

02 (47) май 2020

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научно-практический журнал

ПАНЕЛЬНАЯ ДИСКУССИЯ

Антон Большаков

10

ЭЛЕКТРОННАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В ЭПОХУ
КОРОНАВИРУСА – ПРЕОДОЛЕТЬ
И ВЫЙТИ СИЛЬНЕЕ

КАЧЕСТВО

Артем Соломатин

40

ИНДУСТРИЯ 4.0 И СОВРЕМЕННЫЙ
СЕРВИС: ОСОБЕННОСТИ И
ТЕНДЕНЦИИ

ТЕХПОДДЕРЖКА

Петр Семенов,
Владимир Городов

50

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЕЧНОГО
РЕЗУЛЬТАТА МОДЕРНИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



Дорогие друзья!

Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий» переходит в онлайн-формат. Наверное, сейчас это единственная быстрая и, главное, безопасная возможность сделать так, чтобы вы смогли изучить статьи наших замечательных экспертов. На сайте ostec-group.ru вы можете прочитать статьи с экранов компьютеров или мобильных устройств в адаптированной под них верстке, а также скачать журнал в pdf-формате.

Я люблю запах типографской краски свеже-напечатанного тиража, тактильное ощущение хорошей бумаги. Торжественность момента, когда ты с замиранием сердца открываешь полученный из типографии экземпляр, передать сложно: все ли получилось, нет ли опечаток и брака. Электронный носитель создает ощущение масс-маркета, а то же самое, но напечатанное – это всегда что-то особенное, достойное остаться на бумаге. Например, книги – проходные, и их большинство, я читаю в элек-

тронном виде, но особенные и глубокие – только на бумаге.

Журнал – это по определению массовый продукт, и сложившаяся ситуация с коронавирусом только ускорила его переход в цифровой формат. Но лучшие статьи – самые интересные, яркие, системные, любимые вами репортажи – мы обязательно напечатаем в альманахах и спецвыпусках. Вы их обязательно получите по почте или на выставках, конференциях, семинарах, которые обязательно состоятся осенью!

Нам очень интересен ваш опыт чтения электронной версии нашего журнала! Мы будем признательны, если вы найдете время и напишете нам на электронную почту marketing@ostec-group.ru удобен ли вам такой формат, какие статьи особенно понравились, как мы можем сделать наш журнал лучше!

Приятного вам чтения!

**Антон Большаков,
директор по маркетингу**

В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

- 4 **НЕТ СПИРТА? ЕСТЬ ZESTRON®!**
- 6 **ОСТЕК-СМТ ЗАПУСТИЛ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ OSTEC SERVICE**
- 6 **ТЕХНОЛОГИЯ 3D-ПЕЧАТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПП И ГИБКО-ЖЕСТКИХ МПП НА ОДНОЙ УСТАНОВКЕ DRAGONFLY**
- 7 **PHOENIX SPEED | SCAN HD – НОВЫЙ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТОМОГРАФ**
- 8 **ДРЕВНИЙ МЕЧ ИССЛЕДУЮТ В ЛАБОРАТОРИИ ОСТЕК-СМТ**
- 8 **СТАНДАРТ IPC-A-610G ДОСТУПЕН НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ**
- 9 **ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ DARE!! INSTRUMENTS ВНЕСЕНО В РЕЕСТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**
- 9 **СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ НА MDO СЕРИИ 3**



ПЕРСПЕКТИВЫ стр. 18

ПАНЕЛЬНАЯ ДИСКУССИЯ

ПАНЕЛЬНАЯ ДИСКУССИЯ «ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В ЭПОХУ КОРОНАВИРУСА – ПРЕОДОЛЕТЬ И ВЫЙТИ СИЛЬНЕЕ» 10

Автор: Антон Большаков

ПЕРСПЕКТИВЫ

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ – РЕЗУЛЬТАТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОЮЗА SCHOTT, WAVEOPTICS, EV GROUP И INKRON. 18

Автор: Дмитрий Суханов

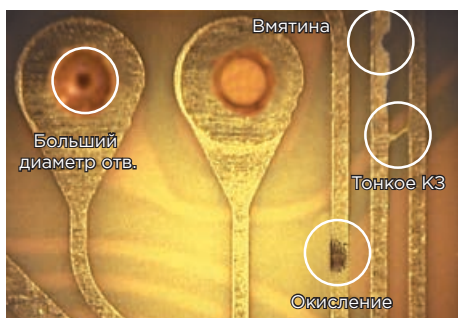


ТЕХНОЛОГИИ стр. 22

ТЕХНОЛОГИИ

ПРИМЕНЕНИЕ СЕЛЕКТИВНОЙ ПАЙКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНОЙ МЕЛКОСЕРИЙНОЙ ПРОДУКЦИИ . . . 2

Автор: Владимир Кармолин



КАЧЕСТВО стр. 36



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 54

КАЧЕСТВО

ПРИМЕР ИЗ ПРАКТИКИ: КАК УСЛЫШАТЬ «ГОЛОС КЛИЕНТОВ» ДЛЯ ЗАПУСКА ВНУТРЕННИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ . . . 28

Автор: Антон Большаков

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ОТМЫВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДИКТУЕТСЯ РАСТУЩИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К НАДЕЖНОСТИ. ВИЗИТ В ЛАБОРАТОРИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ КОМПАНИИ ZESTRON . . . 32

Автор: Юрий Ковалевский

ИНДУСТРИЯ 4.0 И СОВРЕМЕННЫЙ СЕРВИС: ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ . . . 40

Автор: Артём Соломатин

РЕВОЛЮЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОИСКА САМЫХ КАВЕРЗНЫХ ДЕФЕКТОВ НА ЗАГОТОВКАХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ . . . 44

Авторы: Мария Шальнева, Олеся Косарева

ТЕХПОДДЕРЖКА

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ . . . 50

Авторы: Пётр Семёнов, Владимир Городов

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОГО И ПОВЕРХНОСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЧЕТЫРЕХЗОНДОВЫМ МЕТОДОМ . . . 54

Автор: Игорь Васильев

АВТОРЫ НОМЕРА

Антон Большаков

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

Дмитрий Суханов

Главный специалист группы пресейл-инженеров Технического управления
ООО «Остек-ЭК»
micro@ostec-group.ru

Владимир Кармолин

Ведущий специалист отдела территориального и отраслевого развития Направления производства радиоэлектронной аппаратуры
ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru

Юрий Ковалевский

Журнал «Электроника: НТБ»
journal@electronica.ru

Артём Соломатин

Руководитель службы сервиса
ООО «Остек-СМТ»
service.smt@ostec-group.ru

Мария Шальнева

Ведущий инженер отдела инжиниринга Коммерческого управления
ООО «Остек-Сервис-Технология»
ost@ostec-group.ru

Олеся Косарева

Главный инженер проекта отдела инжиниринга Коммерческого управления
ООО «Остек-Сервис-Технология»
ost@ostec-group.ru

Пётр Семёнов

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

Владимир Городов

Коммерческий директор
ООО «Остек-Сервис-Технология»
ost@ostec-group.ru

Игорь Васильев

Руководитель направления микроэлектроники
ООО «Остек-Электро»
ostelectro@ostec-group.ru

Нет спирта? Есть Zestron®!

Жидкость для очистки Zestron®
всегда есть на складе в любых объемах.

Как известно, изопропиловый спирт все еще находит применение у производителей электроники в России для решения задач отмывки оборудования, трафаретов и печатных плат. И несмотря на имеющиеся на рынке более совершенные, технологичные и безопасные отмывочные жидкости изопропиловый спирт пользуется спросом благодаря низкой стоимости за литр и доступности.

Однако март и апрель 2020 года продемонстрировали, что в сложившейся ситуации с пандемией COVID-19 спрос на изопропиловый спирт значительно вырос по причине его дезинфицирующих свойств. Как

следствие, это повлияло и на увеличение сроков поставки, и на риски возможного дефицита, и на рост цен. Так, по информации из открытого доступа, покупатели в Московском регионе отметили, что если 6 марта литр этого продукта стоил 90 рублей, то 25 марта – уже 350 рублей. Некоторые клиенты уже обратились к нам с этой проблемой.

В этой связи мы спешим напомнить о специализированных жидкостях для отмывки при производстве электроники от компании Zestron®: современные, доступные, эффективные, экологичные, безопасные, по стабильной цене и всегда в нали-

чии. Уникальный состав отмывочных жидкостей способствует более долгому сроку жизни в сравнении с изопропиловым спиртом, тем самым обеспечивая экономическую оправданность и эффективность.

Группа компаний Остек предлагает воспользоваться бесплатными образцами жидкостей для проведения испытаний и технической поддержкой для оптимизации и совершенствования технологического процесса отмывки.

Чтобы помочь вашему производству работать стабильно и бесперебойно, Остек увеличил объемы складских запасов.



СОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА



АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ТРАФАРЕТОВ

Жидкости на водной основе и на основе растворителей для автоматической очистки трафаретов в автоматах трафаретной печати



РУЧНАЯ ОЧИСТКА ТРАФАРЕТОВ

Жидкости на водной основе и на основе растворителей для очистки трафаретов от остатков паяльной пасты и СМД-клеев

Отмывочные жидкости Zestron® – это:

■ Наличие на складе

Несмотря на напряжённую ситуацию в мире нам удаётся поддерживать в наличии материалы на складах для обеспечения бесперебойной работы предприятий в России и странах СНГ.

■ Подтверждённое качество

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

■ Экономичность

Жидкости Zestron®, производимые по запатентованной МРС-технологии, до 5 раз экономичнее по сравнению с другими отмывочными жидкостями.

■ Эффективность и универсальность

Качественно удаляют более 500 видов материалов.

■ Контроль и стабильность.

Только Zestron® предлагает специальные тестовые наборы для контроля состояния раствора отмывочных

жидкостей для своевременной корректировки концентрации раствора, обеспечивая максимальную стабильность и надёжность процесса отмывки.

■ Техническая поддержка

24/7, образцы для проведения испытаний, обучение специалистов.

Ознакомьтесь с широким ассортиментом отмывочных жидкостей Zestron® и Vigon®, отправьте заявку по электронной почте materials@ostec-group.ru.

www.ostec-materials.ru



РУЧНАЯ ОЧИСТКА ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ, РЕМОНТ И ДОРАБОТКА

Жидкости на основе растворителей для ручной очистки печатных узлов в процессе ремонта и доработки. Доступны как в канистрах, так и в аэрозольных баллонах.



ОЧИСТКА ОБОРУДОВАНИЯ

Жидкости на водной основе для очистки печей оплавления от остатков флюсов и нагара, а также для очистки узлов и деталей установок волновой и селективной пайки.

ОСТЕК-СМТ ЗАПУСТИЛ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕ- НИЕ OSTEC SERVICE

В декабре 2019 компания Остек-СМТ запустила мобильное сервисное приложение Ostec Service в пилотную эксплуатацию на нескольких предприятиях-заказчиках. По результатам пилотного проекта получены положительные отзывы о работе приложения, а также предложения по расширению функционала, часть из которых Остек-СМТ уже успел реализовать.

Основные функции мобильного приложения Ostec Service:

- быстрая отправка обращения в поддержку прямо из цеха;
- онлайн информирование о ходе работ;

- коммуникации с ответственным исполнителем по обращению;
- полная история работ и коммуникаций по обращению;
- контроль обращений и заявок подчиненным руководителем;
- оценка качества выполненных работ.

«Одним из ключевых принципов работы Остек-СМТ является обеспечение комфорта заказчиков и надежной работы оборудования, поэтому в понятие «сервис» мы вкладываем больше, чем просто качественное выполнение работ. Наша цель – сделать все коммуникации между клиентами и сервисным подразделением Остек-СМТ максимально удобными, информативными, а обработку обращений и заявок на сервис более оперативной и про-

зрачной. Для этого мы разработали мобильное сервисное приложение Ostec Service», – говорит Евгений Липкин, генеральный директор Остек-СМТ.

Компания обеспечивает комплексную сервисную поддержку 360°, основу которой составляют глубокая экспертиза инженеров, оперативная поддержка производителей оборудования, наличие склада оригинальных запасных частей, инструменты удаленной диагностики, а также цифровые инструменты учета заявок, включая мобильное приложение.

Приложение Ostec Service можно скачать на Google Play или AppStore. Заказать специальные наклейки на оборудование и инструкции можно в службе сервиса Остек-СМТ: service.smt@ostec-group.ru, +7 (495) 788-44-41.

ТЕХНОЛОГИЯ 3D-ПЕЧАТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПП И ГИБКО-ЖЕСТКИХ МПП НА ОДНОЙ УСТАНОВКЕ DRAGONFLY

Сегодня в РФ внедрена и успешно эксплуатируется технология 3D-печати многослойных печатных плат и гибко-жестких МПП на одной установке DragonFly. Эта технология позволяет конструкторам успешно прототипировать платы, изготавливать трехмерные конструкции, акустические приборы, СВЧ-излучатели и антенны.

Лидирующие мировые компании уже несколько лет используют 3D-принтер DragonFly для решения своих задач, а именно:

- спецприменения: HENSOLDT (www.hensoldt.net – ведущий из-

готовитель датчиков и электроники для спецтехники);

- передовые решения автомобильной промышленности: Techniplas (www.techniplas.com – изготовитель электроники для автомобилей);
- авиастроение или космонавтика: Harris Corporation (www.harris.com) – антенны, сделанные по технологии 3D-печати, работают на МКС;
- High-tech потребительская электроника: PHYTEC (www.phytec.com) – использует DragonFly для быстрого прототипирования своих изделий, итальянская фирма Cadlog – <https://youtu.be/HtZnLUJUyWs> и другие.

Данные применения 3D-принтера DragonFly объединены желанием

производителей сохранить интеллектуальную собственность разработки, конструкции, отдельных ключевых элементов, являющихся основой и обеспечивающих конкурентное преимущество.

Сегодня эта прогрессивная технология, включающая технологическое оборудование (3D-принтер DragonFly фирмы NanoDimension, Израиль), запуск, обучение, технологическую поддержку, обеспечение расходными материалами, доступна на территории РФ.

Наша компания готова предложить выгодные условия внедрения технологии и поставки принтера при условии заключения договора в 2020 году. Квота на данное предложение ограничена.

Обращайтесь к Хесину Семену Михайловичу: моб.: +7 (967) 149-54-63, e-mail: Khesin.S@ostec-group.ru.

PHOENIX SPEED | SCAN HD – НОВЫЙ ВЫСОКО- СКОРОСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТОМОГРАФ

Waygate Technologies, подразделение Baker Hughes (ранее GE Inspection), представляет новый высокопроизводительный томограф для неразрушающего контроля и метрологии phoenix speed | scan HD.

Типичной областью применения phoenix speed | scan HD является массовое производство аккумуляторов, разъемов, сложных сборок и литевых форм. Линейка томографов phoenix production line специально разработана для 100 % высокоскоростного КТ-контроля изделий до Ø 150 × 200 мм, с разрешением 25–50 мкм и временем цикла <60 секунд. Изделия могут быть идентифицированы по индивидуальному серийному номеру с использованием QR-кодов.

Скорость работы phoenix speed | scan HD сводит к минимуму взаимодействие с пользователем, предлагая сокращение времени оператора на 90–98 % за счет роботизации и автоматизации рабочего процесса, сокращение времени анализа экспертами на 90–98 % благодаря автоматическому распознаванию дефектов и увеличению скорости контроля в 5-10 раз по сравнению с проверкой деталей на обычном КТ.

Защитная рентгеновская камера phoenix speed | scan HD предназначена для круглосуточной работы в промышленных условиях.



- Запатентованные рентгеновские защитные шлюзы для работы с непрерывным рентгеновским излучением.
- Автоматизированная обработка образцов и интегрированная автоматическая замена фильтров для обеспечения гибкости номенклатуры деталей.
- Усовершенствованная технология микрофокусной трубки для проверки большого количества деталей (30–60 штук в час) с высоким разрешением (до 20 мкм).
- Применение параллельной реконструкции наборов данных и оценки с автоматическим распознаванием дефектов (ADR) для автоматической отбраковки.

Микрофокусная рентгеновская трубка 240 кВ / 100 Вт обеспечивает высокое разрешение, большой диапазон радиационных толщин и короткое время цикла. Плоскопанельный детектор dynaptic 41 с размером пикселя 100 мкм разработан и оптимизирован для обеспечения долгосрочной стабильности и надежности при промышленном применении. Конструкция матрицы последнего поко-

ления предоставляет до 10 раз более высокую эффективность и чувствительность по сравнению с «современными» рентгеновскими детекторами, короткое время цикла и высокий SNR (отношение сигнал / шум).

Остек-СМТ является мастер-дистрибьютором систем неразрушающего контроля Waygate Technologies, подразделения Baker Hughes, в России.

«Благодаря высокой скорости контроля phoenix speed | scan HD позволит исследовать все производимые детали и образцы там, где раньше проводились выборочные проверки. Ключевыми областями применения станут: контроль крупной серии пластиковых, алюминиевых и небольших стальных деталей; потоковое исследование кернов; контроль сборки электроники. Применение этой установки позволит производственному предприятию резко сократить выход на рынок ненадежной продукции, а исследовательским центрам – собрать необходимый объем статистических данных», – отмечает Павел Алейников, главный специалист направления компьютерной томографии Остек-СМТ.

ДРЕВНИЙ МЕЧ ИССЛЕДУЮТ В ЛАБОРАТОРИИ ОСТЕК-СМТ

В лаборатории цифровых технологий контроля Остек-СМТ на 3D-томографе изучают меч, найденный на территории Гнездовского археологического комплекса в 2017 году. Меч был обнаружен в ходе работ на территории Центрального поселения в составе уникального погребального комплекса второй половины IX века.

В ходе исследования древней находки на томографе v|tome|x С450, разработанном для неразрушающего контроля качества на металлообрабатывающих про-

изводствах, определили форму и место расположения клейма, которое находится с двух сторон клинка под слоем коррозии. Эти данные помогут открыть клеймо, не затронув древнюю поверхность оружия. Меч очень хорошо сохранился, аналогов такой находки до сих пор не было. На поверхности видны следы работы мастера, идеально сохранились кромки лезвия.

По завершении исследования и реставрации меч планируют экспонировать в рамках международной выставки по эпохе викингов, которая пройдет в Государственном историческом музее.

Видеосюжет можно посмотреть на нашем видеоканале.



СТАНДАРТ IPC-A-610G ДОСТУПЕН НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Ассоциация IPC сообщает, что стандарт IPC-A-610G «Критерии приемки электронных сборок» теперь доступен на русском языке. Это последняя на данный момент редакция популярного стандарта, содержащего иллюстрированные критерии для оценки качества электронных сборок на печатных платах.

Документ гармонизирован со стандартом IPC-J-STD-001G «Требования к электрическим и электронным сборкам, изготавливаемым с помощью пайки», который также можно приобрести на русском языке.

Стандарт IPC-A-610G содержит 436 страниц, в его усовершенствовании приняли участие специалисты из 17 стран. Документ на русском языке можно приобрести в бумажном или электронном виде.

Информация предоставлена ассоциацией IPC www.ipc.org

ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ DARE!! INSTRUMENTS ВНЕСЕНО В РЕЕСТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии измерительное оборудование производства DARE!! Instruments внесено в Реестр средств измерений.

ООО «Остек-Электро» обладает статусом эксклюзивного дистрибьютора DARE!! Instruments и уполномочено распространять, продавать и обслуживать оборудование на территории Российской Федерации.

Генераторы электромагнитного поля RadiField, номер в реестре СИ 77198-20

Генераторы электромагнитного поля RadiField обладают высоким уровнем интеграции и технологии комбинирования полей без потерь, исключая применение таких дискретных компонентов, как: усилители ЭМС, сумматоры, ответвители, измерители мощности и кабели. Генераторы используют технологию комби-

нирования полей в активной антенной решетке. Встроенные усилители напрямую подключены к встроенным антеннам, что исключает использование дискретного неэффективного сумматора и большого количества кабелей. Вместо того, чтобы суммировать мощности, RadiField® суммирует поля.

Датчики лазерные электрического поля RadiSense, номер в реестре СИ 76746-19

Компания DARE!! INSTRUMENTS является изобретателем первого в мире лазерного безбатарейного датчика (пробника) напряженности поля (плотности потока мощности). Датчики на протяжении многих лет успешно используются ведущими мировыми ЭМС-лабораториями для прецизионной калибровки Е-поля благодаря высокой точности и надежности. Компания предлагает полный спектр малогабаритных лазерных датчиков в диапазоне от 9 кГц до 40 ГГц.

Генераторы сигналов модульные, номер в реестре СИ 76929-19

Генераторы сигналов модульные RadiGen предназначены для фор-

мирования немодульных СВЧ-колебаний, а также СВЧ-колебаний с амплитудной (АМ) и импульсной (ИМ) модуляцией. Подходят для большинства испытаний ЭМС на устойчивость к кондуктивным и излучаемым помехам.

Датчики мощности для стандартов ETSI, номер в реестре СИ 77594-20

Измеритель мощности по стандарту ETSI RPR3006WR, 10 МГц – 6 ГГц, скорость измерений 5 000 000 выб./с, от -50 до +10 дБм, погрешность 0,2 дБ, USB. Для проведения синхронизированных многоканальных измерений по стандартам ETSI 300 328 и 301 893 для таких широкополосных систем передачи данных, как IEEE 802.11™, Bluetooth® и Zigbee™.

Датчики мощности для ЭМС, номер в реестре СИ 77688-20

Измерители мощности для проведения достоверных измерений ЭМС с высокой скоростью выборки для регистрации большого объема данных в широком диапазоне частот.

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ НА MDO СЕРИИ 3

MDO серии 3 предлагает емкостный сенсорный дисплей высокого разрешения с диагональю 11,6 дюйма (1920 × 1080); до четырех входов с 16 цифровыми каналами (опция) и встроенный анализатор спектра в моделях 1 ГГц и 3 ГГц.

При покупке нового осциллографа MDO серии 3 ДВЕ опции на ваш выбор предоставляются БЕСПЛАТНО:

- 3-BND – комплект для декодирования последовательных

шин: I2C, SPI, CAN, LIN & USB и автоматизированный анализ мощности;

- 3-MSO – 16 цифровых каналов;
- 3-AFG – генератор функций с 13 предустановленными сигналами и генерацией сигналов произвольной формы;
- 3-SA3 – полностью интегрированный анализатор спектра с диапазоном входных частот от 9 кГц до 3 ГГц и полосой пропускания 3 ГГц.

Новые осциллографы MDO серии 3 предлагают самые большие в классе

сенсорные дисплеи высокого разрешения – вы сможете увидеть еще больше сигналов.

www.ostec-electro.ru



ПАНЕЛЬНАЯ ДИСКУССИЯ

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В ЭПОХУ КОРОНАВИРУСА – ПРЕОДОЛЕТЬ И ВЫЙТИ СИЛЬНЕЕ



Здравствуйте!

Разрешите представиться – Антон Большаков, директор по маркетингу Группы компании Остек! Сегодня я веду панельную дискуссию «Электронная промышленность в эпоху коронавируса – преодолеть и выйти сильнее».

Внимательный читатель спросит, как такое возможно? Ведь все массовые мероприятия отменены! А вот как. Восполняя недостаток общения в самоизоляции, я задал вопросы экспертам в разных сферах деятельности и в разных странах. Рад, что большинство из них откликнулось. Мнение тех, кому доверяешь, важнее потока противоречивой информации от «экспертов», которые заполнили медиaprостранство. Полные ответы мы публикуем на бизнес-странице Группы компаний Остек в Facebook по ссылке <https://www.facebook.com/ostec.group>





Появилось желание собрать всех вокруг круглого стола или на сцене панельной дискуссии.
А если есть желание, то почему бы это не сделать, пусть и виртуально? Представьте: полный зал участников, свет приглушен, и только сцена со спикерами хорошо освещена. Еще секунда – и все начнется!

Представляем участников панельной дискуссии:



Александр Соловьев
владелец интернет-платформы
по производству электроники
Industry-Hunter.com



Валентин Новиков
генеральный директор
ООО «Остек-ЭК».
Компания реализует комплексные
проекты развития технических и
технологических возможностей
производств электронных
компонентов



Флориан Шильдейн
управляющий
директор
маркетингового
агентства Butter
and Salt GmbH



Регина Аюпова
управляющий партнер,
директор по развитию
маркетингового агентства
ООО «Особые решения»



Денис Шлесберг
генеральный директор
брендингового агентства
«Артоника»



Евгений Мордкович
генеральный директор
ООО «Остек-Электро». Компания
специализируется в областях
электрического тестирования
и раннего выявления дефектов
сборки



Алёна Фомина
генеральный директор
ЦНИИ «Электроника» –
головного института радио-
электронной промышленности и
информационно-аналитического
центра ГК «Ростех»



Павел Куцько,
руководитель воронежского
Научно-исследовательского
института электронной техники
(АО «НИИЭТ»)

Юрий Ковалевский
заместитель
главного редактора
журнала
«ЭЛЕКТРОНИКА:
Наука, Технология,
Бизнес»,
представитель
ассоциации IPC
в России



Андрей Новиков
научный сотрудник и доцент
Института приборостроения
и схемотехники Университета
г. Росток, Германия



Алёна Мастина
управляющий партнер,
генеральный директор
маркетингового агентства
ООО «Особые решения»



Анна Рубас
директор выставки SemiRussia,
организатор профессиональных
B2B-выставок и конференций



Антон Большаков
директор по маркетингу
Группы компаний Остек



Римма Мангушева
директор выставок
Экспоэлектроника/
ЭлектронТехЭкспо



Ощущается ли влияние коронавируса на отрасль, ваши компании и предприятия? COVID-19 существенно ухудшает ситуацию на рынке?

Александр Соловьев: Давайте начнем с позитива. Рынок контрактного производства в 2019 году вырос больше чем на 25 %. С другой стороны, отрасль производства электроники в стране по-прежнему крайне небольшая. Новые компании появляются редко, больших производств мало, существующие компании развивались бы быстрее, но есть много преград. Конечно, я говорю сейчас о частных компаниях.

COVID-19 существенно ухудшает ситуацию на рынке – в январе-феврале производители столкнулись с тем, что не могут вовремя получить печатные платы и компоненты из Китая, а потом эпидемия пришла и в нашу страну, окончательно смешав карты.

Павел Куцко: Конечно, сегодняшняя ситуация с коронавирусом на деятельность предприятия влияет. О том, насколько значительно, мы можем только догадываться. Если говорить о структуре заказов и вообще о заказах нашей продукции, то очень сильно воздействует ситуация с функционированием наших потребителей и наличием средств на закупку комплектующих. Наш коммерческий отдел либо не может связаться с предприятием, либо неопределенность с финансированием ГОЗ не позволяет принять решения по заказу.

Юрий Ковалевский: Влияние сложившихся обстоятельств на российскую электронную промышленность будет мало отличаться от того, как на нее влияли другие кризисные ситуации недавнего времени: положение в отрасли будет следовать за ситуацией в экономике в целом с некоторым отставанием по времени. Поскольку электроника в России – это всё еще преимущественно B2G- и B2B-бизнес (именно в этом порядке), негативные факторы будут другие, нежели в ритейле, туризме, сфере обслуживания. Главным фактором, скорее всего, будет вынужденное снижение производственной активности (в широком смысле, не только собственно производств, но и процессов поставки и т. п.). Не могу согласиться с мнением, что критическую роль сыграет нехватка произведенной продукции из-за остановок производств и дальнейший аврал. Важнее будут потери самих компаний из-за простоя.

Регина Аюпова: Многие предприятия в отрасли задействованы в госзаказе и продолжают свою деятельность, хотя, конечно, экономический спад коснется всех. Здесь важно, имели ли предприятия проработанные антикризисные планы и резервные фонды. Для средних и небольших предприятий это, к сожалению, может быть фатальный урок. Очень многое зависит от корпоративной культуры компании – ощущают ли сотрудники причастность, готовы ли совместно преодолеть сложный период или радостно ушли в оплачиваемую бизнесом самоизоляцию.

Первая реакция на кризисные ситуации в экономике – это сокращение затрат. Часто первым «под нож» попадает маркетинговый бюджет. Какие изменения в маркетинге вы наблюдаете?

Алёна Мастина: Маркетинг – это первое, на чем экономят и в спокойные периоды, сейчас же ситуация усугубляется. Но нужно понимать, что не существует волшебной кнопки, которая позволит снизить расходы до нуля, но при этом получать прибыль и приток новых заказов. Весь вопрос – в эффективности вложений, и грамотный маркетинг позволяет получить больший результат за те же деньги.

Денис Шлесберг: Главное изменение спроса – его падение. Что нормально в условиях неопределенности. О том, что он смещается в другие области маркетинга, говорить пока рано, но очевидно, что это произойдет. Например, мы сейчас работаем над репозиционированием одной крупной промышленной компании. И, обсуждая с клиентом коммуникационную стратегию, уже пришли к тому, что необходимо расширить набор дистанционных интерактивных каналов взаимодействия с аудиториями бренда. И, разумеется, есть ситуативные истории, как например разработка нового бренда дезинфицирующих средств, заказ на который мы получили две недели назад и уже вышли на «финишную прямую». Это, кстати, еще один важный аспект изменений – скорость, с которой приходится работать.

Флориан Шильдейн: Мы поддерживаем почти 25 компаний в электронной промышленности, и большинство из них все еще вкладывает средства в маркетинг. В некоторых случаях усилия компаний даже увеличиваются. Поэтому о сокращении рабочего времени или о чем-то подобном не может быть и речи. Но, конечно, все зависит от того, как будет развиваться ситуация в ближайшие недели. Так как это трудно предсказать, также сложно прогнозировать, как будет развиваться бизнес маркетинговых услуг.

Антон Большаков: Привлечь нового клиента обходится в 5-10 раз дороже, чем удержать старого. В текущей ситуации это может быть еще сложнее и дороже. Поэтому рекомендую сохранять те маркетинговые функции, которые направлены на удержание клиентов, повышение их лояльности и удовлетворенности. Дополнительная задача – это еще и предлагать уже существующим клиентам новые ценности, поэтому особую роль приобретает маркетинговая функция изучения потребностей клиентов.

Регина Аюпова: Происходит сдвиг в сторону сфокусированных индивидуальных коммуникаций. Мы заметили изменения гораздо раньше, и судя по всему, эпидемия COVID-19 только усилит эти тенденции. Это отражение тенденций по персонализации маркетинга, которые

прочно заняли место на потребительских рынках. И мы рады, что в нашей отрасли предприятия стали обращаться с этим запросом не только к службе продаж.

Тогда стоит ли в складывающейся ситуации промышленной компании заниматься брендингом?

Денис Шлесберг: Брендинг нужен везде, где есть конкуренция. Если промышленная компания конкурирует, ей нужен промышленный бренд. Потому что решения принимают люди, а они их принимают не только на основе информации, но и на основе впечатлений. А бренд и есть то впечатление, которое вы производите на потенциального клиента прежде, чем он начнет думать о сотрудничестве. Более того, после кризиса кардинально изменится рыночный ландшафт и его восприятие клиентами. Это будет новая реальность, требующая обновленных брендов. О том, какими они должны быть, нужно думать уже сейчас. И те, кто первым будет к этому готов, получит самое большое преимущество.

Антон Большаков: Сложившаяся ситуация лишний раз подтвердила мою убежденность в том, что промышленному предприятию необходим брендинг, в частности продуктовый бренд. Имея сильный продуктовый бренд, со своей группой приверженцев, предприятию все равно где производить продукт при условии обеспечения качества. До «эры коронавируса» это, например, давало гибкость предприятиям, которые должны выпускать продукцию как в интересах государства, так и продукцию гражданского направления. Брендирование продукции гражданского направления позволяло бы при загрузке собственных мощностей размещать производство у контрактных производителей, а при освобождении мощностей производить его самостоятельно. Сейчас, когда страны или регионы одной страны поочередно закрываются и открываются, гибкость в размещении заказа на производство приобретает особое значение.

Алёна Мастина: Сейчас период, когда «оголяются» пробоины в системах, время осознания ошибок, дабы не совершать их повторно. Внутренний маркетинг, вложения в долгосрочное развитие и репутацию должны стать основополагающими в новых реалиях. Сейчас как никогда важны партнёрские связи и человеческий капитал, а также умение быстро перестроить и масштабировать процессы, в т. ч. за счет цифровых технологий.

Сейчас в ходу мнение, что эпидемия ускорит переход к онлайн-бизнесу, онлайн-коммуникациям, онлайн-маркетингу. Проявляется ли уже эта тенденция в маркетинге?

Денис Шлесберг: Все еще больше сместится в диджитал. Это процесс и так уже давно идет, но самоизоляция дала ему мощный дополнительный импульс.

Движение по кривой диффузии инноваций, на которое раньше уходили годы, сейчас происходит для многих за месяц, недели. Раз это происходит в потреблении, то и коммуникации должны последовать за ним. Цифровые носители будут доминировать как в рекламе, так и в понимании того, какими должны быть бренды.

Флориан Шильдейн: Большинство наших клиентов ищут новые возможности. Я убежден, что этот кризис даст толчок развитию цифровых коммуникаций в секторе B2B. Поскольку клиенты больше не могут посещать встречи и демонстрации, а все выставки были отменены, многие из наших клиентов усиливают свои цифровые коммуникации. В настоящее время мы наблюдаем бум в таких областях как общение через социальные сети, и даже прекращенные информационные кампании возобновляются. Кроме того, мы помогаем нашим клиентам разрабатывать и проводить вебинары и онлайн-тренинги.

Антон Большаков: Никаких встреч, никаких деловых поездок, никакого непосредственного взаимодействия с клиентами – во время самоизоляции внезапно пришлось искать новые пути коммуникаций. И это – онлайн-коммуникации. Веб-сайт сейчас – самая важная витрина для клиентов, которых пока невозможно активно посещать. Email-рассылки необходимы для предоставления информации о продуктах, сервисных вебинарах или онлайн-обучении. Во времена все более широкого использования социальных сетей для продуктов B2B контент становится еще более важным. Только интересный контент привлекает внимание, побуждая пользователей чаще посещать ваши страницы в социальных сетях и сайты. Контент – это наше всё. То, что вы хотите передать с точки зрения информации и содержания, должно быть интересным, доступным и полезным.

Римма Мангушева: Мы наблюдаем сейчас, как на волне хайпа срочно организуют онлайн-выставки и конференции, бизнес активно переходит в онлайн. Уверена, что мы выйдем из этой ситуации с новыми интересными идеями и проектами. Уже сейчас мы разрабатываем концепцию проведения онлайн-мероприятий для наших участников. И с каждым днем я убеждаюсь все больше, что выставки в оффлайне не только останутся, но и, в связи с массовым переходом многих процессов в онлайн, приобретут особое значение и будут активно развиваться, также как возрастут важность и качество личного общения.

Анна Рубас: Онлайн-конференции стали реалиями. Кто-то пошел дальше и сейчас запускает конференции с дополненной реальностью, для отраслевых небольших переговоров прекрасно подходят коммуникационные программы. Онлайн-ресурсы не заменят крупные выставки, конечно, и мы ждем, когда можно будет позать

руку своему партнеру из Германии, сфотографироваться на фоне баннера с коллегами из Сингапура, продегустировать новый фреш на стенде компании из Дубая. Что касается event-бизнеса, я вижу, как бывшие конкуренты сейчас сближаются, чтобы выстоять перед общей бедой, запускают совместные проекты.

Можно ли утверждать, что наработки в области Индустрии 4.0 уже сейчас помогают промышленности справляться с негативным влиянием пандемии коронавируса?

Юрий Ковалевский: Пожалуй, за последнее время самое большое впечатление, даже удивление, у меня вызвало то, какое внимание стало уделяться отечественными предприятиями вопросам эффективности, инструментам «бережливого производства», «Индустрии 4.0». Об этом давно и много говорилось, но сейчас стало заметно, что это делается не для галочки и не потому, что это модно. Совсем недавно мы посетили одно сборочно-монтажное производство, где я даже не успел задать вопрос на эту тему. Она просто естественным образом всплыла – обычная практика: принтер, установщик, печь, «Индустрия 4.0».

Александр Соловьев: Сейчас как никогда ранее встает вопрос повышения эффективности производства. До сих пор многие производители в нашей стране смотрели на технологическое оборудование как на «железо», не обращая внимания на софт. Между тем, появляется все больше программных решений, которые действительно могут помочь увеличить время полезной работы оборудования и отдачу. И не всегда эти решения дорогие. Иногда надо просто просчитать выгоду при внедрении такого ПО, и окажется, что решение быстро окупается.

Можно посмотреть и в сторону автоматизации ручных операций. Традиционно, на предприятиях хорошо автоматизирован процесс поверхностного монтажа, но дальше очень многие операции выполняются вручную, что сказывается и на общей производительности, и на качестве. На рынке стало больше решений по автоматизации финишных операций, на которые можно обратить внимание. Сейчас у производителей электроники и у поставщиков решений есть возможность детально проработать и обсудить различные варианты.

Флориан Шильдейн: Об этом сложно судить. На мой взгляд, Индустрия 4.0 еще не сыграла слишком важную роль в решении проблем этой пандемии. Цифровизация есть и остается более важным фактором, приобретая гораздо более значительную роль, чем это было даже 5 или 8 лет назад.

Например, автомобильная промышленность в ФРГ была полностью закрыта, а многие отделы разработки оснащены 3D-принтерами, которые возможно исполь-

зовать для печати компонентов для аппаратов ИВЛ. И информация о доступных ресурсах распространялась через электронные порталы и социальные сети. Обмен цифровыми моделями деталей аппаратов ИВЛ для печати происходит также в электронном виде.

Павел Куцько: Лично для меня одним из показателей явилась степень участия предприятий радиоэлектронного комплекса в выполнении национального проекта «Цифровая экономика». Знаю, что есть предложения радиоэлектронного комплекса, знаю, что есть решения включить работы по разработке технологий в федеральные программы, а «воз и ныне там». Конечно, есть отдельные проекты, в которых планируется массовое использование нашей номенклатуры, но, в основном, это пока только проекты. А ведь это единственная возможность обеспечить стабильное функционирование наших предприятий, и это общая задача.

Становятся все острее и очевиднее вопросы долгосрочного планирования, создания условий преимущественного применения отечественной ЭКБ, развития системы информирования и цифровизации сведений об ЭКБ ОП, развития отечественных САПР разного уровня, систематизации вопросов математического моделирования ЭКБ ОП. Кроме того, очевидны первоочередные шаги в решении этих вопросов. И я считаю, что самое главное в этой ситуации – роль личности в истории. Сегодня есть все возможности для принятия революционных решений, концентрации внимания на главном.

Какие технологии и направления исследований получают дополнительный импульс к развитию как результат борьбы с пандемией коронавируса?

Валентин Новиков: В первую очередь, намечается рост в полупроводниковой отрасли и приборостроении для традиционной медицины. На данный момент множество крупных производителей, таких как Ford, GM и Tesla объявили об организации больших объемов выпуска аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ), наращивается выпуск систем МРТ и КТ, исследовательского и массового диагностического оборудования для оснащения лабораторий и клиник.

Наблюдается начало взрывного роста исследований и разработки в медицинских системах для диагностики. Тут можно выделить два крупных направления. Первое – персональная телемедицина, где силы вкладываются в создание носимых приборов экспресс-диагностики человека по идеологии «Лаборатория на кристалле» (Lab on Chip), которые призваны в ближайшей перспективе проводить тестирование на коронавирус с передачей данных к медикам.

И второе направление – промышленные системы контроля и диагностики для раннего обнаружения и проактивного предотвращения распространения эпидемий в критически важной инфраструктуре: это госпитали, аэропорты и вокзалы, объекты государственной инфраструктуры, такие как сенсоры температуры дальнего действия, системы анализа содержимого воздушных масс в системах вентиляции и кондиционирования, в сточных водах, системы видеонаблюдения. Востребованы робототехника, технологии беспроводной передачи данных, робототехника, сенсоры и датчики, технологии «Лаборатория на кристалле».

Андрей Новиков: В большинстве стран кризис прежде всего вскрыл целый ряд проблем в области здравоохранения, и это не только нехватка квалифицированного персонала, но и недостаточная техническая оснащенность медучреждений. Разработка новой медицинской техники с задействованием передовых технологий производства электроники должна получить, на мой взгляд, новый импульс. С одной стороны, это применение таких технологий как МЭМС, микрофлюидика, аддитивные технологии, с другой стороны – дальнейшая миниатюризация и гетерогенная 3D-интеграция для реализации мультифункциональных электронных модулей и (био) сенсорных систем. В Германии есть отдельное направление Ambient Assisted Living, которое включает в себя также разработку электронных систем для поддержки нормального быта пожилых и нуждающихся в помощи людей, в том числе пациентов. Такие системы включают в себя как сенсорные элементы, так и роботизированные системы, частично заменяющие медицинский персонал. С учетом дефицита медицинского персонала и дальнейшего старения общества это направление возможно также получит более высокий приоритет.

Разработка технологий для обеспечения удаленной и безопасной организации работы, в том числе производственных компаний, скорее всего также получит новый импульс. Роботизация, дополненная реальность, когнитивные системы и искусственный интеллект, кибербезопасность, современные системы связи и обмена информацией – лишь некоторые направления, которые можно назвать в связи с этим.

Юрий Ковалевский: Сейчас можно условно выделить класс решений из разных областей, которые или могут заменить в скором будущем или уже заменяют технологии, традиционно связанные с крупными производствами, большими объемами, дорогостоящими процессами. Самый простой пример – 3D-печать. Детали, которые раньше нужно было изготавливать на термопластавтомате с применением дорогостоящих пресс-форм, теперь можно сделать фактически дома. Появляются принтеры и для металлической печати, и для печати многослойных плат. Такие принтеры, конечно, домой не купишь, но для многих российских

производств с их широкой номенклатурой, малыми сериями и частыми изменениями конструкций изучение и оценка этих технологий, их возможностей, текущих ограничений и перспектив развития, на мой взгляд, были бы полезны.

Еще примеры: прямое формирование рисунка плат, цифровая печать паяльной маски, а также технологии систем в корпусе, которые часто могут заменить ориентированные на большие объемы производства системы на кристалле, при этом обеспечивая высокую функциональность. Здесь можно изучить сайты производителей, с помощью поисковых систем найти статьи и новости по этим тематикам. Один-два ресурса порекомендовать сложно, вряд ли это даст всестороннюю картину.

Анна Рубас: Уникальна ситуация, в которой мы все оказались, и, если бы мы были в 2050 году в таком же положении, мне кажется, что это была бы несколько иная цифровая изоляция. Ты бы просто не смог завести машину, потому что передвижение заблокировано, твой выход из дома был бы невозможен, потому что забор также управляется внешним источником. Продукты привозят на дронах, бесконтактно и только те, которые действительно первой необходимости. Но вот что интересно. Ряд подобных вещей уже делают некоторые страны и это уникально.

В чем вы видите сегодня возможности для усиления позиций отечественных производителей электроники и микроэлектроники на рынке?

Алёна Фомина: В основном возможности для усиления позиций на рынке сегодня связаны с оперативным замещением иностранных товаров. Рынок электроники в целом очень быстро меняется, но в текущих условиях спрос динамичен как никогда. За считанные дни возникают огромные рынки, например, тепловизоры для измерения температуры тела, а, казалось бы, устойчивые зрелые рынки становятся практически незаметны. Иностранные лидеры могут быстро потерять позиции, а российские компании имеют большие перспективы, если смогут быстро отреагировать на новые условия.

Регина Аюпова: Текущая ситуация проявила и усилила эффект от современных трендов и наглядно показала пустующие ниши. И речь даже не о масках и аппаратах ИВЛ. Очевидной стала насущность автоматизации и цифровизации, которые у всех на слуху, но с таким скрипом внедряются на предприятиях. Однако потребительские рынки сейчас тоже страдают от недостатка технологичных бесконтактных решений – логистика и склады, розничные сервисы, общественный транспорт, городское и коммунальное хозяйство. Сей-

час, как ни странно, очень подходящие условия для запуска новых проектов: высвобождение специалистов, недостаток позитивных инфоповодов и запас времени для вывода продукта на рынок к новому экономическому циклу. Мы уверены, решения, которые будут найдены в это непростое время, сделают нашу повседневную жизнь безопаснее и комфортнее.

Юрий Ковалевский: Российским производителям сейчас могла бы помочь экстренная переориентация на особо востребованное оборудование в условиях пандемии – от бесконтактных термометров до носимых средств контроля состояния здоровья, компонентов медицинского оборудования, систем управления доставкой продуктов и т. п. Но, боюсь, есть миллион причин, почему это сделать быстро и широкомасштабно у нас весьма затруднительно. Более вероятно для компаний отрасли воспользоваться другой возможностью: активно включиться в процесс цифровизации экономики, который нынешняя ситуация, по всей видимости, ускорит. Но это – механизм развития, не спасения.

Одна из ярко выраженных сегодня тенденций – локализация и импортозамещение как снижение рисков нарушения глобальных цепочек поставок. Насколько это может быть долгосрочной тенденцией и влиятельным фактором на развитие промышленности в будущем?

Флориан Шильдейн: Я убежден, что после корона-вирусного кризиса произойдут экономические изменения. Мы должны поставить вопрос, в какой степени цепочки поставок, охватывающие весь земной шар, являются хорошим выбором? Имеет ли смысл, чтобы целые отрасли промышленности зависели от производства на другом конце света? Конечно, важны продажи, маржа и прибыль, но какую цену мы платим, если эта система поставок больше не работает должным образом? Сейчас мы узнаём, что эта цена слишком высока. Не должны ли мы, возможно, гораздо раньше сосредоточить наше внимание на том, что доступно «прямо за углом», в нашей стране и в Европе? Лично я убежден, что мы должны снова найти региональные, европейские решения.

Но сама по себе идея не отрицает глобализацию, скорее это глокализация – это обновленный проект глобализации с поддержкой местных различий, выгодных для продвижения товаров, технологий, идей.

Антон Большаков: В ответ на нарушение глобальных цепочек поставок мы слышим, что компаниям стоило бы взглянуть на соседних поставщиков, в том числе в электронной промышленности. Уже многие европейские компании, чаще средний бизнес, заявили о полном переносе производств (как правило сборочных) на локальные рынки. Правительство Японии выделяет два миллиарда евро на помощь в переезде японским компаниям из Китая.

В этом ключе выступают и российские производители радиоэлектроники, призывая Правительство усилить меры по локализации в России производств востребованных сейчас устройств, облегчить требования к признанию их отечественными, чтобы упростить участие в госзаказах. Как только встало производство в Китае, отечественная электронная промышленность оказалась, по сути, парализованной.

Из-за санкций 2014 года отечественная электронная промышленность должна была бы быть гораздо более подготовленной к переориентации на местных поставщиков, но как говорится, «генералы всегда готовятся к прошлой войне», и новые вызовы ставят новые задачи. Сейчас снова открывается «окно возможностей» для локальных отечественных производителей, и бренд «Электроника России» может быть привлекательным для потребителя, если производители предложат продукцию лучше, качественнее и рядом, что будет означать быстроту и доступность. При этом не обязательно быть дешевле!

Алёна Фомина: Одним из важных изменений, вероятно, станет пересмотр части устоявшихся кооперационных цепочек и диверсификация поставок импортной продукции. В дальнейшем это сделает отрасль более устойчивой к подобным стрессам.

Валентин Новиков: Не следует целиком полагаться на импортные поставки, нужно развивать собственное производство, стандартизировать и унифицировать ЭКБ. Выстраивать вертикальные цепочки от производителей приборов к производителям ЭКБ, чтобы оперативно получать обратную связь о рыночном спросе. Нужно внедрять современные технологии и управленческие методики в отрасли микроэлектроники. Жизненный цикл изделия от момента идеи до момента массового выпуска нужно сокращать, тогда отрасль сможет быстрее реагировать на быстрые изменения внешней среды. Внедряя адаптивное проектное управление для реализации государственных инициатив в отрасли микроэлектроники, можно добиться снижения роли кризисов и рисков в реализации этих инициатив.

Какие меры предложенной государственной поддержки вы можете отметить и каких мер ожидаете?

Алёна Фомина: Как и во всем мире, электронная промышленность в России в значительной мере зависит от государственного регулирования, и руководство отрасли активно прорабатывает необходимые меры государственной поддержки. Что касается перспектив отрасли, я бы говорила не о восстановлении, а о дальнейшем развитии с поправкой на новые условия среды.

Александр Соловьев: На мой взгляд, все российские производители электроники – и государственные,

и частные должны были автоматически войти в списки предприятий с непрерывным циклом производства, чтобы они смогли продолжить работу в текущей ситуации. Надо было сразу расписать понятный перечень действий по работе в условиях пандемии, по получению сотрудниками возможности доехать до места работы, по предотвращению распространения вируса на производствах: соблюдение дистанции, дезинфекция и пр., и оказать содействие производителям с закупкой соответствующих средств: масок, санитайзеров, бесконтактных термометров без необходимости искать и покупать по заоблачным ценам. Это дополнительные меры, которые будут стоить денег, но компании будут работать, выполнять обязательства по договорам и иметь средства на зарплату сотрудникам, закупку комплектующих и налоги.

Андрей Новиков: Правительство Германии очень быстро отреагировало и уже создало целый пакет программ поддержки частного бизнеса и промышленности для преодоления этого кризиса. Так, например, на сайте Министерства экономики и энергетической промышленности ФРГ на данный момент доступны уже более 160 различных программ поддержки для преодоления последствий кризиса. Предлагаются как программы, направленные на предоставление дополнительных льгот и госгарантий для кредитования, так и программы прямой денежной помощи малому бизнесу. Размер помощи зависит от количества сотрудников и направлен в первую очередь на покрытие текущих расходов. Для защиты от увольнений государство также предоставляет средства для частичной оплаты сотрудников, которые не могут работать удаленно. Также ведется дискуссия о налоговых послаблениях. Некоторые компании и учреждения уже открыты вновь, а некоторые и вовсе не закрывались и, соответственно, на данный момент не нуждаются в поддержке. Однако долгосрочные последствия кризиса еще предстоит оценить.

Валентин Новиков: Большинство стран приняло пакеты мер, направленных как на прямое стимулирование покупательского спроса населения, так и на поддержку курса национальной валюты. А также пакет макроэкономических мер, направленных на стимуляцию своего бизнеса и поддержку важных отраслей экономики.

В США Ассоциация Полупроводниковой Отрасли (SIA) попросила президента включить полупроводниковую отрасль в список критически важных для национальной экономики, чтобы обеспечить бесперебойную работу предприятий даже во время ограничительных мер против пандемии для снабжения изделиями ЭКВ критически важных отраслей, таких как медицина и связь.

В Китае правительство признает критическую роль полупроводниковой промышленности и позволило


полупроводниковым фабрикам работать даже в эпицентре вируса г. Ухане, когда были закрыты даже супермаркеты. Правда персоналу запретили покидать фабрику и кампус, а фабрикам обеспечили специальный транспорт для подвоза материалов, продуктов, медицинских изделий и вывоза готовой продукции в логистические распределительные центры в Шанхае. Также говорили о наличии неафишируемых рейсов по ввозу и вывозу месячных смен персонала, например, на крупнейшей фабрике по производству памяти Yangtze Memory в Ухане.

Евгений Мордкович: Опыт соседей справа и слева по политической карте показал, что надо использовать все доступные варианты, удовлетворяющие новому порядку ведения деятельности, но также и продолжать занимать субъектную позицию. Выдвигать новые предложения и инициативы построения работы с партнерами и заказчиками. Использовать те законные инструменты, на которые ранее не хватало времени или духу. Мы продолжим развитие и разработку собственных продуктов, включение их в Реестр российской электроники для повышения уровня импортнезависимости отечественной радиоэлектроники. Ни одна из ранее разработанных программ развития отрасли не была отменена в связи с заболеваниями, поэтому на сегодняшний день мероприятия по реализации Стратегии электронной промышленности должны набирать оборот, и мы рассчитываем принять в них активное участие.

Юрий Ковалевский: Так или иначе, как эту ситуацию переживут компании, будет зависеть от накопленных ранее ресурсов, которых у большинства не так много. Это, вероятно, приведет к тому, что по окончании наиболее жесткой фазы борьбы с распространением вируса мы увидим некоторые изменения в расстановке на рынке, по крайней мере в его коммерческой части. Дальнейшие события во многом будут зависеть от того, насколько развитие отрасли останется в приоритете государства, как это заявлено в утвержденной в январе стратегии. Проще говоря, насколько существенной будет поддержка отрасли государством.

**Уважаемые участники панельной дискуссии!
На этом месте пора объявить перерыв.**

Наши эксперты еще обсуждали навыки, необходимые для успешной работы в поствирусную эпоху, размышляли о востребованных сейчас качествах лидера, об эффективной организации удаленной работы и рекомендовали курсы и книги для самообразования. Напомним, что мнение каждого из них по всем вопросам можно прочитать в бизнес-аккаунте Остека в социальной сети Facebook!

Приглашаем вас на вторую часть нашей дискуссии в следующем номере журнала «Вектор высоких технологий»! 

ПЕРСПЕКТИВЫ

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ – РЕЗУЛЬТАТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОЮЗА Schott, WaveOptics, EV Group И Inkron



Текст: Дмитрий Суханов



Ожидается, что дополненная реальность и виртуальная реальность станут следующей революцией после мобильных телефонов в индустрии бытовой электроники, причем дополненная реальность возьмет верх над виртуальной.

Дисплеи виртуальной реальности используют миниатюрные ЖК-дисплеи или OLED-дисплеи в сочетании с функцией отслеживания движения. В этом случае пользователь видит только виртуальную среду, что ограничивает его свободу действий. Технология виртуальной реальности уже достаточно давно отработана и применяется в ряде устройств, производимых в крупносерийном производстве, так как схожа с технологией производства мобильных телефонов. Перспектив развития данной технологии не наблюдается в отличие от технологии дополненной реальности. На дисплее для дополненной реальности изображение с микропроектора соединяется с частично прозрачной пластиной, а распространение света направляется зеркалами или дифракционными решетками. Это позволяет «зрителю» видеть реальный мир, смешанный с виртуальными объектами, что открывает множество перспектив использования.

При крупносерийном производстве устройств дополненной реальности требования к материалам и производственным допускам чрезвычайно жесткие, что делает его сложным и дорогостоящим. Возможности массового производства таких устройств в настоящее время быстро развиваются. Наноимпринтная литография (НИЛ) является одной из наиболее перспективных технологий производства дисплеев дополненной реальности в крупносерийном производстве. В основе дисплеев для дополненной реальности лежат многослойные волноведущие структуры, которые можно получать при помощи НИЛ.

Устройства дополненной реальности потребительского уровня – «гигантский» шаг вперед

Компании Schott, Inkron, EV Group и WaveOptics в конце января 2020 года анонсировали выход первых в мире волноведущих структур, изготовленных при помощи автоматизированной системы наноструктурирования с использованием специального полимера на стеклянной пластине диаметром 300 мм с показателем преломления 1,9, и показали готовность к массовому производству этого продукта.

Благодаря показателю преломления 1,9 стало возможным получение широкого поля зрения – вплоть до 65° в устройствах дополненной реальности, что позволит обеспечить полное погружение пользователя, а использование пластин диаметром 300 мм обеспечит изготовление этих устройств в массовом производстве и снизит их стоимость.

Schott, ведущая международная технологическая группа и изобретатель оптического стекла, представляет высокоиндексные стеклянные пластины Schott RealView™ с показателем преломления 1,9 и диаметром 300 мм. Эти пластины являются основой для производства высокопроизводительных волноведущих структур для устройств дополненной реальности нового поколения с более низкой стоимостью на единицу, а также поддерживают чрезвычайно высокие стандарты точности, требующиеся при производстве изделий дополненной реальности.

Для создания таких структур необходимы специальные наноматериалы, которые производит компания Inkron, об-



Источник: <https://www.evgroup.com>

1 Автоматическая платформа НИЛ HERCULES® NIL 300 mm

ладающая обширными компетенциями в области нанотехнологий. Компания Inkron изготавливает полимер, который соответствует показателю преломления 1,9 и является основой для НИЛ. Этот полимер применяют для отпечатывания до 24 комплектов волноведущих структур на одной 300-миллиметровой пластине Schott RealView™ при помощи полностью интегрированной и проверенной на практике платформы для НИЛ HERCULES® NIL (рис 1) от компании EV Group¹. Этот продукт сочетает в себе опыт компании Schott в области изготовления стеклянных пластин, инновационный продукт – полимер, разработанный компанией Inkron со стандартными возможностями НИЛ от компании EVG и архитектурой для волноведущих структур от компании WaveOptics, ведущей компании по разработке оптических систем для высокопроизводительных волноводов. Все компании прикладывают максимум усилий и объединены в стремлении сформировать будущее дополненной реальности.

Каковы потребности современного рынка дополненной реальности?

Современному рынку необходимы стеклянные материалы с высоким индексом преломления, но при этом должно быть обеспечено согласование с соответствующими нанополимерами для НИЛ. Данная потребность обусловлена растущим спросом на устройства дополненной реальности. Благодаря нанополимеру от компании Inkron, позволяющему согласовать оптические свойства стекол последнего поколения компании Schott RealView™ и отвечающему требованиям процесса массового производства НИЛ компании EVG, появилось недостающее звено в системе изготовления волноведущих структур широкого поля зрения для систем дополненной реальности следующего поколения.

¹ Компания EV Group, Австрия – партнер Остек-ЭК в области литографических процессов более 15 лет и мировой лидер НИЛ



2

Технология дифракционных волноводов WaveOptics

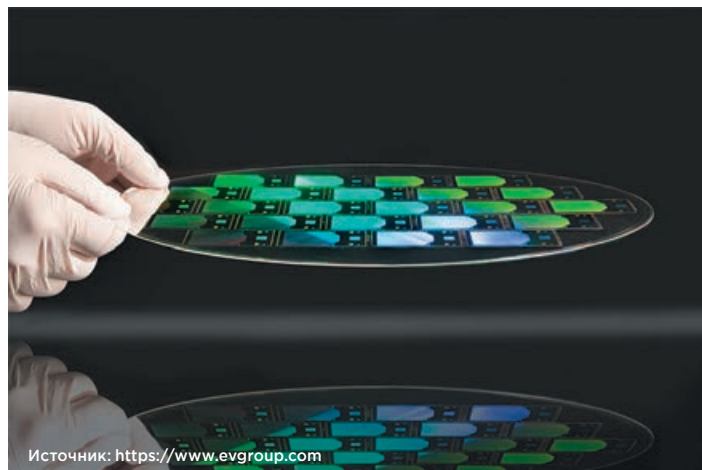
Каков следующий шаг на пути к общедоступным устройствам дополненной реальности?

Ответ однозначен: развитие технологий и серьезная эволюция на пути к потребительскому рынку. С одной стороны, это появление инновационных стеклянных пластин, созданных специально для продуктов дополненной реальности и обладающих всеми необходимыми свойствами. С другой – это «наполнение» изготовленных изделий «оптической жизнью» и, как следствие, готовность к крупносерийному производству.

Выполнение первого требования обеспечила компания Schott, предоставив 300 мм стеклянные пластины RealView™. Второе требование выполнила компания EVG – это технология НИЛ и полностью модульная система HERCULES® NIL, которая может воспроизводить структуры с необходимым размером и необходимой точностью на подложках диаметром 300 мм. Два этих «шага» были бы бесполезны без технологий компании WaveOptics – дифракционных волноводов с широким углом обзора и нанополимера компании Inkron. Конечным успешным результатом усилий всех участников стали линзы для очков дополненной реальности (рис 2).

«Стеклянная» инновация, которая вдохновляет целую индустрию

Компания Schott – непревзойденный эксперт по стеклянным материалам, постоянно улучшающий качество оптического стекла для проектов, используемых в разработках и производстве устройств дополненной реальности. Компания создает инновационный продукт нового поколения – новейшие волноведущие структуры, что позволяет создавать на основе их продукции – стеклянных пластин – устройства дополненной реальности нового поколения. Стеклянные пластины компании Schott RealView™ (рис 3) признаны ключевым компонентом для устройств «полного погружения» и получили награду за ключевой компонент для дисплеев дополненной



3

Стеклянная пластина компании Schott RealView™ с отпечатками НИЛ-структур

реальности в номинации «Компонент года» на отраслевой выставке в 2019 году от «Общества информационных дисплеев» (SID).

Стеклянные пластины компании Schott RealView™ с высоким показателем преломления являются ключевыми компонентами гарнитур нового поколения для дополненной реальности. Они – основа для многослойных RGB-волноведущих структур, т.е. ключевая часть блока отображения дополненной реальности, который обеспечивает полное погружение в захватывающий мир дополненной реальности.

Что скрывается за технологией RealView™ и как она работает?

RealView™ – это технология пластин для производства устройств дополненной реальности с высоким коэффициентом преломления.

Цифровой и реальный мир растут вместе. Дополненная реальность объединяет виртуальный контент с нашим взглядом на мир, позволяя погрузиться в нашу личную или профессиональную жизнь. Умные очки или устройства с креплением на голову (рис 4) – наиболее эффективный пользовательский интерфейс для удобного использования, обеспечивающий максимальные комфорт и свободу.

Это оптическое стекло позволяет управлять широкоформатным изображением с яркими цветами и высокой контрастностью. Для плавного слияния обоих миров пластина должна обеспечивать не только лучшую передачу и высокий показатель преломления, но и превосходную точность с точки зрения качества поверхности и геометрии. Применение технологии RealView™ в устройствах дополненной реальности и, конкретно, в «умных» очках может быть использовано повсеместно: в медицине, индустрии развлечений, путешествиях, обучении и т.д.

Технология световода предусматривает еще более глубокое погружение в дополненную реальность. Принцип работы технологии показан на рис 5.

Принцип работы технологии:

1. Проектор излучает световые волны цифрового изображения в направлении световодов (Schott RealView™).
2. С помощью решетки световые волны проектора направляются в световод в определенном положении.
3. Световые волны каждого цвета выводятся n раз в определенной области решетки. Поскольку каждый человеческий глаз имеет индивидуальную форму, световые волны должны быть развязаны n раз (в технологии световода обычно используются три стеклянные пластины, каждая из которых служит световодом для одного цвета в цветовом пространстве красно-зелено-синего (RGB). В этом упрощенном изображении показано только одно изображение RGB).
4. Мобильный нефиксированный человеческий глаз воспринимает как цифровое, так и реальное изображение. Это создает впечатление дополненной реальности.

Только использование всех перечисленных технологий в совокупности позволит получить продукцию наивысшего качества с максимальным выходом годных в крупносерийном производстве, а также решить задачи по прототипированию и подобрать индивидуальные решения на ранних стадиях разработки.

Есть ли альтернативы технологии Schott RealView™?

Альтернативой технологии может быть технология дополненной реальности от Displex, в основе которой лежат волноведущие структуры для создания полноцветного изображения, сформированные на одной пластине. Данная концепция уникальна, поскольку обычно один или максимум два основных цвета распространяются на одной пластине, и требуется многослойная структура для создания полноцветного изображения (обычно таких пластин три). Конструкция волноводов Displex чрезвычайно сложна, но крупномасштабное производство относительно простое по сравнению с решениями, где для полноцветного отображения требуется несколько пластин. Такой подход делает волноведущую структуру для дополненной реальности от Displex самой тонкой, а готовый продукт – легким и простым в интеграции с дисплеями для устройств дополненной реальности на рынке. Но пока данная технология сильно уступает в ширине угла обзора (30° против 60° Schott RealView™), что не создает серьезную конкуренцию на рынке стекол для устройств дополненной реальности.

На рис 6 представлен мини-дисплей Displex DPX 30° с углом обзора 30° для устройств дополненной реальности.

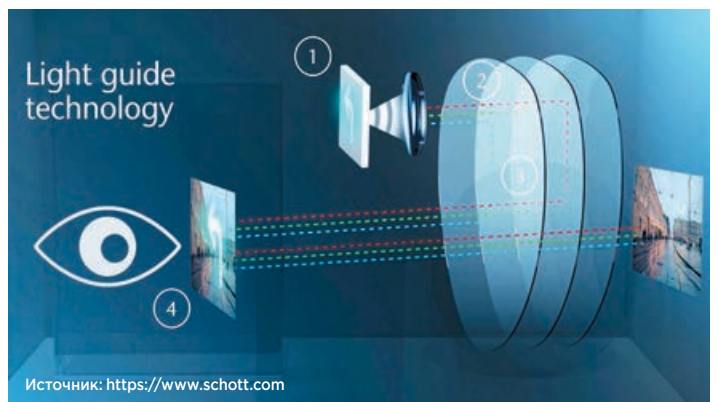
Рынок устройств дополненной реальности активно развивается в настоящее время, что открывает безграничные возможности конкуренции для исследовательских и производственных компаний.



Источник: <https://www.schott.com>

4

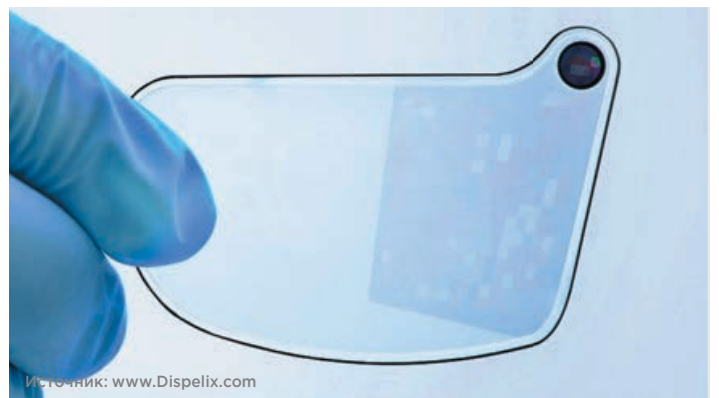
«Умные очки» с технологией RealView™



Источник: <https://www.schott.com>

5

Технология дифракционной световедущей структуры Schott RealView™



Источник: www.Displex.com

6

Мини-дисплей Displex DPX 30° для устройств дополненной реальности.

Какая же технология займет лидирующую позицию на этом рынке? Ответ на данный вопрос мы получим в обозримом будущем.

В статье использованы материалы с сайтов компаний EV Group <https://www.evgroup.com>, Scott <https://www.schott.com>, Displex www.Displex.com, WaveOptics <https://enhancedworld.com>, Inkron <http://inkron.com>

ТЕХНОЛОГИИ

ПРИМЕНЕНИЕ СЕЛЕКТИВНОЙ ПАЙКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНОЙ МЕЛКОСЕРИЙНОЙ ПРОДУКЦИИ



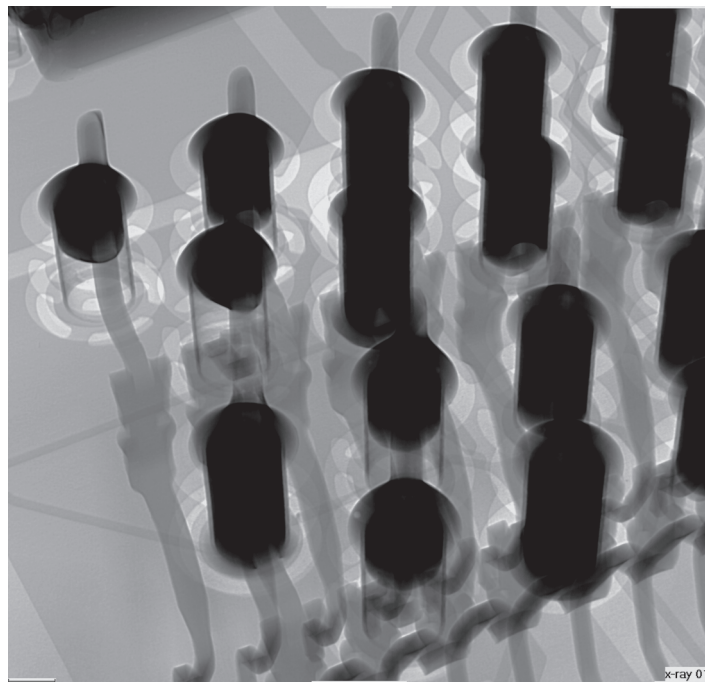
Текст: Владимир Каролин

»

Современный рынок оборудования для производства РЭА пестрит различными решениями, которые обещают рост производительности, снижение себестоимости изделий и увеличение прибыли. Фактическая эффективность их внедрения зависит от многих факторов: возможностей и технологических ограничений решения, организации труда, используемых комплектующих и др. Без глубокого анализа целесообразность внедрения и возможная выгода далеко не всегда поддаются адекватной оценке. В данной статье подробно рассматривается тема использования селективной пайки (рис 1) при единичном и мелкосерийном производстве сложных изделий ответственного назначения. Для производства этого типа характерен консервативный подход к внедрению новых технологий, который в некоторых случаях подкреплен рядом заблуждений, препятствующих выбору и внедрению технологии селективной пайки. Самые распространенные из них мы попробуем разобрать и развеять.



1 Пример современной установки селективной пайки для мелкосерийного производства



2 Последствия нарушения режимов пайки (отсутствие протекания и заполнения припоем отверстий)

«Селективная пайка подходит только для массового производства, а у нас мелкая серия»

Одним из основных требований к продукции ответственного назначения является ее надежность. Критерием качества пайки штыревых компонентов служит качественная галтель с заполнением отверстия припоем не менее чем на 75 % для изделий класса 3 и не менее 50 % для изделий класса 2. Проверить этот параметр можно с помощью систем рентгеновской инспекции. При отсутствии контроля данного вида приходится рассчитывать лишь на опыт и квалификацию монтажника.

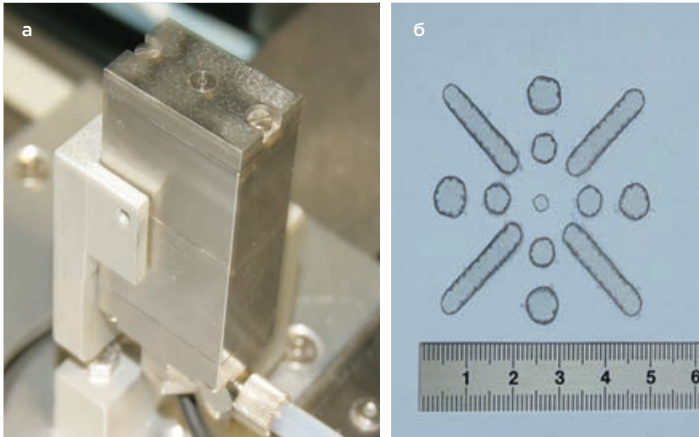
Наиболее вероятные причины возникновения дефекта, изображенного на рис 2: плохая паяемость выводов и контактных площадок, нарушение технологических параметров процесса пайки. Если от проблем с паяемостью выводов и контактных площадок спасает надлежащий входной контроль, то знание и соблюдение параметров и режимов пайки напрямую зависят от конкретного монтажника. Его работа осложняется еще и тем, что визуальный контроль качества пайки при ручных операциях затруднен, так как паяные соединения закрыты корпусом разъема.

Решить подобные проблемы помогает технология селективной пайки. Одним из наиболее ярких примеров преимуществ ее применения, вне зависимости от серийности продукции, является сборка кросс-плат с большим количеством многовыводных разъемов (рис 3). Для пайки двад-

цати 96-выводных разъемов вручную опытному электромонтажнику потребуется, по крайней мере, $(20 \times 96 \times 3 / 0,7) / 60 = 137$ мин (3 с затрачивается на пайку одного вывода, 0,7 – коэффициент, обозначающий время, которое монтажник не тратит непосредственно на пайку). На самом деле трудоемкость будет существенно больше, так как при пайке выводов разъемов на многослойную печатную плату необходимо увеличить время пайки каждого соединения и делать паузы, чтобы восстановилась заданная температура жала паяльника. При этом



3 Кросс-плата



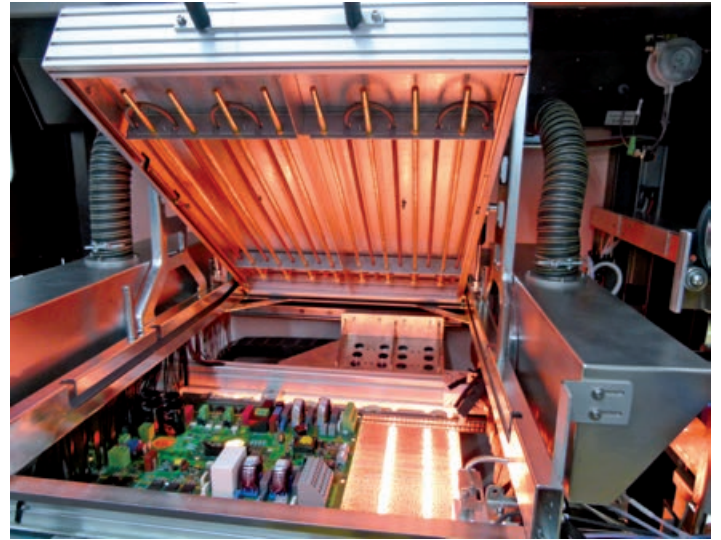
4

Прецизионный каплеустройный флюсователь (а) и результаты тестового точечного флюсования и флюсования линией с акцентом на диаметр участков (б). Диаметр нанесенного участка – от 3 мм, программируемый объем нанесения флюса для каждой точки пайки

трудно добиться хорошей повторяемости и качества паяных соединений.

Применение современных систем селективной пайки позволяет повысить производительность на операции пайки многорядных разъемов, монтируемых в отверстия печатной платы, в 3–10 раз в зависимости от сложности изделий и конфигурации установки. В мелкосерийном производстве селективная пайка находит свое применение за счет возможности программирования и поддержания параметров процесса для каждого паянного соединения, азотной среды, точного селективного флюсования (рис 4), качественного подогрева (предварительного и в зоне пайки) (рис 5).

Благодаря этим преимуществам обеспечивается хорошая повторяемость процесса, гарантируется высокое качество и надежность печатных узлов.



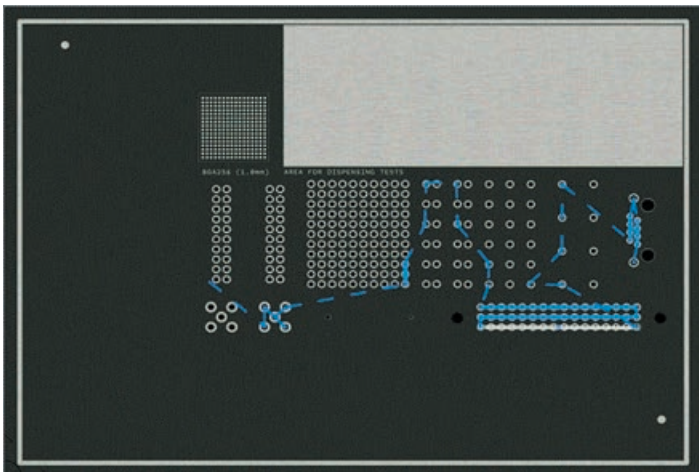
5

Верхний и нижний предварительный нагрев

«У нас большая номенклатура, много времени уйдет на написание программ»

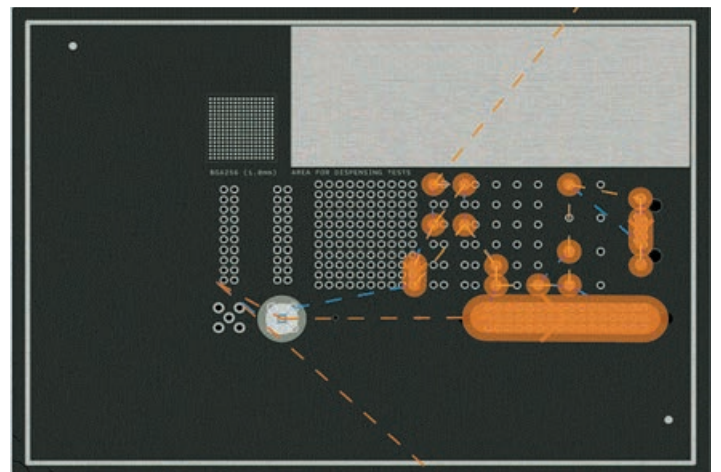
Рассмотрим процесс программирования на примере программного обеспечения компании Erska. Создание программ пайки происходит на основании фотографии, скана или чертежа печатной платы. После импорта изображения платы и ввода технологических параметров процесса оператору остается лишь указать точки / линии флюсования (рис 6) и пайки (рис 7) на поверхности печатного узла. При этом программа произведет оптимизацию перемещения флюсователя и ванны с припоем таким образом, чтобы исключить задевание установленных с нижней стороны высоких компонентов и оптимизировать общий цикл пайки печатного узла.

Все проложенные треки флюсования и пайки можно легко оценить при помощи 3D-визуализации



6

Программирование цикла флюсования



7

Программирование цикла пайки



8 Программирование параметров процесса для отдельных участков платы

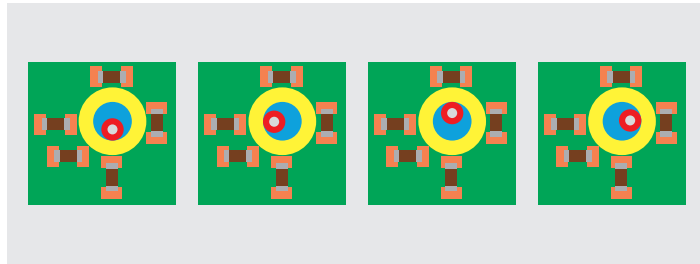
платы. Для каждой точки пайки могут быть заданы индивидуальные параметры процесса (рис 8).

В установках фирмы Ersa подготовка программ пайки может происходить удаленно, полностью в режиме «офлайн».

Длительность написания программы для тестовой платы, изображенной на рис 6 и 7, составила 5 мин. Для реальных изделий анализ печатного узла, программирование точек пайки с различной теплоемкостью и отладка программы в среднем занимают от 1 до 2 ч в зависимости от сложности печатного узла.

«Технологические ограничения, нужно повторно разводить платы»

Мелкосерийное производство напрямую связано с темой разработки и прототипирования. Важнейшим вопросом при внедрении любой технологии является адаптация новых разработок и существующих изделий к технологическим требованиям для их сборки. В случае, если этот процесс будет слишком трудоемким, все остальные преимущества окажутся не важны.

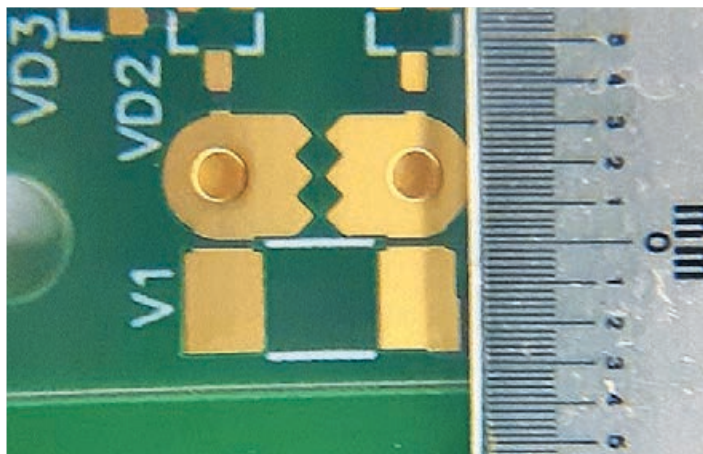


9 Требования к конструктиву печатного узла для селективной пайки. Минимальная зона (желтая), свободная от компонентов: Ø5 мм; минимальная зона (синяя), необходимая для процесса селективной пайки: $5 - (1,5 + 1,5) = 2$ мм; размер монтажной площадки: Ø2 мм

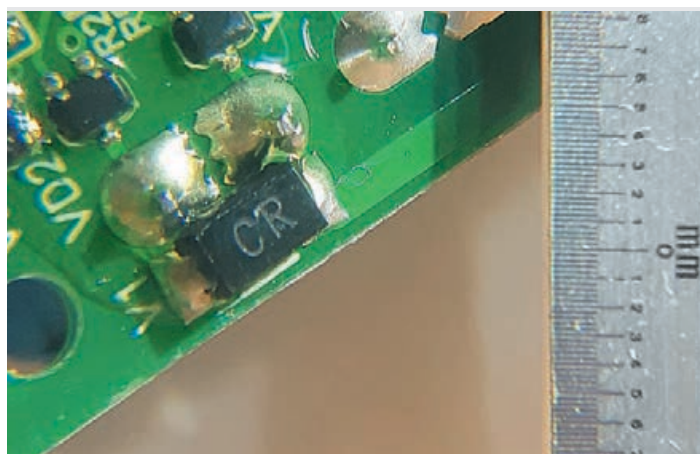
Как и любая другая технология, селективная пайка предъявляет свои требования к конструкции печатных узлов. Эти требования достаточно просты и в основном сводятся к свободному пространству вокруг паяных соединений штыревого компонента, подлежащего пайке (рис 9).

Для некоторых изделий изменение конструктива изделия не представляется возможным, и приходится маскировать поверхностно монтируемые компоненты либо наиболее проблемные участки допаивать вручную. Пример приведен на рис 10. При пайке селективной установкой в этом случае возможно либо смывание SMD-компонента во время процесса пайки, либо велика вероятность образования перемычек припоя между выводами или контактными площадками (рис 11).

Использование преимуществ селективной пайки позволяет разработчикам применять тяжелые трансформаторы, мощные реле, транзисторы и тем самым улучшать технические характеристики продукта. С другой стороны, появляется возможность уменьшить габариты изделия за счет использования плат с большим числом слоев, сочетания, например, блока питания и блока обработки сигналов на одной плате и т. п. Исполнение требований к свобод-



10 Пример непродуманной конструкции печатного узла (слишком малое расстояние между контактными площадками)



11 Дефект пайки (образование перемычек из припоя)

Т 1

Сравнительные характеристики ручной и селективной пайки

НАИМЕНОВАНИЕ	УЧАСТОК РУЧНОЙ ПАЙКИ	УЧАСТОК СЕЛЕКТИВНОЙ ПАЙКИ
Цикл пайки одного изделия, с	310	90
Средний процент брака, %	5	2
Средняя стоимость ремонта изделия, включая диагностику, руб.	5 000	5 000
Фонд оплаты труда для участка в год, руб. (включая заработную плату, выплаты за отпуска, простои, больничные и т. д.)	3 283 200	1 641 600
Затраты на ремонт изделий за один год, руб.	1 852 500	741 000

ному пространству вокруг зоны пайки и использованию контактных площадок минимального размера лишь в редких случаях может ограничивать разработчиков печатных узлов, при этом позволяет получить стабильные и качественные результаты пайки и дать определенную гибкость при проектировании и последующей сборке печатного узла.

«Селективная пайка – это дорого»

В Т 1 приведены результаты упрощенного расчета окупаемости внедрения установки селективной пайки для одного из проектов Остек-СМТ. В данном случае участок ручной пайки состоит из шести человек со средней ставкой монтажника 200 руб./ч. За смену необходимо произвести пайку 30 изделий. В данном примере наглядно иллюстрируется, что окупаемость установки происходит за счет экономии на фонде оплаты труда и ремонте изделий. Видно, что при использовании селективной пайки средняя экономия фонда оплаты труда составляет 1 641 600 руб. в год, а средняя экономия на ремонте изделий – 1 111 500 руб. в год. Стоимость внедрения системы селективной пайки равна 11 млн руб., соответственно срок возврата инвестиций на ее внедрение – четыре года.

В расчете не учтены многие факторы, такие как стоимость материалов и оснащения рабочих мест для ручных операций, возможности предприятия выполнять заказы по контрактному производству за счет запаса производительности и т. п., так как эти факторы сильно зависят от конкретного производства и индивидуально рассчитываются в каждом отдельном случае.


«У нас своя специфика производства, мы не Европа и не Китай»

Любое предприятие, вне зависимости от того, производит оно крупносерийную бытовую электронику либо единичные платы для систем ответственного

назначения, должно держать руку на пульсе, чтобы быть конкурентоспособным как на российском, так и на мировом рынке.

Невозможно следовать современным тенденциям, например, усложнению конструкции изделий, повышенным требованиям к качеству и увеличенной плотности монтажа, без изменений в технологии производства. Человеку все сложнее на должном уровне выполнять те операции, которые успешно выполняют машины.

Именно по этим причинам производители современных установок для селективной пайки одинаково успешно внедряют их на производствах различных типов, в разных странах, в том числе и в России.

Подводя итог, можно сказать, что технология селективной пайки находит свое применение при изготовлении сложной мелкосерийной и ответственной продукции. За счет качественной пайки различных печатных плат (многослойных, с высокой теплоемкостью, с плотным двухсторонним монтажом), хорошей повторяемости и стабильности процесса удается добиться высокой надежности изготавливаемой продукции. Это особенно актуально, когда производитель гарантирует срок службы своих изделий более 10 лет. При сборке прототипов селективная пайка уменьшает общие трудозатраты и ускоряет цикл разработки благодаря тому, что уменьшается количество технологических дефектов, и разработчику не приходится долго «отлавливать» дефекты сборки. Например, селективное нанесение флюса обеспечивает лучшую чистоту поверхности платы по сравнению с ручной пайкой. Как следствие, меньше токов утечки, паразитных наводок и головной боли на этапе настройки и регулировки. Безусловно, целесообразность и эффективность внедрения технологии селективной пайки зависят от особенностей производства, и перспективность перехода на данную технологию нужно оценивать в каждом конкретном случае. 

Нам по силам ВАШИ ВОЗМОЖНОСТИ ●●●



Решения любого масштаба

Каждое предприятие имеет свои приоритетные цели, технологические задачи и уровень возможностей.

Опираясь на многолетний практический опыт и высокую квалификацию команды, мы тщательно прорабатываем каждую задачу и предлагаем действительно работающие решения под финансовые возможности и индивидуальные потребности производств.

Честно, открыто, профессионально.

ostec-group.ru | info@ostec-group.ru | +7 (495) 788-44-44

КАЧЕСТВО

ПРИМЕР ИЗ ПРАКТИКИ: КАК УСЛЫШАТЬ «ГОЛОС КЛИЕНТОВ» ДЛЯ ЗАПУСКА ВНУТРЕННИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Текст: Антон Большаков

”

Маркетинговые сессии, проведенные Маркетинговым агентством ГК Остек в конце 2019 – начале 2020 года, стали интересной площадкой обмена мнениями о состоянии промышленного маркетинга. По мнению 200 маркетологов-практиков, участников мероприятий, сегодня одна из наиболее востребованных в промышленности областей маркетинга – это маркетинговые исследования рынков и потребителей. То есть такой вид маркетинговой деятельности, который с помощью информации связывает потребителя, покупателя и общество с компанией. Получаемая информация — это источник данных о маркетинговых возможностях и проблемах, база для выработки, совершенствования и оценки маркетинговых действий. Один из примеров, вызвавший интерес участников, был посвящен маркетинговому исследованию удовлетворенности и лояльности клиентов.

Описание проблемы

В Маркетинговое агентство Группы компаний Остек обратился заказчик с просьбой помочь сформулировать предложения по повышению уровня обслуживания клиентов (рис 1). Компания сертифицирована по Системе менеджмента качества, и один из основных принципов ее деятельности – ориентация на клиента. Это означает способность использовать обратную связь от клиентов для улучшения качества оказываемых услуг, что требует измерения удовлетворенности и лояльности клиентов. Уровень удовлетворенности и лояльности является стратегическим показателем деятельности компании, и его значение ежемесячно измеряется клиентской службой с помощью телефонного опроса. Но что необходимо изменить в бизнес-процессах, чтобы повысить показатели удовлетворенности? Да и те ли значения измеряются, или какие-то важные показатели работы, влияющие на удовлетворенность, упускаются из виду?

Цели и задачи исследования

Совместно с заказчиком были сформулированы цели и задачи исследования:

- Выявить «скрытые» ожидания и потребности клиентов в отношении качества работы заказчика.
- Провести анализ фактического уровня обслуживания на конкретных примерах.
- Определить «сильные» и «слабые» стороны компании по мнению её клиентов.
- Выявить возможности для повышения уровня обслуживания.
- Найти причины отказа от дальнейшего сотрудничества (если клиенты его прекратили).
- Разработать рекомендации по повышению уровня удовлетворенности и лояльности клиентов компании.

Этапы исследования

Исследование проводилось в шесть этапов.

- Первый этап – формулировка целей и задач исследования, разработка концепции, плана, подготовка бюджета.
- Второй этап – разработка плана: выбор методов проведения маркетинговых исследований, определение типа требуемой информации и источников ее получения, определение методов сбора необходимых данных.
- Третий этап – кабинетное исследование с целью анализа текущей ситуации, формирования контура выборки, т. е. списка потенциальных респондентов для проведения интервью.
- Четвертый этап – основное исследование: проведение глубинных интервью.
- Пятый этап – количественное исследование для получения оценки по выявленным наиболее значимым параметрам, влияющим на удовлетворенность и лояльность клиентов.

Маркетинговые исследования: самостоятельно или привлечь агентство?

Самостоятельно:

- доступ к источникам информации
- кабинетные исследования узких сегментов рынка

Привлекаем:

- новые рынки и специализированная тематика
- временные ограничения
- количественные исследования и фокус-группы



1

Заказчик обратился в агентство, так как были необходимы компетенции в проведении глубинных интервью и количественных исследований

- Шестой этап – интерпретация полученных данных, подготовка отчета и презентация результатов заказчику.

Разработка плана и выбор методов проведения маркетинговых исследований

При разработке плана и выборе методов проведения маркетингового исследования было решено использовать комплексное исследование, сочетающее качественные и количественные методы маркетинговых исследований. Такое исследование позволяет получить не просто сбор статистических данных, но и понимание причин тех или иных действий клиентов.

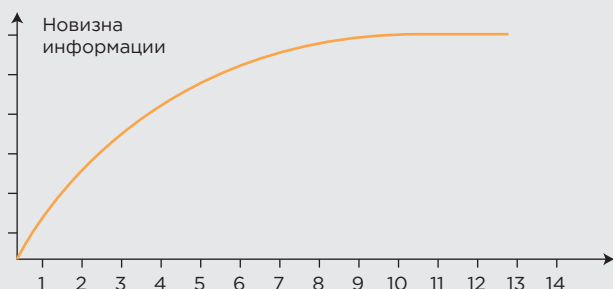
- **Качественные методы** маркетинговых исследований – это поисковые исследования, проводимые с целью выяснения побуждений, реакций и поведения потребителей. Используются для определения тенденций на потребительском рынке. Отвечают на вопросы «как» и «почему». Инструменты: глубинные интервью, фокус-группы, экспертные опросы; личные интервью, телефонные и почтовые опросы, кабинетные исследования.
- **Количественные методы** маркетинговых исследований предусматривают получение информации от большого количества покупателей/потенциальных потребителей для проведения статистического анализа. Отвечают на вопросы «кто» и «сколько». Инструменты: личные интервью, телефонные и почтовые опросы, кабинетные исследования.

Кабинетное исследование

Кабинетное исследование проводилось с целью проанализировать текущее состояние удовлетворенности и лояльности клиентов и формирования контура выборки для дальнейшего качественного исследования с использованием глубинного интервью.

12–20

Достаточное количество респондентов

**2**

От 12 до 20 интервью с репрезентативными представителями компаний достаточно для получения основного объема информации

Были проанализированы результаты телефонного анкетирования клиентов за несколько предыдущих лет, выявлены важные критерии удовлетворенности с низкими оценками. Однако сформулировать конкретные мероприятия по улучшению работы не удалось, поскольку общий характер вопросов в анкете и отсутствие пояснений к оценкам не позволили разобраться в истинных причинах удовлетворенности и неудовлетворенности клиентов, выявить ожидания и потребности в отношении тех или иных аспектов работы компании, а также сопоставить уровень обслуживания с конкурентами.

Для уточнения и более глубокого понимания сути и содержания результатов количественных опросов было

принято решение провести серию глубинных интервью с ключевыми заказчиками клиента. Был подготовлен список из 40 клиентов с указанием контактных лиц, принимающих решения. По этому списку провели рекрутинг и договорились о 12 интервью. По опыту, такого количества достаточно, так как с каждым новым интервью количество получаемой новой информации уменьшается (рис 2). Но было важно получить репрезентативную выборку, то есть такую выборку, в которой представлены все подгруппы клиентов, важные для исследования. Поэтому при формировании выборки учитывались результаты ABC-анализа клиентов, местоположение, область деятельности и форма собственности.

Также был подготовлен топик-гайд – детальный план, состоящий из основных блоков вопросов, включающих и специфические особенности, на которые необходимо обратить внимание интервьюеру при проведении беседы.

Проведение глубинных интервью и количественного исследования

После этого проводились непосредственно глубинные интервью. Это были очные встречи длительностью 1,5-2 часа с использованием ключевых вопросов из подготовленного топик-гайда. С разрешения респондентов велась аудиозапись. Стоит отметить, что глубинное интервью положительно воспринималось целевой аудиторией. Во время встреч респонденты демонстрировали открытость и готовность к общению, охотно делились как позитивным, так и негативным опытом сотрудничества с компанией и ее конкурентами.

После расшифровки полученных аудиозаписей были выявлены наиболее важные критерии оценки работы компании, а также ожидания и потребности ее клиентов в отношении качества работы и уровня обслуживания.

Но необходимо было еще решить задачу оценки работы компании по выявленным наиболее значимым параметрам, влияющим на удовлетворенность и лояльность клиентов. Их оценка была проверена с помощью количественного исследования – телефонного анкетирования выборки 400 респондентов. Опрашивать всех клиентов компании не было необходимости. При правильном формировании выборки выводы, полученные на основе ее изучения, могут быть перенесены и на генеральную совокупность всех клиентов компании.

Полученный результат

В результате реализованного маркетингового исследовательского проекта были достигнуты все поставленные заказчиком цели и задачи. Он получил оценку своей компании и конкурентов по наиболее значимым параметрам, влияющим на удовлетворенность и лояльность клиентов (рис 3). Это запустило целую серию проектов внутренних изменений, стало источником корректирующих и предупреждающих действий в работе и со временем отразилось на повышении показателя уровня удовлетворенности и лояльности клиентов.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

I. Характеристика и рабочий инструментарий исследования.....	4
II. Результаты исследования.....	8
II.I Потребительское поведение в условиях кризиса.....	9
II.II Восприятие компании.....	11
II.III Выбор поставщика и согласование условий поставки.....	13
II.III.I Процесс закупки оборудования.....	13
II.III.II Источники информации.....	15
II.III.III Критерии выбора поставщика.....	19
II.IV Поставка оборудования.....	31
II.V Запуск оборудования и обучение.....	33
II.VI Эксплуатация и послепродажное обслуживание.....	35
II.V Сроки реакции.....	38
III. Выводы исследования.....	40
IV. Рекомендации.....	44
Приложение 1. Вопросы для проведения глубинных интервью (топик-гайд)...	45

3

Содержание отчета, подготовленного заказчику с результатами маркетингового исследования



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



КАЧЕСТВО

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ОТМЫВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДИКТУЕТСЯ РАСТУЩИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К НАДЕЖНОСТИ

ВИЗИТ В ЛАБОРАТОРИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ КОМПАНИИ ZESTRON

Текст: Юрий Ковалевский



В 1975 году в немецком городе Ингольштадт была образована химическая компания Dr. O. K. Wack Chemie GmbH. В 1989 году она представила средства для отмывки, предназначенные для замены материалов, содержащих хлорфторуглероды (ХФУ), а в 1992-м на ее основе была создана компания Zestron, для которой разработка химии для отмывки в области электроники стала основным направлением деятельности. Сегодня Zestron занимает лидирующие позиции в области средств отмывки для электронной промышленности во всем мире. Помимо материалов для отмывки печатных узлов, компания создает средства для очистки микроэлектронных изделий, а также технологического оборудования. В ноябре 2019 года при содействии Группы компаний Остек мы посетили аналитические подразделения Zestron в Ингольштадте, где специалисты компании рассказали о том, как она помогает своим заказчикам не только определять качество отмывки, но и находить первопричины явлений, напрямую влияющих на надежность изделий. Кроме того, на выставке productronica 2019 мы поговорили с генеральным директором компании Ральфом Хёкле (Ralph Hoesckle) о текущем состоянии рынка производства электроники, о том, насколько сейчас востребована отмывка мире, и как на эти процессы влияют отраслевые тренды. С этого интервью мы и начнем рассказ о нашем визите в компанию.



Господин Хёкле, как вы оцениваете текущее состояние рынка материалов для отмывки в электронике? Какова динамика бизнеса вашей компании?

В целом наш бизнес развивается довольно хорошо. Наверное, как и многие европейские компании – прежде всего немецкие, мы некоторое время назад почувствовали некоторое ухудшение на рынке автомобильной электроники. Но к счастью, в наших поставках этот сектор занимает лишь относительно небольшую часть. Во многих других секторах рынка мы чувствуем себя очень хорошо и в целом довольны ростом нашего бизнеса.

Я думаю, что и в автомобильной электронике нижняя точка уже пройдена. Сейчас на глобальном рынке очень много возможностей, которые создаются появлением новых технологий в таких областях, как автономный и электрический транспорт, телекоммуникации 5G. Вы можете видеть и по выставке productronica, что на рынке не чувствуется какого-то серьезного спада. Если мы вспомним 2015 год, то, по моим субъективным ощущениям, в этом году выставка проходит лучше.

Даже если сравнить эту выставку с SMTconnect, которая прошла в мае 2019 года в Нюрнберге, тогда было больше недовольных текущим положением вещей. Никто не понимал, что именно происходит. Но сейчас, мне кажется, люди с оптимизмом смотрят в будущее.

В целом складывается хорошая ситуация, в особенности для нас, потому что мы наблюдаем рост требований к надежности электронных изделий, а надежность во многих случаях означает необходимость отмывки.

Что вы можете сказать о российском рынке?

Этот рынок не совсем понятен для нас. Многие локальные рынки испытывают сильное зарубежное влияние – Америки, Германии, Франции... Но россий-



Ральф Хёкле

ский рынок, скажем так, – очень российский. Наверное, это хорошо. Однако для нас это означает, что мы должны определенным образом адаптироваться к его особенностям. Но у нас есть надежный партнер в России – Группа компаний Остек, который нам помогает в этом.

Могу сказать, что за последние лет 15 на российском рынке произошли значительные изменения с точки зрения технических требований. Полтора десятилетия назад практически все электронные сборки изготавливались по технологии монтажа в отверстия; поверхностный монтаж только начинал применяться в России. Сейчас же в вашей стране технология поверхностного монтажа на высоком уровне. Россия за это время сделала большой шаг от относительно простого производства к разработке и изготовлению передовых устройств. Как и на глобальном рынке, растут требования к надежности изделий.

Мы стараемся отвечать этим современным требованиям. Более того, мы выходим за пределы отмывки, рассматривая надежность в целом. Мы стремимся помочь нашим клиентам выявлять первопричины проблем и бороться с ними. Этому служат наши тренинги, проводимые в рамках Zestron Academy, а также лаборатории аналитических подразделений в г. Ингольштадт.

Вы говорите о повышении требований к надежности, которое влечет рост необходимости в отмывке. Но за последнее время произошел достаточно большой прогресс в области безотмывочной технологии. Как это сказывается на востребованности материалов для отмывки?

Конечно, никому не хочется отмывать свои изделия. Безотмывочная технология сейчас доминирует на рынке, и я готов первым подтвердить, что она работает. Но она работает не во всех случаях. Поэтому, с одной стороны, мы имеем нежелание клиентов использовать отмывку, а с другой – их желание создавать надежные изделия. Мы работаем на стыке этих двух потребностей. В этом смысле мы – нишевая компания, но в этой нише мы занимаем большую долю рынка благодаря тому, что мы оказываем сильную техническую поддержку клиентам, которые хотят, чтобы их процессы были стабильны и давали хороший результат.

В начале моей деятельности в Zestron – это было 26 лет назад – наша команда состояла всего из трех человек. Тогда мы занимались прежде всего разработкой отмывочных жидкостей для замены составов, содержащих ХФУ, которые были запрещены из-за влияния на озоновый слой атмосферы. Сейчас только отмывкой у нас занимается 180 человек. Это ли не показатель того, что востребованность данной операции за годы выросла? И произошло это благодаря росту требований к надежности.

Раз вы упомянули запрет ХФУ, не могу не спросить про текущие задачи, связанные с экологией. Сейчас вопросу безопасности окружающей среды уделяется очень большое внимание. Как это сказывается на разработке химии для электроники?

Zestron – немецкая компания, а в Германии безопасность химических материалов – это не только экологичность, но и отсутствие негативного влияния на здоровье тех, кто с ними работает. Для нас очень важны обе составляющие.

Немецкие законы в этой области очень жесткие, поэтому то, что мы продаем на рынке Германии, мы можем продавать и на других рынках. И хотя в некоторых странах, где требования к безопасности не столь строгие, мы могли бы продавать менее безопасные продукты, мы этого не делаем, потому что хотим всегда и везде обеспечивать самый высокий уровень качества и безопасности.

В частности, я хотел бы подчеркнуть, что в наших продуктах не используются так называемые CMR-вещества – канцерогенные, мутагенные или токсические для репродуктивности, что нас отличает от некоторых наших конкурентов, которые все еще применяют их. В Европе CMR запрещены законом. И то, что в наших продуктах нет даже очень малых доз таких веществ, является нашим конкурентным преимуществом, потому что крупные заказчики очень внимательно относятся к сохранению здоровья своих сотрудников, а не только к защите окружающей среды.

Что касается экологии, одним из методов снижения отрицательного влияния на окружающую среду является применение замкнутого цикла отмывки, при котором выбросы сводятся к минимуму.

Какие факторы и требования, помимо экологических, оказывают наибольшее влияние на разработку новых средств отмывки электроники?

В первую очередь это появление новых паяльных паст. 15 лет назад широко применялись пасты типа RMA, которые содержали большое количество канифоли и после которых на платах было много остатков флюса, для удаления которых необходимо было использовать растворители. С тех пор существенно расширилось использование паст на основе водосмываемых и синтетических флюсов, а для эффективного удаления синтетических флюсов нужны другие составы.

Кроме того, произошел переход на бессвинцовую технологию, и это тоже потребовало адаптации средств отмывки.

Сейчас появились пасты, состав которых позволяет долго хранить их без охлаждения. Еще один пример – пасты с большим количеством клейких компонентов, обеспечивающих высокую адгезию.

Каждый производитель пытается улучшить свойства своих паст, меняет их состав, и для нас это всегда вызов, потому что, кем бы ни был этот производитель и какие бы цели не преследовал, если его паста применяется на рынке, мы должны обеспечить удаление ее остатков. С нашей точки зрения, паста – это загрязнение, и если ее состав меняется, мы должны адаптировать состав наших средств.

Итак, экология, безопасность для персонала, изменения составов паст – самые важные факторы, которые влияют на наши продукты. Но кроме них есть еще несколько: меняется оборудование для отмытки, появляются новые типы монтажных оснований, усложняется геометрия конструкций.

Поэтому у нашей команды разработчиков есть работа. Эта команда у нас насчитывает 20 человек, и она очень сильная, потому что наша работа – всегда стремиться к лидерству в технологии. Насколько у нас это получается – судить нашим заказчикам.

Есть ли продукт, который можно назвать «визитной карточкой» компании Zestron?

У нас есть четыре бренда средств отмытки: Zestron – материалы на основе растворителей; Vigon – двухфазные средства на водной основе; Hydron – также средства на водной основе, но однофазные; наконец, Atron – средства на основе ПАВ.

Наверное, назвать то или иное средство «визитной карточкой» было бы не совсем верно, поскольку все они предназначены для различных задач, и их популярность в большой степени зависит от конкретного рынка. Но я могу сказать, что продукты под брендом Vigon особенно широко распространены и хорошо известны в мире. Они занимают лидирующие позиции на глобальном рынке среди средств на водной основе для удаления флюсов. Эти материалы очень надежны благодаря, в частности, широкому окну процесса.

На выставке productronica большинство производителей оборудования говорят об «Индустрии 4.0», о том, как меняются их решения для того, чтобы помочь реализации этой концепции. Как этот тренд отражается на деятельности вашей компании, основным продуктом которой являются материалы для отмытки?

Для нас «Индустрия 4.0» – это прежде всего обслуживание по состоянию. В технологии отмытки важно понимать не только текущее состояние ванны, но и то, как долго она еще будет находиться в приемлемом состоянии. Нужны прослеживаемые данные, которые говорили бы системе, что, например, сейчас процесс еще находится в пределах допустимого окна, но через два дня потребуются пополнить ванну раствором отмытки. Это очень важный во-



Марк Черубин

прос для обеспечения устойчивого качества выполнения процесса, но в то же время очень сложный.

Когда вы имеете дело с такими параметрами, как температура или давление, измерить их обычно труда не составляет. Но, например, когда речь идет о точном измерении концентрации, всё гораздо сложнее. В этом направлении серьезным шагом стала разработка устройства Zestron Eye – цифровой системы мониторинга, обеспечивающей точное измерение концентрации средства отмытки в ванне в реальном времени.

«Индустрия 4.0» – очень важный тренд, особенно в Германии. И хотя нам еще предстоит решить ряд задач в этой области, с уверенностью можно сказать, что мы можем предлагать решения для реализации этой концепции.

Лаборатории аналитических подразделений в г. Ингольштадт нам показал руководитель по маркетингу и менеджер продукции компании Zestron Марк Черубин (Mark Cherubin).

Господин Черубин, какие задачи решаются аналитическими подразделениями Zestron?

Хотя технология отмытки является основной областью деятельности компании, главная наша задача – принести пользу заказчику. А заказчику в конечном счете важно не то, насколько чистое его изделие, а то, насколько оно надежное. Отмытка может быть



Тренинг Zestron Academy

важным, иногда ключевым фактором обеспечения надежности, но – не единственным.

Если наш заказчик сталкивается с некоторой проблемой, он обычно видит ее последствия, например, отслоение покрытия. Но для того чтобы устранить эту проблему, необходимо понять, что ее вызвало, какова ее первопричина. А это невозможно сделать без аналитических исследований.

Первопричиной подобных дефектов могут быть не только загрязнения, но и другие явления, связанные с состоянием поверхности, которые могут образовываться на различных этапах производственного процесса. Поэтому, помимо тренингов по отмывке в рамках Zestron Academy, мы проводим для наших заказчиков коучинги, направленные на поиск причин несоответствий и возможностей оптимизации их процессов, выходящие за рамки операций отмывки.

Кроме того, с ростом требований к надежности нашим заказчикам часто требуется помощь в оценке рисков отказа конечного изделия в условиях эксплуатации. Благодаря нашим компетенциям в области анализа и исследований мы часто можем эту помощь оказать.

Чем отличаются тренинги от коучингов?

Тренинги – это групповые мероприятия, на которые приходят представители разных компаний, желающие больше узнать о процессах отмывки, о том, как их правильно построить и достичь наилучшего результата. Эти мероприятия проводятся на нашей территории, в том числе в лабораториях аналитических подразделений.

Коучинг же проводится только для одного заказчика и, как правило, направлен на решение конкретной проблемы, с которой этот заказчик к нам обратился. В таких случаях наши специалисты выезжают к клиенту, знакомятся с его техпроцессами, исследуют конкретные изделия. Часто эти мероприятия



Сканирующий электронный микроскоп (слева) и ИК-Фурье-микроскоп (справа)

сопровождаются подписанием соглашения о неразглашении конфиденциальной информации. И, как я уже говорил, причина дефекта необязательно лежит в области отмывки. Поэтому у нас есть и оборудование, и специалисты, способные выявлять различные состояния поверхности изделий. То, с чем мы имеем дело, всегда относится к поверхностным состояниям. Внутренние состояния, такие как, например, трещины в паяных соединениях, не входят в сферу нашей компетенции.

Какие инструменты используются для аналитических исследований?

Здесь, в г. Ингольштадт, у нас есть два аналитических подразделения. Они расположены в разных зданиях, потому что одно из них работает в тесной связи с подразделением разработки, а второе в большей мере относится к стандартным исследованиям, связанным с применением процессов отмывки.

Начнем с первого из перечисленных подразделений. Здесь имеются приборы разной сложности, начиная с микроскопа, который несмотря на свою простоту остается очень полезным инструментом. Но здесь же расположены, например, две установки для ИК-спектроскопии. Разница между ними в том, что с помощью первой – ИК-Фурье-микроскопа – вы можете выполнять измерения составов на поверхностях, а вторая – это классический спектрометр, предназначенный для работы с жидкостями, порошками и т. п.

Для чего нужны спектрометры в приложении к электронике?

В прибор, работающий с материалами, можно поместить, допустим, небольшое количество флюса и измерить ИК-спектр, который в дальнейшем будет использоваться в качестве эталонных данных. А с помощью ИК-Фурье-микроскопа можно выявить наличие остатков флюса на электронной сборке.



Установка ионной хроматографии

Этот метод позволяет выявлять органические загрязнения, такие как остатки флюса, жиры и т. п., что очень важно, например, если заказчику нужно нанести на электронную сборку защитное покрытие, потому что, если на сборке имеются такие загрязнения, это может привести к отслоению покрытия.

Также в этом помещении есть сканирующий электронный микроскоп (СЭМ). Он тоже применяется для исследования поверхностей?

Да, это не совсем обычный электронный микроскоп: он оптимизирован именно для исследования явлений на поверхности образца, потому что для нас важно знать, что находится на поверхности, а не внутри материала. Классический СЭМ имеет довольно большую глубину проникновения электронного луча в материал. Но нам это не требуется, потому что те проблемы, с которыми мы обычно имеем дело, расположены на поверхности изделия.

Это достаточно новая установка, мы установили ее здесь в конце 2018 года.

Пример применения СЭМ вы можете наблюдать прямо сейчас: моя коллега исследует полупроводниковый кристалл заказчика, который был отмыт, но заказчик обнаружил, что на его поверхности есть что-то необычное. Она уже определила, что это – некоторое органическое загрязнение, и кроме того, она нашла признаки воздействия на сам кристалл. Как я уже говорил, нам важно не только найти проблему, но также выявить ее первопричину и по возможности дать заказчику совет, как ее устранить. Сейчас мы в поиске этой причины, и электронный микроскоп очень в этом помогает.

Этот микроскоп может не только показать увеличенное изображение объекта, но и провести элементный анализ поверхности. Для этого с помощью электронного луча инициируется радиационное излучение материалов объекта, после чего микроскоп



Цифровой оптический микроскоп

«собирает» это излучение и анализирует его на предмет корреляции со спектрами излучения различных элементов. Таким образом можно определить состав поверхности на определенном участке и выявить наличие на ней того или иного химического элемента. Данная установка, в частности, позволяет получить карту участка, на которой различными цветами показаны области, где присутствует соответствующий данному цвету элемент.

Для каких практических задач может применяться элементный анализ?

Допустим, мы видим область, богатую кислородом. Это может означать наличие окисления, коррозии. Большое содержание углерода может быть признаком наличия в соответствующей области остатков флюса.

Интерпретация результатов таких исследований помогает понять, что произошло с изделием, с его поверхностью, установить соответствие этих явлений с тем, как выполняется технологический процесс у заказчика, и в результате найти первопричину проблемы и помочь заказчику ее устранить, что, как я уже говорил, является для нас главной задачей.

Вы сказали, что на второй площадке выполняются более «стандартные» исследования. Значит, и состав оборудования на ней другой, более простой?

Для анализа причин дефектов необходимы различные инструменты. Используя только один инструмент или метод, часто невозможно понять, в чем суть проблемы и какова ее причина. Это чем-то напоминает пазл. Вы получаете часть информации с помощью одного инструмента, часть – с помощью другого и т. д., в результате собирая цельную картину – определяя первопричину дефекта.

Поэтому и те инструменты, которые вы уже видели, и те, которые расположены во втором подраз-



Установки отмытки различных производителей в техническом центре Zestron

делении, могут использоваться в комбинации. Если заказчик обращается к нам с конкретной проблемой и для него проводится коучинг, то мы выполняем расширенные аналитические исследования, которые обычно требуют участия специалистов из подразделения разработки.

Если же заказчику требуется оптимизировать именно процесс отмытки или он только выбирает технологию и выполняет пробную отмытку, ему нужно знать, насколько чистая поверхность его изделий. Тогда подключение специалистов-разработчиков не требуется, и можно обойтись «стандартными» средствами, собранными на этой – второй – площадке, которую мы называем техническим центром.

Здесь есть, например, оборудование, с помощью которого вы можете выполнять исследования, связанные с ионными веществами. Эти вещества могут быть причиной таких дефектов как поверхностная коррозия, электромиграция и др. После выполнения отмытки уровень ионных загрязнений должен быть очень низким. Это один из ключевых факторов обеспечения надежности изделий.

Данное оборудование включает три установки. Первая из них позволяет определить наличие ионных загрязнений на изделии, например, электронной сборке, целиком. Ее принцип действия основан на методе экстракции растворителем. Изделие полностью погружается в растворитель, а затем выполняется измерение электрического сопротивления полученного экстракта, что отражает степень загрязнения ионными веществами всего изделия.

Вторая установка также работает по этому принципу, но позволяет выполнять анализ локальных участков, которые, например, вызывают сомнения у заказчика или являются наиболее критичными.

С помощью третьего прибора – ионного хроматографа – можно определить не только количество ионных загрязнений, но и их состав. Это дает возможность понять, как появились данные загрязнения, какая операция стала их источником. А уже эти данные могут помочь заказчику оптимизировать свой процесс.

Следующая установка – тоже очень полезный инструмент. Она измеряет поверхностную энергию или, иными словами, угол смачивания. Это позволяет судить о том, насколько данная поверхность обладает гидрофильными или гидрофобными свойствами. Например, если вы планируете наносить на поверхность печатного узла защитное покрытие, лучше, если поверхность будет гидрофобной.

Именно гидрофобной? Почему?

Если говорить строго, это зависит от конкретного типа покрытия. Но в большинстве случаев – именно гидрофобной. Потому что большинство самих покрытий гидрофобные, а адгезия тем лучше, чем меньше различие между поверхностными энергиями покрытия и основания.

Кстати, остатки флюса как раз обычно снижают гидрофобность поверхности и тем самым ухудшают адгезию покрытий.

Еще одна установка предназначена для проверки качества нанесения покрытий. Принцип ее действия заключается в том, что узел с нанесенным покрытием погружается в ванну с водой, на него подается напряжение, и на участках, где покрытие нанесено недостаточно качественно, начинают формироваться пузырьки газа, что и является индикатором наличия несоответствия, поскольку если покрытие нанесено правильно, между проводниками и водой нет контакта и пузырьки под действием электрохимических процессов образоваться не могут.

На этой площадке также присутствуют микроскопы. Это обычные оптические приборы?

Вообще говоря, мы применяем микроскопы трех типов. Вы уже видели на первой площадке два типа микроскопов: обычный оптический и СЭМ.

Здесь у нас тоже есть обычный стереомикроскоп, но, кроме того, на этой площадке расположен цифровой оптический микроскоп. В каком-то смысле он занимает промежуточное положение между стереомикроскопом и СЭМ. В электронном микроскопе изображение получается с помощью детектора электронов, которое потом можно сохранить на диске или посмотреть на экране монитора. В обычном оптическом микроскопе «рабочей частицей» является не электрон, а фотон, а в качестве детектора выступает наш глаз.

В этом же приборе, так же, как и в стереомикроскопе, используются фотоны, но детектор – цифровой. Его увеличение достигает 2 000X, и еще он очень быстрый: с его помощью можно получать снимки один за другим. Фактически, этот микроскоп является для нас стандартным инструментом: мои коллеги исследуют поступающие к нам платы, сборки и другие изделия именно с помощью этой установки, чтобы предварительно выявить наличие проблем.

Вы сказали, что в этом подразделении часто проверяется степень чистоты после пробной отмывки, которую выполняют заказчики, еще только выбирающие технологию и оборудование для этой операции. Могут ли такие заказчики выполнить пробную отмывку на вашей базе?

Да, действительно, часто наши клиенты приезжают к нам, чтобы определиться с тем, как им следует выполнять отмывку их изделий. Многие из них не являются специалистами по отмывке, они еще только выбирают подходящее для них решение. Им нужно получить базовое представление о том, что сейчас имеется на рынке и как подойти к реализации этого процесса.

Это похоже на то, как большинство из нас выбирает автомобиль. Например, я не специалист в автомобилях и чтобы понять, что именно мне нужно, я могу посетить несколько компаний-производителей и сравнить то, что они предлагают. Но, во-первых, это займет достаточно много времени, а во-вторых – мне придется в основном

общаться с продавцами, которые, конечно, смогут подобрать автомобиль данного конкретного производителя, который соответствует моему бюджету, но будет ли их совет непредвзятым? Конечно, более удачным для меня было бы общение с экспертом в области автомобилей, основной бизнес которого – консультации для таких клиентов, как я, и который смог бы мне показать автомобили разных производителей за один день.

Именно эта идея и реализована у нас. Это своего рода демозал. Здесь собрано оборудование от большинства ведущих производителей из разных стран, отличающееся и по принципу работы, и по производительности, и по ценовой категории. Сейчас в нашем центре находятся не все установки: некоторые из них мы забрали в Мюнхен на наш стенд на выставке productronica.

Заказчики приезжают к нам со своими платами, проводят здесь один-два дня, получают консультации наших технологов – не продавцов, а инженеров по техпроцессам. На основе полученной информации они делают вывод, какой процесс и какое оборудование им подходит лучше всего.

Естественно, мы часто слышим вопрос: «Какое оборудование сейчас самое лучшее?» Заказчики задают его, потому что ожидают, что мы, имея опыт работы с установками разных производителей, должны знать, какая машина лучше всех.

Однако наш ответ на такой вопрос всегда звучит так: «Это зависит от ваших потребностей». Ведь и про автомобили мы не можем сказать, что какая-то определенная модель – лучшая для всех. Например, если вы передвигаетесь только по городу, наверное, вам лучше подойдет небольшой экономный автомобиль, а если вы ездите по бездорожью – то, вероятно, мощный автомобиль с большим дорожным просветом.

Поэтому прежде чем выполнить пробную отмывку платы заказчика на различных установках, мы выясняем у него, каков его бюджет, каков объем выпуска, какие требования предъявляются к чистоте поверхности его изделий, какое у них конечное применение и т. п. После этого мы выбираем несколько установок, которые могут подойти данному заказчику, и проводим на них пробную отмывку. Обычно это три-четыре установки, а иногда и меньше.

За год наш технический центр посещают около 400 заказчиков – как в рамках тренингов, так и просто познакомиться с различными технологиями и оборудованием и выбрать для себя оптимальное решение. Наши компетенции и технические возможности помогают им определиться с выбором, а тем клиентам, которые сталкиваются с проблемами на реальном производстве – выявить первопричину этих проблем и улучшить свои процессы, даже если данные проблемы вызваны причинами, не связанными с отмывкой.

Спасибо за интересный рассказ.

КАЧЕСТВО

ИНДУСТРИЯ 4.0 И СОВРЕМЕННЫЙ СЕРВИС: ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ



Текст: Артём Соломатин



В условиях 4-й промышленной революции, широко известной также как «Индустрия 4.0», владельцы современного промышленного оборудования сталкиваются с трудностями в части эффективного использования, а зачастую и просто поддержания оборудования в исправном, работоспособном состоянии. Распространение на производствах информационных технологий, внедрение киберфизических систем в конструкцию отдельных установок, сборочных линий и предприятий делают задачу грамотной эксплуатации производственных мощностей собственными силами всё более трудноразрешимой. Особенно это справедливо для предприятий, работающих в области производства электронных изделий, компонентов, сборки печатных плат и узлов.



1

Сервисные инженеры Остек-СМТ за работой

Концепции сервиса: традиционный подход

Традиционно для решения этой задачи промышленность прибегает к помощи различных сервисных организаций. В настоящее время существует целый ряд концепций обеспечения технического сервиса и поддержки. Не вдаваясь в теорию, можно условно разделить их на три направления:

- сервис, обеспечиваемый соответствующими структурными подразделениями организации-эксплуатанта;
- сервис, предоставляемый сторонней специализированной фирмой;
- сервис силами организации-поставщика (или производителя) оборудования.

Первый вариант, безусловно, весьма затратен для собственника производства, поскольку подразумевает необходимость содержать собственную сервисную службу (порой весьма многочисленную) и самостоятельно нести расходы, связанные с поддержанием и повышением квалификации обслуживающего персонала. Выигрыш в оперативности и сокращении времени простоев оборудования благодаря плановому обслуживанию или ремонтным работам, который, теоретически, должен достигаться за счёт использования собственных ресурсов организации, зачастую не реализуется на практике. Причина этого – постоянно возрастающая сложность оборудования и сложность связанных с его эксплуатацией технических и технологических операций, относящихся как к аппаратной, так и к программной составляющим. Как правило, силами собственного сервисного подразделения удаётся быстро разрешить лишь наиболее простые типовые вопросы и проблемы. В остальных случаях неизбежно обращение за консультациями и технической поддержкой к организациям-поставщикам с привлечением их инженерно-технического персонала,



владеющего необходимыми знаниями и навыками, а также специфическим инструментарием.

Второй вариант, а именно услуги специализированных сервисных подрядчиков, может иметь весьма высокое качество, но также и весьма высокую стоимость, поскольку сервис является основным источником прибыли подобных организаций. Позволить же себе содержать широкую сеть подразделений (специалистов) в регионах могут далеко не все, что сказывается на скорости реакции на обращения заказчиков. К тому же, будучи организациями, не связанными с поставщиками оборудования непосредственно, такие фирмы часто вынуждены прибегать к консультациям и запрашивать поддержку поставщиков, что отрицательно сказывается на оперативности.

Третий вариант реализуется двояко. Если компания-поставщик развивает собственное сервисное подразделение как центр генерирования прибыли, то есть как отдельный специализированный бизнес, то, как правило, услуги такого подразделения – лучшее, что может получить заказчик с точки зрения качества, наполнения и оперативности приобретаемых услуг. В то же время, это просто качественный технический сервис, которым в наше время сложно кого-либо удивить, равно как и просто качественным, технически продвинутым продуктом (это утверждение справедливо практически для любой отрасли и сферы деятельности).

Концепции сервиса: перспективный подход

Более продвинутой и перспективной можно считать продуктово-сервисную систему (ПСС), когда компания-поставщик стремится обеспечить заказчика не просто отвечающим его запросам решением или продуктом и далее качественным техническим сервисом как таковым, а когда сервис сам по себе не является «това-

ром» и реализуется в интересах заказчика как часть комплексного решения. Правильно разработанная ПСС приносит заказчику не набор требуемого оборудования и услуг (пусть и весьма совершенных), а достижение желаемого результата, например, производство определённого вида изделий с гарантированным качеством, производительностью, по требуемой технологии и с чётко прогнозируемым временем простоя.

Практика создания ПСС, наработанная в компании «Остек-СМТ», показывает, что именно данный подход оказывается наиболее эффективным как для потребителя, так и для поставщика, обеспечивая последнему преимущество в конкурентной борьбе за реализацию проекта.

Однако следует учесть, что ПСС является полноценной и конкурентоспособной только в том случае, когда она наполнена современными и перспективными решениями из области технического и, так называемого, клиентского сервиса. Немаловажную роль играют и технологии общения с заказчиком. Реализация ПСС требует от поставщика отказа от традиционных взглядов на самоценность продукта и/или услуг. Сервисное подразделение организации, предлагающей своим заказчикам решения в рамках ПСС, не обязательно должно быть прибыльным или даже самоокупаемым. Общий эффект данной модели достигается в большей мере за счёт реализации потенциала сервиса как части комплексного проекта по оснащению или модернизации производства.

Основными составляющими ПСС для большинства отраслей промышленности, включая сферу поверхностного монтажа электронных компонентов, являются:

- сам продукт (станки, машины, механизмы);
- пакет традиционных услуг технического сервиса, включающий плановое техническое обслуживание, диагностику и ремонт оборудования;
- система технической поддержки, ориентированная на удалённое решение вопросов заказчика;
- услуги по консультированию заказчика в технологических вопросах (и собственно постановка и внедрение необходимых для заказчика технологий);
- программы тренингов разного уровня, ориентированные на всестороннюю подготовку операторов, технологов и других занятых на производстве сотрудников заказчика;
- всевозможные аспекты клиентского сервиса.

Последнее понятие не имеет формального и однозначного определения. По сути, под ним понимается культура взаимодействия с заказчиком и способность удовлетворить все его запросы наиболее комфортным, оперативным и предпочтительным для самого заказчика образом.

На российском рынке традиционно недооцениваемой поставщиками составляющей является тех-

ническая поддержка. Если, например, в сфере IT-технологий в силу специфики отрасли данная услуга хорошо развита, то применительно к промышленному оборудованию она часто оказывается по остаточному принципу. Это может быть связано с неполным пониманием поставщиками того, как можно эффективно монетизировать техническую поддержку (а такое желание неизбежно возникает, поскольку техподдержка потребляет ресурсы компании), а также того, какие потенциальные выгоды для репутации компании даёт способность всесторонне консультировать заказчика, решая большую часть вопросов удалённо. На рынке, в свою очередь, пока не развит серьёзный спрос на подобную услугу, поскольку она просто не знакома большинству потребителей: заказчики готовы оплачивать конкретные операции вроде технического обслуживания, тогда как техническая поддержка является для многих абстракцией. Секрет успешного подхода здесь кроется в том, чтобы предлагать техническую поддержку не как самостоятельную услугу, а как естественную составляющую комплексного решения – продуктово-сервисной системы.

Не менее традиционной проблемой российского рынка является клиентский сервис. Ключевую роль в оказании качественного клиентского сервиса играют отнюдь не пресловутая клиентоориентированность и даже не оптимальным образом выстроенные бизнес-процессы организации-поставщика – они являются всего лишь следствием корпоративной культуры, системы ценностей и взаимоотношений внутри компании. Не менее важно умение находить баланс между такими неизбежными в работе сервисных подразделений вещами, как: стандартизация, высокая трудовая дисциплина, глубокая автоматизация бизнес-процессов, с одной стороны, и поощрение свободного мышления сотрудников и творческого подхода к работе с клиентами – с другой.

Особо важен технический аспект организации связи между заказчиком и поставщиком сервисных услуг. Даже при существующем избытии каналов коммуникации наблюдается постоянное развитие в этой сфере, появляются новые технические решения. Задача поставщика сводится к тому, чтобы предоставить заказчику максимум свободы в выборе средств передачи информации: заявки и запросы могут поступать по телефону, электронной почте, через веб-сайты и мессенджеры. В то же время во избежание хаоса при обработке входящей информации и дальнейшей коммуникации с заказчиком поставщик обязан использовать соответствующие средства автоматизации бизнес-процессов и CRM-системы, способные свести поток входящих данных в «одно окно», а затем правильным образом распределить их внутри организации.

В качестве примера успешной реализации концепции сервиса как части продуктово-сервисной



3
Регистрация оборудования (а) и отправка обращения (б) в приложении Ostec Service

системы на рынке оборудования для производства радиоэлектронной аппаратуры можно привести опыт компании «Остек-СМТ», предоставляющей своим заказчикам весь комплекс услуг, технических и организационных решений, включая программные продукты собственной разработки. Компания ведёт непрерывную работу над всеми составляющими ПСС. Особое внимание уделяется вопросам обучения персонала заказчиков с использованием современных информационных технологий, организации эффективной технической поддержки с минимальным временем реакции на заявки клиентов и внедрению на предприятиях целого ряда программных решений для обеспечения эффективности более («Умная линия») и менее («Умное рабочее место») автоматизированных производств.

Также в 2020 году компания предложила своим заказчикам мобильное сервисное приложение Ostec Service, чтобы сделать процесс подачи заявки или обращения по оборудованию максимально быстрым и необременительным – оно может работать на смартфонах с любыми операционными системами. Приложение сочетает в себе абсолютную прозрачность рабочего процесса – заказчик может наблюдать всю историю по обработке своей заявки или заявки,

отправленной в сервисную службу «Остек-СМТ», а также высокий уровень защищённости информации, передаваемой через приложение.

Запросы на сервисные услуги технически сложного оборудования определяют направление научно-технического прогресса в каждой отрасли промышленности. Однако есть общая тенденция, прослеживаемая во всех секторах экономики большинства развитых и развивающихся стран мира, – это условия 4-й промышленной революции, повсеместное внедрение на производствах аналога уже известного многим «Интернета вещей» (IoT) и связанного с ним всеобъемлющего проникновения информационных технологий на уровне самого производства. Отдельные единицы оборудования, персонал, производство, контрагенты, обслуживающие организации и средства коммуникации между ними превращаются в единый комплекс. Поэтому победа в соревновании на рынке сервисных услуг достанется предприятиям, способным органично работать в рамках единого комплекса и не только удовлетворять все насущные и перспективные потребности клиента, но и предлагать перспективные решения по совершенствованию и развитию производств. ▢

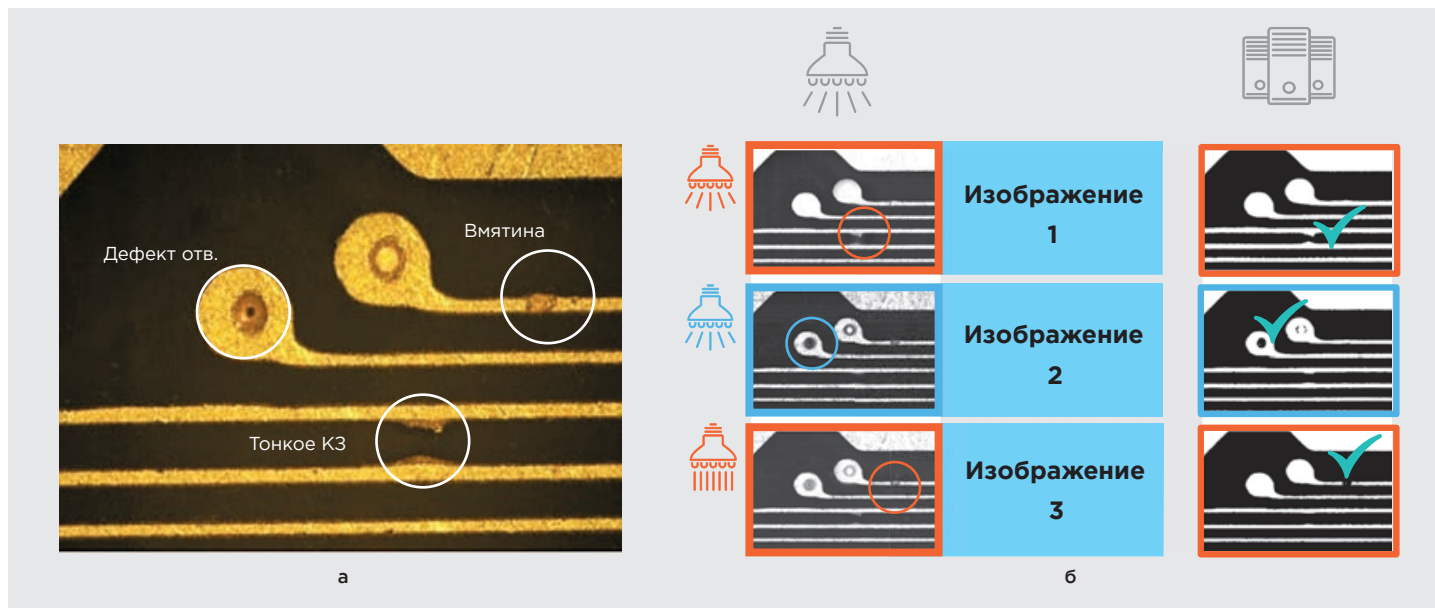
КАЧЕСТВО

РЕВОЛЮЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОИСКА САМЫХ КАВЕРЗНЫХ ДЕФЕКТОВ НА ЗАГОТОВКАХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Текст: Мария Шальнева
Олеся Косарева

”

Первые установки автоматической оптической инспекции (АОИ) появились почти три десятка лет назад и за это время претерпели множество изменений. Последние тенденции рынка – миниатюризация и уменьшение веса изделий, применение новых материалов, увеличение объемов производства, сокращение времени выхода продукции на рынок – поставили перед производителями новые задачи. Поэтому использование АОИ-установок на этапе контроля обеспечило как предприятиям с высоким объемом выпуска массовой продукции, так и производителям со специализированной продукцией узкоспециализированного применения очевидное преимущество.



1 а) Изображение в микроскопе; б) Изображения, получаемые установкой

Появление новых технологий также отразилось на системах АОИ – они стали более интеллектуальными, точными и быстрыми. Например, установки автоматической оптической инспекции теперь можно интегрировать в системы автоматического объемного формирования элементов топологии для ремонта дефектов как на внутренних, так и на внешних слоях печатной платы (ПП). Но основные задачи контроля качества: улучшение процесса обнаружения реальных дефектов (их количества и типов), снижение ложных срабатываний и, как следствие, уменьшение общего времени проверки, стоимости и трудозатрат на каждую проверку — остались прежними. Данным требованиям удовлетворяют немногие системы АОИ, представленные на рынке. Компания Orbotech представила новые решения, ставшие революционными в области автоматического контроля. Это системы АОИ 4-в-1, оснащенные функциями 2D-измерения, технологиями одновременной проверки топологии и лазерных переходов и автоматизированной удаленной многоканальной верификации за один цикл проверки.

Точность обнаружения дефектов

Точность оптической инспекции состоит из двух составляющих: качественного обнаружения реальных дефектов и уменьшения ложных результатов. В изделиях авиационной, медицинской, автомобильной и других подобных отраслей один из приоритетных факторов – это их надежность, так как наличие дефекта может привести к катастрофе.

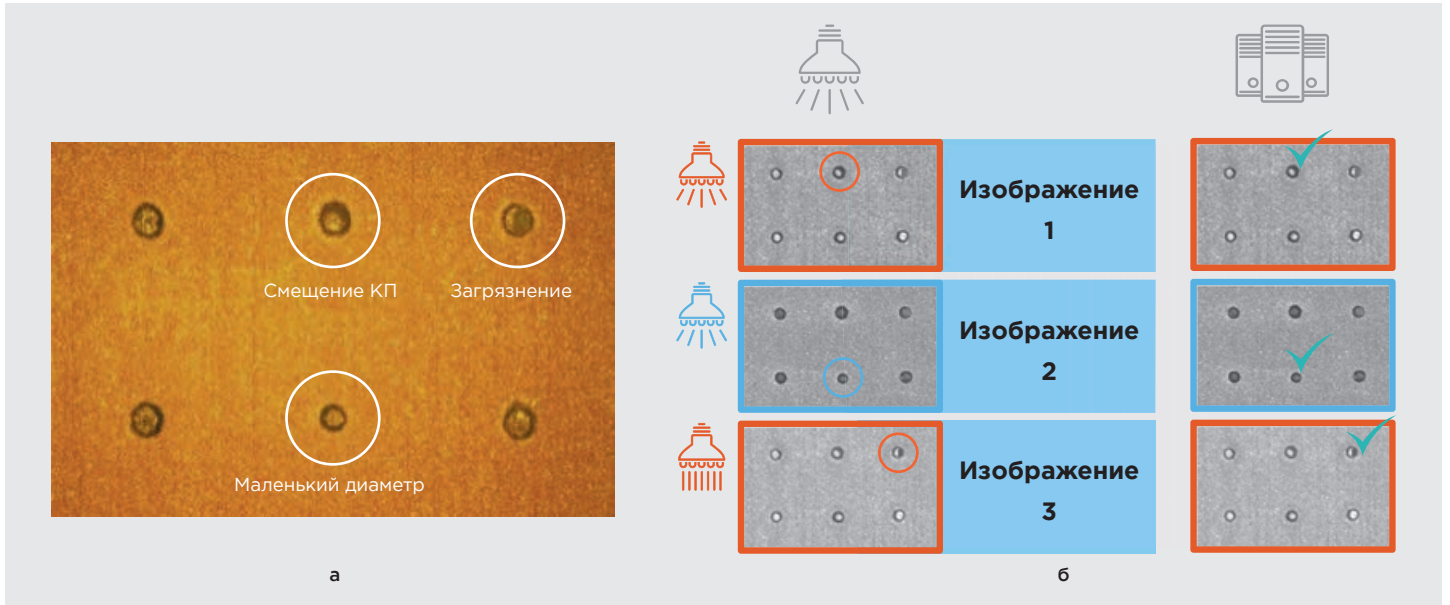
Миниатюризация изделий подразумевает увеличение количества компонентов и соединений на ПП, плотности монтажа и топологии при ширине прово-

дников и зазоров между элементами менее 50 мкм. Более того, различные типы подложек, включая высокочастотные диэлектрики, платы с большим количеством слоев, гибкие и гибко-жесткие платы, также усложняют поиск дефектов и увеличивают вероятность ложных результатов. Большое количество ложных срабатываний сказывается на стоимости изделия и времени инспекции, так как необходима повторная проверка. Поэтому в системах Orbotech Dimension™ разработана технология Triple Vision™, которая позволяет одновременно проверять и анализировать изображения трех разных типов с использованием различных настроек освещения и пороговых значений (диэлектрик-металл). Настройки освещения включают в себя разную длину волны, интенсивность и угол подсветки, а также бинаризацию изображений, когда цветное изображение переводится в черно-белое.

Такой подход позволяет с высокой точностью обнаружить и классифицировать широкий спектр дефектов, включая тонкие короткие замыкания, вмятины, перемычки между лазерными микроотверстиями, недостаток или избыток глубины сверления лазерного микроотверстия и многое другое (рис 1, 2).

Сложные дефекты и ложные срабатывания

При появлении многослойных и гибких плат с тонкими, прозрачными или полупрозрачными слоями высокой плотности обычные АОИ-системы столкнулись с возникновением большого количества ложных дефектов. Для решения данной проблемы существующие АОИ используют множество масок (применяя только Gerber-файлы слоев), на настройку которых тратится время,



2
а) Изображение в микроскопе; б) Изображения дефектов сверления, получаемые установкой

при этом есть большой риск пропустить реальные дефекты.

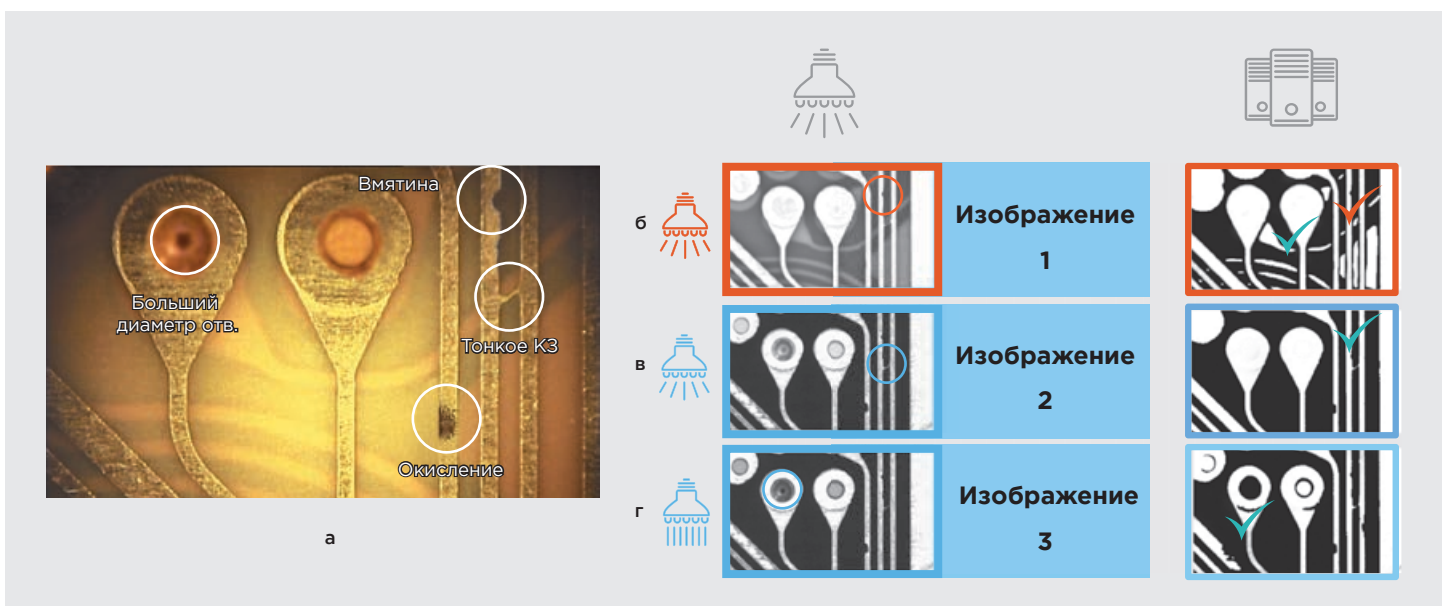
Технология Magic™ позволяет значительно уменьшить ложные срабатывания. Управляемая искусственным интеллектом, технология Magic™ от Orbotech устраняет необходимость использования контрольных масок, а значит – снижает вероятность пропуска дефектов.

В процессе инспекции установка делает несколько одновременных снимков, которые затем интегрируются в одно многоцветное изображение. Такое решение позволяет операторам точно раз-

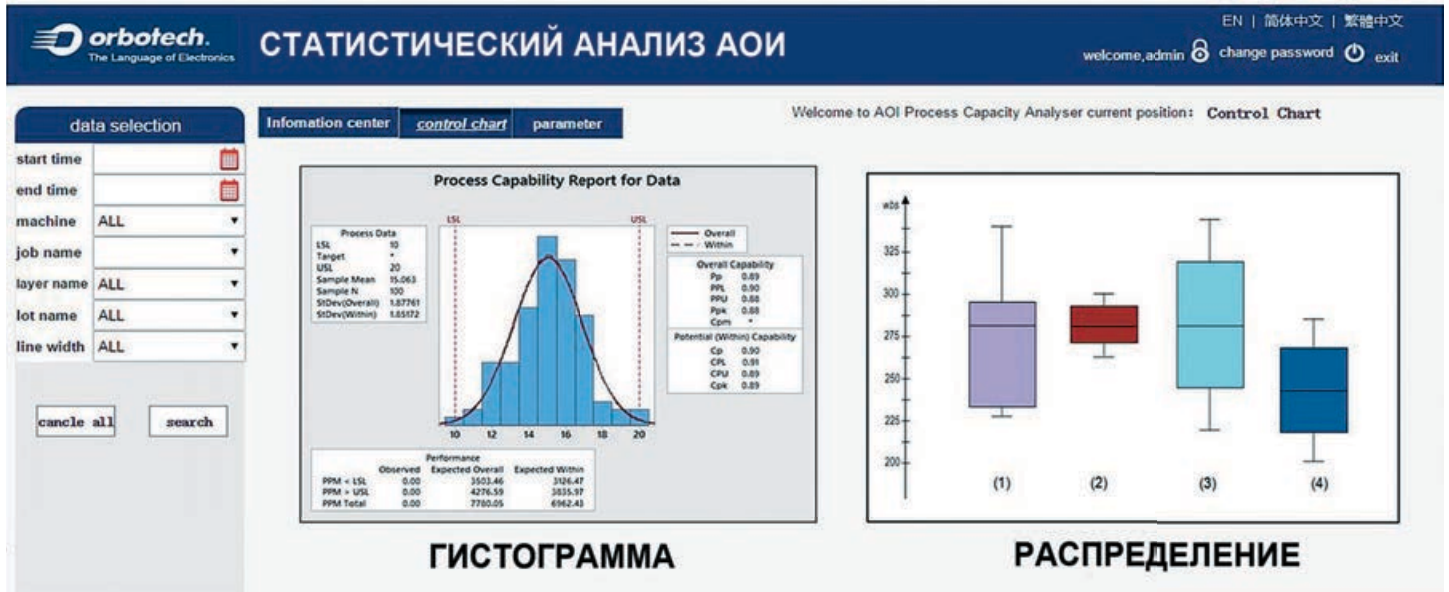
личать реальные и ложные дефекты за короткий промежуток времени. Это значительно сокращает цикл проверки и количество требуемых стадий проверки и позволяет провести более точную инспекцию без ложных дефектов от просвечивающих нижних слоев (рис 3).

Дальше полученные изображения отправляются на удаленную станцию RMIV Pro для верификации (рис 4).

Для точного поиска дефектов и решения проблемы сверхчувствительности, когда увеличение точности изображения приводит к увеличению



3
а) Изображение под микроскопом; б) монохромный красный источник света – просвечивают нижние слои; в) дополнительный синий источник света – виден только проверяемый слой, инспекция возможна; г) дополнительный синий источник света с другими настройками



4

Анализ полученных данных

ложных срабатываний, необходимо, чтобы интерпретация САМ-данных проводилась с учетом алгоритмов оптической инспекции. Поэтому современные АОИ-системы должны быть оснащены интеллектуальными алгоритмами, анализирующими топологию ПП. Алгоритм определяет дефект, его размер и расположение и сравнивает эти данные с допусками, заранее заданными для данной области и элемента. Далее алгоритм проводит анализ и отсортировывает дефекты по типу и важности: система будет искать мелкие дефекты на важных элементах, например, узких проводниках, игнорируя дефекты в неактивных областях, например, протравы в центрах контактных площадок. Таким образом снижаются также и затраты на ручной труд – оператору больше не нужно вручную просматривать ПП на наличие ложных дефектов.

Технология 2D-измерений

Технология 2D-измерений позволяет автоматически измерять верхнюю и нижнюю границы ширины проводников и площадок под поверхностный монтаж, при этом полностью автоматизированный процесс обеспечивает быстрые, точные и повторяемые измерения. Полная оцифровка поддерживает полную прослеживаемость и анализ данных, собирая статистику и историю измерений для дальнейшего использования ИИ (Искусственного интеллекта).

С помощью данной технологии можно выполнять замеры микропереходов прямо "на лету". Установка измеряет верхний и нижний диаметр отверстия, вычисляет конусность и круглость отверстия, а также его положение (рис 5).

Автоматическая настройка

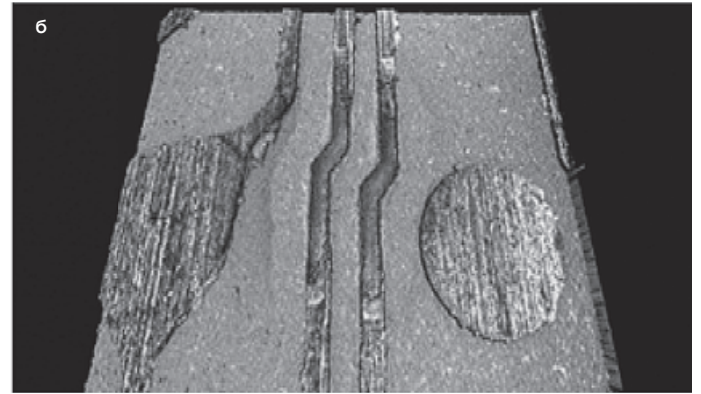
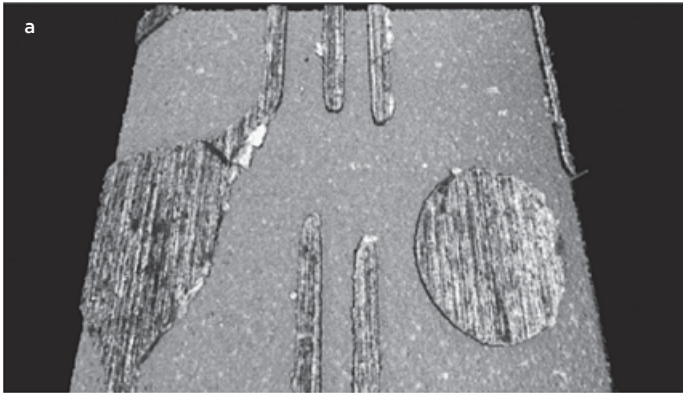
АОИ-системы от Orbotech оснащены автоматической настройкой – по первой заготовке в партии оператор визуально классифицирует дефекты на критические и некритические, определяет границу между диэлектриком и металлом (по градации черного-белого). Далее система будет сама автоматически распределять дефекты по категориям, располагая их по степени важности. Поэтому оператор сможет сконцентрироваться на более важных дефектах и не тратить время на заведомо некритичные.

В сложных случаях, например, когда дефект настолько мал, что не виден при верификации, оператор может включить УФ-подсветку и легко его обнаружить. Процесс настройки прост и интуитивно понятен,



5

Измерение лазерных микропереходов



6

а) 3D-изображение перед структурированием; б) 3D-изображение после структурирования



7

а) УФ-изображение перед структурированием; б) УФ-изображение после структурирования

может автоматически использоваться на всей партии ПП. Тем самым время, затрачиваемое на проверку и верификацию, ниже, а производительность системы оптического инспектирования для всего цикла производства – выше.


Возможность автоматического оптического формирования

Современные системы автоматической оптической инспекции интегрируются с системами автоматического оптического структурирования (АОС). За один автоматизированный процесс система позволяет исправлять найденные дефекты с протравом или недотравом медных участков, например там, где необходимо удалить лишнюю медь лазерной абляцией и/или заново воссоздать проводники в местах обрывов или заужений (рис 6, 7).

Дефекты исправляются в одном процессе даже на платах со сложным конструктивом: платах с высокой плотностью компоновки элементов, областей с малым шагом расположения линий, сложных многослойных плат, гибких и гибко-жестких платах, платах HDI с высокой плотностью межсоединений и т. д. Решения автоматического оптического структурирования спасают все платы, где невозможен ремонт ручными методами.

Передовые системы АОИ для решения проблем производства ПП

АОИ – это одна из ступеней всего автоматизированного процесса производства ПП, но с новыми возможностями усовершенствованных систем роль и важность оптической инспекции растет и расширяется. Технологии получения нескольких изображений, алгоритмы обработки данных для нахождения и классификации дефектов, а также анализ полученных результатов с помощью искусственного интеллекта позволяют решать множество сложных задач, с которыми сталкиваются производители.

Работа со сложными конструктивами, гибкими, гибко-жесткими, многослойными платами, платами высокой плотности, в которых используется множество различных материалов, выбор наиболее оптимального процесса оптической инспекции и использование высокоточного автоматического процесса оптического структурирования для ремонта дефектов – все эти возможности значительно сокращают число необходимых этапов и ресурсов для проверки качества, экономят место, время и трудозатраты на предприятии, повышают точность производства и снижают количество бракованных изделий при увеличении производительности, тем самым позволяя производителям значительно снизить свои трудозатраты и общую стоимость владения ТСО более чем на 30%. 

Начните работать в новом качестве

Стандарты международной ассоциации производителей электроники (IPC) — наиболее авторитетные нормативные документы, принятые в отрасли, которые позволяют совершенствовать технологические процессы в мировом масштабе.

Тренинги, проводимые Группой компаний Остек, — наиболее эффективный и доступный способ научиться применять на практике самые востребованные стандарты IPC:

- **IPC-A-610** «Критерии качества электронных сборок»
- **IPC-7711/7721** «Восстановление, модернизация и ремонт печатных плат и электронных сборок»

Тренинги IPC от Остека это:

- Более 50 обученных специалистов за год
- Современное оборудование и материалы для практических занятий
- Лучшие мировые практики
- Более 60 видов технологических материалов, радиоэлементов и аксессуаров для ручного монтажа и доработки печатных узлов
- Специально оборудованный класс

Тренинги IPC от Остека позволят вам:

- Снизить производственные затраты
- Обеспечить управляемое качество и надежность конечного изделия
- Повысить имидж и конкурентоспособность
- Реализовать практическое применение стандартов IPC в отечественном производстве для всех классов изделий
- Повысить эффективность взаимодействия с поставщиками и сотрудниками

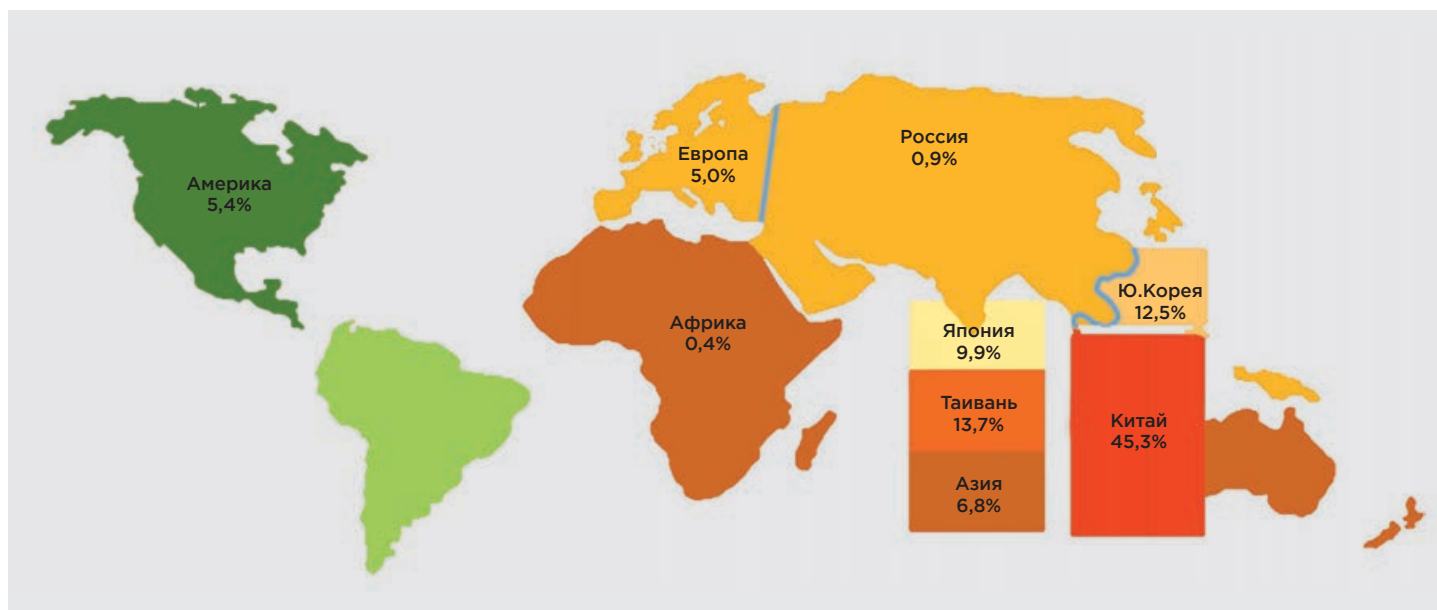
ТЕХПОДДЕРЖКА

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Текст: Петр Семенов
Владимир Городов



Репутация ООО «Остек-Сервис-Технология» – это результат 20-летней работы с нашими заказчиками и партнерами. Наш опыт, подтвержденный реализацией проектов на более чем 200 предприятиях России, стал основой для применяемых методов анализа сильных и слабых сторон технологических процессов, разработки требований к оборудованию, автоматизации программного обеспечения, используемого в производстве печатных плат. Он помогает достигать конечного результата партнерам и заказчикам при модернизации или создании нового производства. Уровень производства печатных плат является одним из индикаторов развития экономики страны, ее мобилизационной устойчивости. Подтверждением этого являются пять ведущих экономик мира (в порядке убывания) – США, Китай, Япония, Южная Корея и Германия – лидеры производства печатных плат в мире.



1

Распределение производства по регионам мира (2018 год)*

Благодаря партнерским отношениям с производителями печатных плат мы смогли эффективно организовать положительную селекцию применяемых подходов в производстве печатных плат, а в комплексе с новыми прорывными технологиями – конкурировать на мировом рынке в области оказания услуг инжиниринга. Мы не ставим экспериментов над нашими заказчиками, предлагая непроверенные решения, гарантирующие результат только в рекламных каталогах. Номенклатура поставляемого оборудования прошла проверку на крупных мировых производствах в Юго-Восточной Азии, Европе и России. Однако совместно с партнерами-производителями печатных плат, которые готовы быть на лезвии современных технологий, мы реализуем решения, которые никогда не применялись в России и даже в мире. Например, мы первыми в начале 2000-х годов реализовали металлизацию с соотношением AR 1:20, имея на руках письмо, подписанное представителем IPC, что это невозможно. Это позволило российским производителям выйти на мировой технологический уровень, а не следовать «умным» советам западных потенциальных союзников.

Проекты с моделированием конечного результата

Если необходимо уменьшить операционные затраты, повысить производительность, освоить новые более сложные в изготовлении конструкции изделий или создать новое производство, то не обойтись без плана мероприятий. Не планировать мероприятия, но тратить человеческие и материальные ресурсы – значит планировать «провал». Основой успешного плана является моделирование ситуаций с учетом опыта, полученного при реализации подобных проектов.

Поскольку производство печатных плат включает в себя множество промышленных технологий, прогноз результата модернизации или создания нового производства является очень актуальным, если планируется, в первую очередь, выпускать продукцию, а не только осваивать финансовые ресурсы.

Моделирование результата состоит из нескольких этапов:

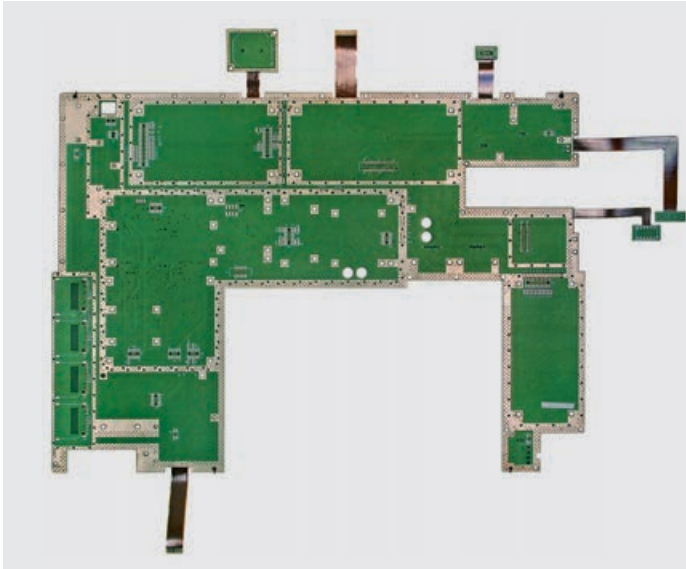
1. Предварительное моделирование отдельного процесса или процессов.
2. Моделирование рабочего пространства и производственной зоны.
3. Расчет потребления и отвода энергоресурсов и сред.
4. Оценка экономической эффективности и целесообразности решений.
5. Внесение корректирующих решений.
6. Оценка стоимости владения решением по отношению к производимой продукции.



2

3D-моделирование планировочного решения

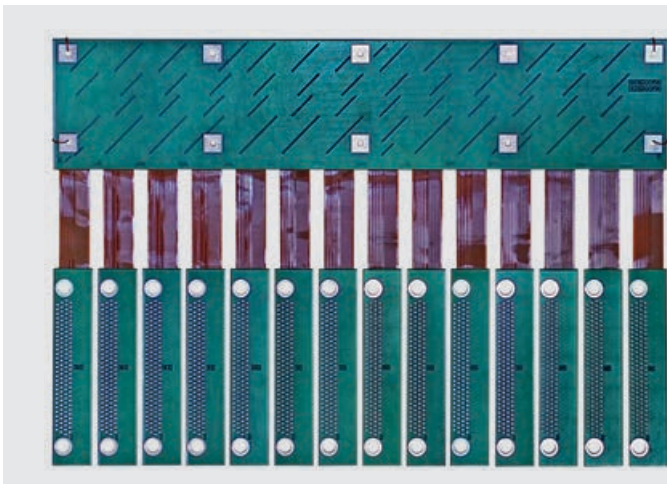
* Отчеты WECC Global PCB Production Report 2018 год.



- ГЖМПП 4-6 класса точности с глухими, межслойными и сквозными металлизированными отверстиями
- Послойное наращивание 4 раза
- 515 x 425 мм, 3,5 мм
- Проводник/зазор = 0,15/0,15 мм
- Общее количество слоев 18, количество слоев в гибкой части 4
- Импеданс 100 Ом, 50 Ом
- Мин. диаметр металлизированного отверстия 0,1 мм
- Мин. диаметр сквозного отверстия 0,3 мм
- Количество отверстий 30 тыс.
- AR = 11,6
- Финишное покрытие иммерсионное олово + гальваническое золото
- Используемый материал: Panasonic, Taiflex

3

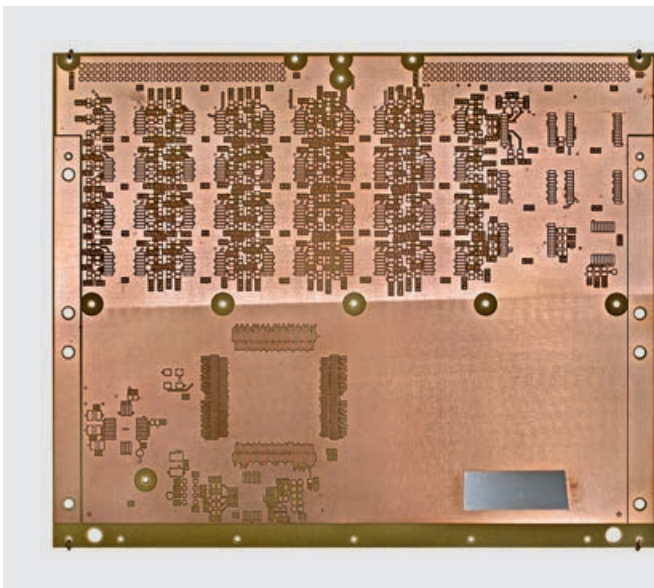
Результаты проекта «Дипломат»



- ГЖМПП
- Общее количество слоев 8, количество слоев в гибкой части 6
- Мин. диаметр отверстий 0,3 мм
- Количество отверстий 3500
- Металлизация без глазменной подготовки
- Покрытие HASL
- Используемый материал: гибкая часть – Taiflex, жесткая часть – Hitachi

4

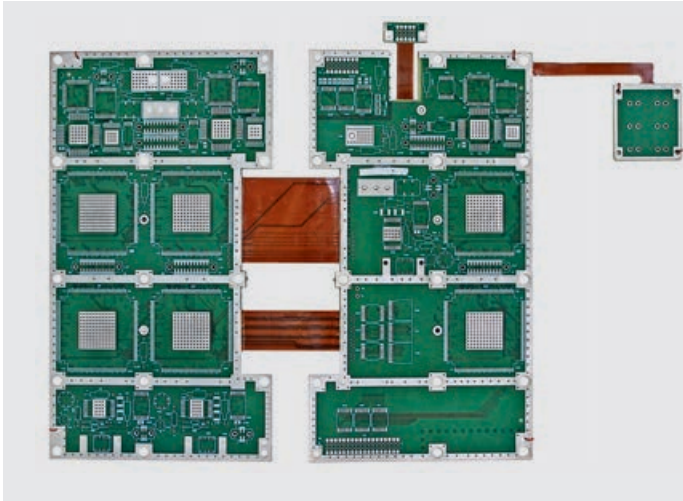
Результаты проекта «Космос»



- МПП
- Класс точности 7
- Количество слоев 16
- Глухие отверстия 1-2 слой сверло 0,25
- Сквозные отверстия сверло 0,35
- Общее количество отверстий около 8000
- AR = 1/26
- Используемый материал: материал Hitachi, препрег Hitachi

5

Результаты проекта «Прибор»



- ГЖМПП
- Количество слоев 22
- Количество гибких слоев 8
- Количество линий связи в гибкой части около 550
- AR = 1/8
- Толщина 3,20 мм

6


Результаты проекта «Дипломат»

Для моделирования результата в номенклатуре поставок Остек-Сервис-Технология есть несколько конкурирующих решений – в зависимости от требований конечного продукта применяются наиболее оптимальные решения. Например, мы поставляем лазерное прямое экспонирование как от мирового лидера по количеству систем компании Orbotech, так и от швейцарского производителя модульного светодиодного прямого экспонирования компании Printprocess. В сложных ситуациях Остек-Сервис-Технология всегда на стороне заказчика. Именно поэтому мы не являемся представителем иностранных поставщиков в России, а являемся представителем заказчика за рубежом.

Очень часто фактор производительности выпуска годной продукции тяжело оценить или этот фактор остается без внимания при выборе технических решений.

До реальной эксплуатации оценить производительность оборудования тяжело, так как она будет зависеть от сложности выпускаемой продукции. Например, в каталоге об установке прямого экспонирования может быть написано, что цикл экспонирования составляет 20 секунд. Однако в реальном производстве оказывается, что этот цикл не включал время на совмещение и загрузку-разгрузку. И более того, 20 секунд из каталога возможно достичь только для 8-й ступени клина Штоуфера. А чтобы защитная паяльная маска выдерживала дальнейший процесс иммерсионного золочения, требуется 10-я ступень клина Штоуфера. Все это приводит к увеличению фактического цикла экспонирования в несколько раз, нивелируя выигрыш в стоимости оборудования.

Второй пример: сверление печатных плат. Что дешевле: купить за 70 % станок, имеющий производительность три отверстия в секунду, или за 100 % станок, имеющий производительность 10 отверстий в секунду?

Третий пример: отзыв пользователя. Очень часто отзывы, получаемые по телефону от эксплуатантов оборудования, не дают реальной оценки. Кто сознается по телефону, что ходатайствовал потратить 40 миллионов рублей государственных денег и ошибся в выборе оборудования? Поэтому, если поставщик не демонстрирует покупателю реально работающий процесс, достигающий цели, то скорее всего в «конкурсе на поставку» выиграет наиболее дешевое оборудование. Это будет самое дорогое решение проекта. Защиту от таких ошибок дает «Моделирование конечного результата» в ООО «Остек-Сервис-Технология». 

В своей работе мы часто задаем себе вопрос: «Зачем мы занимаемся этим бизнесом?». Очень многие компании, работающие на рынке, выдают дешевые зарубежные решения за дорогой хай-тек в России. Мы увеличиваем свои затраты при реализации договоров, вкладывая большие усилия в достижение результата и выполнение ожиданий заказчика. Этим мы осуществляем долгосрочные инвестиции в наш бизнес и производство печатных плат наших заказчиков и партнеров. Наша стратегическая цель – выход российских производителей печатных плат и приборов на международный рынок электроники.

ТЕХПОДДЕРЖКА

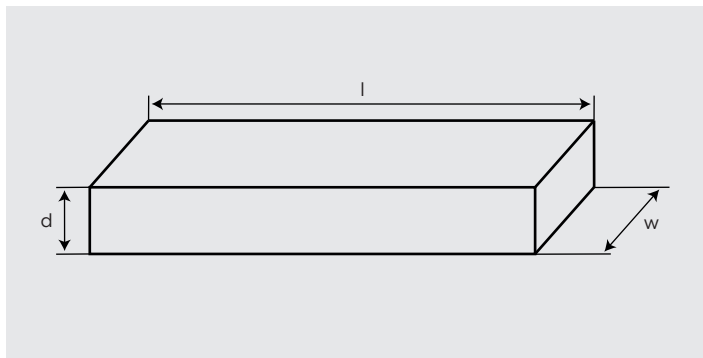
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОГО И ПОВЕРХНОСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЧЕТЫРЕХЗОНДОВЫМ МЕТОДОМ



Текст: Игорь Васильев



При производстве изделий микроэлектроники качество материалов играет критическую роль. Одним из способов оценки качества пластин или созданных функциональных слоев является измерение удельного и поверхностного сопротивления четырехзондовым методом. Эти электрофизические параметры позволяют осуществить входной контроль материалов, выявить недостатки технологического процесса, а также спрогнозировать процент разброса характеристик конечных изделий. В данной статье приведен обзор современных методов измерения удельного и поверхностного сопротивления, описаны преимущества и недостатки каждого из них, а также возможные способы устранения этих недостатков. В качестве готового решения представлены ручные и автоматические программно-аппаратные комплексы, которые способны решать различные задачи производства при измерении электрофизических параметров.



1 Образец с линейными размерами d, l и w

Основные определения

Удельное электрическое сопротивление является фундаментальным параметром, который определяет способность материала препятствовать протеканию через него электрического тока. В отличие от широко известного электрического сопротивления, которое зависит от формы и площади поперечного сечения, удельное сопротивление не зависит от геометрических размеров, а характеризует исключительно электропроводящие свойства материала.

Ниже приведен закон Ома в классическом и дифференциальном видах:

$$I = \frac{U}{R} \tag{1}$$

$$\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho} \tag{2}$$

где I – сила тока, U – напряжение, R – электрическое сопротивление, \vec{j} – вектор плотности тока, \vec{E} – вектор напряженности электрического поля, ρ – удельное электрическое сопротивление.

Вторая формула применима для бесконечно малого объема, а потому наиболее удобна, когда мы исследуем новые материалы (в том числе анизотропные), такие как графен, углеродные нанотрубки и т.д. Как видно, единственным параметром, который отвечает за свойства самого материала, здесь является удельное электрическое сопротивление. В случае работы с тонкими слоями в полупроводниковом производстве также вводится понятие поверхностного сопротивления, связь которого с удельным сопротивлением рассмотрена ниже.

Электрическое сопротивление однородного образца, представленного на рис 1, определяется следующим образом:

$$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{\rho l}{wd}, \tag{3}$$

где S – площадь поперечного сечения, d – толщина материала, w – ширина, l – длина.

Если мы возьмем квадрат поверхности материала, то есть $l=w$, то из выражения (3) получим соотношения для поверхностного сопротивления:

$$R_{\square} = \frac{\rho}{d}, \tag{4}$$

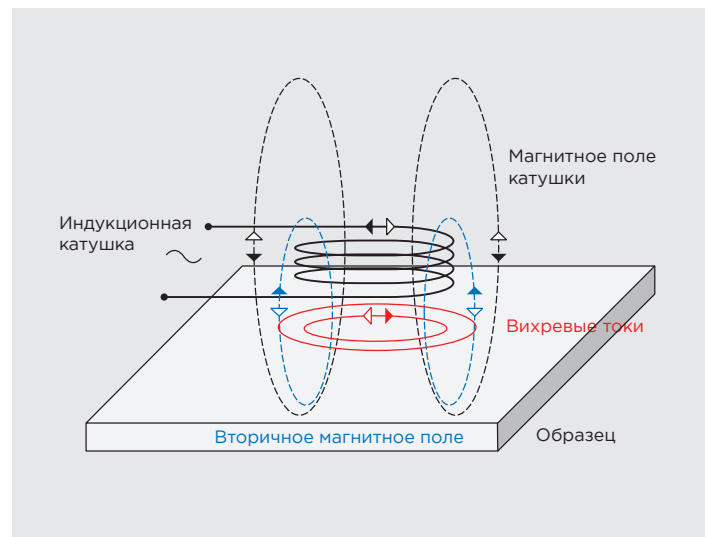
где R_{\square} – поверхностное сопротивление [Ом/□] (Ом на квадрат). Другими словами, поверхностное сопротивление представляет собой сопротивление квадратного участка поверхности материала толщиной d. Причем оно не зависит от величины сторон этого квадрата. Понятие поверхностного сопротивления также применимо и для неоднородно легированных слоев. С помощью данного параметра можно определить исходное качество материала, выявить проблемы технологического процесса при проведении межоперационного контроля отдельных слоев, а также осуществить выходной контроль качества материала.

Методы измерения

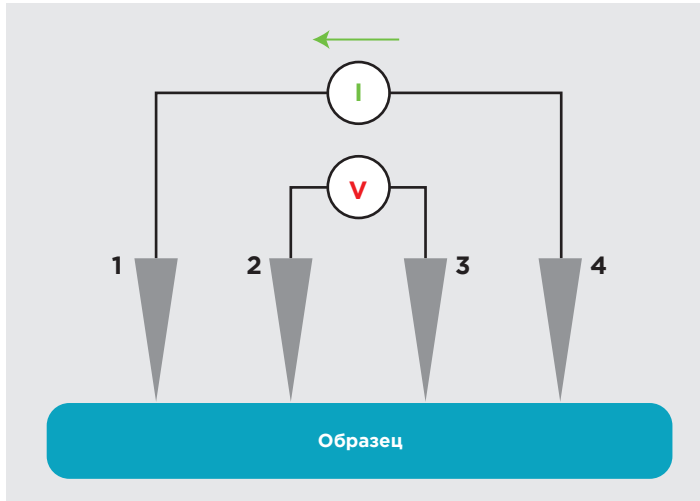
На сегодняшний день существуют два основных метода измерения поверхностного сопротивления:

- четырехзондовый метод Кельвина;
- бесконтактный вихретоковый метод.

Вихретоковый метод предполагает взаимодействие образца с электромагнитным полем, которое формируется генератором (как правило, это индуктивная катушка). Возбуждаемые в образце вихревые токи в свою очередь создают электромагнитное поле, которое действует на индуктивную катушку, изменяя ее полное электрическое сопротивление (рис 2). Таким образом можно определить поверхностное сопротивление образцов. Преимуществами данного метода являются отсутствие контакта с исследуемым образцом, высокая пропускная способность и высокое разрешение. В качестве недостатков можно отметить невысокую точность измерений (погрешность ~10 %) и малый диапазон измерения сопротивления – этот метод преимущественно используется для проводящих образцов.



2 Схематичное изображение принципа работы вихретокового метода



3

Расположение игл на образце в четырехзондовом методе

Поэтому оборудование, построенное на данном принципе, применяется в основном для in-line контроля при больших объемах производства.

Четырехзондовый метод Кельвина предполагает использование специальной измерительной головы с четырьмя иглами (рис 3). Через крайние иглы (1 и 4) течет измерительный ток, через иглы 2 и 3 выполняется измерение напряжения с образца. Все иглы расположены на одинаковом расстоянии друг от друга. Данный метод позволяет значительно расширить диапазон измерения в область малых значений сопротивления за счет использования четырехпроводной схемы подключения и отсутствия падения напряжения на измерительных кабелях. Кроме того, он также может применяться для диэлектрических материалов с высоким значением сопротивления (~ МОм). Точность измерений данным методом может быть лучше $\pm 1\%$, а воспроизводимость $\pm 0,1\%$.

К основным недостаткам данного метода относятся:

- наличие непосредственного контакта с образцом: иглы измерительной головы могут оставлять царапины или проколы измеряемого слоя;
- нагрев образца вследствие протекания измерительного тока;
- изменение расстояния между иглами измерительной головы вследствие её износа;
- термо-ЭДС из-за неидеальности контактов и неоднородности образца.

Эти недостатки могут быть устранены с помощью некоторых методик, которые мы рассмотрим отдельно более подробно:

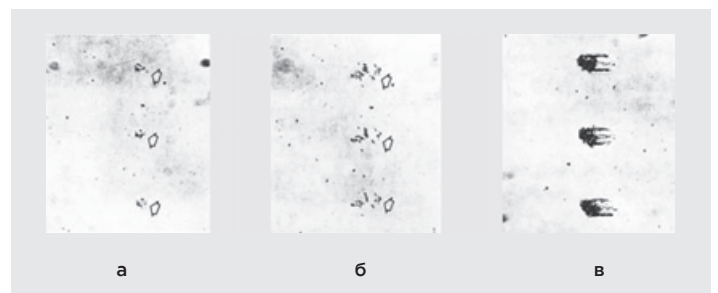
- Повреждение образца можно минимизировать путем подбора механических параметров измерительной головы, таких как радиус закругления и усилие прижатия игл. К примеру, при измерении параметров кремниевых пластин оптимальным вариантом будет использование диаметра закругления игл 40 мкм, а усилия прижатия 200 г. Это

связано с необходимостью создания надежного электрического контакта при наличии естественного слоя окисла. При проведении тестирования более мягких материалов, например ИТО, желательно использовать иглы с большим радиусом закругления (500 мкм) и меньшим усилием прижатия (25 г).

- Для уменьшения нагрева образца рекомендуется использовать импульсный режим измерения и такой уровень измерительного тока, который не позволит существенно разогреть образец за время измерения. На практике выбор величины тока обусловлен чувствительностью измерителя напряжения либо точностью источника тока. Как правило, большинство измерителей способны точно регистрировать сигналы порядка мВ. Поэтому для материалов, поверхностное сопротивление которых лежит в диапазоне от единиц Ом/□ до сотен кОм/□, существует эмпирическое правило устанавливать измерительный ток такой величины, которая создаст падение напряжения на внутренних иглах от 7 до 15 мВ. Однако в случае проводящих материалов (мОм/□ и менее) достичь указанного падения напряжения можно только при использовании довольно большого тока, что провоцирует нагрев образца. При измерении же высокорезистивных материалов (МОм/□ и более) напряжение в несколько мВ требует протекания тока величиной порядка нА, который может быть искажен внешними электромагнитными наводками. Оба пограничных варианта решаются по-разному в зависимости от тестируемого материала. Однако обобщенное правило для любого случая – это выбирать ток, который одновременно обеспечит наибольшее падение напряжения между иглами и не создаст значительного разогрева образца.
- Для тонкого образца формула для расчета поверхностного сопротивления в общем случае выглядит следующим образом:

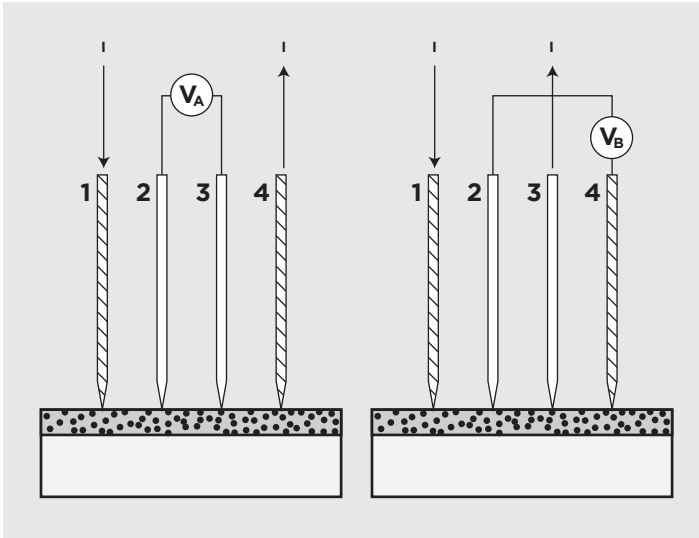
$$R_{\square} = \frac{\pi V_{23}}{\ln 2 I_{14}}, \quad (5)$$

где V_{23} – напряжение между иглами 2 и 3, I_{14} – измерительный ток.



4

Фотографии следов от игл измерительной головы после контактирования с образцом: а) следы от острых игл; б) следы от затупленных игл; в) следы от игл при наличии латерального сдвига во время контактирования



5 а) традиционная схема измерения б) дополнительная схема измерения для компенсации геометрических эффектов

В данной формуле нет параметра, отвечающего за расстояние между иглами, – он сокращается, если этот параметр одинаков для всех игл. Поэтому если в ходе эксплуатации измерительной головы расстояние между иглами со временем изменяется, то это значительно влияет на результат измерения. Более того, ни один изготовитель измерительных голов не может обеспечить одинаковое расстояние между иглами с учетом того, что они являются пружинными, из-за чего фактическое расстояние в момент контактирования может меняться. В этом случае согласно ГОСТу 24392-80 и ASTM F84-99 необходимо провести замер реального расстояния между иглами в момент контакта. Для этого осуществляется серия контактов с образцом и проводятся замеры фактического расстояния между иглами по следам игл на поверхности образца. Полученная информация позволяет рассчитать эффективное значение межзондового расстояния и увеличить точность измерения. Такого рода измерения необходимо проводить время от времени, чтобы понимать текущее состояние измерительной головы. Более того, сама система перемещения головы должна обеспечивать строго перпендикулярное расположение игл на образце, исключая латеральное перемещение по образцу и его царапание, как показано на рис 4В.

Для получения более достоверных результатов при измерении распределения поверхностного сопротивления по поверхности пластины часто прибегают к использованию одной из разновидностей четырехзондового метода – метода самокомпенсации геометрических эффектов (ASTM F1529). Этот метод имеет следующие преимущества:

- снижение влияния краевых эффектов до 0,1 % по сравнению с измерениями в центре;
- не требуется информация о диаметре образца и точных координатах размещения измерительной

головы на образце: поправочный коэффициент непосредственно рассчитывается с помощью двух схем измерения, представленных на рис 5.

- процедуру измерения расстояния между иглами можно исключить, так как отклонения в расположении игл не критичны, как в традиционном методе измерения.

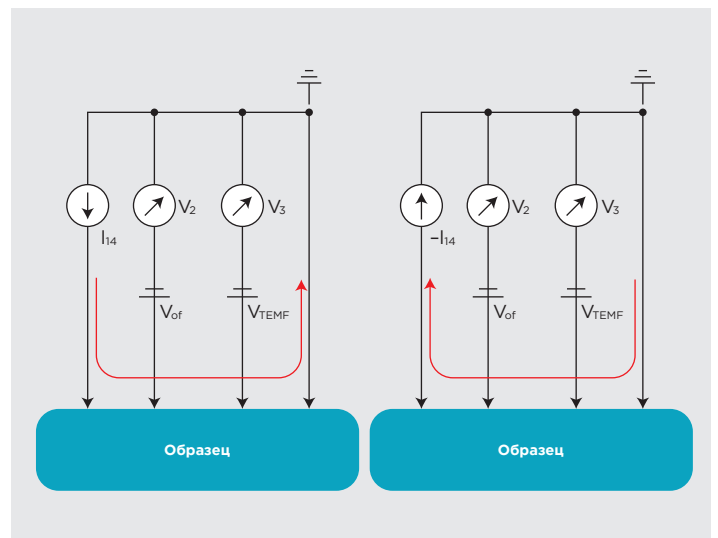
Таким образом можно нивелировать негативное влияние износа измерительной головы.

Как известно, термо-ЭДС ($V_{\text{ТЕМФ}}$) возникает при контакте двух разнородных материалов, которые имеют разную температуру. Данное явление часто наблюдается при контакте измерительной головы и исследуемого образца. Более того, сам измеритель напряжения может иметь некоторое смещение относительно нуля (V_{of}). Оба этих эффекта приводят к появлению ошибки при измерениях. Чтобы ее исключить, в каждой точке на образце проводят два измерения с противоположными направлениями тока: сначала измеряют сопротивления при протекании тока от первой иглы к четвертой, а затем от четвертой к первой. Полученные два значения поверхностного сопротивления используются для нахождения среднего значения, которое исключает термо-ЭДС и смещение измерителя напряжения, поскольку обе эти величины не изменяются при смене направления тока. В итоге среднее значение поверхностного сопротивления рассчитывается по формуле:

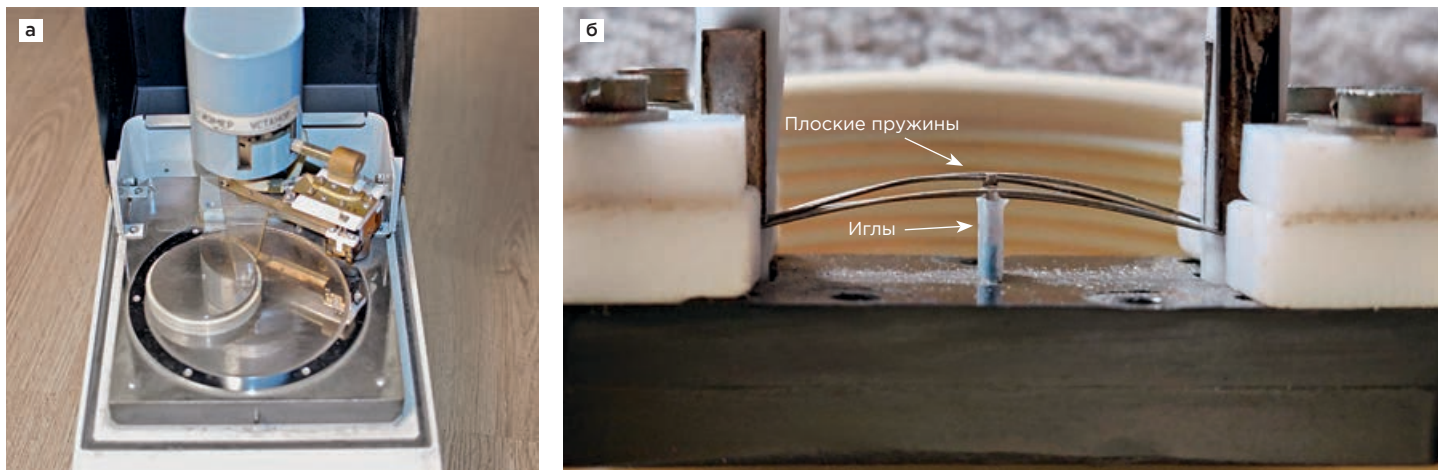
$$R_{\square} = \frac{\pi}{2 \ln 2} \left[\frac{V_{23} + V_{\text{of}} + V_{\text{ТЕМФ}}}{I_{14}} + \frac{-V_{23} + V_{\text{of}} + V_{\text{ТЕМФ}}}{-I_{14}} \right] = \frac{\pi}{\ln 2} \frac{V_{23}}{I_{14}} \quad (6)$$

Более подробно данную методику демонстрирует рис 6.

Поверхностное сопротивление эпитаксиальных, легированных, диффузионных или осажденных пленок позволяет определить качество технологического процесса. Однородность характеристик слоя на поверхности подложки показывает расхождение параметров конечных кристаллов,



6 Исключение термо-ЭДС и смещения измерителя напряжения при смене направления тока



7 а) внешний вид установки ИУС-3; б) конструкция измерительной головы

взятых в разных местах на пластине. Именно поэтому очень важно иметь возможность строить карты распределения поверхностного сопротивления по всей поверхности образца. Традиционный четырехзондовый метод и метод самокомпенсации геометрических эффектов успешно справляются с этой задачей и являются наиболее распространенными способами, которые реализованы на сегодняшний день во множестве различных установок от разных производителей. Ниже мы рассмотрим основные типы установок и важные особенности, которые позволяют провести корректные и точные измерения электрофизических параметров образцов.

Измерительные комплексы

В советское время наиболее популярным был прибор ИУС-3 (рис 7а). Данный прибор включает в себя четырехзондовую голову, способную плавно опускаться за счет своей тяжести. Встроенный источник-измеритель проводит измерение поверхностного сопротивления, которое может быть использовано для расчета удельного сопротивления в случае однородного образца. Основным недостатком такой системы является измерительная голова, которая в силу отсутствия на тот момент технологии подпружиненных пробников была реализована на плоских пружинах (рис 7б). Из-за этого головы быстро приходили в негодность, и на данный момент такие системы требуют замены в связи с отсутствием производства расходных элементов.

Однако современные технологии позволили создать более конкурентное решение, способное выполнять порядка миллиона контактирований с воспроизводимостью 20 мкм. На сегодняшний день компания Остек-Электро освоила производство измерительных голов для измерения поверхностного и удельного сопротивления четырехзондовым методом (рис 8). Благодаря собственному производству такие параметры головы, как усилие прижатия, расстояние между иглами

и радиус закругления игл могут быть подобраны под конкретные исследуемые материалы. В качестве игл используются надежные подпружиненные пробники от немецкой компании Ingun. Технология монтажа пробников предусматривает их установку в посадочную гильзу, исключая люфт и латеральное перемещение иглы во время контакта. Такие измерительные головы также успешно применяются в автоматических установках.

В качестве преемника установки ИУС-3 ООО «Остек-Электро» успешно поставляет собственную разработку ИУС-7 (рис 9). Установка содержит высокоточный источник-измеритель Keithley серии 2400 с базовой погрешностью 0,012 % (внесен в Госреестр СИ), ручное контактирующее устройство с возможностью плавной регулировки усилия прижатия и быстрой замены измерительной головы, персональный компьютер с программным обеспечением «Кристалл» (рис 10). Программное обеспечение позволяет учесть



8 Измерительные головы производства ООО «Остек-Электро»



9 Внешний вид установки ИУС-7

конкретные размеры образца и рассчитать необходимые поправочные коэффициенты согласно стандарту ASTM F84-99. Функция автоматического протоколирования сохраняет измеренные данные с привязкой к месту измерения на образце и выводит всю необходимую статистику в отчете. Автоматическая подстройка тока исключает инжекцию неосновных носителей заряда в образец и нагрев образца во время измерения.



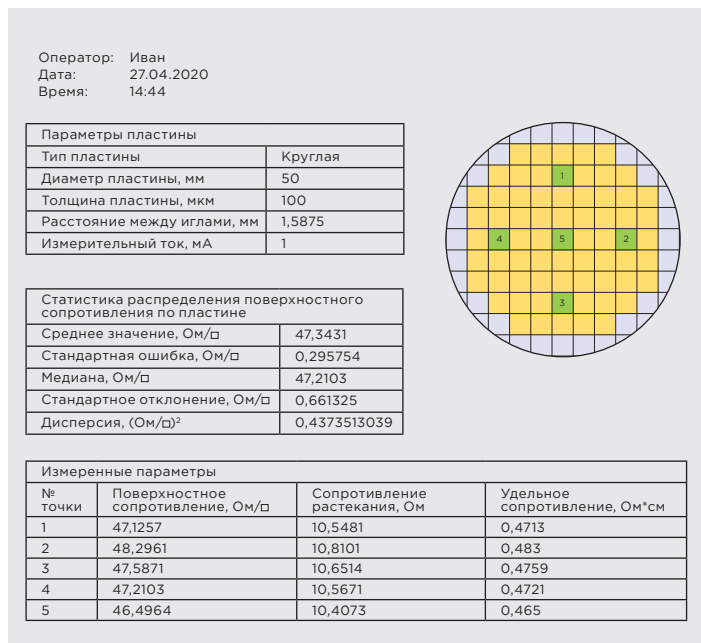
10 Графический интерфейс пользователя программного обеспечения «Кристалл»

При необходимости установка может быть оснащена термостабилизированным столом. Данный программно-аппаратный комплекс полностью закрывает вопрос проведения измерений в ручном режиме.

Как уже было сказано ранее, для оценки качества технологического процесса необходимо получить распределение удельного и поверхностного сопротивления на всей поверхности образца. В этом случае требуются автоматические установки, способные перемещать измерительную голову либо стол и проводить измерения по заранее созданному рецепту без участия оператора. Установка SF-P1500 (рис 11), разработан-



11 Автоматическая установка для измерения удельного и поверхностного сопротивления SF-P1500



1 2

Пример отчета о результатах измерений в формате Excel с итоговой статистикой

ная ООО «Остек-Электро» совместно с тайваньской компанией Romme Technologies, способна проводить измерения распределения поверхностного и удельного сопротивления в том числе методом самокомпенсации геометрических эффектов.

Образец располагается на столе с вакуумным прижимом. Перемещение измерительной головы по поверхности образца осуществляется с помощью прецизионных приводов. Важным здесь является надежный и воспроизводимый контакт с образцом, так как это напрямую связано с точностью измерений: прохождение игл сквозь исследуемый слой вследствие чрезмерного прижатия может привести к получению ошибочных измерений и повреждению самого образца. Кроме высокоточного перемещения требуется также изолировать образец от внешних вибраций. Для этих целей используется специальное виброизоляционное основание на воздушных подушках.

Фотопроводимость и фотоэффект могут значительно влиять на результаты измерений при работе с высокорезистивными полупроводниковыми слоями. Чтобы исключить влияние этих эффектов, образец располагается внутри камеры, которая ослабляет воздействие света и внешних электромагнитных полей. Кроме того, все измерительные кабели экранированы и расположены отдельно от кабелей питания.

В программном обеспечении с русскоязычным интерфейсом оператор создает тестовый рецепт, в котором указывает необходимое количество точек на образце, величину измерительного тока, темпера-


туру стола и т. д. Затем установка в автоматическом режиме производит измерения согласно рецепту и рассчитывает удельное и поверхностное сопротивление в соответствии со стандартами ASTM и SEMI. Полученные данные подвергаются статистической обработке. Результат измерений представляется в виде таблицы или как 3D/2D-диаграмма (рис 1 2).

Помимо измерения удельного и поверхностного сопротивления установка SF-P1500 имеет опцию встроенного термостатирующего стола. Температурный диапазон может быть подобран в зависимости от решаемой задачи. С помощью этой опции удается замерить не только удельное и поверхностное сопротивление, но и температурный коэффициент сопротивления (ТКС), который позволяет получить дополнительную информацию об образце при различных температурах.

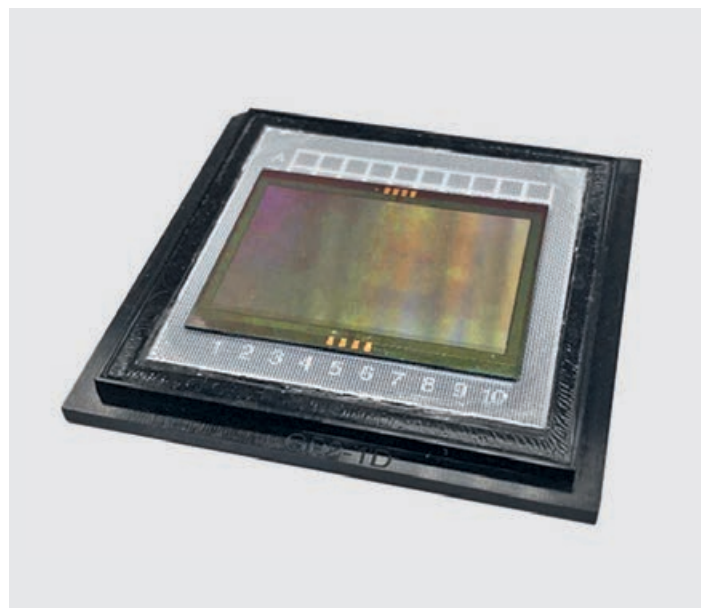
С точки зрения метрологии как ручные, так и полуавтоматические установки являются комплексным средством измерения, которое состоит из источника-измерителя, соединительных кабелей и измерительной головы. Поэтому даже если источник-измеритель внесен в Госреестр СИ, необходимо непосредственно убедиться, что результаты измерений не искажаются наводками в кабелях или неправильным расположением игл на образце. Это возможно с помощью использования стандартных образцов. Желательно, чтобы стандартный образец как можно больше соответствовал по характеристикам реальным образцам, на которых проводятся измерения. По результатам аттестации на каждый образец выдается сертификат, который подтверждает его электрофизические параметры в течении определенного срока. После этого срока образец должен пройти периодическую аттестацию. ООО «Остек-Электро» совместно с российскими предприятиями изготавливает и проводит аттестацию стандартных образцов для установок по измерению удельного и поверхностного сопротивления. При наличии такого образца можно соотнести результаты измерения на установке с аттестационными данными и сделать выводы относительно правильности измерений. Более того, при использовании термостабилизирующего стола возникает дополнительный источник погрешности, связанный с температурой самого образца: так как образец обладает толщиной, то верхний его слой всегда будет иметь отличную от стола температуру. В этом случае используется специальный резистор, изготовленный на теплопроводящей подложке, имитирующей подложку исследуемого образца (рис 1 3). Его аттестация проходит в камере тепла-холода, где исключается наличие неравномерного нагрева. После этого терморезистор располагается непосредственно на столе и производятся измерения ТКС с помощью установки. Сопоставив полученные результаты измерения ТКС в камере тепла-холода и на

термостатирующем столе, можно оценить влияние градиента температуры по толщине образца и точность установки температуры стола на результаты измерения.

Выводы

Несмотря на кажущуюся простоту четырехзондового метода измерения удельного и поверхностного сопротивлений возникает множество трудностей при его реализации на практике. Мы рассмотрели основные моменты, на которые стоит обратить внимание при выборе оборудования, а также способы оценки погрешности результатов измерения. Однако при работе с определенными материалами могут возникать дополнительные нежелательные затруднения. В этом случае перед выбором конкретной установки рекомендуется провести реальные измерения, на основании которых подобрать обеспечивающую достоверные измерения конфигурацию. Такой подход позволит сэкономить и деньги, и время. 

ООО «Остек-Электро» обладает многолетним опытом в поставке программно-аппаратных комплексов для измерения удельного и поверхностного сопротивлений: начиная от собственной разработки и сборки измерительных головок и заканчивая написанием программного обеспечения для автоматических установок. Компания имеет необходимое оборудование в своем



1 3

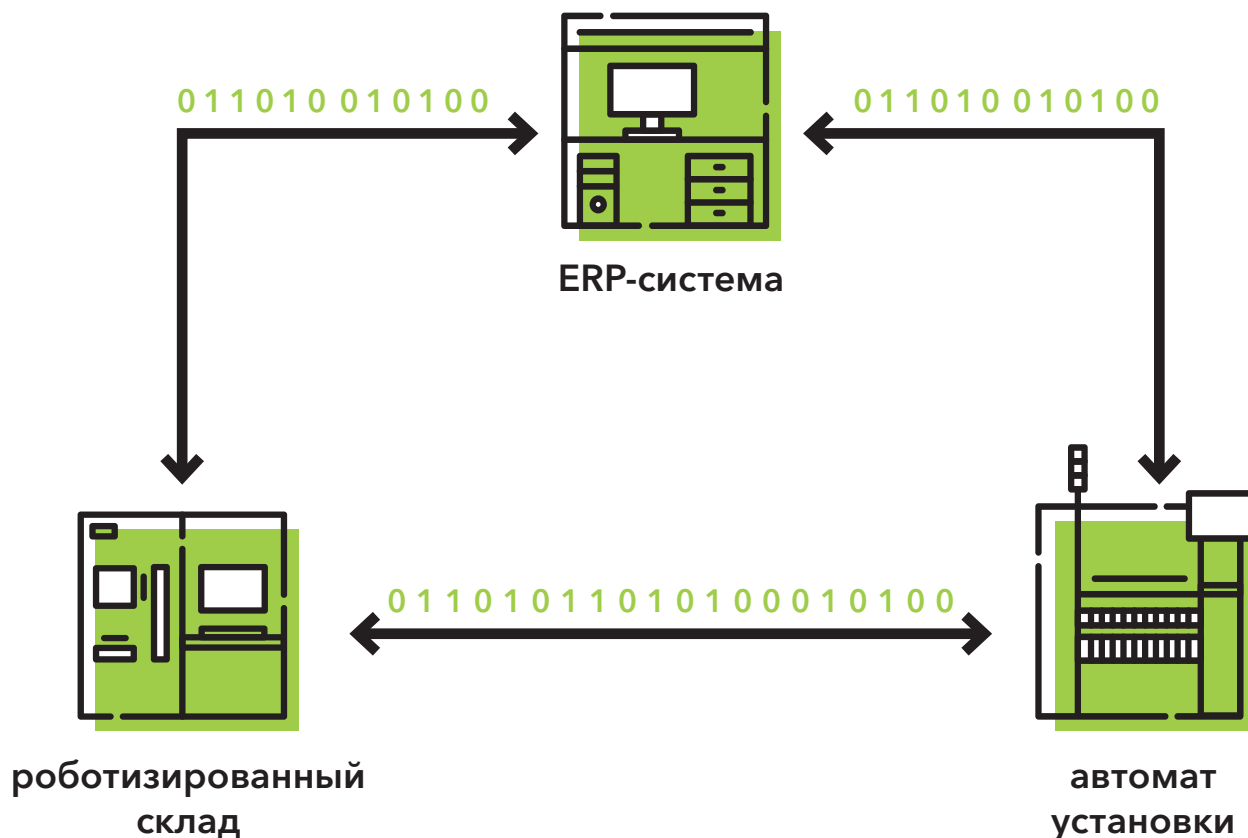
Терморезистор для оценки погрешности измерения ТКС

демонстрационном зале, что позволяет увидеть и провести замеры на реальных образцах. Высоквалифицированные инженеры помогут подобрать необходимые опции или разработать необходимые узлы непосредственно под конкретные требования. Именно такой подход позволит безошибочно найти лучшее решение, особенно для нестандартных задач.



Склад 4.0

Комплексное решение
для цифрового сборочного производства



Узнать больше

Соответствие концепции «Индустрия 4.0»

- 100% учет и контроль комплектующих
- Управление запасами Just-in-Time
- Сокращение простоев линии до 70%
- Сведение к нулю числа ошибок оператора
- Исключение брака из-за нарушений при хранении