВЧ-плат используется ограниченный ряд материалов: политетрафторэтилен (PTFE – фторопласт, тефлон, Rogers – PTFE с керамическим наполнением), LTCC-керамика, фольгированные стеклоэпоксидные композиты. Конечно, с точки зрения диэлектрических свойств наилучшим СВЧ-материалом является PTFE – его диэлектрическая проницаемость,

тангенс угла потерь и водопоглощение самые низкие из всего многообразия твердых диэлектриков. Но технологические трудности обработки заставляют использовать его только в исключительных случаях, когда СВЧ-свойства преобладают над его нетехнологичностью.

Производство плат из LTCC-керамики – совершенно другое производство, в корне отличающееся от широко распространенного производства печатных плат по базовой технологии, использующей фольгированные диэлектрики из стеклоэпоксидных композиций. Присущая керамике усадка при обжиге, а точнее – разброс усадки по осям X, Y, Z (зависит от режимов ламинирования слоев, обжига керамики, свойств исходных материалов и т. д.) не позволяет обеспечить достаточную геометрическую точность больших размеров монтажных подложек.

Наибольшей технологичностью обладают фольгиро-

¹ Медведев А.М. Перспективный материал для изготовления печатных плат устройств СВЧ-диапазона. // Электроника. НТБ. С. 184–187.

ванные стеклоэпоксидные диэлектрики, используемые почти на всех предприятиях электроники. Но возможности их применения в СВЧ-диапазоне вызывают сомнения, которые сегодня не могут быть категоричными.

Если подходить к выбору материалов подложек с позиций формирования линий связи – основной функции СВЧ-плат – можно выделить два параметра, определяющих их работоспособность: затухание (потери) сигналов в линии и скорость распространения сигналов.

Известно, что потери в линиях пропорциональны диэлектрической проницаемости и тангенсу угла диэлектрических потерь. Мощность потерь в линиях оценивается как:

$$P = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta,$$

где U – напряжение на линии,

C – ёмкость линии,

$\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь.

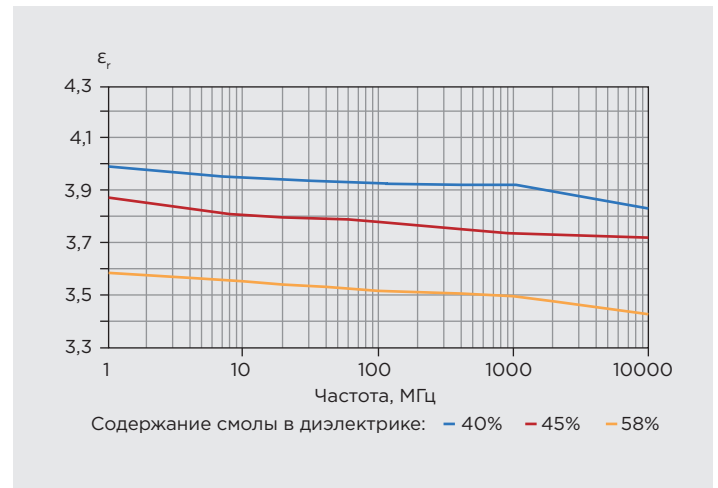
Диэлектрические потери в 1 см^3 диэлектрика в однородном поле E равны:

$$P = E^2 \omega \epsilon_r \operatorname{tg} \delta,$$

где ϵ_r – относительная диэлектрическая проницаемость.

Произведение $\epsilon_r \operatorname{tg} \delta$ называется коэффициентом диэлектрических потерь.

Второй критерий выбора материала – временная задержка сигнала в линии. Как известно, в вакууме скорость распространения сигнала (скорость света) составляет $300\,000 \text{ км/с}$, что соответствует задержке сигнала в линии $3(3) \text{ нс/м}$. В реальной диэлектрической среде скорость распространения сигнала уменьшается в $\sqrt{\epsilon_r}$ раз.



1 Зависимость относительной диэлектрической проницаемости ϵ_r от частоты электрического поля³

Теперь можно сравнить разновидности базовых материалов по этим критериям¹ (Т 1)

Диэлектрическая проницаемость ϵ_r стеклоэпоксидных композиций существенно зависит от соотношения наполнитель-связующее, как показано на рис 1. Это обусловлено значительной разницей ϵ_r у стекла ($\epsilon_r = 9$) и у эпоксидной смолы ($\epsilon_r = 3,5$). Закономерности формирования свойств композиционных материалов (КМ) описываются логарифмическим законом Лихтенеккера⁴:

$$\ln \epsilon_c = V_1 \ln \epsilon_1 + V_2 \ln \epsilon_2,$$

где ϵ_c – диэлектрическая проницаемость КМ (смеси);

ϵ_1 и ϵ_2 – диэлектрические проницаемости составляющих в КМ;

V_1 и V_2 – объемное содержание компонентов в КМ.

Т 1

Сравнение разновидностей базовых материалов

ТИП МАТЕРИАЛА	ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ, ϵ_r	ТАНГЕНС УГЛА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ, $\operatorname{tg} \delta$	ВРЕМЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛА, НС/М	КОЭФФИЦИЕНТ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ, $\epsilon_r \operatorname{tg} \delta$	НЕТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ В БАЛЛАХ (ТРУДНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ)	ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, Вт/м К
Вакуум	1,0	-	3,(3)	-	-	-
Политетрафторэтилен – PTFE	1,8-2,2	0,001	4,7	0,002	6	0,3-0,6
LTCC-керамика	10-12 (20*)	0,006	10,4-11,4 (15)	0,07 (0,12)	4	2-4
Стеклоэпоксидная композиция	3,1-3,3**	0,0015	5,8-6,0	0,0045	1	0,4-0,5

* реальные значения для керамики

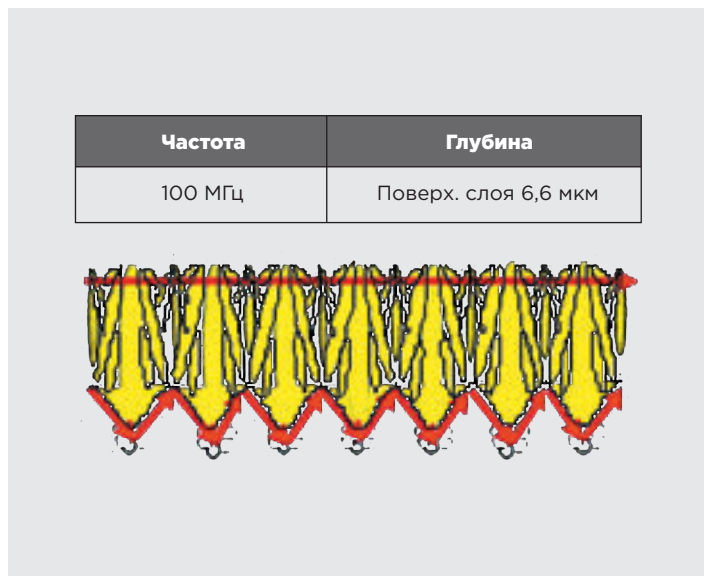
** СВЧ-стеклоэпоксид MCL-FX-2 фирмы HitachiChemical²

¹ все данные для гигагерцового диапазона

² Базовые и расходные материалы для производства печатных плат. – Каталог ООО «Остек-Сервис-Технология». – М. – 2017.

³ Информационные материалы фирмы Isola Asia Pacific Ltd. – www.isolaAG.com

⁴ Медведев А.М. Печатные платы. Конструкции и материалы. Москва: Техносфера. 356 с.



2

Проявление скин-эффекта в распространении высокочастотного сигнала по профилю поверхности фольги

Кроме того, на работоспособности плат в СВЧ-диапазоне сказывается водопоглощение, поскольку диэлектрическая проницаемость воды настолько большая ($\epsilon_r = 81$), что даже незначительное её присутствие в объеме ухудшает СВЧ-свойства диэлектрического основания. Здесь опять все преимущества принадлежат PTFE, его водопоглощение почти нулевое. Чего не скажешь о керамике и обычном стеклоэпоксиде – их водопоглощение серьезно сказывается на высокочастотных характеристиках. Тем не менее, ряд изготовителей базовых материалов на основе стеклоэпоксидов, например, фирма Hitachi Chemical, нашли возможность уменьшения влагопоглощения до 0,03 %, в результате при длительном пребывании во влажной среде ϵ_r увеличивается не более чем на 0,04 %.

Для фольгированных диэлектриков (стеклоэпоксидов и PTFE) большое значение приобретает правильный выбор фольги, поскольку профиль проводящей поверхности сказывается на их работоспособности в СВЧ-диапазоне. Для них в основном используют электролитическую фольгу с низким (LP – low profile) или очень низким профилем (VLP – very low profile)⁵. Это связано с тем, что с ростом частоты функционирования схемы профиль медной фольги оказывает влияние на распространение сигнала. Потому что на высоких частотах большая часть электрического сигнала сосредоточена в поверхностном слое проводника, что обусловлено так называемым «скин-эффектом» (рис 2). Высокий профиль фольги удлиняет путь следования сигнала, что влечет за собой большое его ослабление или даже потерю и увеличение времени задержки.

В табл. 2 показаны значения глубины прохождения сигнала в зависимости от частоты, данное значение рассчитано по известной формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}}, \text{ где}$$

δ – глубина проводящего слоя;

μ – абсолютная магнитная проницаемость ($\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м)

σ – удельная электрическая проводимость меди, См/м (для меди $\sigma = 5,8 \times 10^7$ См/м)

ω – циклическая частота, рад/с ($\omega = 2\pi f$, где f – частота, Гц)

Табл. 2

Значения глубины прохождения сигнала в зависимости от частоты

ЧАСТОТА	ГЛУБИНА ПРОВОДЯЩЕГО СЛОЯ
50 Гц	9,3 мм
10 МГц	21 мкм
100 МГц	6,6 мкм
1 ГГц	2,1 мкм
10 ГГц	0,66 мкм

Согласно стандарту IPC 4562 максимальные значения высоты профиля медной фольги указаны в табл. 3 и показаны на рис. 3.

Табл. 3

Максимальные значения высоты профиля медной фольги

ТИП ПРОФИЛЯ	МАКСИМАЛЬНАЯ ВЫСОТА ПРОФИЛЯ, МКМ
Стандартный профиль (S)	не обозначается
Низкий профиль (L)	10,2
Очень низкий профиль (V)	5,1

Основными преимуществами использования фольг с низким и очень низким профилем являются:

- меньшая длина распространения сигнала;
- низкий фактор подтравливания.

Для точного воспроизведения волнового сопротивления линий связи важно гарантировано обеспечить точность рассчитанной геометрии проводников, для чего необходим низкий фактор подтравливания (рис. 4).

Фольга с гладкой обратной стороной (RTF или DSTF) также является одной из возможных составля-

⁵ IPC 4562. Metal Foil for Printed Wiring Applications.

ющих стандартной конструкции СВЧ-плат, поскольку сигнал распространяется по внутреннему полю линии.

Для керамических материалов профиль проводящей поверхности, вжигаемой в керамическую поверхность, не поддается выравниванию, что тоже (наряду с усадочными явлениями) ограничивает размеры керамических плат.

Для теплонагруженных конструкций электронных устройств важно сравнивать материалы и по тепловому сопротивлению. Здесь явные преимущества принадлежат керамике, у которой теплопроводность на порядок лучше других и составляет 2–4 Вт/м(К) в противоположность органическим материалам – 0,1–0,4 Вт/м(К). Это обуславливает её исключительность в соответствующем выборе.

Поскольку базовые технологии широко распространены в производстве печатных плат, целесообразно объективно оценивать возможность использования в СВЧ-диапазоне фольгированных стеклоэпоксидных композиций. Чтобы быть конкретнее, приведем параметры стеклоэпоксидных материалов для СВЧ-устройств на примере фольгированного диэлектрика MCL-FX-2 фирмы HitachiChemical (Т 4).

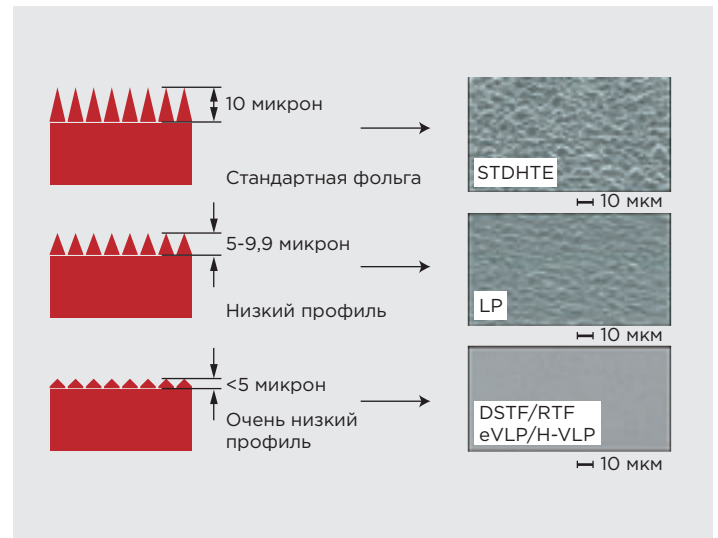
Т 4

Параметры стеклоэпоксидных материалов для СВЧ-устройств на примере фольгированного диэлектрика MCL-FX-2 фирмы HitachiChemical

ПАРАМЕТРЫ	ЗНАЧЕНИЯ	ЧАСТОТА
Диэлектрическая проницаемость, ϵ_r	3,5	1 ГГц
Тангенс угла диэлектрических потерь, $\text{tg } \delta$	0,001	1 ГГц
Профиль поверхности фольги, мкм	6	
Водопоглощение, %	0,03	

Результаты

- Наиболее технологичными материалами, хорошо освоенным в производстве печатных плат, являются стеклоэпоксидные композиции, специально разработанные для СВЧ-применения. В отличие от материалов на основе фторопластов, из них можно строить большое разнообразие конструкций, что реализуется в HDI-платах, гибко-жестких платах, в платах с встроенными компонентами и оптоволоконными линиями связи и т. п.
- Наименее технологичным материалом является политетрафторэтилен, его исключительные свойства в СВЧ-диапазоне создают ему преимущества только по этой причине. Платы из PTFE уже не могут на-



3

Профили шероховатости поверхности фольги по стандарту IPC 4562



4

Определение фактора подтравливания проводников печатных плат

зваться «платами», потому что это уже «печатные схемы» с СВЧ-элементами: антеннами, трансформаторами, аттенуаторами и т. п. Применение PTFE затруднено еще и тем, что разнообразие конструкций плат из этого материала крайне ограничено.

- По теплопроводности явное преимущество принадлежит керамике.
- Керамические платы в некоторых отношениях хуже других альтернатив, но их сравнительно высокая теплопроводность дает им преимущества в теплонагруженных конструкциях. Из-за серьезных усадочных явлений и большой шероховатости проводящей поверхности область их применения ограничена мелкими изделиями: корпуса микросхем, подложки микросборок и т. п.

Умная линия: искусственный разум на страже качества



Текст: Евгений Липкин

Часто при общении с представителями приборостроительных предприятий приходится слышать, что вопрос управления качеством продукции является творческим, требующим незаурядной интуиции и наличия шестого чувства. В качестве аргументации данного утверждения идет отсылка к особой специфике, местным проблемам с комплектацией и анекдоту про проклятое место. Однако несмотря на, казалось бы, творческий характер задачи в большинстве случаев найденные решения проблем с качеством вписываются в уже давно известные причинно-следственные связи.

На эту тему хочу привести один пример. Когда моя жена пытается разобраться в настройках автомобиля, то начинается процесс творческого поиска нужной комбинации кнопок и изучения многоуровневого меню бортового компьютера. В ста процентах случаев это приводит к потере времени, а в половине – к звонку мне и просьбе о помощи. И как я не пытался убедить её в следующий раз заглянуть в инструкцию пользователя, лежащую в бардачке, всё никак.

Вы спросите, к чему это я? А вот к чему.

Довольно часто, когда требуется решить задачу предупреждения дефектов или выявления причин их

возникновения, мы не принимаем во внимание уже существующий накопленный опыт, материализованный в виде стандартов, рекомендаций, публикаций и других источников информации. Мы сразу пытаемся решить вопрос здесь и сейчас. Это приводит к потере времени, срыву исполнения заказов, непрогнозируемым срокам решения проблемы и другим неприятным последствиям.

Осенью 2016 года мы представили комплекс «Умная линия»®, предназначенный для повышения эффективности автоматического поверхностного монтажа. Одна из ключевых особенностей данного решения – мощный инструментарий для управления качеством выпускаемой продукции.

Ключевым элементом управления качеством, реализованным в «Умной линии», является обучаемая экспертная система, включающая несколько сотен сценариев возникновения дефектов поверхностного монтажа. Данный механизм позволяет в режиме непрерывного мониторинга своевременно выявлять предвестники проблем и оперативно высчитывать причины дефектов. Эти сценарии подготовлены на основе опыта, накопленного технологами со всего мира и специалистами Остек-СМТ. Были изучены тысячи страниц различных технологических

материалов, накоплена статистика работы оборудования и систем автоматической инспекции, учтён собственный опыт. В итоге получилась система, которая уже сегодня позволяет эффективно решать задачи по управлению качеством сборки печатных узлов на передовых предприятиях нашей страны.

Далее расскажем о принципе работы системы аналитической обработки данных мониторинга комплекса «Умная линия». Можно выделить несколько последовательных основных этапов (рис 1): сбор и первичная обработка данных, аналитическая и статистическая обработка данных и обработка с помощью экспертной системы.

Сбор и первичная обработка данных

Качество сборки печатного узла зависит от различных факторов, среди которых можно выделить несколько наиболее значимых категорий:

- параметры работы оборудования;
- техническое состояние оснастки (трафареты, вакуумные захваты, ракели и т. д.);
- настройки оборудования;
- климатические параметры помещения;
- качество компонентов;
- соблюдение производственной дисциплины.

Система «Умная линия» в режиме реального времени отслеживает состояние более 100 параметров, связанных с указанными категориями, обеспечивает их первичную обработку, сжатие и сохранение на сервере.

Это позволяет создать массив данных для последующего анализа, охватывающий максимально широкий диапазон параметров, которые человек не в состоянии отслеживать в режиме реального времени.



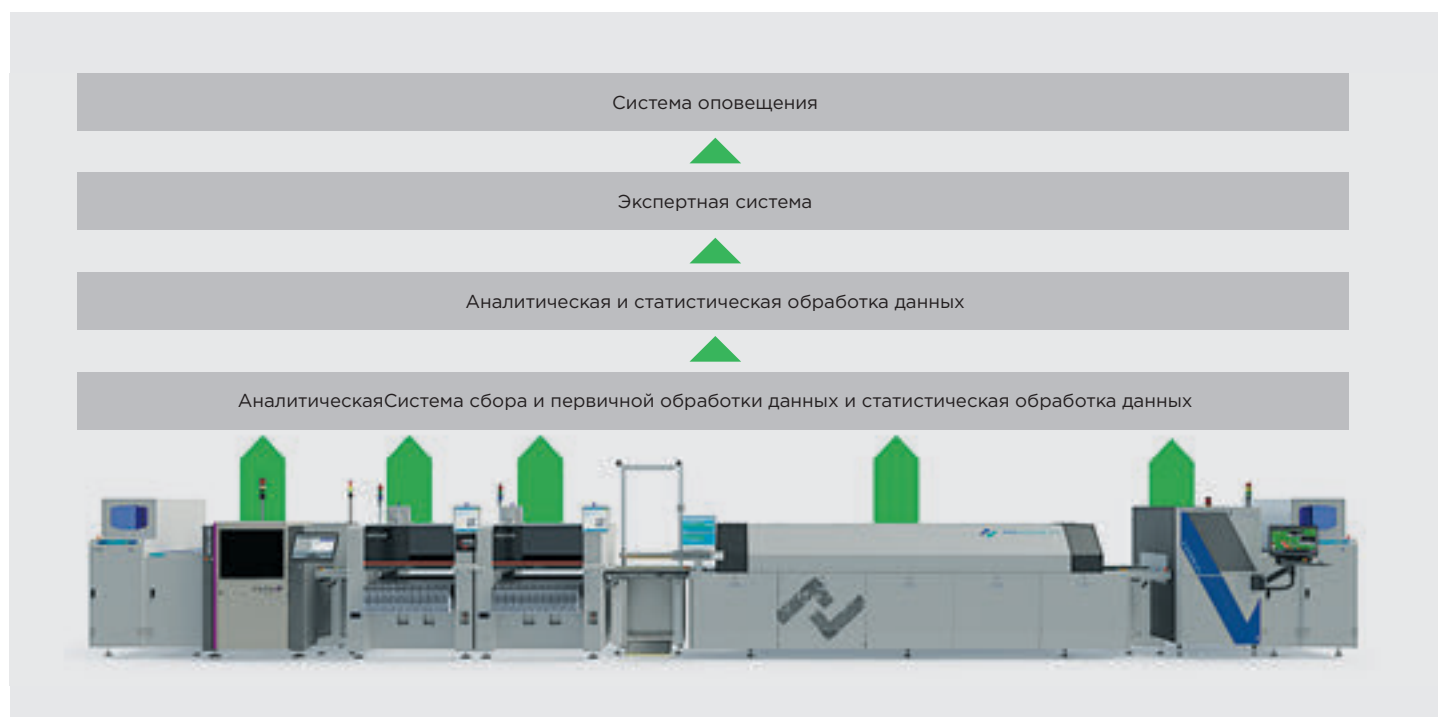
Аналитическая и статистическая обработка данных

Параллельно с сохранением первичной информации на сервере выполняется её аналитическая и статистическая обработка.

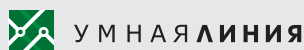
Главные полученные результаты:

- информация о том, какие параметры находятся в допустимом интервале, а какие нет;
- информация о динамике изменения значений параметров и скорости их изменения;
- информация о ключевых индикаторах качества в привязке к временным интервалам, типам изделий, типам компонентов и т. д.;
- прогнозная оценка значений отдельных параметров, влияющих на качество, с учетом динамики их изменения и экстраполяции трендов.

На основе данного анализа строятся аналитические и статистические отчеты (рис 2), и персонал предприя-



1 Последовательность сбора и обработки данных мониторинга комплекса «Умная линия»



УМНАЯ ЛИНИЯ

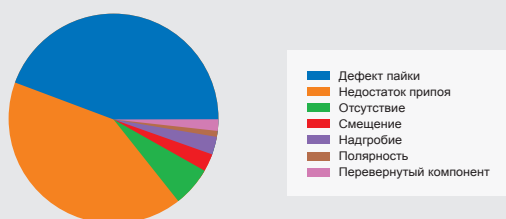
СВОДНЫЙ МЕСЯЧНЫЙ ОТЧЕТ ПО КАЧЕСТВУ

Период: 29.10.2017 - 30.10.2017

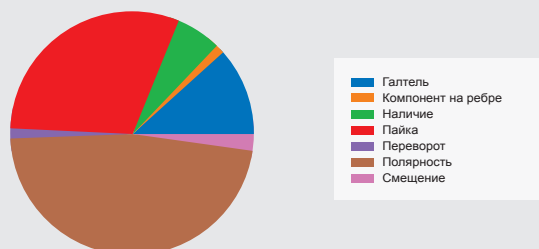
Линия: Линия 1

Программа	Протестировано	Верифицировано	AOI FPY	FPY после верификации	DPMO
prg	111	6	0.82	0.86	16.50
test_prg	359	59	0.75	0.81	408.89

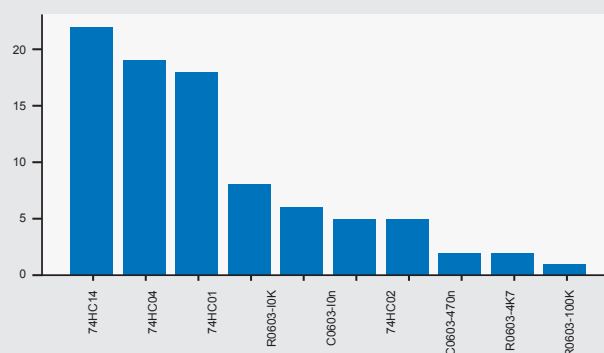
Распределение дефектов по категориям:



Распределение ложных срабатываний по категориям:



Топ 10 ложных срабатываний по номиналам:



2

Экран отчета по качеству

тия (операторы, инженеры, технологи, руководители цеха и производства) информируется об отклонениях.

Экспертная система

Конечной целью аналитической обработки данных мониторинга является своевременная помощь персоналу в обнаружении предвестников проблем с качеством и оперативная локализация причин дефектов, если они возникают.

Чтобы успешно решить эту задачу, недостаточно просто установить пороговые значения отдельных параметров. Для этого требуется описание более сложных зависимостей между множественными параметрами,

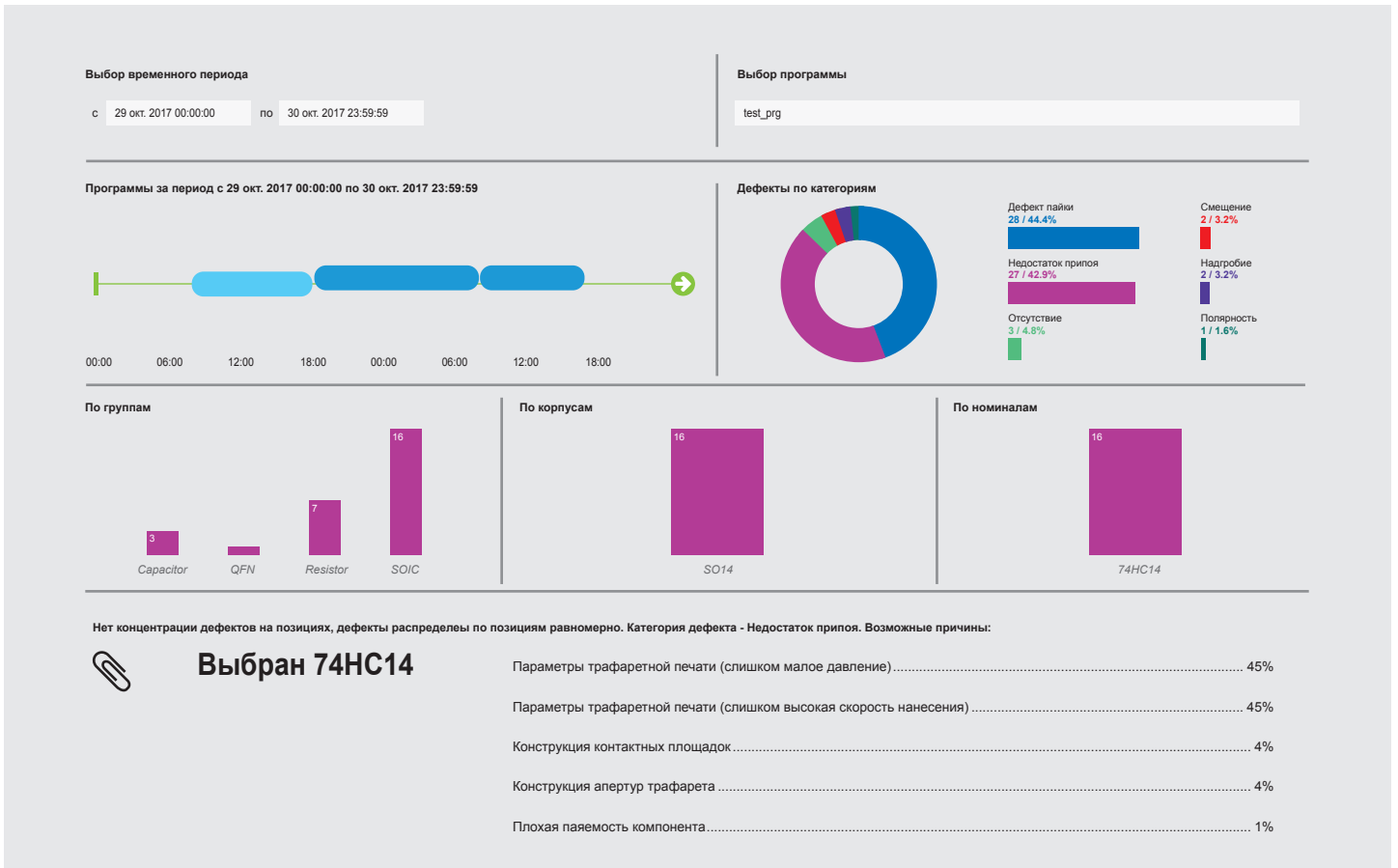
Экспертная система «Умной линии» – это многолетний опыт, накопленный мировым технологическим сообществом и специалистами нашей компании, переложенный на язык математических моделей и автоматизированных алгоритмов.

на основе которых принимается решение о степени их совокупного влияния на те или иные аспекты качества продукции. Например, чтобы установить причину возникновения перемычки между выводами микросхемы в корпусе QFP, необходимо в комплексе проанализировать состояние трафарета, режимы работы автомата трафаретной печати, температуру в помещении, влияющую на вязкость паяльной пасты, и ряд других параметров.

Решение подобных многофакторных задач требует серьезного математического аппарата, позволяющего описать и сложные зависимости между различными параметрами, и причинно-следственные связи возникновения дефектов.

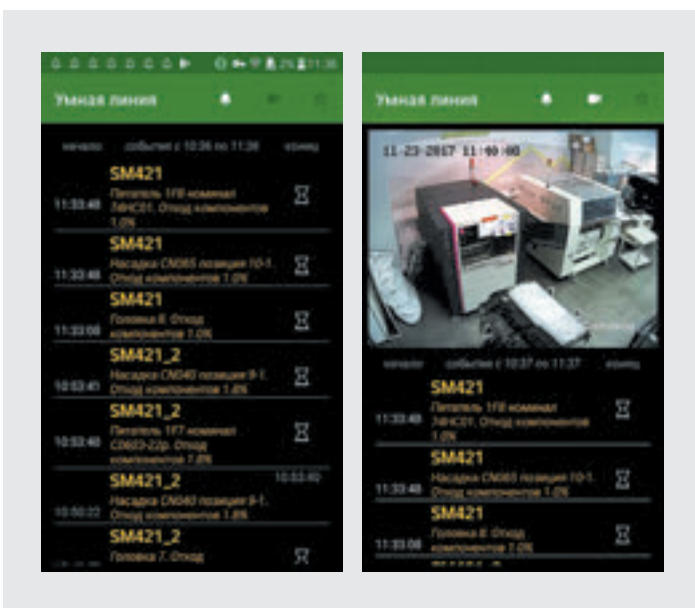
Специалисты нашей компании разработали инструмент, позволяющий успешно справляться с данной задачей. На сегодняшний день реализован просчет нескольких сотен различных сценариев возникновения дефектов, что позволяет эффективно отслеживать потенциальные угрозы на ранних фазах и оперативно определять причины возникших дефектов (рис 3).

Комплекс «Умная линия» позволяет обеспечить различные способы оперативного информирования персонала предприятия о возникших и потенциальных отклонениях, что помогает снизить риск возникновения дефектов, а также благодаря оперативной локализации проблемы сократить потери в тех случаях, когда дефект уже возник.



3 Экран с причинами дефектов

В качестве каналов информирования используется оповещение на электронную почту, вывод сообщений на диспетчерские мониторы, уведомления на мобильные устройства посредством SMS-информирования и мобильного приложения (рис 4).



4 Оповещения на мобильном телефоне

Благодаря объединенной работе инструментов аналитического, статистического и экспертного анализа данных о работе линии поверхностного монтажа технологи предприятия на несколько порядков сокращают время выявления дефекта и его причин. В конечном итоге это положительно сказывается на качестве конечной продукции и затратах, связанных с устранением производственного брака.

Эффективность системы управления качеством комплекса «Умная линия» подтверждена двухлетним тестированием на реальных производствах на этапе разработки и успешными внедрениями готового решения на отечественных предприятиях, производящих ответственную продукцию, которая требует системного подхода к обеспечению качества.

ОПТИМИЗАЦИЯ

КОШЕЛЕК или... ЖИДКОСТЬ? ЦЕНА ВЫБОРА ОТМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ



Текст: Денис Поцелуев

»

«Как выбрать недорогую и качественную отмывочную жидкость? Возможно ли сэкономить на процессе отмывки? Как разобраться в многообразии жидкостей для отмывки печатных узлов?» – эти и многие другие вопросы возникают у технологов, перед которыми стоит задача организовать стабильный и качественный процесс отмывки электроники. В этой статье, опираясь на реальные примеры наших заказчиков, мы ответим на заданные вопросы и узнаем, может ли более дорогая жидкость быть более экономичной и выгодной.

В жестких экономических условиях отечественные производители радиоэлектронной аппаратуры вынуждены искать варианты сокращения производственных затрат и снижения себестоимости продукции. Во многих случаях выбор и сравнение технологических материалов происходят исключительно по цене за единицу товара без учета свойств продукции. В одном из примеров из нашей практики мы расскажем, как отличаются цена и стоимость продукции, и почему дешевый продукт может обходиться дорого.

Заказчик: один из ведущих контрактных производителей электроники.

Оборудование: две установки струйной отмывки.

Характеристики установки:

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Вес установки, кг	160
Объем рабочей камеры, л	30
Максимальная температура режима сушки, °C	+110
Производительность отмывочного насоса, л/мин.	440
Максимальная потребляемая мощность, кВт	10,8
Количество уровней отмывочных корзин, шт.	2
Автоматическая система рециркуляции и перемешивания отмывочной жидкости	да

Характеристики используемой жидкости для отмывки печатных узлов:

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Рекомендуемая концентрация, %	< 30
Рекомендуемая температура отмывки, °C	< 66 °C
pH	10,5–11,5
Поверхностное натяжение	н/д
Точка вспышки	отсутствует
Температура кипения, °C	99
Растворимость в воде	растворим
Возможность точной оценки состояния загрязненного раствора	нет
Технология MPC®	нет

Задачи:

- снизить затраты на отмывочную жидкость;
- уменьшить себестоимость отмывки одного печатного узла.

В связи с закупкой новой (третьей) установки для отмывки печатных узлов перед отделом снабжения заказчика стояла задача снизить затраты на отмывочные жидкости. Суммарный объем потребления концентрата отмывочной жидкости за прошедший год составил более 1100 л, что стало существенной статьей затрат. Поскольку на предприятии высокое качество отмывки имеет первостепенное значение, к выбору отмывочной жидкости были привлечены директор по производству и главный технолог. Перед специалистами ГК Остек стояли две основные задачи:

1. Успешно провести испытания предложенной отмывочной жидкости компании Zestron и получить одобрение со стороны технических специалистов.
2. Обосновать экономическую эффективность жидкости для службы снабжения.

Подробно познакомясь с технологическим процессом, специалисты ГК Остек подготовили и согласовали план испытаний. В качестве отмывочной жидкости была предложена жидкость на водной основе VIGON® A 201. Ее отличительными особенностями являются высокая совместимость со многими материалами и хорошее качество отмывки, особенно под низкопрофильными компонентами.

Характеристики отмывочной жидкости Vigon® A 201:

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Рекомендуемая концентрация, %	15–20
Рекомендуемая температура отмывки, °C	40–60
pH	10,51
Поверхностное натяжение, (мН/м) при 25 °C	28,7
Точка вспышки	отсутствует
Температура кипения, °C	>100
Растворимость в воде	растворим
Возможность точной оценки состояния загрязненного раствора	да
Технология MPC®	да



1

Zestron Resin Test – эффективный тест на наличие канифольных остатков флюса

Так как на предприятии стояли две одинаковые установки струйной отмычки, было принято решение провести сравнительные испытания двух жидкостей в режиме реального времени. В обобщенном виде ход испытаний можно представить следующим образом:

3. **Подготовка оборудования.** Перед началом испытаний установка, в которую предполагалось заправлять Vigon A 201, была тщательно промыта несколько раз деионизованной водой, были заменены все фильтры.
4. **Подготовка раствора отмывочной жидкости и настройка программы отмычки.** Жидкости компании Zestron® обладают широким технологическим окном, что позволяет им эффективно работать на существующих настройках оборудования заказчика без существенных изменений. Но так как перед командой Остека стояла задача по оптимизации техпроцесса отмычки, в настройки программы был внесен ряд корректировок. Это позволило уменьшить общее время цикла на 25 % и дополнительно снизить потери концентрата отмывочной жидкости на 10–15 %.
5. **Периодический контроль качества отмычки.** Отмытые печатные узлы проверялись на остатки флюсов и ионных загрязнений с помощью

оптики и специальных наборов Zestron® Flux Test и Zestron® Resin Test (рис 1). Отмывочная жидкость Vigon® A 201 показала отличные результаты даже при высокой загрузке установки. Качество отмычки соответствовало стандартам J-STD-001E «Требование к пайке электрических и электронных сборок», IPC-A-610F «Критерии качества электронныхборок» и IPC-C-108 «Сборник стандартов по отмычке».

6. **Регулярный контроль концентрации и состояния раствора отмывочной жидкости Vigon® A 201.** Возможность достоверно контролировать состояние раствора позволяет обеспечить повторяемость процесса, стабильный результат и определить момент своевременной замены раствора. Это влияет не только на качество отмычки, но и на снижение расхода концентрата отмывочной жидкости. Для контроля состояния щелочных отмывочных жидкостей на водной основе компания Zestron® предлагает набор Zestron® BathAnalyzer 10 (рис 2), который и был применен в эксперименте¹. В установке, где использовалась другая отмывочная жидкость, раствор менялся раз в две недели независимо от его состояния, как и было принято раньше. Причина – невозможность точного контроля

¹ С современными методами контроля состояния отмывочных жидкостей можно ознакомиться в статье «Доверяй, но проверяй: как правильно контролировать состояние отмывочных жидкостей на водной основе» в НПЖ «Вектор высоких технологий» № 4 (17) 2015, автор Д. Поцелуев



2
Zestron Bath Analyzer 10 Набор для оценки состояния щелочных отмывочных жидкостей

концентрации раствора² и его быстрое истощение, а рисковать, дожидаясь ухудшения качества отмывки, технологи не имели права.


По итогам двух месяцев были получены следующие результаты:

	ЖИДКОСТЬ N	VIGON® A 201
Концентрация, %	25	17
Кол-во полных замен бака за 3 месяца	12	1*
Длительность цикла отмывки, сек	900	720
Общий расход концентрата, л/мес.	42	22
цена за литр концентрата, у.е.	1	1,4
Затраты на концентрат в год на одну установку, у.е.	504	368

* раствор Vigon® A 201 отработал без замены более трех месяцев

В ходе сравнительных испытаний удалось добиться экономии более 30 %, используя отмывочные жидкости фирмы Zestron®.

Следует отметить, что испытания проводились непосредственно при участии ведущих специалистов компании-производителя Zestron®. Слаженная работа и большой опыт специалистов ГК Остек и представителей Zestron® были по достоинству оценены заказчиком. А экономические расчеты послужили достаточным аргументом в переговорах с представителями отдела снабжения.

Приведенный пример из реальной практики показывает, что цена и стоимость могут различаться, причем существенно. Сравнение отмывочных жидкостей исключительно по цене за литр не позволит приблизиться к объективной оценке свойств продукции и ее стоимости в процессе производства. Более полную картину при выборе отмывочной жидкости позволяет получить анализ ключевых параметров, таких как: уровень концентрации жидкости, срок жизни раствора без замены, качество отмывки, возможность контроля состояния раствора, техническая поддержка поставщика. Ну и, конечно же, подтверждение характеристик отмывочной жидкости в процессе испытаний. Как говорил французский философ Рене Декарт: «Все познается в сравнении». 

Специалисты ООО «Остек-Интегра» готовы оказать всестороннее содействие в подборе и проведении испытаний отмывочных жидкостей Zestron®. Заявки направляйте по адресу: materials@ostec-group.ru или по телефону 8 (495) 788-44-44.

² Контроль загрязненного раствора отмывочной жидкости с помощью рефрактометра не показывал достоверные результаты, что привело к перерасходу или недоливу концентрата.

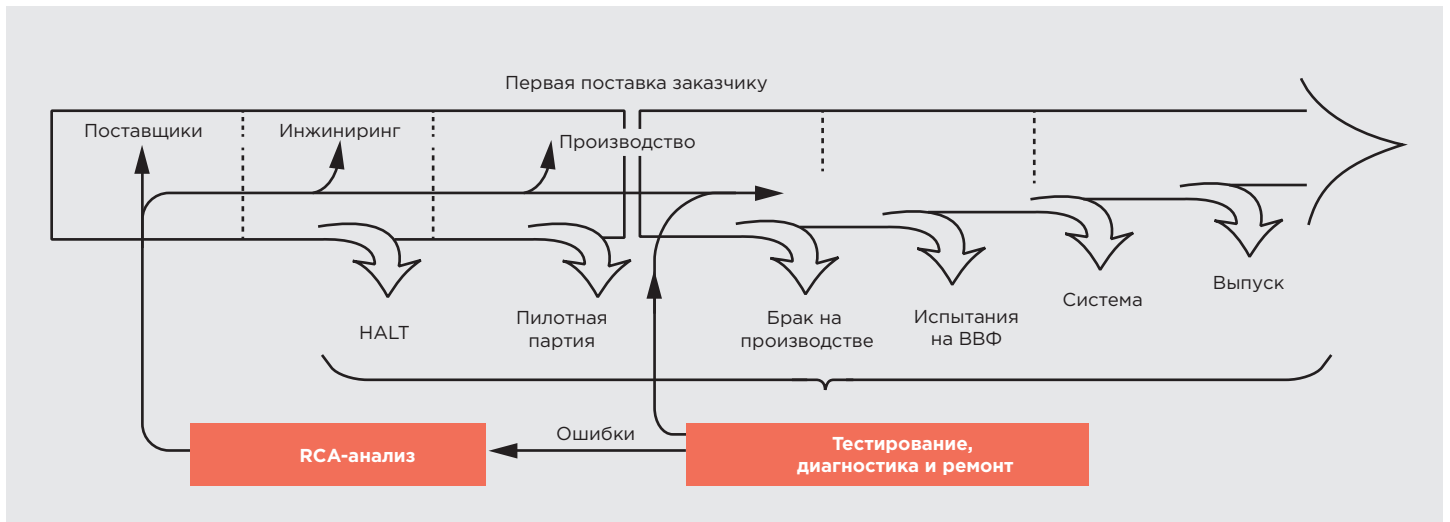
Внедряй и считай. Прибыльный испытательный центр – миф или реальность?



Текст: Анатолий Лютов

»

В журнале «Вектор высоких технологий» №4 (33) в статье «Испытай меня, если сможешь» был представлен обзор комбинированных установок Qualmark, приведены кейсы крупнейших корпораций, которые уже внедрили это оборудование на своем производстве. Цель данной статьи – опровергнуть миф о том, что испытательный центр – статья расхода.



1
Элементы ускоренных испытаний

Когда перед предприятием встает вопрос о переоснащении парка оборудования, возникает множество вопросов не по выбору, а по окупаемости. Выбор оборудования широк, понятен и ясен. А вот как просчитать экономический эффект от внедрения установок? Как сильно изменится конструкция изделия после проводимых испытаний? Какие издержки можно сократить в будущем, приобретая эту единицу? Что в итоге получат предприятие и потребитель в качестве конечного продукта?

Проясним часть этих вопросов в статье в разрезе HALT-испытаний.

Цель ускоренных испытаний – реализовать и обеспечить ряд таких улучшений, которые могут повлиять на надежность изделия. Для этого нужно проводить исследования и испытания вне заложенного конструкторами предела прочности изделия. Элементы ускоренных испытаний представлены на рис 1.

Рассмотрим экономическую составляющую HALT независимо от других ускоренных испытаний.

Журналом IEEE¹ (октябрь 2008) был проведен опрос, цель которого – узнать отношение пользователей, операторов, наладчиков испытательного оборудования к ускоренным испытаниям. Вопрос звучал так: «Где вы видите применение ускоренных испытаний в рамках вашей компании и почему именно там? В чем вы видите плюсы и минусы ускоренных испытаний?» В опросе приняли участие 32 респондента из 22 компаний (результаты представлены далее).

Решение проводить или не проводить ускоренные испытания для специфичных продуктов – это проблема «цена/качество» (T1), с которой сталкиваются все компании. Одна из составляющих качества – надежность и долговечность изделий. Параметр надежности доступен для оценки только после выпуска изделия и его тестирования.

T1
Причины проведения HALT-испытаний

ПРИЧИНЫ «ЗА» ПРОВЕДЕНИЕ HALT-ИСПЫТАНИЙ		
КОЛ-ВО	ПРИЧИНА	КОММЕНТАРИЙ
25	Увеличение надежности	Сложно измерить – сложно определить преимущества
7	Повышение уровня удовлетворенности клиентов / преимущество при продажах	Тот же комментарий, плюс сложнее идентифицировать и посчитать
ПРИЧИНЫ «ПРОТИВ» ПРОВЕДЕНИЯ HALT-ИСПЫТАНИЙ		
19	Дополнительная стоимость	Расходы и прибыль четко не идентифицируются. Преимущества не ясны
5	Дополнительное время	Непонятный новый метод

¹ Журнал Международного института инженеров электротехники и электроники, профессиональной некоммерческой ассоциации



2

Исходные характеристики продукта

Среди опрошенных респондентов преобладали следующие мнения относительно недостатков проведения HALT-испытаний:

- Затраты и прибыль не дифференцированы.
- Новизна метода – дополнительное время.
- Преимущества не так явны, как недостатки.

Комментарии «За»:

- Сокращение времени выхода на рынок нового продукта.
- Сокращение гарантийных издержек.
- Увеличение гарантийного периода.
- Дифференциация продукта (пример с ноутбуком Tecra A9 в предыдущей статье, компания Toshiba).
- Демонстрация надежности продукта.

До конца XX века компания Tandem Computers Inc. (США) специализировалась на изготовлении отказоустойчивых компьютерных систем для сетей банкоматов, банков, фондовых бирж, АТС и других подобных сфер, где требуется максимальное время непрерывной работы и полное исключение потери данных, т. е. – максимальная надежность. До 1997 года Tandem Computers оставалась независимой компанией, пока не была поглощена Compaq. А в 2002 году компания Compaq, в свою очередь, была поглощена компанией Hewlett-Packard. Сегодня Tandem Computers – северное подразделение компании Hewlett Packard Enterprise.

Чтобы наглядно показать необходимость проведения HALT-испытаний, на примере компании Tandem Computers посчитаем ROI от внедрения HALT-испытаний, в частности, оборудования Qualmark, и выявим, какие издержки были сокращены в результате внедрения.

Алгоритм расчета

- Определение плановых годовых показателей по выпуску продукта (общая цена, количество отгружаемых изделий, процент возврата изделий).
- Определение ресурсов (количество операторов и длительность испытаний).
- Определение стоимости оборудования и затрат на оснащение испытательной лаборатории (в т. ч. амортизация).
- Оценка стоимости корректирующих мероприятий.
- Годовые затраты на проведение HALT-испытаний.
- Определение процента возвращенных изделий в первый год отгрузки.
- Общая оценка количества отказов, устраняемых с помощью HALT-испытаний, и потенциально утерянной прибыли.
- Расчет ROI.

На рис. 2 показано нормальное распределение отказов ЦПУ (центральное процессорное устройство) компании Tandem. Все ЦПУ были подвергнуты HALT-испытаниям. Для изделий, представленных на рисунке, первоначально высокий уровень отказов сглаживается и стремится к горизонтальной асимптоте в течение ближайших двух лет. Это является классической характеристикой продукта, которая свойственна HALT-испытаниям.

Большинство отказов происходит в первый год обслуживания (период от 3 до 12 месяцев). Эти поломки могут быть обнаружены при помощи HALT-испытаний.

Чтобы оценить все достоинства HALT, необходимы начальные (исходные) характеристики ЦПУ:

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТА	ЗНАЧЕНИЕ
Общая цена за продукт (\$)	10 000
Ожидаемый процент возврата изделий, %	5
Кол-во отгружаемых единиц продукции за первый год, ед.	5 000

ROI (Return On Investment) — это коэффициент возврата инвестиций, показатель рентабельности вложений. В процентном соотношении демонстрирует прибыльность или убыточность конкретной суммы вложения денежных средств в определенный проект.

Для расчета этого показателя используются следующие данные:

- себестоимость продукции;
- доходы;
- сумма инвестиций.

HALT ROI = (доход – расход) / расход (%) (1)

Применим эту формулу только для тех изделий, отгрузки по которым были зафиксированы в течение первого года.

Затраты на HALT-испытания

Затраты на HALT будем оценивать на основе опыта предыдущих внедрений подобного оборудования. Затраты на персонал – в течение проведения HALT-теста (в США работа оплачивается, исходя из количества отработанных часов). Для комплексных систем выдвинем предположение, что будут проведены два теста: первый для обнаружения первичного отказа изделия, второй – на проверку этого отказа и внедрение корректирующих мероприятий:

ОПЕРАТОРЫ И ИСПЫТАНИЯ	
Длительность (недели)	2
Персонал (кол-во операторов)	1
Зарплата (полная загрузка, неделя на человека)	2 000
Итого:	4 000

Расходные материалы – это электроэнергия, обслуживание сосуда с жидким азотом в течение испытаний. Тарифы на коммунальное обслуживание везде разные, возьмем среднюю стоимость для Силиконовой Долины как 500\$.

Далее необходимо учесть затраты на ремонт вновь создаваемого помещения, заложить стоимость камеры (для примера: Qualmark OVS4) и количество жидкого азота для проведения испытаний (2000 галлонов = 7,56 м³):

ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ	
Стоимость камеры (\$)	200 000
Трубопровод и жидкий азот (\$)	150 000
Подготовка и ремонт помещения (\$)	50 000
Время испытаний (неделя)	2
Амортизация, (лет)	5
Амортизационные отчисления (\$)	6 666,67

После того, как мы установили запас прочности изделия, обнаружили дефекты после испытаний и внедрили корректирующие мероприятия по их устранению, получается:

КОРРЕКТИРУЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	ЗНАЧЕНИЕ
Длительность (недель)	2
Персонал (# кол-во старших инженеров)	1
Зарботная плата (\$/человек/неделя, полная нагрузка) (\$)	1 500
Корректирующие мероприятия	3 000

Общие затраты на проведение HALT-испытаний:

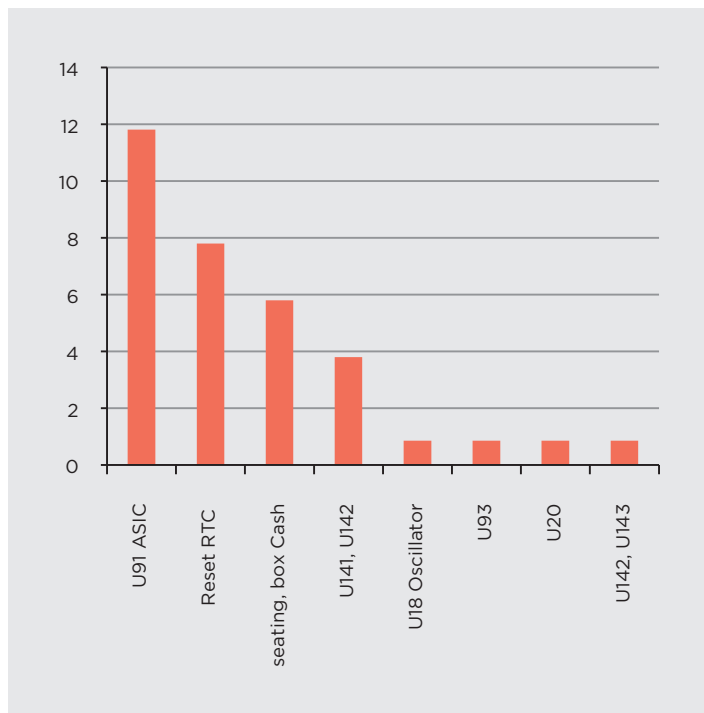
ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ	
Цена изделия (на испытании, не отгружено) (\$)	10 000
Персонал (\$)	4 000
Коммунальные расходы (\$)	500
Корректирующие действия (\$)	3 000
Амортизационные отчисления (\$)	6 666,67
Итого:	20 566,67

Экономический эффект HALT

Используя входные данные, можно оценить общее количество возвратов в первый год поставки заказчику. Многие из этих возвратов могут быть связаны не с ошибками, а с логистикой и т.д. Оценив процент возврата из-за ошибок оборудования в 50 % (данные Tandem), мы получим следующее:

ВОЗВРАТ ИЗДЕЛИЙ ЗА ПЕРВЫЙ ГОД	
Общее количество возвратов в первый год	250
% возврата из-за ошибок оборудования	50
Первый год – возвраты	125

Подобные ошибки типичны по ряду причин. Как пример, на рис 3 показана диаграмма Парето отказа изделий в процессе эксплуатации для производства электронных изделий. Основная причина отказов, при подсчете 12 из 34 отказов (35%), – U91 ASIC.



3

Диаграмма Парето отказов

Если основная причина отказов составляет 35 % от всех отказов, то их количество за первый год:

ПРИЧИНЫ ОТКАЗОВ	
Основная причины отказов, %	35
Кол-во отказов из-за данной группы отказов	44

Напомним, что HALT-тест проводят, чтобы устранить дефекты будущих изделий. Только когда ошибка изделия выявлена и устранена, проводятся следующие испытания. Испытания заканчиваются, когда достигается максимально допустимая нагрузка продукта.

Продолжим оценку HALT-теста, измеряя вероятность нахождения главных причин отказа изделия. Какова стоимость таких отказов в рамках продуктовой компании? В первом приближении цена каждого отказа равна цене произведенного продукта, таким образом, предприятие понесет следующие убытки:

ОЦЕНКА ВОЗВРАТОВ ПО ГЛАВНЫМ ПРИЧИНАМ ОТКАЗОВ	
Кол-во отказов	44
Цена отказа (продукта) (\$)	10 000
Итого (\$)	437 500

Наконец, какова вероятность того, что HALT найдет этот отказ (ошибку)? Один из пяти тестов станет результатом корректирующего воздействия – эффект от остальных четырех тестов остается экономически невыгодным.

Вероятность того, что при первом испытании будет обнаружен дефект изделия, %	20
Ожидаемая будущая прибыль от HALT (сокращение издержек) (\$)	87 500

Возврат инвестиций от HALT

Заменим расходы и доходы в уравнении (1) и получим ROI для HALT:

ROI HALT-МЕТОД	
Общие затраты на HALT	20 566,67
Предполагаемые общие доходы	87 500
Предполагаемый ROI, %	425

Заключение

ROI для HALT может быть оценено в течение года. Основные расходы: стоимость оборудования, персонал, амортизационные отчисления, корректирующие действия по изменению конструкции. Ключевые преимущества – предотвращение возникновения новых отказов. Наконец, результат и данные об ошибках могут быть получены для верификации первоначальных затрат. Эти данные используют для улучшения будущих продуктов (через HALT-тест) и выбор следующих испытаний. ▾

Расчет ROI был проведен на примере компании Tandem. Если вы хотите рассчитать ROI своего изделия, отправьте запрос на электронный адрес test@ostec-group.ru с темой «Расчет ROI Qualmark», и мы вместе с вами подготовим технико-экономическое обоснование внедрения этого оборудования.

Цифровое производство — от идеи к результату



Интеллектуальный комплекс управления электроснабжением – защита высокотехнологичного оборудования предприятия



Текст: Василий Афанасьев



Производственное оборудование – один из ценных активов промышленного предприятия. Его техническое состояние напрямую влияет на качество и объемы выпускаемой продукции, а также на конкурентоспособность предприятия в целом. При этом оборудование подвержено негативному воздействию множества факторов, среди которых – некачественное электроснабжение. Группа компаний Остек за свою более чем 26-летнюю деятельность оснастила большое количество промышленных предприятий высокотехнологичным оборудованием. И нередко наши сервисные инженеры становились свидетелями неисправностей в станках, возникновение которых было вызвано исключительно особенностями электропитания на предприятии, либо сами выявляли проблемы с электроснабжением при пусконаладочных работах. Учитывая актуальность данной проблемы и отвечая на запросы наших заказчиков, мы разработали комплексное решение по построению сбалансированной и надежной защиты важного производственного оборудования.

Текущий подход к обеспечению качества электрического снабжения

Проблемы, вызванные некачественным электропитанием важного производственного оборудования, приводят к финансовым потерям предприятия. Эти потери могут составлять значительную сумму и при этом являются как прямыми, так и косвенными, влияние которых можно оценить только впоследствии.

Результаты некачественного электропитания:

- выход из строя промышленного оборудования и систем управления по причине нестабильности параметров электросети;
- брак производимой продукции;
- срыв срока исполнения заказа вследствие внезапного прерывания работы оборудования, задействованного в производственном процессе;
- нарушение технологических процессов.

Неудовлетворительное состояние электросетей во многих регионах страны одновременно с активным использованием импортного высокотехнологичного оборудования, рассчитанного на подключение к сетям с более высокими параметрами качества электроэнергии, подвергает подобную эксплуатацию расширенным рискам и требует дополнительной защиты.

Проблемы, возникающие с качеством электроснабжения в отечественной промышленности, известны давно, и было бы несправедливым сказать, что в направлении обеспечения безопасности оборудования, особенно дорогостоящего, ничего не делается. Большинство предприятий предпринимают меры по обеспечению станочного парка стабильным электрическим питанием. Чаще всего это происходит локально – есть станок или несколько станков, особенно критичных к качеству электроснабжения, где на вход ставятся фильтры или источники бесперебойного питания (ИБП). Такой подход работает и имеет право на существование, но в этом случае защищено далеко не все оборудование, задействованное в технологической цепочке, а только лишь самое дорогое или чувствительное, что не может быть полноценным решением. Дорогой станок можно спасти от скачка напряжения за счет бесперебойника, но если при этом выйдет из строя оборудование пусть более бюджетное, но при этом также выполняющее ответственные операции, то производственный процесс будет остановлен в любом случае, и предприятие понесет убытки.

После установки ИБП на вход оборудования по электропитанию вопрос считается решенным, и зачастую никто не обращает внимания на то, не возникло ли неисправностей в самом источнике бесперебойного питания, не наблюдались ли критические отклонения в сети за то время, что он подключен к оборудованию, защищает ли оборудование или нет. Современные ИБП оборудованы обширным функционалом по самодиагностике и выработке уведомлений в случае возникновения отклонений, но мониторинг этих уведомлений не слишком удобен,



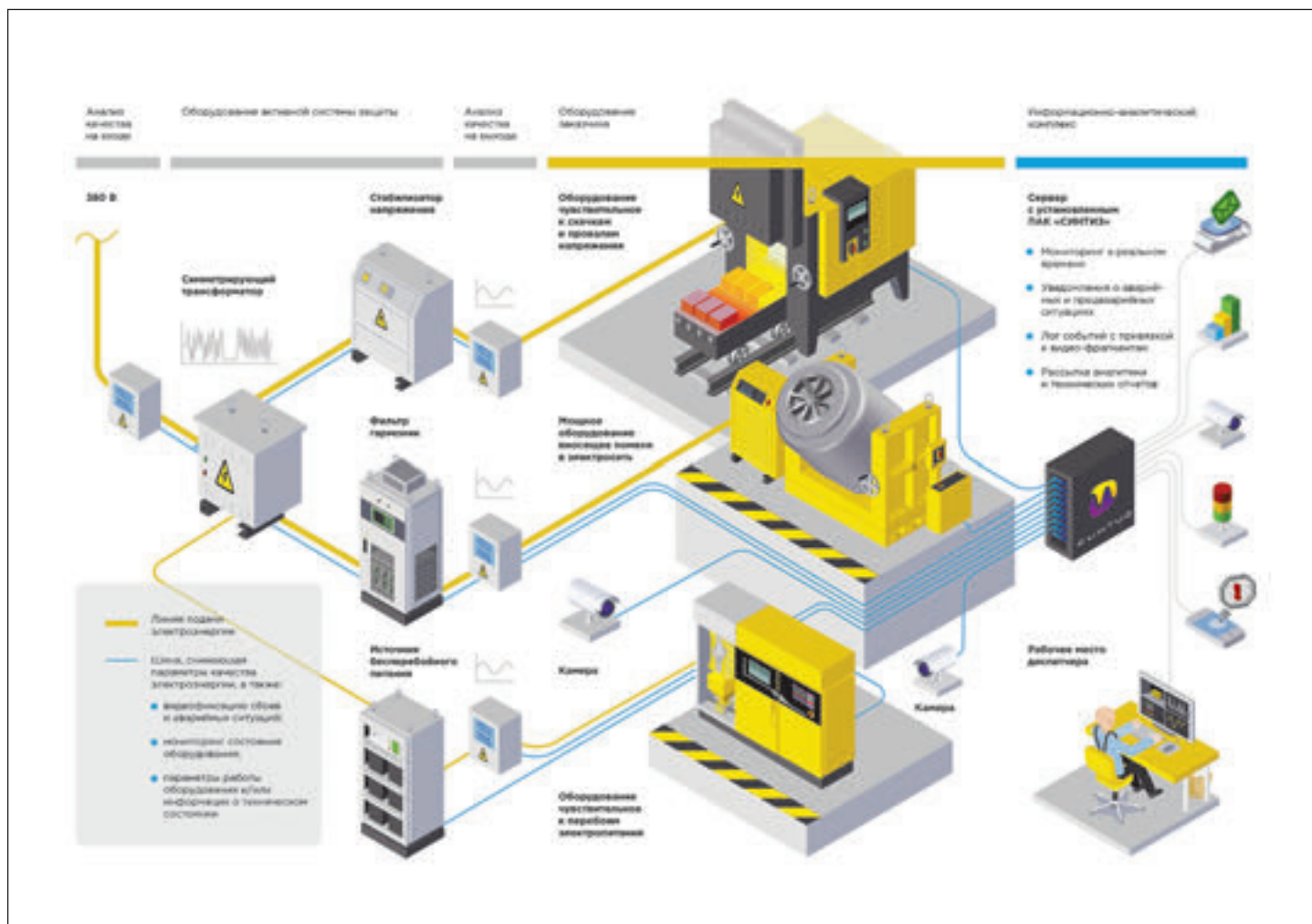
либо персонал не знает о наличии такого функционала. Поэтому сигналы о необходимости вмешательства оператора в работу часто остаются незамеченными. При этом получение своевременных уведомлений о возникновении проблем – одна из важнейших задач по обеспечению бесперебойной работы производства.

Наконец, редко кто задумывается о том, какая именно система обеспечения качества электроснабжения нужна в каждом конкретном случае. В 99 % случаев идут самым простым путем – покупкой традиционных источников бесперебойного питания. К сожалению, универсальной таблетки от всех болезней не бывает. В ряде ситуаций использование ИБП может быть избыточным и можно обойтись меньшими затратами, а в некоторых случаях ИБП и вовсе не то решение, которое нужно. Такой подход лишен системности и больше напоминает «латание дыр». Системы защиты приобретают под текущие нужды без проведения аудита системы электроснабжения, без задела на будущее, то есть возможность модернизации производства не принимается во внимание.

На сегодняшний день существует широкий спектр технических решений, на основе которых можно обеспечить комплексную защиту оборудования от описанных выше угроз. К сожалению, большое многообразие затрудняет выбор оптимального варианта, поэтому инженерами ГК Остек был разработан специализированный комплекс, направленный на повышение качества электроснабжения оборудования.

Интеллектуальный комплекс управления электроснабжением

Это решение, сочетающее электротехнические системы и аналитическое программное обеспечение, предназначенное для безопасного, рационального и эффективного управления электроснабжением оборудования. Данное решение разворачивается на цеховом уровне и полностью конфигурируется под оснащение конкретного участка с учетом осуществляемых на нем технологиче-



1

Структура интеллектуального комплекса управления электроснабжением

ских операций. Все оборудование, входящее в комплекс, увязывается в единую систему мониторинга, которая позволяет в полном объеме оценивать качество электроснабжения в режиме реального времени и рассчитывать эффект как по каждому проведенному мероприятию отдельно, так и общий.

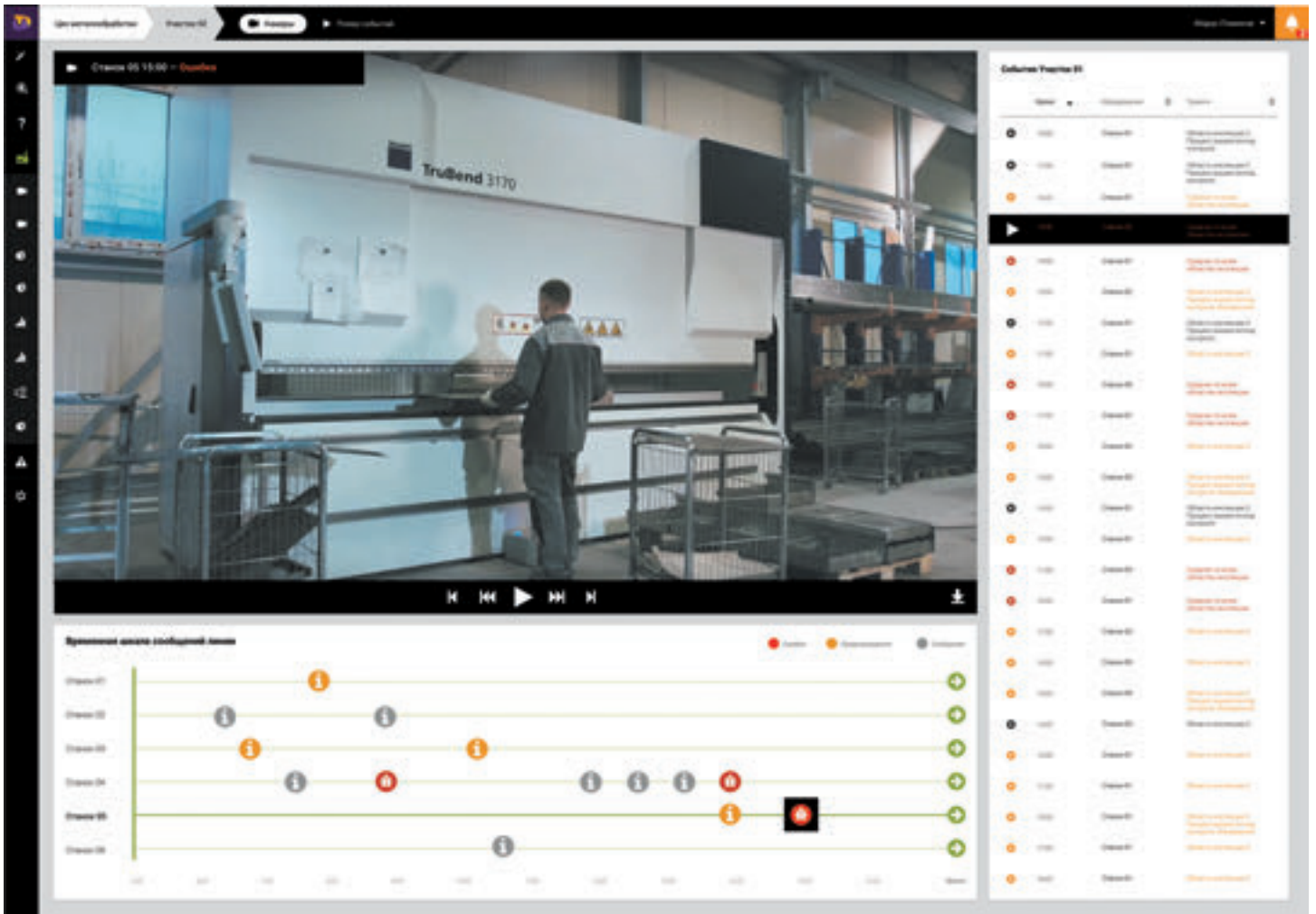
Ключевые особенности интеллектуального комплекса – подтвержденное качество электропитания, его непрерывный мониторинг, оперативные уведомления о необходимости вмешательства в случае возникновения или угрозы возникновения нештатных ситуаций, а также аналитическая система.

Оснащение анализаторами качества электропитания на «входе» в комплекс и на выходе из него (то есть непосредственно перед оборудованием) позволяет убедиться, что оборудование получает электропитание с требуемыми характеристиками. При возникновении аварийных ситуаций или отклонений электропитания от норм ответственный персонал будет оперативно оповещен о необходимости принятия срочных мер. Вся информация предоставляется в наглядном виде, сохраняется на сервере и доступна при необходимости, в том числе за требуемый интервал времени.

Интеллектуальный комплекс управления электроснабжением состоит из следующих основных компонентов (рис 1):

■ **Оборудование активной защиты**

Электротехническое оборудование, обеспечивающее требуемый уровень качества электроэнергии и непрерывность ее подачи. Состав оборудования подбирается индивидуально с учетом особенностей проекта. Оно может включать в себя стабилизаторы напряжения, источники бесперебойного питания, фильтры гармоник, симметрирующие трансформаторы и другое оборудование, необходимое для обеспечения требований проекта.



2

Система видеомониторинга и видеофиксации

■ **Анализаторы качества электропитания**

Измерительное оборудование, осуществляющее контроль параметров качества электропитания на входе в систему и на нагрузке. С помощью цифровых промышленных интерфейсов анализаторы передают данные на сервер системы управления, где они хранятся, обрабатываются и анализируются.

■ **Система видеомониторинга и видеофиксации**

Комплекс из цифровых видеокамер и специальных программных модулей, позволяющий осуществлять непрерывный видеомониторинг состояния оборудования и видеофиксацию состояния оборудования в момент отключения электропитания или в других случаях, когда требуется контроль и последующий анализ инцидентов (рис 2).

■ **Система мониторинга**

Комплекс программных модулей и аппаратных средств, обеспечивающий автоматический мониторинг и анализ информации о текущем состоянии оборудования и его электроснабжения в режиме реального времени (рис 3).

■ **Система оповещения**

Комплекс программных модулей и аппаратных средств, предназначенных для оперативного оповещения персонала о критических проблемах с электроснабжением. От эффек-

тивности работы системы оповещения зависит скорость реакции персонала на внештатные ситуации, когда требуется оперативное безопасное отключение оборудования или другие экстренные действия.

■ **Система управления комплексом**

Система управления дает доступ ко всем функциональным возможностям комплекса, в частности: позволяет осуществлять анализ данных измерений качества электропитания, выявлять причины инцидентов, просматривать видеозаписи и настраивать параметры работы системы. Ядром системы управления является центральный сервер комплекса, на котором консолидируются данные о его работе.

Основные преимущества внедрения интеллектуального комплекса управления электроснабжением

Разработка проекта с учетом особенностей оборудования и состояния электросети

Комплексная защита промышленного оборудования от низкого качества электроснабжения требует серьезных инвестиций в электротехническое оборудование и сопутствующие работы. Дорогостоящий и трудозатратный



проект может не дать ожидаемого результата и привести к избыточным затратам, связанным с некорректным подбором технического решения.

Чтобы инвестиции себя оправдывали и конечный результат соответствовал техническим требованиям, в начале работы над каждым проектом мы проводим комплексное обследование промышленного объекта, которому требуется модернизация. Для этого у нас есть собственная команда высококвалифицированных специалистов в области энергетических обследований и собственный парк современных измерительных приборов.

Совокупность огромного практического опыта наших сотрудников в реализации мероприятий по повышению качества электроэнергии и работы с промышленными предприятиями по внедрению производственных технологий дает уникальный набор компетенций. Он позволяет при расчете решения учитывать не только состояние сети электроснабжения, но и нюансы технологического процесса клиента, что способствует наиболее выверенному технически расчету конфигурации системы на этапе проработки проекта и оптимальным затратам на техническое обслуживание системы в процессе эксплуатации.

В ходе предпроектного обследования происходит сбор объективной информации, необходимой для дальнейшей проработки технического решения:

- информация о паспортных и фактических параметрах энергопотребления оборудования;
- информация о характере электрических нагрузок и помехах;
- оценка качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013 и сбор данных о факторах риска;
- оценка условий эксплуатации оборудования: состояние помещения, температурно-влажностный режим, наличие токопроводящей пыли и т. д.

Несмотря на то, что комплексное предпроектное обследование требует времени, оно дает ряд очевидных преимуществ нашим заказчикам.

Минимальный риск ошибки при выборе оборудования

Благодаря тому, что подбор оборудования осуществляется на основе объективных данных инструментальных измерений и комплексного обследования, риск неправильного подбора оборудования сводится к минимуму.

Исключение избыточности технических решений и минимизация затрат

Благодаря тому, что весь проект комплексной защиты оборудования реализуется на основе глубокого предпроектного обследования объекта и одним подрядчиком, есть возможность обеспечить сбалансированность системы, чтобы получить требуемый результат при оптимальном бюджете проекта.

Комплексная защита оборудования

Внедрение комплекса призвано устранить негативное влияние некачественного электропитания на оборудование, обеспечить бесперебойную работу, оптимизировать затраты на электроэнергию и защитить инвестиции промышленного предприятия.

Один из наших приоритетов – обеспечение полной защиты оборудования. На основе предпроектного обследования конфигурация комплекса разрабатывается таким образом, чтобы обезопасить оборудование от основных факторов риска, характерных для конкретного предприятия и данного типа оборудования.

В этом контексте типовыми факторами риска, с которыми нам приходится работать, являются:

- падение напряжения (или провал);
- кратковременные и долговременные перебои;
- импульсные всплески;
- перенапряжение;
- гармонические искажения;
- колебание напряжения;
- шумы;
- дисбаланс напряжения;
- несвоевременная реакция персонала на внештатные ситуации.

Интеллектуальный комплекс управления электропитанием позволяет обеспечить всестороннюю защиту от перечисленных факторов и их последствий, а также от других факторов, актуальных для предприятия. Системный подход к решению задачи защиты оборудования и централизованная система управления комплексом помогают нашим заказчикам быть уверенными в надежной защите дорогостоящего оборудования и непрерывности производственного процесса.

Система мониторинга и оповещения

Главное предназначение системы – автоматическое отслеживание параметров работы компонентов системы, выявление отклонений в электроснабжении оборудования и своевременное информирование сотрудников предприятия о событиях, требующих вмешательства.

Важные особенности системы мониторинга и оповещения:

- **Работа в режиме реального времени**

В случае критического сбоя в электросети предприятия необходимо оперативно предпринять меры по предотвра-



3 Карточка и параметры оборудования

щению серьезных для предприятия последствий. В подобных ситуациях важна каждая секунда, поэтому наша система мониторинга и оповещения работает в режиме реального времени.

■ **Автоматическое распознавание типа отклонения и источника**

Используемые в системе мониторинга алгоритмы позволяют не просто фиксировать отклонения, но и распознавать их характер и локализовывать источник проблемы, что помогает точнее спланировать действия и сократить время устранения проблемы.

В зависимости от особенностей проекта система оповещения комплекса может включать как традиционные светозвуковые средства оповещения, так и более современные. В частности, оповещение может осуществляться на мобильные устройства, электронную почту и диспетчерский пульт.

Основные типы событий, о которых сообщает система мониторинга и оповещения интеллектуального комплекса:

■ **Нарушение энергоснабжения оборудования**

Основной тип оповещений. Благодаря использованию анализаторов качества электропитания, возможностям по распознаванию типа отклонения и его источника система оповещения может выдавать информацию о событиях вместе с детальными подсказками о том, какие оперативные действия необходимо предпринять.

■ **Некорректная работа систем активной защиты**

Мы используем только качественное и проверенное оборудование при построении комплекса, однако даже оно имеет элементы с ограниченным ресурсом и требует обслуживания. В силу различных причин параметры рабо-

ты оборудования активной защиты могут ухудшиться, что приведет к снижению степени защиты производственного оборудования. Чтобы свести потенциальные риски к минимуму, нами реализован функционал самодиагностики и мониторинга эффективности работы электротехнического оборудования. Это позволяет своевременно отследить необходимость проведения работ по техническому обслуживанию или ремонту.

■ **Несвоевременная реакция персонала на внештатную ситуацию**

При долговременных перебоях в электроснабжении оборудования даже при наличии источников бесперебойного питания требуется обеспечить оперативное и безопасное выключение оборудования. В этой ситуации счёт идёт на секунды и крайне важной является слаженная и оперативная работа персонала. Однако операторы оборудования не всегда успевают своевременно среагировать, что создаёт риски по выходу оборудования из строя. В качестве дополнительной меры подстраховки в нашем комплексе предусмотрен функционал по отслеживанию своевременности безопасного выключения оборудования и дополнительные оповещения при несвоевременной реакции.

Система мониторинга и оповещения позволяет обеспечить высокую степень контроля над ситуацией, в том числе в удаленном режиме, сократить время реакции на внештатные ситуации и свести к минимуму человеческий фактор.

Автоматический сбор данных / база данных и подготовка отчетов

В целях планирования мероприятий по повышению энергетической эффективности производства, защите оборудования и для нужд анализа инцидентов в интеллектуальном



4

Работа с данными

комплексе управления электроснабжением предусмотрен широкий функционал, позволяющий обрабатывать и анализировать накопленные данные.

Ниже перечислены основные функциональные возможности, которые предоставляет система управления комплекса.

Автоматическое документирование параметров работы систем и событий

Все данные, которые отслеживает система мониторинга, сохраняются на сервере с учётом той глубины хранения и детализации, которая необходима конкретному заказчику (рис 4).

Анализ событий на основе объективных данных

В системе управления реализованы инструменты, позволяющие проанализировать причины и хронологию событий на основе сохранённых данных измерений и видеозаписи. Благодаря использованию единого времени системы при фиксации замеров и видеозаписи система может сопоставить на единой временной шкале видеозаписи, записи журнала событий и графики, отражающие значения необходимых параметров.


Автоматическое формирование отчетов и их рассылка

Система управления в автоматическом режиме формирует необходимые отчёты, позволяющие получить структурированные и обработанные данные за требуемый период. Для удобства пользователей комплекса наиболее популярные отчёты реализованы в системе в виде шаблонов. Также у пользователя есть возможность самостоятельно настроить отчёт под свои требования с учётом необходимой структуры, его содержания и оформления в корпоративном стиле.

В системе управления комплекса реализован функционал автоматической рассылки отчетов по расписанию. Благодаря этой функции отчёт за требуемый период автоматически формируется и отправляется на электронную почту по предварительно составленному списку получателей.

Заключение

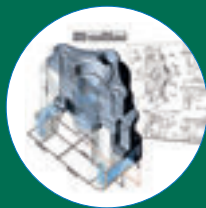
В отличие от большинства компаний на рынке, привыкших решать проблемы одним «универсальным» способом, мы понимаем, что решение каждого вопроса всегда индивидуально и зависит от особенностей конкретного предприятия. Часто решение, кажущееся очевидным, не всегда правильное и даже избыточное. Наша экспертная оценка поможет сформировать комплекс управления электроснабжением, который не только закроет вопрос с обеспечением качественного электропитания, но и даст возможность сэкономить средства предприятия.

Эффективность внедрения систем обеспечения качества электропитания трудно оценить, так как не всегда ясно, какой экономический эффект они приносят, предотвратили ли они какую-либо поломку оборудования, какое электропитание поступало потребителю в момент неисправности и действительно ли работают внедренные системы так, как от них требуется. Но с единой системой мониторинга и аналитики комплекса у вас перед глазами будет полная картина по электропитанию цеха, конкретного станка или агрегата. Учет не только состояния сети электроснабжения, но и нюансов технологического процесса способствует наиболее выверенному технически расчету системы при внедрении и максимально эффективной эксплуатации в дальнейшем. 



Литье

- Отработка технологии литья
- Поиск и анализ пустот, раковин и включений



Механообработка

- Контроль качества геометрии ответственных деталей сложной формы
- Обратное проектирование



Электроника

- Контроль печатных плат, компонентов и качества пайки
- Исследование совмещения слоев, дефектов металлизации



Материаловедение

- Исследования внутренней структуры материалов
- Расчет физических свойств материалов



Исследования

- Полезные ископаемые и геологические образцы
- Принципы работы механизмов
- Криминалистика

Лаборатория промышленной томографии: экспертный контроль качества и проведение исследований

- Самая крупная в Восточной Европе
- Оснащенная передовым оборудованием

Лаборатория создана на базе Центра технологий контроля (ЦТК), предназначенного для решения широкого спектра производственных и научных задач.



будущее
СОЗДАЕТСЯ



Channel Partner
GE Oil & Gas

www.ostec-ct.ru
(495) 788 44 41
info@ostec-ct.ru



ТЕХПОДДЕРЖКА

Анализ покрытий методом рентгено- флуоресцентного анализа

Текст: Александр Фролов,
Василий Прибора,
Григорий Кузнецов

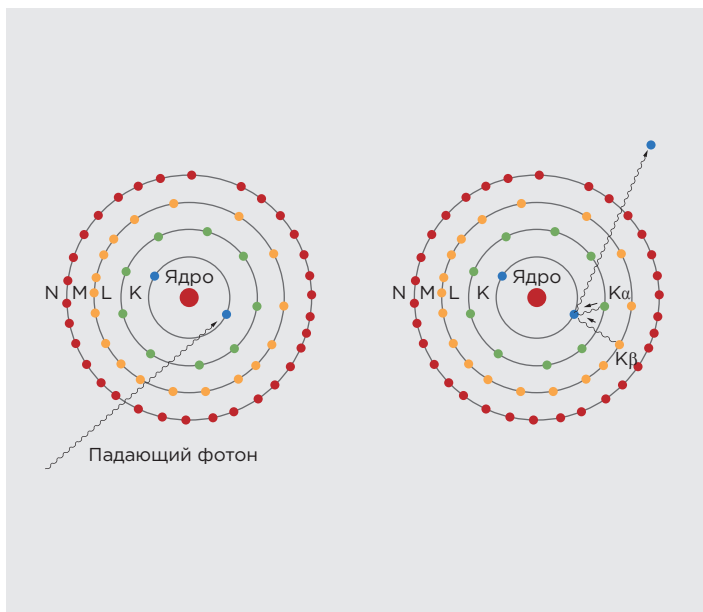
В современном производстве для создания необходимых свойств продукции активно применяются разнообразные однослойные и многослойные покрытия. Это, например, антикоррозионная защита и упрочнение в машиностроении, просветляющие слои в оптике, различные покрытия в электронике и микроэлектронике. Для таких технологических решений необходим специальный контроль качества изделий, и одна из первостепенных задач – автоматизация измерений и контроль качества (толщины) покрытия по всей поверхности образца.

Существует ряд способов для решения этой задачи, однако практически единственным универсальным неразрушающим методом, позволяющим измерять толщину покрытий, является метод рентгеновской флуоресценции с энергодисперсионным детектированием спектров (РФА-ЭДС).

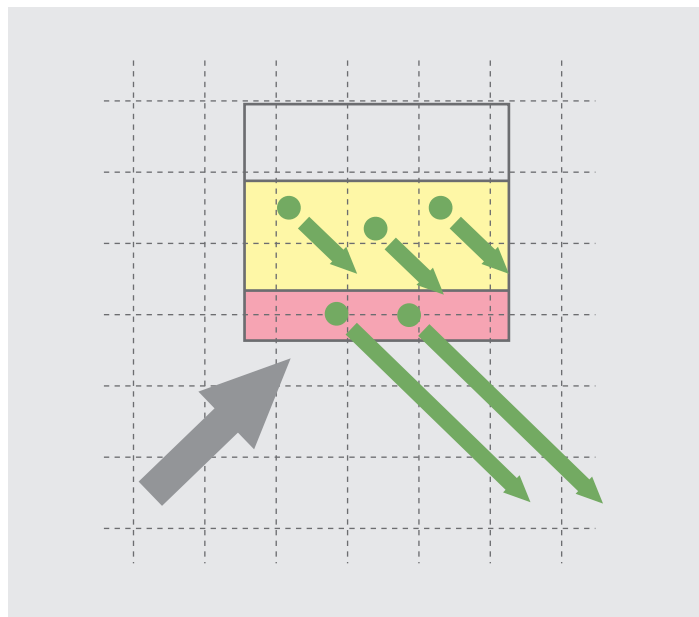
Метод рентгенофлуоресцентного анализа основан на регистрации характеристического рентгеновского

флуоресцентного излучения (рис 1). При облучении вещества жесткими рентгеновскими фотонами существует вероятность выбивания электрона с внутренней орбитали атома. Образовавшийся возбужденный ион возвращается в менее возбужденное состояние, в частности, путем перехода электронов с более высоких оболочек. При таком переходе происходит испускание фотона рентгеновского диапазона с определенной энергией, характерной для данного атома. Зарегистрировав эти фотоны, можно определить по их энергии, из какого атома они были испущены, а по их числу – сколько атомов данного типа есть в образце.

Таким образом можно определить химический состав материалов. Однако этим возможности данного метода не исчерпываются. Регистрируя фотоны, испущенные атомами, расположенными в разных слоях (рис 2), и принимая во внимание поглощение излучения при прохождении через внешние слои, можно



1 Формирование характеристического рентгеновского излучения



2 Флуоресцентное излучение от многослойного покрытия

определить толщины слоев в однослойных или многослойных покрытиях. Метод позволяет «видеть» то, что скрыто под поверхностным слоем, например, пайку и т. п.

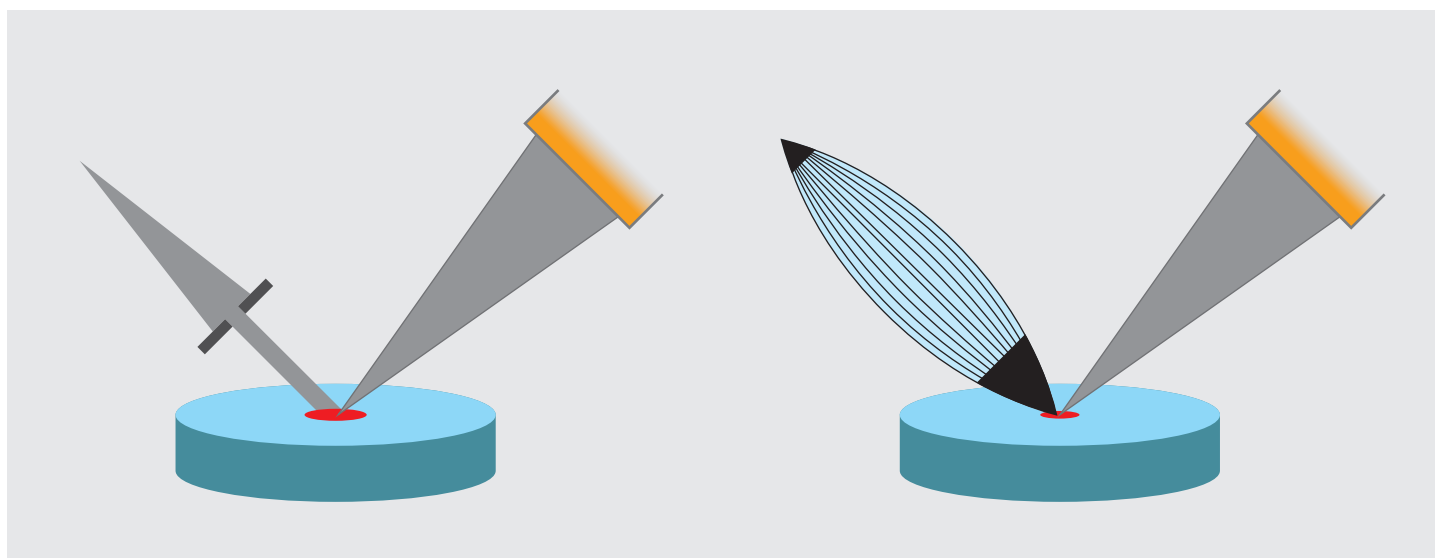
Функционально РФА-ЭДС-спектрометры состоят из источника излучения (рентгеновской трубки), оптики для создания микропучка, камеры образцов с предметным столиком, детектора и блоков электроники.

Рассмотрим формирование микропучка с диаметром от 25 мкм до 1 мм (рис 3). Излучение от источника (рентгеновской трубки) имеет большую угловую расходимость (до нескольких градусов). Простейший и дешевый способ сформировать узкий пучок – это применить обычную диафрагму (отверстие заданного

диаметра в металлической пластине). Недостатком такого метода является высокая потеря интенсивности. На практике его применяют, если надо анализировать объекты размером 0,5–2 мм.

В более современном методе используют специальную поликапиллярную оптику (т. н. линзы Ку-махова). При помощи этих линз происходит сбор излучения от трубки в большем телесном угле и фокусировка в точке размером до 25 мкм. Эта оптика существенно повышает интенсивность пучка на образце.

Для проведения такого анализа можно использовать линейку приборов, производимых компанией Bruker, в которой есть целое семейство РФА-ЭДС-спектрометров – это M1 Mistral/Ora, M4 Tornado



3 Принципы формирования микропучка

Корпорация Bruker

Более 55 лет корпорация Bruker (США) разрабатывает инновационные технологии и предлагает лучшие технологические решения для различных аналитических задач.

Оборудование Bruker – это гарантированный успех в молекулярных исследованиях, в области медицины, фармацевтики, микроскопии, наноанализа и промышленного применения.

Компания Bruker начала активно сотрудничать с ведущими научно-исследовательскими организациями на территории бывшего СССР еще в 1970 году. В это время было основано представительство со штатом из 5 сотрудников. В 1983 году был открыт сервисный центр и демонстрационная лаборатория в Институте химической физики АН СССР. Доктор Уве Айххофф и Барбара Айххофф представляли интересы фирмы в СССР, СНГ и России вплоть до 1998 года. В 1998 году представительство было реорганизовано в ООО «Брукер» – дочернюю структуру международной корпорации Bruker.

Сегодня ООО «Брукер» насчитывает более 50 высококлассных сертифицированных специалистов и специализируется на поставках выпускаемого компанией Bruker спектрального аналитического оборудования.

(рис 4, 5).

На рис 6 представлен типичный спектр, получаемый на РФА-ЭДС-спектрометре M4 Tornado.

Спектрометры Bruker имеют широкий функционал для работы с различными образцами, в том числе:

- программирование позиций измерения: задание координаты каждой точки, автофокусировка в точке, задание количества измерений в одной точке, пауза между измерениями, сохранение видеопотока точки измерения (M1 Mistral/M4 Tornado);
- построение карт покрытий с высоким пространственным разрешением (~25 мкм) (M4 Tornado).

В табл. 1 приведены основные характеристики приборов.

Рассмотрим несколько интересных примеров, демонстрирующих возможности метода рентгеновской флуорес-

ценции и спектрометра M1 Mistral.

На рис 7 и 8 показан профиль толщины золотого покрытия. Предполагая нарушение контакта, было сделано автоматизированное сканирование толщины по линии вдоль анализируемого объекта. В одной из точек было зафиксировано существенное уменьшение толщины золотого покрытия: с ~23 нм до менее чем 5 нм.

Следующий пример демонстрирует возможности метода и РФА-ЭДС-спектрометра M4 Tornado для измерения толщины контактного слоя покрытия. На рис 9 показан образец – печатная плата, где отмечены точки, в которых проводилось измерение. Результаты определения толщины представлены на рис 10. Локальность анализа в данном случае составляла 25 мкм.

И, наконец, пример анализа многослойных покрытий. В данном случае анализировали контактное покрытие, со-



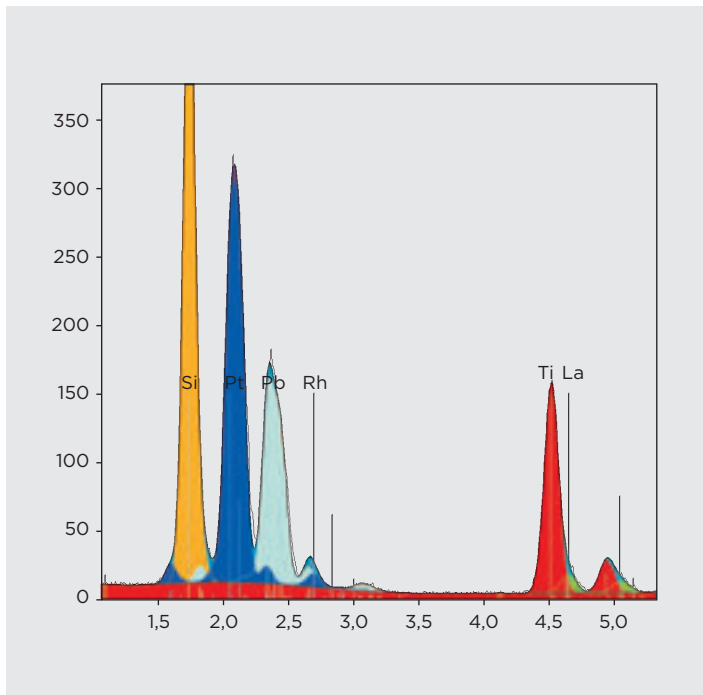
4

РФА-ЭДС-спектрометр M1 Mistral производства Bruker

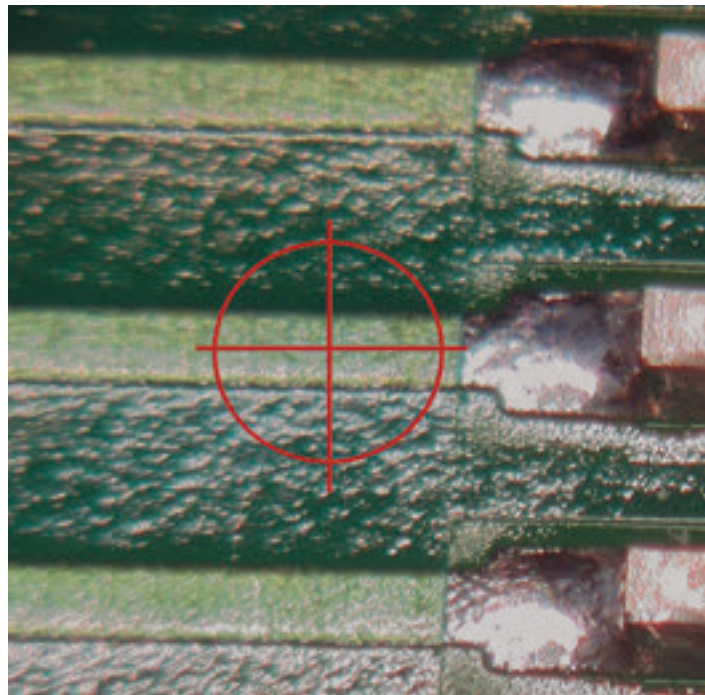


5

РФА-ЭДС-спектрометр M4 Tornado производства Bruker



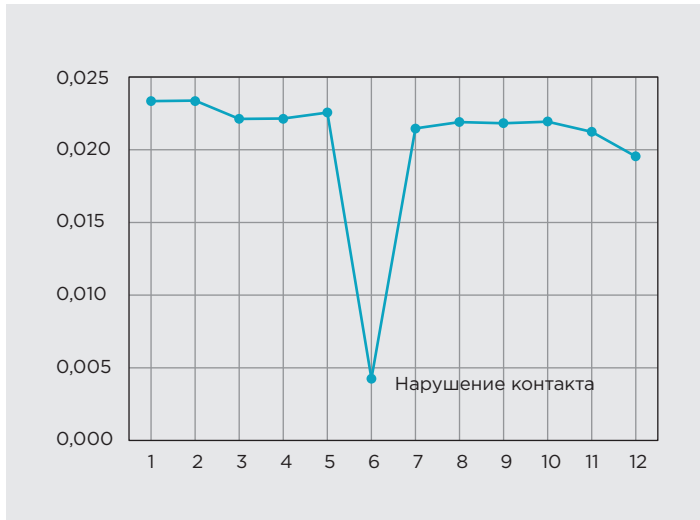
6 Спектр, регистрируемый с помощью РФА-ЭДС-спектрометра



7 Анализируемый образец – медь, покрытие Au. Видеоизображение

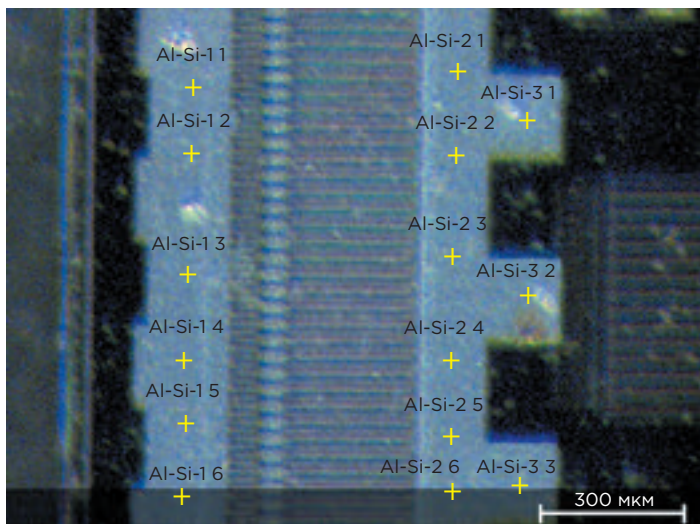
T 1 Характеристики РФА-ЭДС спектрометров M1 Mistral и M4 Tornado

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР/ХАРАКТЕРИСТИКА	M1 MISTRAL	M4 TORNADO
Максимальное количество определяемых слоев	12	12
Минимальная толщина определяемого слоя	~ 2-5 нм	~ 2-5 нм
Максимальная суммарная толщина анализируемого материала	Зависит от материала матрицы и для типичных металлов колеблется от 10 до 40 мкм	Зависит от материала матрицы и для типичных металлов колеблется от 10 до 40 мкм
Локальность анализа	0,1-1,5 мм (опционально 25 мкм)	25 мкм
Методы расчета	Фундаментальные параметры/с калибровками	фундаментальные параметры/с калибровками
Работа с объектами, анализ:	по точке по произвольному массиву точек по линии по сетке	по точке по произвольному массиву точек по линии по сетке по полигональной фигуре
Картирование:	нет	по химическим элементам по фазам по толщине (при анализе многослойных покрытий)
Автоматизация измерений	Да. Программирование массивов измерения	Да. Программирование массивов измерения. Программирование картирования



8

График зависимости толщины слоя Au от точки сканирования. Сканирование проведено по линии с шагом 0,5 мм, диаметр коллиматора 0,6 мм



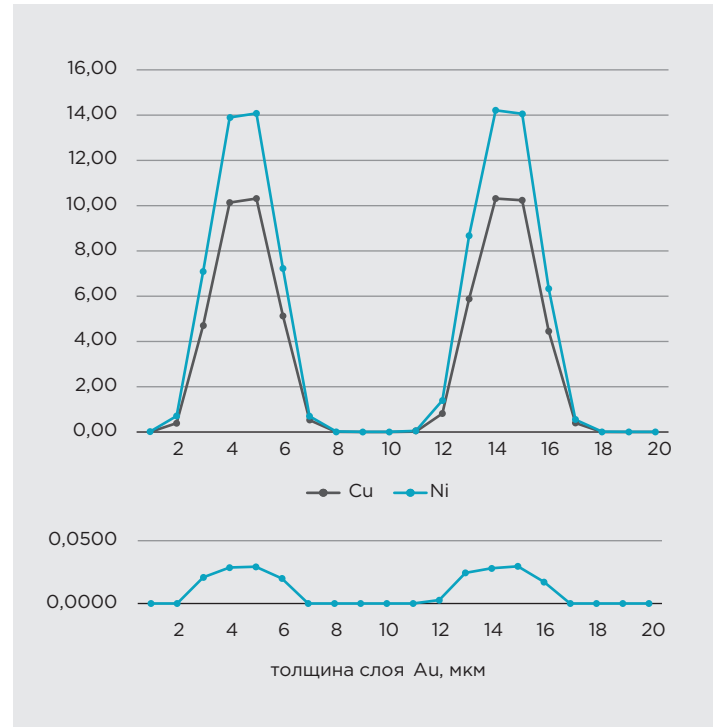
9

Анализируемый образец - печатная плата. Видеоизображение



10

График зависимости толщины слоя от точки сканирования. Сканирование проведено по линии с шагом 150 мкм, диаметр пятна фокусировки (поликapиллярная оптика) 25 мкм

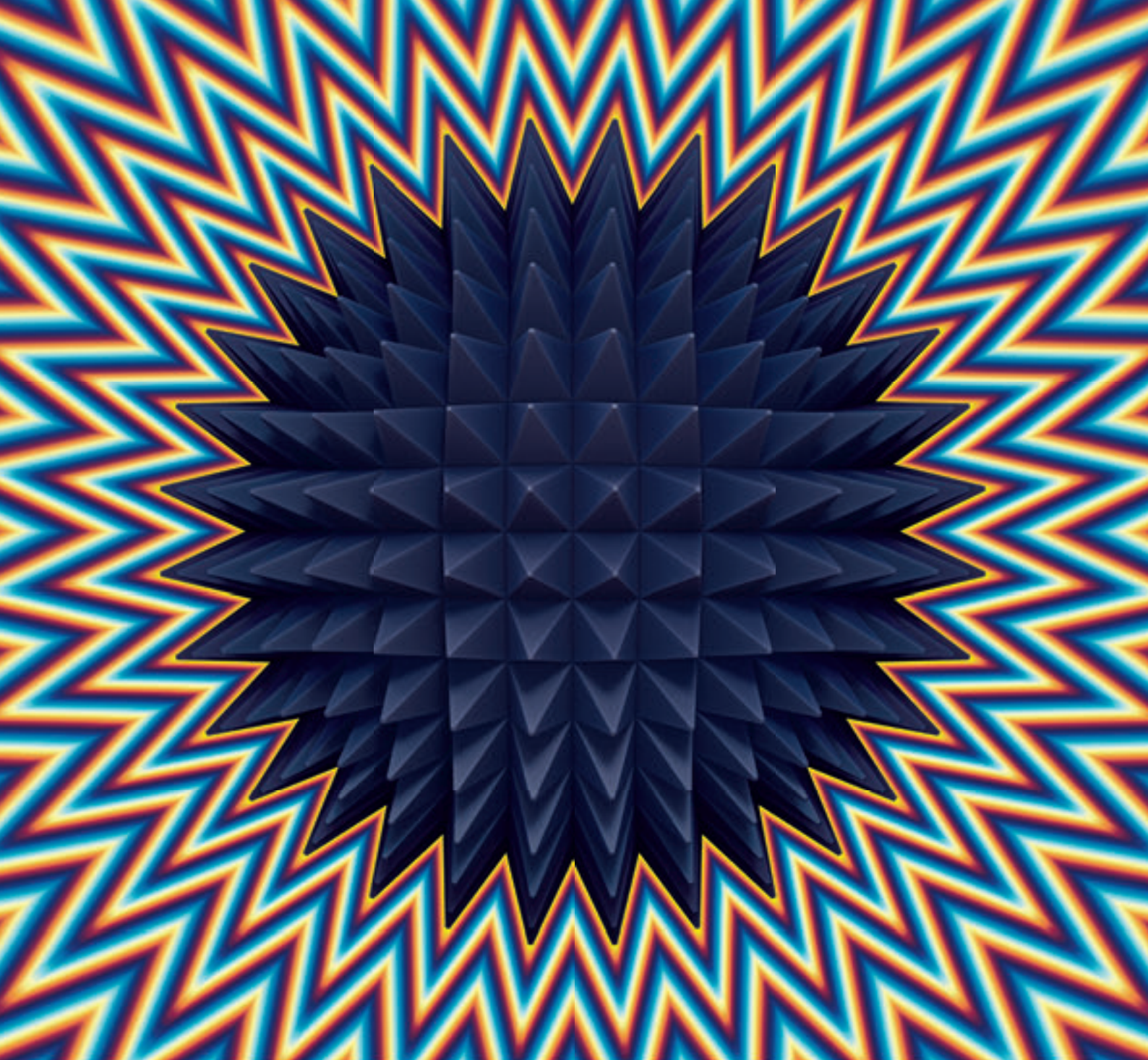


11

График зависимости толщины слоя Au/Ni/Cu от точки сканирования. Сканирование проведено по линии с шагом 0,5 мм, диаметр коллиматора 0,6 мм (система покрытия Au/Ni/Cu).

стоящее из нескольких слоев: система покрытия Au/Ni/Cu. Проводили автоматизированное сканирование вдоль линии с шагом 0,5 мм. Полученная зависимость толщины от точки измерения (профиль толщины) для Au, Ni, Cu приведены на рис. 11. Для наглядности данные по всем трем элементам совмещены на одной диаграмме. ▢

В статье мы рассмотрели современные РФА-ЭДС-спектрометры компании Bruker M1 Mistral и M4 Tornado, продемонстрировали их возможности для анализа как однослойных, так и многослойных покрытий толщиной от нескольких десятков микрон до десятков нанометров. Спектрометры позволяют решать одну из первостепенных задач – проводить автоматизированный контроль качества (толщины) покрытия по всей поверхности образца без участия оператора, значительно увеличивая эффективность современных производств.



Полное погружение в проект*

Спроектируем. Построим. Аттестуем.

Безэховые камеры и измерительные комплексы

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

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



будущее
создается

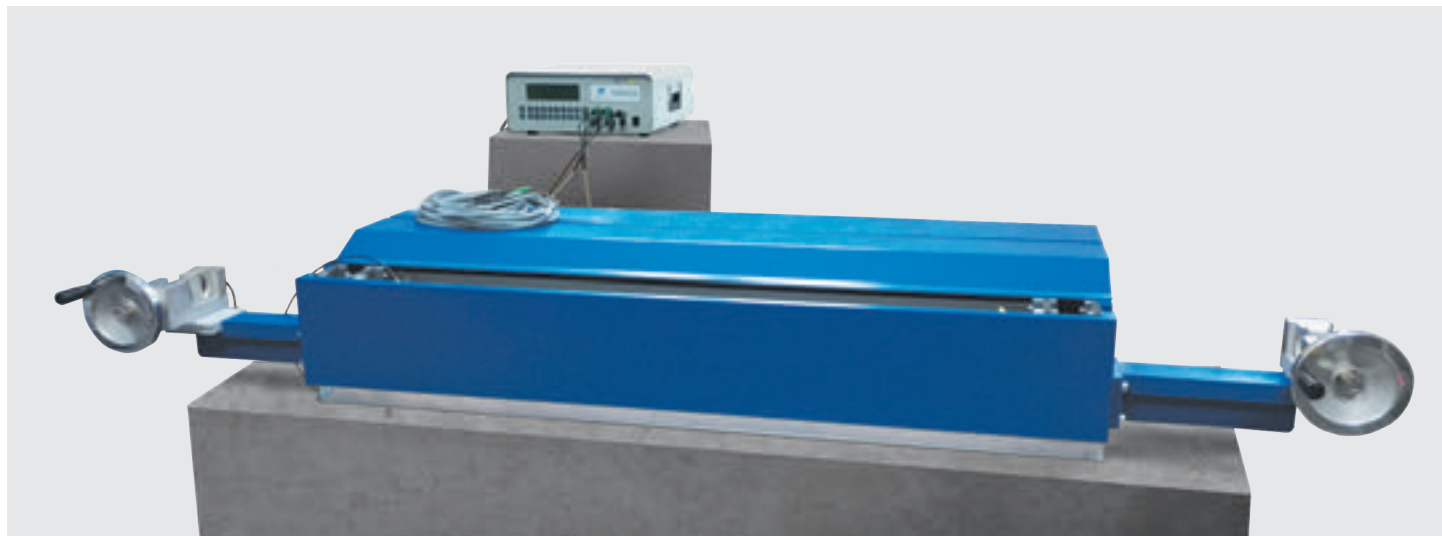
Электротест алюминиевой катанки



Текст: Тимофей Максимов

»

С самого зарождения цивилизации человек учился добывать и использовать металл себе во благо. Первым металлом, доступным для обработки, стала медь, которая в сочетании с оловом превратилась в бронзу. Затем себе на службу человек взял серебро, золото и железо. Технология обработки металлов совершенствовалась и давала толчок для развития сложных инженерных устройств: от мелкой механики и ювелирных изделий до строительных конструкций. Металл активно завоевывал технический мир и в итоге стал его неотъемлемой частью.



1

Вид рабочего места с микроампером и испытательной ванной

И тем не менее, алюминий, столь привычный нам сегодня, «проспал» даже Промышленную революцию и начал масштабно использоваться только с обретением человечеством технологического уровня, достаточного для его получения в больших количествах. Открытый в 1886 году Чарльзом Холлом и Полем Эру метод растворения глинозема в криолите с использованием электролиза требовал значительных энергозатрат, что затрудняло его применение. И даже сейчас процесс промышленного получения алюминия сложен и ответственен. А спрос на «летучий» металл при этом огромен: аэрокосмическая отрасль, строительство, медицина, машиностроение, электротехника и электроника – только первые строчки в очереди его потребителей!

Очевидно, что для применения в этих отраслях качество каждого сплава алюминия должно жестко контролироваться. На качество влияют множество факторов – это и включение паразитных сопутствующих металлов, таких как титан, медь, железо; это и конечный состав с легирующими металлами от меди до редкоземельного скандия; также необходимо отслеживать в структуре заготовок из металла наличие шлаковых включений и каверн. Как и чем это контролировать? Одна из стратегий контроля представляет собой измерение электрического сопротивления, так как на него существенно влияют и химический состав сплава, и наличие неоднородностей в материале.

Электротехническая и энергетическая промышленности используют около 30 % произведенного алюминия. Для этого полученный алюминиевый сплав преобразуют в цилиндрическую катанку определенного сечения. Самым удачным решением для контроля такой продукции является измерение электрического сопротивления метрового образца. Для отслеживания малейших химических и физических отклонений измерение должно быть максимально точным. Прецизионные микроамперы не позволяют в полной мере достичь требуемых показателей точности. Чтобы повысить точность измерений эталонного образца

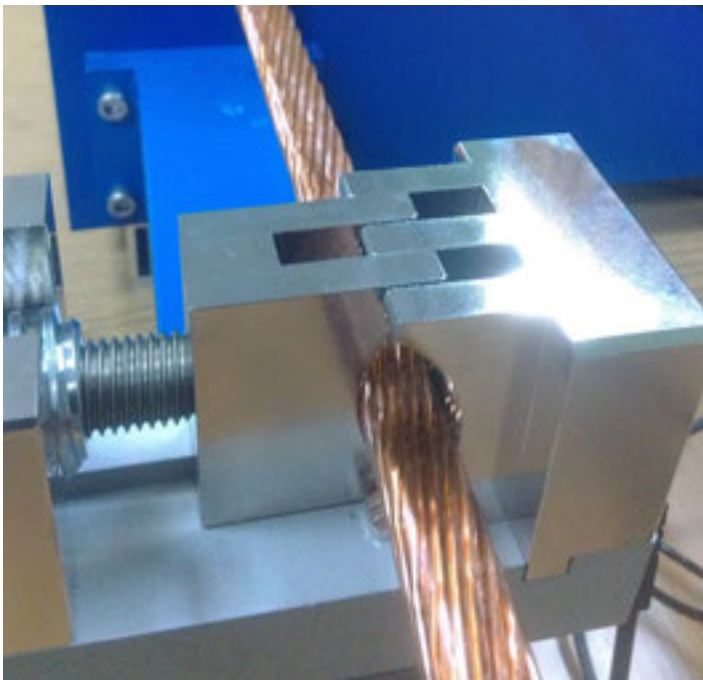


2

Зажим алюминиевой катанки в испытательной ванне



3
Микроомметр MGR10



4
Медная кабельная жила в испытательной ванне

катанки необходимо дополнительно использовать водяную испытательную ванну для термостатирования образца.

Для решения этой задачи мы используем комплект оборудования, состоящий из микроомметра MGR10 и специальной испытательной ванны МК-4 французской фирмы Sefelec (рис 1).

Методика испытаний следующая. Образец катанки длиной около 2 метров фиксируется в испытательной ванне с помощью специальных краевых зажимов и натягивается (рис 2). Подключение к образцу осуществляется по 4-проводной схеме (методу Кельвина), где токовые выводы коммутируются с зажимами изделия, а потенциальные соединяются с механизмом, отмеряющим 1 метр изделия. Таким образом, компенсируется влияние измерительных проводов на значение сопротивления образца.

Ванна состоит из двух отсеков: накопительного и испытательного. После фиксации образца включается встроенный в ванну насос и перекачивает воду из накопительного отсека в испытательный. Таким образом, уровень воды

доходит до образца. В течение минуты образец достигает температуры окружающей среды, даже если он прибыл на испытания сразу после термической обработки. В этот момент измеряется сопротивление образца, затем насос выключается, и вода перетекает обратно в накопительный отсек. Остается только извлечь изделие из зажимов.

Измерения сопротивления осуществляются высокоточным микроомметром MGR10 (рис 3), достигающим точности не менее 0,03 % + 0,02 % минимальной шкалы 3 мОм. Специальным пробником считывается температура жидкости в ванне с точностью до десятой доли градуса и производится пересчет измеренного значения на 20 °C или другую выбранную пользователем температуру. Компенсация вычисляется по формуле

$$R_c = \frac{R_x}{(1 + \alpha(t - 20^\circ\text{C}))},$$

где R_x – измеренное сопротивление, а R_c – пересчитанное.

Температурный коэффициент α выбирается пользователем, исходя из материала образца, например, для алюминия $\alpha \approx 4100$ единиц/млн/°C.

Широкий функционал прибора позволяет выбирать различные режимы измерений. Например, для нестабильных образцов можно использовать режим, позволяющий произвести до 32 замеров с вычислением среднего значения, а также проводить измерения сопротивления со сменой полярности. Этим достигается наилучшее качество измерения.

Это решение хорошо зарекомендовало себя не только на предприятиях алюминиевой, но и кабельной промышленности, где используются как цельные, так и многопроволочные свитые жилы из алюминиевой или медной проволоки (рис 4). Существенной разницы в методике испытания нет – алюминиевая катанка это или свитая медная жила. Необходимо лишь правильно установить настройки на микроомметре, например, температурный коэффициент сопротивления материала. □

Алюминий – непростой в изготовлении металл. И для контроля качества ответственных изделий из него требуется надежная, достоверная и в то же время простая в использовании техника. Микроомметр MGR10 и испытательная ванна МК-4 позволяют гарантированно находить малейшие отклонения сопротивления образцов, на которое влияют химический состав сплава и дефекты структуры. Отслеживая качество и надежность своей продукции и вовремя устраняя дефекты, производитель выходит на новый конкурентный уровень.

через 10 лет интенсивной эксплуатации

антистатическая промышленная
мебель GEFESD останется
столь же надежной.

- Продуманная эргономика повышает работоспособность и снижает утомляемость.
- Конструкция, качество материалов и испытания обеспечивают надежность изделий на срок более 10 лет.
- Постоянная модернизация конструкций позволяет соответствовать современным технологическим задачам.
- Модульность и широкий ассортимент комплектующих и опций гарантируют гибкую конфигурацию рабочих мест.



Соберите рабочее место
в требуемой комплектации,
воспользовавшись онлайн
помощником на нашем сайте:
<http://www.gefesd.ru/designer>



www.gefesd.ru
8 (800) 700-14-44, бесплатный звонок
из любого региона России
+7 (495) 788-44-44
e-mail: sales@gefesd.ru



группа компаний

www.ostec-group.ru

Стандартизация химических материалов, используемых в производстве печатных плат

Текст: Светлана Шкундина
Дмитрий Костенников

В связи с ужесточением требований к производству техники специального назначения, переходом предприятий к использованию отечественных материалов, комплектующих и химических продуктов проблема получения качественных химических реактивов в России выходит на первый план. К сожалению, наша химическая промышленность не может обеспечить поставку надежных материалов, которые могли бы гарантировать бесперебойную и стабильную работу предприятий по выпуску годной продукции.

ООО «Остек-Сервис-Технология» предлагает комплекс технологических процессов и химической продукции для полного цикла производства всех видов печатных плат. С разработчиком процессов и производителем химии, компанией J-KEM International AB (Швеция), мы сотрудничаем с 2001 года. На сегодняшний день химическая продукция этой компании успешно используется на более чем 100 предприятиях по производству печатных плат в России и Казахстане. Большинство из них выпускает продукцию для военно-промышленного ком-

плекса, соответственно, обязано следовать требованиям отраслевых стандартов.

Единственный действующий в настоящее время стандарт отрасли – ОСТ 107.460092.028-96¹ излагает технические требования к технологии изготовления печатных плат. В 2009 году компания «Остек-Сервис-Технология», как официальный дистрибьютор и эксклюзивный поставщик химической продукции фирмы J-KEM в России, провела работу по сертификации химической продукции фирмы J-KEM, подготовив российские ТУ и внеся изменения в ОСТ 107.460092.028-96. Предварительно были проведены типовые испытания печатных плат, изготовленных по технологии фирмы J-KEM, с участием соответствующих представительств. Испытания проводились на крупнейших российских предприятиях, специализирующихся на производстве печатных

¹ ОСТ 107.460092.028-96. Стандарт отрасли. ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ. Технические требования к технологии изготовления. www.avangard.org

Т 1

Сравнение качественных характеристик химической и прямой металлизаций

ПАРАМЕТР	ХИМИЧЕСКАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ	ПРЯМАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ
Стадийность процесса	Активация + химическая металлизация + гальваническая затыжка	Активация
Плотность осадка	Плотный	Плотный
Необходимость гальванической затыжки	Есть	Не для всех систем
Выделение водорода	Есть	Нет
Управление процессом	По пяти параметрам	По трем параметрам
Поверхностное натяжение	54 дин/см	40 дин/см

плат, в таких городах, как: Новоуральск, Рязань, Зеленоград, Екатеринбург, Омск. Все испытания дали положительные результаты, что подтверждено соответствующими протоколами.

В извещение об изменении ОСТ 107.460092.028-96 были внесены новые процессы, отвечающие требованиям современного производства. Список процессов, введенных в стандарт:

- Прямая металлизация «Система-С».
- Электрохимическое меднение КУ 400.
- Реверсивный импульсный процесс электрохимического меднения ППР КУ 8002.
- Процесс перманганатной обработки отверстий МПП «Система-Д».
- Травление олова или сплава олово-свинец ТЛ 510.
- Процесс электролитического оловянирования СН 700.
- Процесс электролитического нанесения сплава олово-свинец ТЛ 900.
- Процесс электролитического нанесения никеля НИКЕМ 688.
- Процесс химического меднения ПЕРФЕКТО.
- Процесс замены оксидирования ТОП БОНД.
- Процесс иммерсионного оловянирования ТИН 7000.
- Процесс иммерсионного золочения КЕМ А 3000.
- Процесс электрохимического золочения А 3022.
- Процесс снятия сухого пленочного фоторезиста 7450.
- Процесс нанесения флюса для горячего лужения 7575.
- Процесс микроотравления 7228 П для подготовки поверхности.
- Процесс нанесения флюса для оплавления в ИК плавильных печах 7590.
- Процесс электрохимического меднения КУ 90Н.
- Пеногаситель 1600Б.

Процесс прямой металлизации «Система-С»

Прямая металлизация состоит в создании на поверхности диэлектрика сплошной проводящей пленки без участия процесса химического восстановления меди². Другими словами, есть возможность исключить процесс химического меднения за счет того, что уже на первой стадии палладий настолько диспергирован на поверхности, что образует сплошную проводящую пленку без последующей стадии химического восстановления меди и необходимости гальванической затыжки. Поверхностной проводимости этой пленки достаточно, чтобы качественно провести последующую полную электрохимическую металлизацию до стандартных толщин.

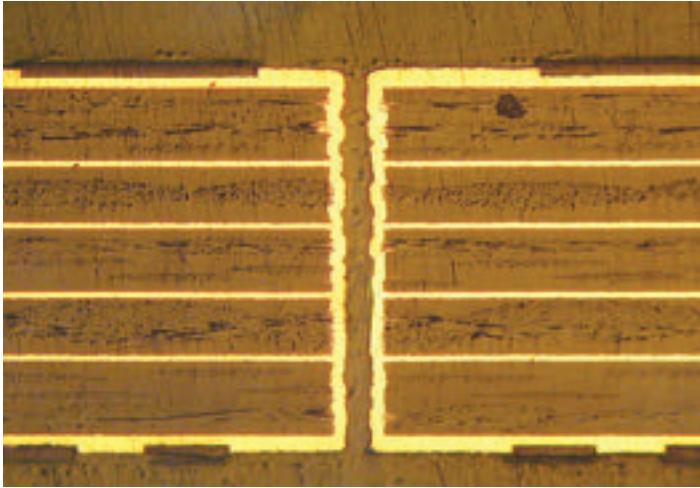
Процессы прямой металлизации относятся к так называемым «зеленым» технологиям из-за отсутствия в них комплексобразующих веществ и формальдегидов, хелатов, тяжелых металлов, что уменьшает проблемы, связанные с очисткой сточных вод. Они организованы так, что проводящая пленка создается только там, где нужно – на диэлектрике.

Использование процессов прямой металлизации сокращает количество операций и, соответственно, уменьшает время технологического цикла и объем оборудования (Т 1 и Т 2).

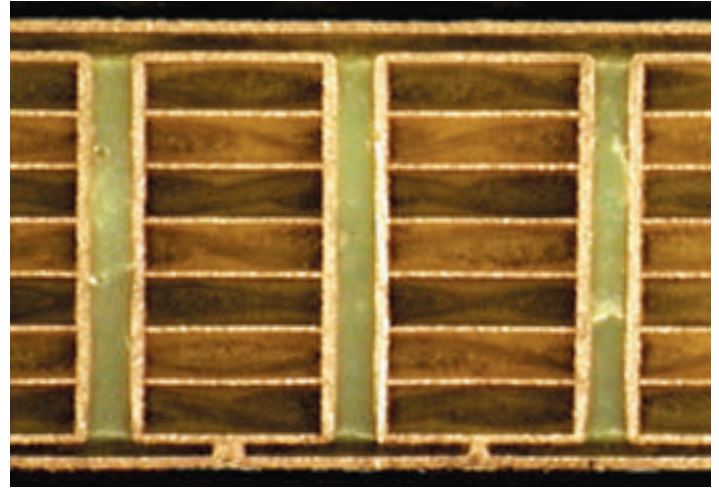
Стадии процесса прямой металлизации «Система-С»:

- очистка и кондиционирование ДС-200 для ДПП или очистка и кондиционирование ДС-270 для МПП;
- преактивация ДС-400;
- активация ДС-500;
- ускорение ДС-650;
- стабилизация ДС-800;
- антиокислитель ДС-850.

² Jurgan Lundquist, А. Медведев, В. Салтыкова. Системы прямой металлизации. Компоненты и технологии, 3/2003



1 Диаметр отверстия 0,1 мм. Соотношение диаметра отверстия к толщине платы 1:12



2 Печатная плата для монтажа высокой плотности с глухими отверстиями

Т 2

Стадийность процессов химической и прямой металлизаций

ТРАДИЦИОННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ МЕДНЕНИЕ	ПАЛЛАДИЕВАЯ СИСТЕМА «СИСТЕМА-С»
8 стадий обработки, 12 промывок	6 стадий обработки, 7 промывок
1. Очистка поверхностей <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка 	1. Очистка поверхностей <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка
2. Микротравление <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка 	2. Преактиватор <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка
3. Преактиватор	3. Активатор <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка
4. Активатор <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка 	4. Ускоритель <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка
5. Ускоритель <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка 	5. Стабилизация
6. Химическое меднение <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка 	6. Антиокислитель <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Сушка
7. Декапирование	
8. Гальваническая затяжка <ul style="list-style-type: none"> ■ Промывка ■ Промывка ■ Сушка 	

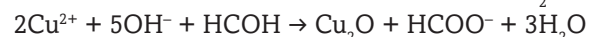
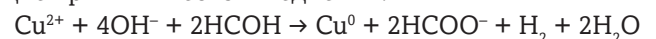
Создание проводящего слоя происходит при обработке заготовки в растворе активатора ДС-500, представляющего собой уникальный трехметалльный палладиевый катализатор. В ускорителе происходит преобразование коллоидного палладия в мономолекулярную металлическую пленку, которая улучшает проводимость, способность к последующей металлизации и межслойную адгезию. После стадии ускорения все гидроксиды удаляются в кислой промывке (стабилизации). На стенках отверстий остается пленка из чистого сплава палладия, олова и третьего металла толщиной 60-80 ангстрем.

Процесс химического меднения ПЕРФЕКТО

ПЕРФЕКТО – низкоскоростной процесс химического меднения нового поколения. Процесс ПЕРФЕКТО ПЕК 670 стабилен, экономичен, надежен и прост в эксплуатации. Получаемый осадок имеет плотную мелкокристаллическую структуру. Процесс обеспечивает полное покрытие стенок отверстий с высокой адгезией для всех материалов, используемых в производстве ПП³. Он показал отличные результаты при химическом меднении микро- и глухих отверстий (рис 1, 2, 3).

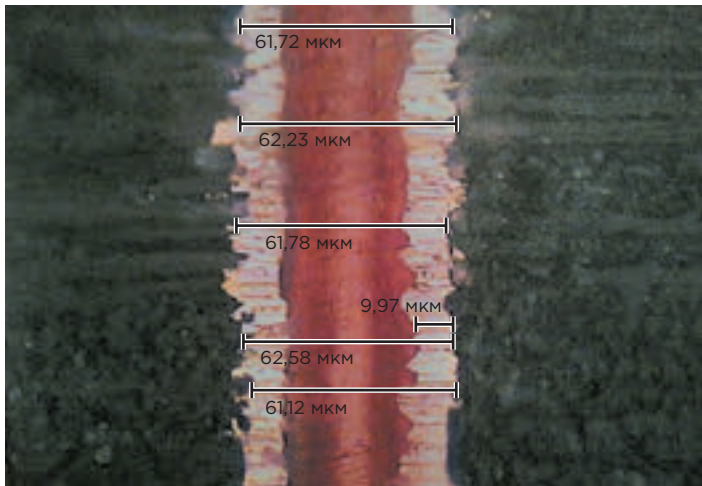
ПЕРФЕКТО – это типичный окислительно-восстановительный процесс, относящийся к категории автокаталитических. Сначала создаются закрепленные на поверхности диэлектрика отдельные вкрапления металлического палладия – катализатора, а затем образовавшиеся кристаллы меди сами катализируют дальнейшее выделение меди. Зоны осаждения смыкаются, за счет чего образуется сплошная проводящая пленка из меди (рис 4).

Окислительно-восстановительные реакции, протекающие при химическом меднении:



Последняя – побочная нежелательная реакция, в ре-

³ А. Медведев. Печатные платы. Конструкции и материалы. Москва: Техносфера, 2005



3
Металлизированное отверстие диаметром 75 мкм

зультате которой образуется одновалентная окись меди, вызывающая разложение раствора. Вследствие реакции диспропорционирования одновалентные катионы меди в результате перехода электрона от одного катиона меди к другому образуют катионы двухвалентной меди и частицы металлической меди:

$2Cu^+ \rightarrow Cu^0 + Cu^{2+}$, которые катализируют восстановление меди в объеме раствора.

Также возможно саморазложение формальдегида в щелочной среде.

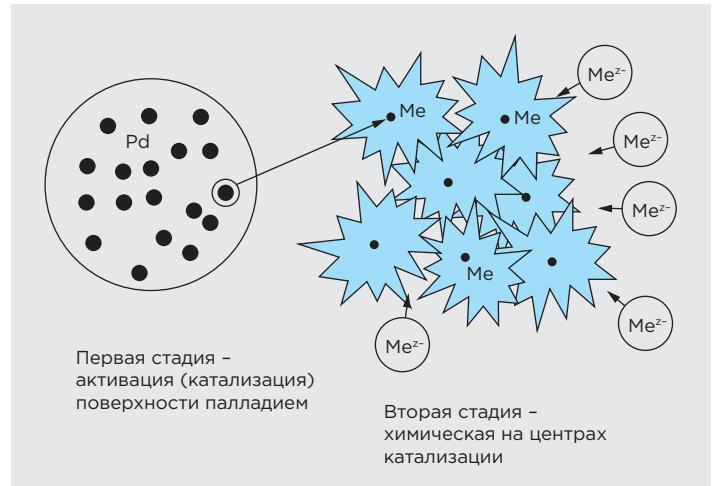
Эти реакции можно предотвратить с помощью стабилизатора и точного поддержания требуемой концентрации, температуры и pH-раствора. Необходима также постоянная фильтрация раствора от коллоидных частиц.

Химическое восстановление меди из растворов солей происходит под действием формальдегида в щелочной среде, поэтому во избежание осаждения меди в виде гидроокисей, ионы меди должны быть связаны каким-либо комплексообразователем^{4,5,6}.

Рассмотрим стадии процесса химического меднения ПЕРФЕКТО ПЕК 670.

1. Очистка и кондиционирование.

Очиститель-кондиционер ПАК 705 – кислый раствор; ПАК 710 и ПАК 715 – щелочные растворы. Очистители-кондиционеры используются для подготовки заготовок ДПП и МПП перед металлизацией отверстий. ПАК 705 благодаря своей уникальной формуле оставляет диэлектрическую поверхность положительно



4
Схема процесса химического меднения

заряженной, что обеспечивает 100 % адгезию медных слоев и высокую впитывающую способность стеклянных нитей и эпоксидного наполнителя. Очиститель ПАК 705 хорошо зарекомендовал себя при обработке СВЧ-материалов на фторопластовой основе и полиимидов. ПАК 710 и ПАК 715 удаляют масла, отпечатки пальцев и другие загрязнения с поверхности медной фольги и подготавливают отверстия для активации и химического осаждения меди.

2. Микротравление ПМЕ 720.

Микротравитель ПМЕ 720 – стабилизирующий компонент для микротравильных систем, основанных на серной кислоте и перекиси водорода. Микротравитель химически воздействует на медную поверхность платы, обеспечивая хорошую адгезию для последующих химических процессов.

3. Преактивация ППД 730.

Перед прохождением через каталитическую ванну активатора ПОА 735 заготовки ППП необходимо подвергнуть предварительной обработке в растворе преактиватора ППД 730 для увеличения чувствительности к активатору и защиты его от примесей, которые могут понизить процент выхода годного продукта.

4. Активация ПОА 735.

Активатор ПОА 735 – это органо-металлический коллоидный раствор, предназначенный для активации заготовок ППП перед химическим меднением. Уникальный состав активатора позволяет покрывать поверхность плотным каталитическим слоем даже при низких концентрациях палладия (30 мг/л).

5. Ускорение.

Ускорители ПАР 745 и ПСА 742 – это растворы, используемые после ванны активации, они уда-

⁴ А. Медведев. Технологические процессы в производстве печатных плат. Москва: Техносфера, 2006

⁵ Сборник: Технологии в производстве электроники. Сборник статей специалистов ЭСТ. Часть 1. Производство печатных плат. М.: ООО «МэйкАП-принт», 2005

⁶ Технологии в производстве электроники. Справочник. Под редакцией П.В. Семенова. Часть II. Справочник по производству печатных плат. Совместный проект ООО «Электрон-Сервис-Технология» и Гильдии профессиональных технологов приборостроения. М.: ООО «Группа ИДТ», 2007

ляют олово из палладиевого коллоида, оставляя высоко каталитический металлический участок на стенках отверстий. Обеспечивают равномерное распределение, хорошее сцепление осаждающейся меди с медным слоем и проводимость в отверстиях ПП.

6. Химическое меднение ПЕК 670.

ПЕК 670 – низкоскоростной процесс химического меднения на основе ЭДТА. В процессе химического меднения образуется осадок розового цвета с мелкозернистой структурой, гарантирующей отличное сцепление с полимерными и стекловолокнами и обеспечивающий лучшую кроющую способность в последующих этапах металлизации отверстий.

7. Декапирование.

8. Гальваническое меднение (затяжка).

Процесс электрохимического меднения печатных плат КУ 400

При изготовлении ПП гальваническое наращивание меди осуществляется после химического осаждения медного слоя. Процесс электрохимического осаждения меди производят из сернокислого электролита с добавкой КУ 400. Это высокоскоростной, легко контролируемый кислый электролит с одной добавкой для осаждения блестящего плотного медного покрытия. Процесс осаждения меди из этого электролита можно проводить как при низких, так и при высоких плотностях тока.

Основные стадии процесса:

- кислотная очистка ДС-900;
- микротравление ДС-300;
- обработка в серной кислоте;
- электрохимическое меднение из сернокислого электролита с блескообразующей добавкой КУ 400.

Кислотный очиститель ДС-900 включает в себя сразу две функции: обезжиривание и травление. Раствор очищает медные платы как моющее средство и в то же время стравливает оксидную пленку. ДС-900 не вызывает коррозию меди. Поэтому кислотный очиститель ДС-900 идеально подходит для использования после прямой металлизации в процессе «Система-С». Очиститель легко удаляется при промывке холодной водой.

Равномерное микротравление в растворе ДС-300 дает отличную адгезию медных слоев. Микротравитель ДС-300 не содержит аммония, поэтому не возникает проблем с его утилизацией.

Электролит меднения с добавкой КУ 400 имеет высокую выравнивающую и рассеивающую способность. При оптимальных режимах работы соотношение толщины меди в отверстиях к толщине меди на поверхности близко к 1:1.

ПП, металлизированные с помощью электролита меднения с добавкой КУ 400, выдерживают все испытания, регламентированные ГОСТ 23752. Относительное удлинение медного осадка составляет 12-20 %, что говорит о высоких металлургических свойствах наращиваемой меди.

Реверсивный импульсный процесс электрохимического меднения печатных плат КУ ППР 8002

КУ ППР 8002 – это современная добавка для кислого электролита меднения, специально разработанная для осаждения при высоких плотностях тока (до 6 А/дм²) при использовании импульсного периодически реверсивного источника тока с высокой рассеивающей и выравнивающей способностью⁷. Конечный осадок меди показывает отличные металлургические свойства и пластичность. Обеспечены высокая рассеивающая способность на всем диапазоне плотностей тока для заготовок с высоким соотношением толщины к диаметру отверстия; отличное распределение по поверхности на сложнопрофильных платах.

При работе с импульсными источниками тока отсутствует эффект «собачьей кости», т. е. края и центр отверстий покрываются равномерно. Плотность тока значительно выше, чем при работе с обычным источником постоянного тока, следовательно, выше производительность.

КУ ППР 8002 показала отличные результаты и при работе в проточном режиме. Относительное удлинение медного осадка увеличилось до 27 %.

Процесс перманганатной очистки отверстий МПП «Система-Д»

В процессе сверления отверстий в зоне резания температуры достигают 400 °С. При выходе сверла на стенках отверстий, а главное – на торцах контактных площадок внутренних слоев, «намазывается» расплавленная смола, мешающая надежному внутреннему электрическому межсоединению. Для удаления наволакивания смолы и придания стенкам отверстий шероховатости используют процесс перманганатной очистки «Система-Д».

Этот высококачественный универсальный процесс можно оптимизировать для работы с конкретным типом материала, а также с гибкими печатными платами.

Последовательность процесса «Система-Д»:

- набухание С 7100;
- перманганатная обработка Д 7110 Н;
- нейтрализатор Н 7135Л.

Набухание С 7100 – это первая стадия в трехступенчатом процессе очистки МПП без плазмы, хромовой и серной кислоты. В этом растворе происходит разрыхление молекулярной структуры смолы, после чего

⁷ А. Медведев. Печатные платы. Конструкции и материалы. Москва: Техносфера, 2005

смола поддается растворению в растворе на основе перманганата натрия. На завершающей третьей стадии происходит восстановление перманганат-ионов и равномерное травление диэлектрика, в том числе на торцах медных слоев. Нейтрализатор Н 7135Л восстанавливает и растворяет все оксиды марганца, удаляя осадок с поверхности печатной платы. Стенки отверстий становятся идеально чистыми, внутренние слои – светлыми, не содержащими оксидов.

Процесс электрохимического осаждения олова СН 700

Осаждение гальванического оловянного покрытия проводится после основного гальванического меднения на медный проводящий рисунок с целью защиты его от травления меди с пробельных мест печатной платы. Оловянное покрытие используется только в качестве металлорезиста. Процесс следует выполнять в едином технологическом цикле с основным меднением.

Перед нанесением покрытия заготовки плат необходимо обработать в серной кислоте.

Для электрохимического осаждения олова рекомендуется использовать сернокислый электролит и добавки, обеспечивающие получение плотноупакованных, мелкокристаллических осадков олова, например, СН 700А и СН 700В. Эта система предотвращает образование нерастворимых станнатов и дает минимальное пенообразование. Покрытие оловом происходит при широком интервале плотностей тока.

Процесс электрохимического осаждения сплава олово/свинец ТЛ 900

Покрытие из сплава олово-свинец наносится на печатные платы электролитически для улучшения пайки элементов или в качестве металлорезиста при травлении.

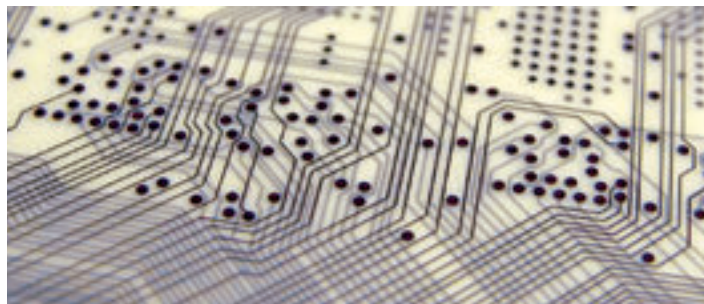
Для гальванического осаждения сплава олово/свинец рекомендуется использовать электролит на основе борфтористоводородной кислоты с добавками ТЛ 900АФ, ТЛ 900БФ, ТЛ 900АР и ТЛ 900БР с высокой рассеивающей способностью, специально разработанный для использования в производстве печатных плат.

Основные стадии процесса:

- обработка в борфтористоводородной кислоте;
- электрохимическое нанесение сплава олово/свинец из электролита с добавками ТЛ 900АФ, ТЛ 900БФ, ТЛ 900АР и ТЛ 900БР.

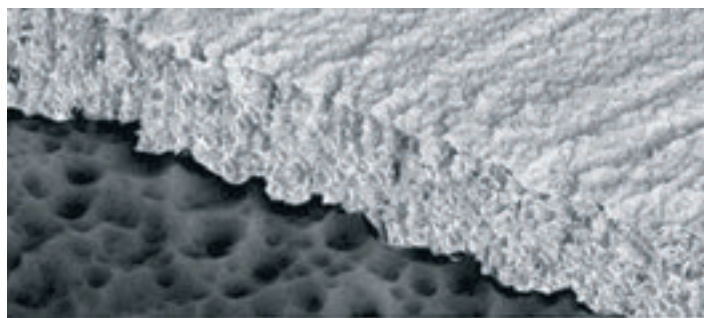
Преимущества электролита ТЛ 900:

- система с двумя добавками, дающая высокую рассеивающую способность;
- широкое рабочее окно;
- ровный, однородный и плотный осадок;
- превосходная паяемость;
- низкое содержание борфтористоводородной кислоты;
- стабильность электролита.



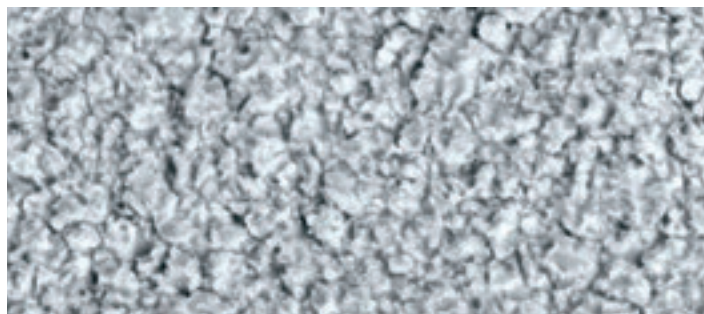
5

Органометаллическое покрытие ТОП БОНД



6

4000-кратное увеличение. Фотография органометаллического покрытия на меди



7

2000-кратное увеличение. После обработки ТОП БОНД: высокая адгезия развитой поверхности

Процесс электролитического нанесения никеля НИКЕМ 688

Покрытие, получаемое гальванически с применением электролита на основе сернокислого никеля с добавками НИКЕМ 688АД и НИКЕМ 688АП, используется как подслоя перед финишными покрытиями. Этот электролит специально разработан для покрытия контактов печатных плат. Добавка НИКЕМ 688АД обеспечивает твердость никелевого слоя и дает полублестящее покрытие. Добавка НИКЕМ 688АП препятствует образованию пор.

Основные стадии процесса:

- кислотная очистка ДС-900;
- микротравление ДС-300;
- обработка в серной кислоте;
- электрохимическое никелирование с добавками НИКЕМ 688АД и НИКЕМ 688АП.

ТЗ

Последовательность процесса ТОП БОНД

ПРОЦЕСС	ПРИ РАБОТЕ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ		ПРИ РАБОТЕ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ	
	ВРЕМЯ	ТЕМПЕ- РАТУРА	ВРЕМЯ	ТЕМПЕ- РАТУРА
CONDITIONER 7876	3 мин	45 °С	30 сек	50 °С
Промывка				
PREDIP 7877	2 мин	комн. темп.	30 сек.	25 °С
PROMOTOR 7878	2 мин	35 °С	60 сек	40 °С
Промывка				
Сушка				

Процесс удаления олова или олова/свинца ТЛ 510

Гальваническое олово – технологическое покрытие – металлорезист, удаляемое после своей функции: защиты медных участков топологии слоев печатных плат при травлении. Для удаления олова или олова/свинца с поверхности меди рекомендуется готовый высокопроизводительный химический раствор.

Раствор основан на стабилизированной азотной кислоте, не содержит фторидов, фторборатов, хелатов, пероксида и тиомочевины. Используется как в струйных, так и в погружных установках снятия металлорезиста.

Особенности травителя:

- высокая ёмкость для олова и олово/свинца;
- быстрая скорость снятия, 10-15 мкм/мин;
- минимальное воздействие на медь (0,3-1,3 мкм/мин);
- высокая ёмкость: более 150 г металл/л;
- чистый процесс;
- простое удаление отходов: разбавить, выровнять рН, осадить;
- не экзотермический процесс;
- без воздействия на эпоксидные ламинаты;
- чистая медная поверхность с антиокислительными свойствами.



8

Покрытие иммерсионного олова на медь (большие плотноупакованные кристаллы)

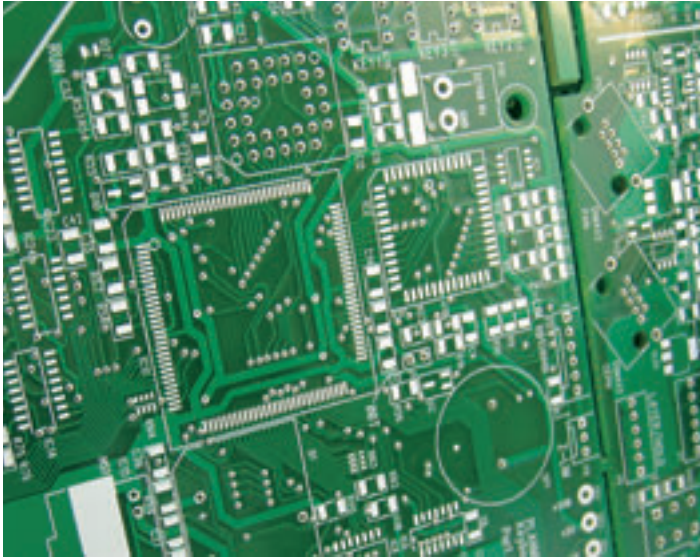
Процесс замены оксидирования ТОП БОНД

Для увеличения адгезии слоев многослойной печатной платы, повышения стойкости к расслаиванию и предотвращения появления полостей и эффекта «розовых колец», уменьшения размерной нестабильности внутренних слоев за счет невысоких температур процесса (не более 50 °С) рекомендуется использовать трехступенчатый процесс ТОП БОНД вместо процесса оксидирования.

Процесс ТОП БОНД предусматривает использование нескольких химических продуктов. Кондиционер 7876 – щелочной раствор, обладающий чистящими свойствами, подготавливает медную поверхность для ТОП БОНД-покрытия. Раствор 7877 разработан специально для продления жизни раствора 7878. Раствор 7878 дает органо-металлическое покрытие коричневого цвета с высокими адгезионными свойствами (рис 5, 6, 7). На рис 5 показан внутренний слой МПП с органо-металлическим покрытием. На рис 6 представлена фотография органо-металлического покрытия на меди при 4000-кратном увеличении. На рис 7 показан слой МПП после обработки ТОП БОНД при 2000-кратном увеличении. На фотографии видна высоко развитая поверхность медного слоя, что дает основу высокой адгезии.

Последовательность операций процесса ТОП БОНД представлена в ТЗ.

Процесс ТОП БОНД гарантирует большое усилие на разрыв для материалов с высокой температурой стеклования и высокую термическую устойчивость. Он дает отличные результаты при работе как на вертикальном оборудовании, так и на горизонтальном. Процесс замены оксидирования ТОП



9 Покрытие иммерсионного олова на медь с использованием органического металла в качестве барьерного слоя (чистое белое плоское покрытие олова)



10 Осаждение иммерсионного олова на линии горизонтального типа

БОНД, внедренный уже на более 15 предприятиях, показал очень стабильные результаты⁸.

Процесс иммерсионного оловянирования ТИН 7000

Процесс иммерсионного оловянирования – одна из альтернатив горячего облуживания.

Иммерсионное оловянирование ТИН 7000 – это комбинация двух технологий: осаждения на медь органического металла (ОМ) толщиной 0,08 мкм в качестве барьерного слоя и последующего осаждения слоя иммерсионного олова. Наличие барьерного слоя значительно снижает скорость диффузионных процессов, препятствует образованию интерметаллидов на границе медь/олово и рекристаллизации олова. Полученное покрытие сохраняет паяемость и возможность нескольких перепаек даже после длительного хранения. Кроме того, оно имеет технические характеристики, полностью отвечающие требованиям бессвинцовых технологий.

Присутствие органического металла оказывает прямое влияние на структуру последующего осадка иммерсионного олова (рис 8, 9). Создается более совершенная и менее напряженная структура, что позволяет получить более плотную и гладкую поверхность. Это приводит к значительному снижению скорости процессов окисления и образования дендридов.

Основные стадии процесса:

- кислая очистка 7000;
- микротравление 7220;
- осаждение органического металла ПСБ 7000;
- осаждение иммерсионного олова ТИН 7000.

Кислый очиститель 7000 удаляет окислы с поверхности меди. Микротравитель 7220 – это стабилизатор для травильного раствора меди, основанного на серной кислоте и перекиси водорода. Воздействуя химически на медную поверхность, микротравитель 7220 создает топографию поверхности, обеспечивающую хорошую адгезию с последующими химическими и электрохимическими покрытиями.

Достоинства иммерсионного оловянирования ТИН 7000:

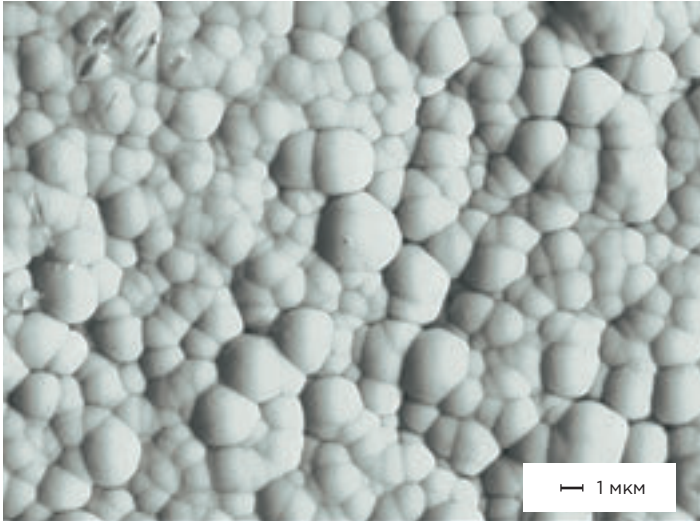
- Слой чистого олова с отличной паяемостью даже после длительного хранения.
- Высокая надежность.
- Плоская поверхность покрытия (в отличие от горячего лужения).
- Хорошие условия для обеспечения беспаянных соединений Press-Fit (впрессовывание штырь-хвостовиков разъемов в металлизированные отверстия плат).
- Стабильный процесс, простые анализы.
- Применение для вертикального и горизонтального оборудования (рис 10).
- Способность к многократной перепайке.
- Полная совместимость с бессвинцовыми припоями.

Процесс иммерсионного золочения КЕМ А 3000

Процесс иммерсионного золочения КЕМ А 3000 – еще одна альтернатива горячему облуживанию.

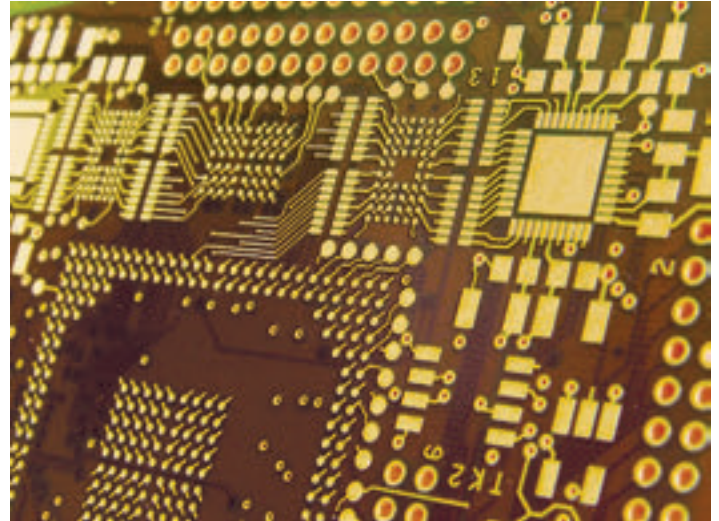
В процессе иммерсионного золочения КЕМ А 3000 с подслоем химического никеля КЕМ НИ 6000 (рис 11) иммерсионное золото (толщиной от 0,07 до 0,1 мкм) осаждается на химический никель с содержанием фосфора до 11 % (толщиной 3-6 мкм). Это покрытие свобод-

⁸ Сборник: Технологии в производстве электроники. Сборник статей специалистов ЭСТ. Часть 1. Производство печатных плат. М.: ООО «МэйкАП-принт», 2005



1 1

Покрытие никель-фосфор, полученное из раствора химического никелирования КЕМ НИ 6000. Увеличение 10000



1 2

Плотное 24-каратное покрытие золотом, полученное из раствора иммерсионного золочения КЕМ А 3000

но от ионных загрязнений, так как тонкий слой золота защищает никель от окисления, а никель является барьером, предотвращающим взаимную диффузию золота и меди.

Данное финишное покрытие имеет хорошие технические характеристики, позволяет проводить несколько циклов перепаек и сохраняет паяемость после длительного хранения (т. к. драгоценные металлы мало подвержены окислительным процессам), имеет плоскую контактную поверхность, хорошо смачивается припоем при правильном подборе флюса, покрывает только металлическую поверхность.

К недостаткам иммерсионного золочения КЕМ А 3000 можно отнести:

- необходимость использования более активных флюсов и тщательного подбора паяльной маски;
- более высокая стоимость по сравнению с другими финишными процессами;
- отчетность по драгоценным металлам.

Последовательность процесса нанесения иммерсионного золота КЕМ А 3000 с подслоем химического никеля КЕМ НИ 6000:

- кислая очистка 7320;
- микро травление 7227С;
- активация ПД 600;
- нанесение подслоя химического никеля КЕМ НИ 6000;
- нанесение иммерсионного золота КЕМ А 3000.

Высокопроизводительный кислый очиститель 7320 предназначен для удаления масел, окислов, отпечатков пальцев с медных поверхностей. Он не оказывает воздействия на экспонированный и проявленный фоторезист, краски, эпоксифенольные подложки.

Микротравнитель 7227С равномерно подтравливает медную поверхность, что дает отличную адгезию медных слоев.

Активатор ПД 600 – ионный палладиевый активатор, который полностью катализирует медную поверхность, не затрагивая диэлектрики. Его использование гарантирует получение плотного мелкозернистого никелевого осадка при обработке в следующей ванне.

Раствор химического никелирования КЕМ НИ 6000 дает качественное полублестящее покрытие сплавом никель-фосфор с хорошей пластичностью и отличной адгезией к подложке.

Из раствора иммерсионного золочения КЕМ А 3000 получается плотный, мелкокристаллический, блестящий золотой осадок 24-каратного золота (рис 1 2).

Процесс электрохимического золочения А 3022

Для обеспечения хорошего электрического контакта разъемного соединения применяют покрытие, которое обладает малым переходным сопротивлением, хорошей износостойкостью, отсутствием каких-либо пленок, ухудшающих контактные соединения. Таким покрытием является покрытие сплавом золото-кобальт из кислого электролита золочения А 3022 с добавками А 3022С, А 3022Б, Б 3022 и БС 3022. Благодаря высокой стабильности в растворе комплексов кобальта состав сплава всегда постоянен при разных температурах и плотностях тока. При использовании этого электролита при комнатной температуре обеспечивается блестящее, пластичное и довольно твердое покрытие. Концентрация блескообразующей добавки не является очень критичной, однако низкая концентрация может стать причиной снижения блеска.

Осадок, получаемый из электролита золочения А 3022, беспористый, обладает высочайшей стойкостью к коррозии, окислению и истиранию в купе с низким электрическим сопротивлением. Содержание кобальта в осадке менее 0,16 %. Покрытие сплавом

золото-кобальт наносят на подслой никеля, полученного из электролита никелирования НИКЕМ 688.

Процесс снятия сухого пленочного фоторезиста 7450

Раствор ФС 7450 – последняя разработка в области горячих щелочных растворов удаления сухих пленочных фоторезистов, используемых в производстве электроники.

Раствор ФС 7450 не содержит в своем составе гидроксид натрия, что является преимуществом перед другими растворами для снятия фоторезиста, т. к. поверхность олова и олова-свинца не темнеет. Раствор ФС 7450 содержит смачивающие, мощные пропитывающие и активирующие агенты, которые действуют быстро и эффективно без губительного воздействия на покрытие. После снятия сухого пленочного фоторезиста поверхность остается чистой и без оксидных пленок.

Раствор ФС 7450 может использоваться в погружных и струйных установках снятия сухого пленочного фоторезиста. В процессе снятия СПФ образуются мелкие неприлипающие частицы, которые удаляются фильтром.

Процесс нанесения флюса для горячего лужения 7575

Флюс НФ 7575 – высокопроизводительный водорастворимый флюс, специально разработанный для горячего нанесения бессвинцовых припоев, не содержащий брома и хлора. Он полностью отмывается, образует мало пены и поэтому идеально подходит для конвейерного типа струйного оборудования. Флюс НФ 7575 отлично защищает паяльную маску от налипания припоя и активирует контактные площадки любых диаметров.

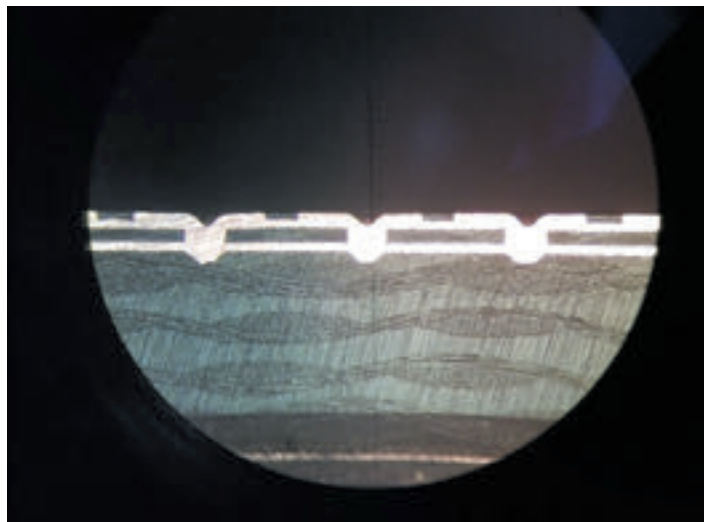
Поверхность меди должна быть тщательно очищена перед флюсованием. Для получения наилучших результатов подготовка проводится в следующей последовательности:

- микротравление ДС-300;
- промывка;
- флюсование НФ 7575;
- нанесение горячего припоя;
- охлаждение;
- промывка;
- сушка.

Флюс НФ 7575 поставляется как готовый раствор.

Процесс нанесения флюса 7590 для оплавления в ИК плавильных печах

Флюс РФ 7590 – органический водорастворимый продукт, разработанный для оловянно-свинцового оплавления в ИК плавильных печах, где необходима стабильность при высоких температурах. При разработке флюса РФ 7590 улучшена защита от термического шока



1 3

Заполнение глухих отверстий

диэлектрика и уменьшена вероятность подгара поверхности.

Флюс содержит активаторы, которые очищают открытые участки меди, обеспечивая высокую смачиваемость поверхности. Снижает оксидообразование после оплавления и хорошо смывается, может использоваться в струйной линии очистки.

Медная поверхность должна быть хорошо подготовлена перед флюсованием (см. выше).

Флюс РФ 7590 поставляется как готовый раствор.

Процесс микротравления 7228 П для подготовки поверхности

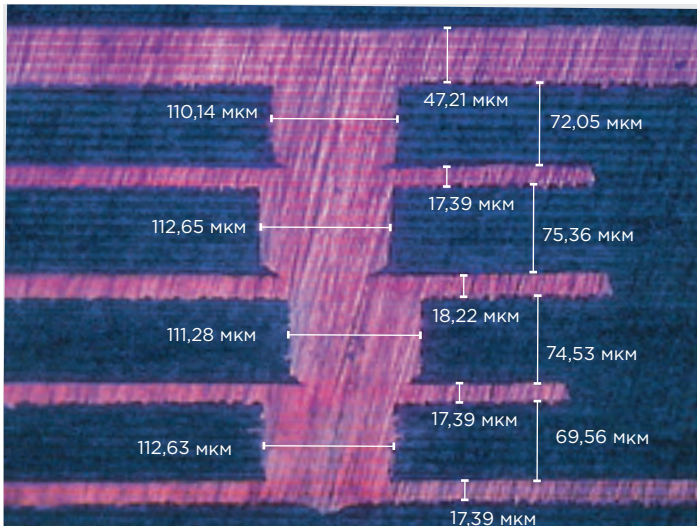
Подготовка поверхности должна обеспечивать полное удаление окислов, жировых загрязнений, остатков химических веществ от предшествующих ванн обработки. Также должна достигаться качественная адгезия меди с органическим покрытием, т. е. на медной поверхности необходимо создать микрорельеф, увеличивающий площадь рабочей поверхности. Микротравнитель 7228 П был специально разработан для достижения высокой адгезии медного слоя. Рекомендуется для обработки меди перед нанесением фоторезиста и паяльной маски, но может использоваться и в линии химического меднения.

Последовательность операций по подготовке медной поверхности перед нанесением фоторезиста или маски:

- очистка 7320 (см. выше);
- промывка;
- микротравление 7228 П;
- промывка;
- сушка.

Процесс электрохимического меднения КУ 90Н

КУ 90Н – современный кислый электролит меднения с двумя добавками КУ 90Н АДД и КУ 90Н КАР, специ-



1 4

Послойное наращивание

ально разработанный для осаждения равномерного, блестящего медного покрытия с высокой рассеивающей способностью для изготовления сложнопрофильных печатных плат.

Электролит КУ 90Н позволяет получать оптимальные результаты при широком интервале плотностей тока от 0,5 до 6 А/дм², при этом значительно увеличивается качество металлизации микро- и глухих отверстий.

Медный осадок, полученный из электролита КУ 90Н, имеет максимально возможную пластичность и равноосную структуру. Высокая пластичность делает КУ 90Н идеальным решением при изготовлении гибких и гибко-жестких печатных плат.

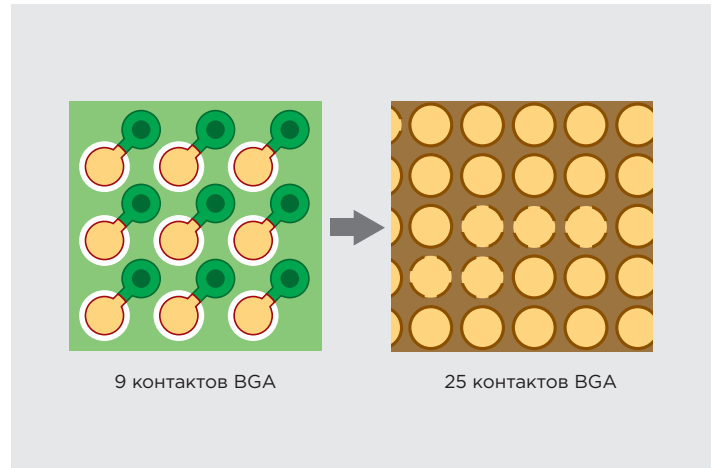
Основные стадии процесса:

- кислотная очистка ДС-900;
- микротравление ДС-300;
- обработка в серной кислоте;
- электрохимическое меднение из сернокислого электролита с добавками КУ 90Н АДД и КУ 90Н КАР.

Пеногаситель 1600Б

Пеногаситель 1600Б используется для предотвращения сильного вспенивания рабочего раствора в горизонтальных машинах. Не содержит силикона, применяется как добавка в растворах для снятия сухого пленочного фоторезиста и в проявочных растворах.

Применение технологических процессов J-Кем в современном высокотехнологичном оборудовании позволяет нашим клиентам массово выпускать сверхсложные гибко-жесткие многослойные печатные платы. Минимальный диаметр покрываемого отверстия – 80 мкм. Для сравнения: диаметр человеческого волоса составляет 80 микрон. Для процесса химического меднения J-КЕМ Perfekto предела нет. Инжене-



1 5

Снижение габаритов площадки под микросхему в четыре раза с помощью технологии послойного наращивания с заполненными глухими отверстиями

ры Остек-Сервис-Технологии проводили тесты по металлизации отверстий диаметром 75 мкм – меньше свёрл просто не нашлось. Результат: все отверстия прокрыты медью. J-КЕМ Perfekto позволяет стабильно металлизировать отверстия с соотношением AR до 1:26 при диаметре отверстия 0,15 мм на разных типах материалов без брака.

Отдельно необходимо сказать о самой востребованной на сегодня технологии послойного наращивания с заполненными глухими отверстиями (рис 1 3, 1 4). Цель – превратить переходные отверстия в контактные площадки, к которым припаиваются выводы микросхемы (распаиваются шарики припоя). С этой технологией габариты площадки под микросхему снижаются в четыре раза (рис 1 5). □

Устойчивость работы предложенных процессов подтверждена практикой многих российских предприятий. Формальное препятствие для их применения устранено – предлагаемые процессы и продукты введены в отраслевой стандарт ОСТ 107.4600.028-96. Наличие специализированного склада в Московской области позволяет нашим клиентам получать химические продукты J-Кем в кратчайшие сроки и оперативно удовлетворять потребности производства.

01
00

СТАРТ ПРОДАЖ*

Внесено в Госреестр СИ

Ana Pico

+ of Switzerland

5 ЛЕТ ГАРАНТИИ

* Узнайте подробности на сайте www.anapico.ru
ООО «Остек-Электро»

 **ostec**
группа компаний

будущее
создается



УМНАЯ ЛИНИЯ

ИНДУСТРИЯ 4.0 в поверхностном монтаже



Контроль состояния оборудования 24/7



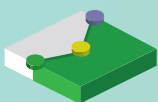
Управленческие и технические отчеты



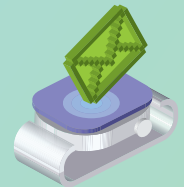
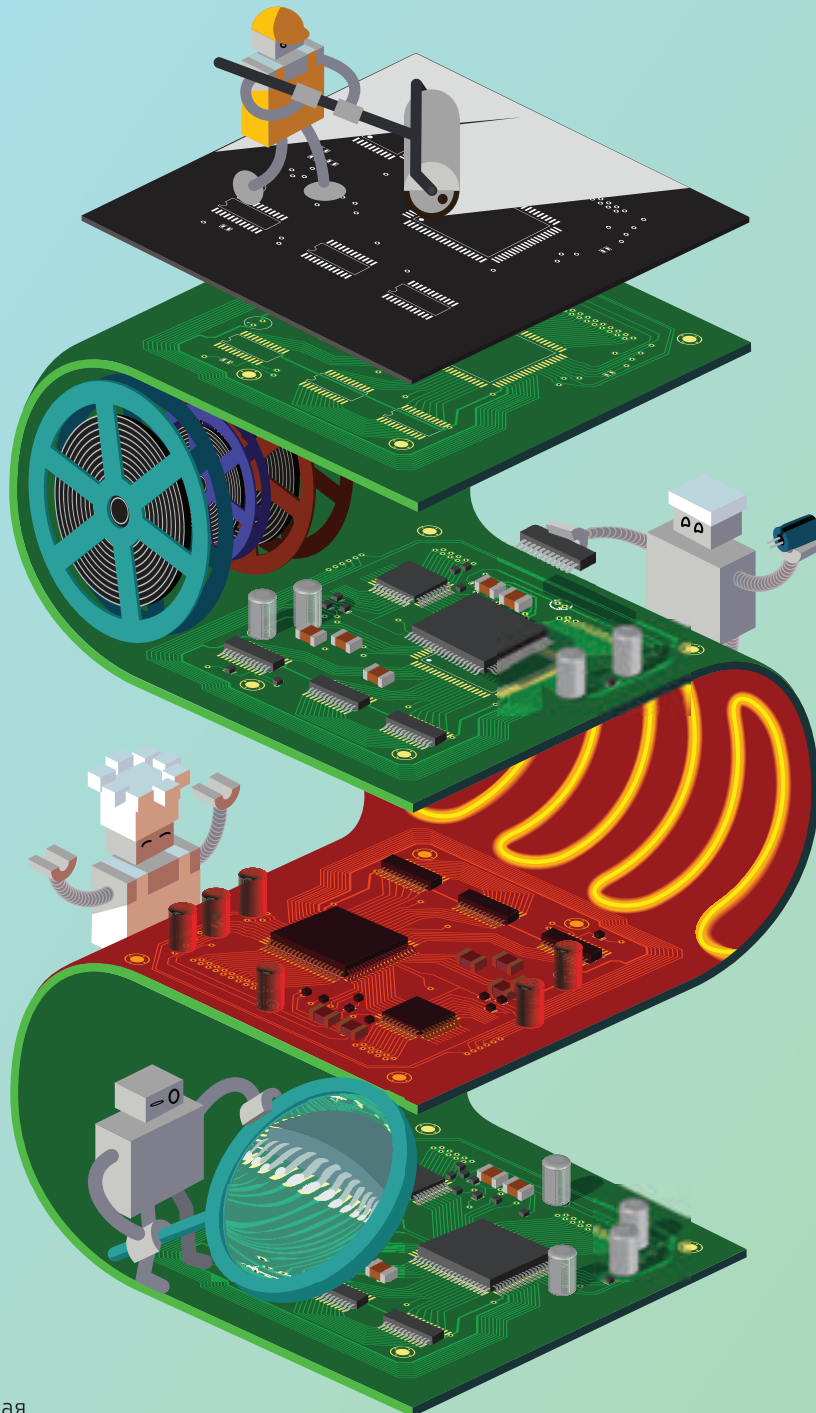
Интеллектуальная видеофиксация событий



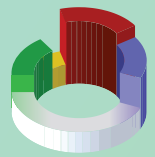
База знаний по технологии на русском языке



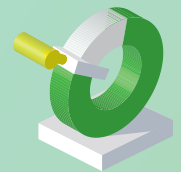
Многофункциональная аналитическая система



Оповещение об отклонениях в реальном времени



Анализ простоев и их причин



Управление производительностью



Повышение качества изделий



Повышение эффективности оборудования



будущее создается

Российская разработка, полностью адаптированная под специфику отечественных предприятий и не имеющая аналогов в мире

www.ostec-smartline.ru
+7 495 788-44-44
info@ostec-group.ru