

07 (12) ноябрь 2014

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал

ПЕРСПЕКТИВЫ
Игорь Волков

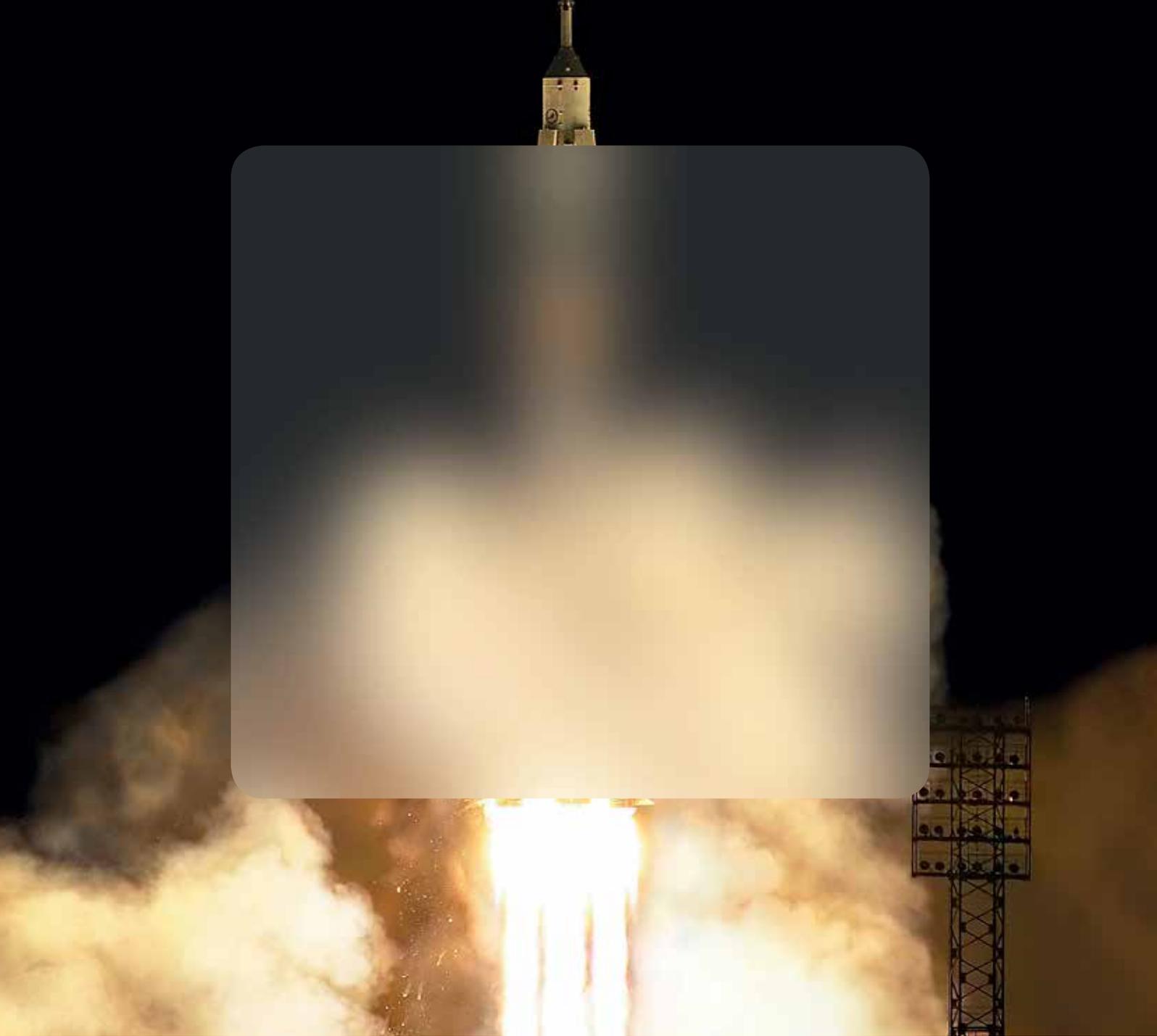
14 3D КОРПУСИРОВАНИЕ
НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ
3D-MID. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
МИНИАТЮРИЗАЦИИ
И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
ИНТЕГРАЦИИ

ТЕХНОЛОГИИ
Александр Антонов

22 СЕЛЕКТИВНАЯ ПАЙКА
ШТЫРЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ

КАЧЕСТВО
Евгений Борисов

39 МИКРОПРУЖИНЫ —
ИЗЯЩНОЕ РЕШЕНИЕ
ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ



Видеть сегодня авиакосмическую технику будущего невозможно, **но технологии производства электроники для нее — необходимо**

Новые характеристики, которыми будут обладать электронные компоненты бортового оборудования летательных аппаратов завтра, зависят от технологий их производства, что необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электроники в авиационной и космической промышленности.



будущее
создается

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





Простота, а не сложность

Прошло ровно два года с презентации на Международном симпозиуме Асолд 2012 технологии трехмерных схем на пластике (3D-MID) отечественному профессиональному сообществу.

Мысль «простоты, а не сложности», возможности использования не двухмерного, а трехмерного пространства для реализации электронных схем, упрощения конструкции электронного устройства, повышения миниатюризации и функциональности проходила красной линией через первый доклад господина Нухада Бачнака. «Простота, а не сложность» — это то, что начинаешь по-настоящему ценить в безжалостной гонке неизменного сокращения жизненных циклов и быстрого устаревания продуктов на сегодняшнем рынке.

Технология производства трехмерных электронных схем на пластике только делает первые шаги на мировой массовый рынок, и Россия не остается в стороне. Уже опубликовано на русском языке значительное количество статей об особенностях применения технологии, большое внимание разработчиков и технологов привлекла первая 3D-MID конференция, проведенная в 2013 году.

И вот, объем проделанной работы позволил нам выйти на новый качественный уровень. Осенью 2014 года произошли два важных для нас события в продвижении передовых технологий на отечественный рынок.

На международном симпозиуме Асолд 2014 было представлено русскоязычное издание книги «3D-MID.

Технологии, материалы, свойства». Уникальность события заключается в том, что эта пока единственная в мире книга по технологии 3D-MID на русском языке вышла в одно время с английским изданием. Отечественные специалисты получают всю самую актуальную информацию о применении технологий литых монтажных оснований, процессах структурирования и металлизации, формирования межсоединений, сборки 3D-MID изделий.

И, пожалуй, главным событием осени для нас стало официальное открытие высокотехнологичного научно-исследовательского производственного центра Multiple Dimensions в г. Брюгг, Швейцария, специализирующегося на разработке и производстве 3D-MID изделий. Группа компаний Остек стала одним из акционеров открывшегося центра, что означает для отечественных специалистов максимальную доступность новейшей технологии создания трехмерных схем на пластике.

Приглашаю вас в новом номере «Вектора высоких технологий» подробнее ознакомиться с этими событиями, прочитать интервью, которое дал автор книги «3D-MID. Технологии, материалы, свойства» доктор Йорг Франке специально для российских читателей. Отдельная статья по этой теме посвящена вопросу прототипирования 3D-MID устройств. И как всегда предлагаем вашему вниманию многие другие актуальные темы, связанные с производством электронных и радиоэлектронных устройств.

Антон Большаков, директор по маркетингу

В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

- | | |
|--|--|
| <p>4 АСОЛД 2014. ИТОГИ</p> <p>8 КОМПАНИЯ MULTIPLE DIMENSIONS ОТКРЫЛА НОВЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР</p> <p>8 СИСТЕМА МИКРОАБРАЗИВНОГО УДАЛЕНИЯ ВЛАГОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СЕРИИ SWAM BLASTER</p> | <p>9 КОМПАНИЯ EVG ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВУЮ ТЕХНОЛОГИЮ НАНОИМПРИНТНОЙ ЛИТОГРАФИИ</p> <p>9 ВЕБ-САЙТ ZESTRON ТЕПЕРЬ НА РУССКОМ!</p> |
|--|--|

ПЕРСПЕКТИВЫ

- 3D-MID СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. ИНТЕРВЬЮ С ПРОФЕССОРОМ ЙОРГОМ ФРАНКЕ** 10

Автор: Илья Шахнович

- 3D КОРПУСИРОВАНИЕ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-MID. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МИНИАТЮРИЗАЦИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ** 14

Автор: Игорь Волков

ТЕХНОЛОГИИ

- СЕЛЕКТИВНАЯ ПАЙКА ШТЫРЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ** 22

Автор: Александр Антонов

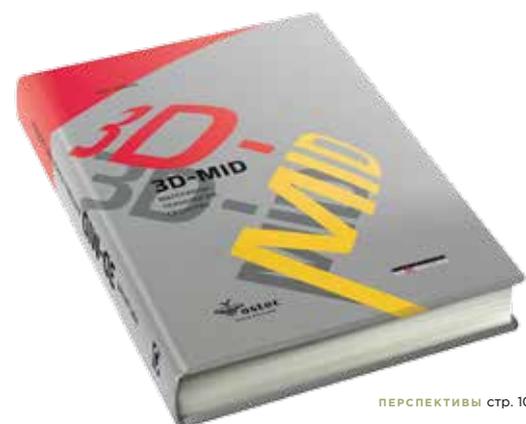
КАЧЕСТВО

- МАССОВОЕ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ. ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «БОЛИД»** 28

Авторы: Илья Шахнович, Максим Шейкин

- МИКРОПРУЖИНЫ — ИЗЯЩНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** 39

Автор: Евгений Борисов



ПЕРСПЕКТИВЫ стр. 10



ТЕХНОЛОГИИ стр. 22



ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 54

ОПТИМИЗАЦИЯ

КАК РАЗРАБОТАТЬ ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ЦСУП? 44

Автор: Дмитрий Ублинский

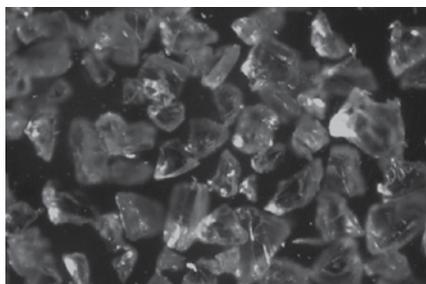
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ СКЛАД. ХРАНЕНИЕ С УМОМ 54

Автор: Александр Петров

ТЕХПОДДЕРЖКА

АБРАЗИВ СПЕШИТ НА ПОМОЩЬ. ТЕХНОЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВЛАГОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ УР-231, Э-30, ЭД-20 И ПАРИЛЕНА 60

Автор: Денис Поцелуев



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 60

АВТОРЫ НОМЕРА

- Илья Шахнович**
 Заместитель главного редактора журнала «Электроника: НТБ»
 journal@electronics.ru
- Игорь Волков**
 Директор Направления производства трехмерных схем на пластиках ООО «НИИИТ»
 mid@ostec-group.ru
- Александр Антонов**
 Ведущий инженер отдела перспективных технологий ООО «Остек-СМТ»
 lines@ostec-group.ru
- Максим Шейкин**
 Редактор журнала «Электроника: НТБ»
 journal@electronics.ru
- Евгений Борисов**
 Главный специалист отдела тонкопленочных и гибридных технологий ООО «Остек-ЭК»
 micro@ostec-group.ru
- Дмитрий Ублинский**
 Начальник группы разработки программно-аппаратных средств ООО «Остек-Инжиниринг»
 okp1@ostec-group.ru
- Александр Петров**
 Ведущий специалист отдела комплексной автоматизации производств, обособленное подразделение ООО «Остек-СМТ», Санкт-Петербург
 lines@ostec-group.ru
- Денис Поцелуев**
 Начальник отдела продаж ООО «Остек-Интегра»
 materials@ostec-group.ru

НОВОСТИ

АСОЛД 2014. ИТОГИ

22-23 октября 2014 года состоялся IX Международный симпозиум Асолд: «Новый технологический уклад в производстве электроники. Как слияние промышленных и информационных технологий меняет принципы организации производства?». В этом году мероприятие было посвящено теме производственных процессов будущего. По словам специалистов, уже совсем скоро машины смогут обмениваться между собой данными, что, безусловно, перевернет представление о традиционном промышленном производстве. При этом, как считают многие эксперты, концепцию умного производства можно реализовать не только на новых предприятиях, но и поэтапно внедрять на существующих предприятиях в процессе эволюционного развития.

Асолд 2014 проходил в течение двух дней. Первый день прошел в выставочном центре «ИнфоПространство» в формате пленарного заседания.

Симпозиум открыл директор по маркетингу Группы компаний Остек Антон Большаков. В своем вступительном слове он рассказал, как современные информационные технологии влияют на процессы производства, снижая стоимость продукции и при этом повышая производительность и качество. Продолжил симпозиум Алексей Волостнов, директор по развитию бизнеса Frost&Sullivan в России. В своей презентации «Индустрия 4.0 – M2M взаимодействие в мире» он дал прогноз развития технологий межмашинного взаимодействия в мире, а также обозначил ключевых игроков на рынке в Европе.

В следующем докладе Наталья Ястреб, к.ф.н., доцент кафедры философии Вологодского государственного университета уже более подробно раскрыла такую тему как Интернет вещей, его роли как в производстве, так и в повседневной жизни человека. Завершилась первая часть пленарного заседания докладом Олега Чутко, координатора проектов в ЦФО, National Instruments. В своей презентации «Кибер-физические системы и их применение в современных производствах» он рассказал о современном оборудовании и ПО, применяемых для построения измерительных и диагностических систем и систем управления.

Вторая часть пленарного заседания началась с доклада Евгения Липкина, генерального директора ООО «Остек-СМТ». Что такое умная фабрика и как наладить эффективное умное производство – об этом Е. Липкин подробно рассказал в своей

Осипов Г.Л., ОАО «НПЦ «Полус»:

«Уже много лет наше предприятие тесно работает с Остеком. Оснастили современным оборудованием монтажно-сборочное производство и технологию изготовления печатных плат. Любая встреча, в том числе на симпозиумах Асолд, а я уже не первый раз участвую в них, очень полезна для продвижения новых технологий и материалов. Огромная благодарность Остеку за актуальность тем и организацию мероприятий».

презентации «Умная фабрика».

Все большее применение в промышленности находят технологии 3D печати. В первую очередь, это связано с низкой себестоимостью и возможностью массового производства. В своей презентации «Массовое производство по индивидуальным заказам с помощью промышленных 3D-принтеров» Игорь Волков, директор Направления производства трехмерных схем на пластиках ООО «НИИИТ», подробно рассказал о технологиях 3DP, а также привел примеры использования таких технологий в промышленных областях.

В докладе «Система цифрового управления производством» Станислав Гафт, генеральный директор ООО «Остек-Инжиниринг», рассказал о структуре цифровой системы управления современным приборным производством, ее основных преимуществах, а также представил примеры систем, разработанных специалистами Группы компаний Остек.

Эффективное производство невозможно представить без комплексного подхода к автоматизации хранения продукции. В своей презентации «Направление промышленной и складской автоматизации» Андрей Мазалов, начальник группы автоматизированных систем хранения ООО «Остек-АртГул», обозначил основные задачи современного производства, которые решают автоматизированные системы хранения.

Финальный доклад первого дня представил Андрей Голубьев, генеральный директор ООО «Остек-ЭТК». В презентации



Х международный симпозиум
АСОЛД 2014

«Безошибочное производство жгутов проводов и внутриблочных соединений» А. Голубьев перечислил основные проблемы, которые возникают при сборке жгутов проводов на производстве, и показал современные методы решения таких проблем.

В завершении первого дня симпозиума А. Большаков представил русскоязычное издание книги Й. Франке «3D-MID. Технологии, материалы, свойства» — первое в мире издание, включающее всю необходимую начальную информацию о технологии производства трехмерных электронных схем на пластиках (3D-MID). Участникам симпозиума была предоставлена уникальная возможность стать первыми обладателями книги.

Второй день симпозиума, следуя традициям мероприятия, прошел в главном офисе Группы компаний Остек в формате дня открытых дверей. Более 70 человек пришли, чтобы послушать доклады ведущих технических специалистов Остека, консультации производителей самого высокотехнологичного оборудования

**Буздалов П.В.,
ООО ПК «Звезда»:**

«Интересное мероприятие, которое позволяет профессиональным участникам рынка радиоэлектроники и приборостроения получать информацию о современных и перспективных решениях для практического применения в работе и повышения эффективности своих предприятий».

и материалов, а также на практике ознакомиться с работой этого оборудования в демонстрационном зале. Презентациям, докладам и знакомству была посвящена первая половина дня. Одним из примечательных событий этого дня стало то, что среди новых технологических решений Остек с гордостью продемонстрировал и собственные разработки 2014 года:

- «Система цифрового управления производством»
- «Автоматизированная система контроля кабелей и жгутов»
- «Многофункциональный интерактивный стол для сборки жгутов»

Появление этих решений российские производители давно ждали, поэтому разработки вызвали большой интерес со стороны посетителей. Активное обсуждение технологических решений, актуальных вопросов их внедрения, изучение образцов конечных изделий продолжились во второй половине дня, когда состоялись заседания круглых столов. Круглые столы были организованы в соответствии с самыми популярными темами этого года:

- «Печатная электроника: технологии производства и конечные применения»;
- «Трехмерные электрические схемы: технологии, возможности, перспективы»;
- «Промышленная трехмерная печать»;
- «Формирование технического задания на систему цифрового управления производством».

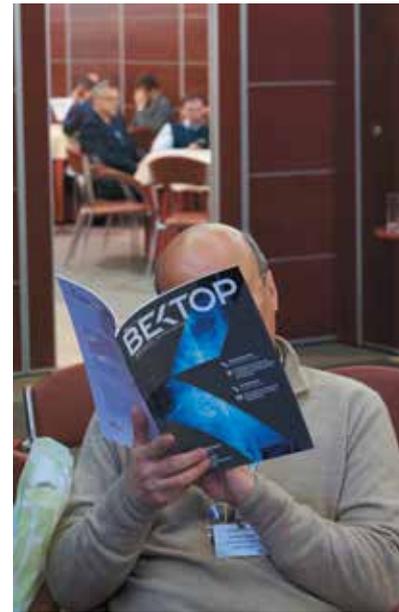
Формат круглого стола позволил гостям в кругу единомышленников познакомиться с коллегами из смежных областей деятельности, совместно оценить перспективные технологии и даже договориться о сотрудничестве. Все это говорит о неизменной пользе таких мероприятий.

Участники дня открытых дверей оставили положительные отзывы не только о полученных во время мероприятия практических знаниях. Все по достоинству оценили общую организацию Асолда, новую обстановку и новое техническое оснащение демонстрационного зала и конференц-зала в офисе Остека. Группа компаний в любом деле, как и прежде, стремится предопределять ожидания клиентов, придерживается принципов командного взаимодействия и развития. Симпозиум Асолд — реальное подтверждение тому, что Остек остается верен своим принципам. В ответ на это он сохраняет доверие своих клиентов, новых партнеров и интересные сложные задачи по развитию предприятий. 

**Лебедева Т.М.,
«ВНИИА им. Духова»:**

«Прекрасная организация, удобная и подходящая под формат симпозиума площадка, логически выстроенная интересная программа. Докладчики дали пищу для размышлений. Жалею, что не порекомендовала симпозиум друзьям, занятым в смежных областях».

АСОТ





КОМПАНИЯ MULTIPLE DIMENSIONS ОТКРЫЛА НОВЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

Компания Multiple Dimensions AG, европейский разработчик и производитель 3D-MID изделий, открыла новый современный производственный центр площадью 1500 кв.м. Торжественное открытие состоялось 14 октября в г. Брюгг, Швейцария.

Мероприятие посетили заказчики, партнеры и акционеры Multiple Dimensions из США, Азии и Европы. В церемонии открытия также приняли участие представители Группы компаний Остек, которая является акционером и партнером компании Multiple Dimensions AG, и представители российских предприятий. На новом производственном предприятии будут реализовываться такие процессы, применяемые в технологии 3D-MID, как литье под давлением, лазерное структурирование, нанесение покрытий химическим методом, а также сборка изделий.

Для российских специалистов открытие такого центра означает максимальную доступность новейшей технологии создания трехмерных схем на пластике. 3D-MID — быстрорастущая технология, которая находит все большее применение в различных областях производства. На сегодняшний день объем продаж 3D-MID изделий уже составляет около 500 000 000 долларов США — это около 10% от всего рынка производства печатных плат.

Во время мероприятия Н. Бачнак, член Совета директоров, технический директор Multiple Dimensions сказал: «Россия — индустриальная

multiple dimensions



страна, и российский рынок очень важен для нас, также как и европейский. У нас есть сильный партнер — Группа компаний Остек, благодаря которому мы надеемся значительно укрепить наши позиции на российском рынке».

А. Разоренов, член Совета директоров Multiple Dimensions, председатель Совета Группы компаний Остек, отметил: «Технология 3D-MID — это перспективное и активно развивающееся в настоящее время направление. Что касается применения данной технологии в отечественном производстве, это, прежде всего, такие области, как телекоммуникационные изделия, промышленная электроника, автомобилестроение и LED-освещение. Именно в этих областях отечественного производства мы видим перспективу внедрения технологии 3D-MID. В бизнес-плане Multiple Dimensions заложено активное развитие деятельности в России, в том числе не исключается возможность создания производственной площадки с возможностью производства изделий для российского рынка».

Получить подробную информацию о технологии 3D-MID, ее особенностях и применении, а также разместить заказ можно:

- по e-mail: mid@ostec-group.ru;
- с помощью формы обратной связи на сайте www.3dmid.ru;
- по телефону (495) 788 44 44. 

СИСТЕМА МИКРОАБРАЗИВНОГО УДАЛЕНИЯ ВЛАГОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СЕРИИ SWAM BLASTER

Группа компаний Остек стала эксклюзивным дистрибьютором систем микроабразивного удаления влагозащитных покрытий серии Swam Blaster компании Crystal Mark в России.

Система предназначена для удаления отвержденного защитного покрытия с печатных узлов. Принцип удаления основан на направленном воздействии потока быстро движущейся смеси частиц абразива и воздуха на печатный узел. Мягкий абразив не повреждает компоненты и поверхность платы, при этом эффективно удаляя большинство типов традиционных отечественных покрытий, таких как УР-231, Э-30, ЭД-20, ЭП-9114, ЭП-730, париленовые покрытия, а также современные лаки (HumiSeal 1A68, 1A33, 1R32A-2, 1B73; Dow Corning 3140, 2577), в том числе и лаки ультрафиолетового отверждения (HumiSeal UV40).

Более подробно с характеристиками оборудования можно ознакомиться на нашем сайте.

Установка абразивного удаления покрытий Swam Blaster Turbo Max находится в демозале группы компаний Остек.

Заявки на проведение испытаний принимаются:

- по электронной почте materials@ostec-group.ru;
- по телефону +7 (495) 788-44-44. 

КОМПАНИЯ EVG ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВУЮ ТЕХНОЛОГИЮ НАНОИМПРИНТНОЙ ЛИТОГРАФИИ

SmartNIL™ – технология мягкой наноимпринтной литографии (НИЛ) на большой площади для массового производства – обеспечивает непревзойденные показатели производительности и стоимости владения.

Компания EVG, ведущий поставщик оборудования для сварки пластин и литографии в области МЭМС, нанотехнологий и полупроводниковых приборов, представила технологию наноимпринтной литографии на большой площади SmartNIL™. Технология SmartNIL™ доступна на всех платформах EVG, предназначенных для НИЛ, включая установки совмещения, а также системы EVG 720 и совершенно новую EVG 7200. Данная технология представляет собой решение для малозатратного массового производства таких устройств, как:

- устройства фотоники: светодиоды, лазеры и солнечные батареи;
- микромассивы (ДНК-микрочипы) и наноустройства для медицинских нужд и биоинженерии;
- носители информации, включая устройства энергонезависимой памяти нового поколения.



Ключевые особенности технологий

- Большая площадь литографии (до 200 мм).
- Самое производительное полноразмерное решение УФ НИЛ для массового производства (до 40 пластин диаметром 200 мм в час).
- Встроенная технология формирования мягких штампов, уменьшающая занимаемую площадь и обеспечивающая быстрый перенос рисунка (менее 10 мин по сравнению с прочими технологиями, требующими не менее 24 часов).
- Оптимизированные параметры снятия штампа, увеличивающие срок службы штампа.
- Самоочистка, уменьшающая количество сторонних частиц и обеспечивающая высокий выход годных изделий.
- Технологический процесс, происходящий при комнатной температуре, что позволяет избежать проблемы несоответствия КТР и искажения структур при высокоточном совмещении. 

ВЕБ-САЙТ ZESTRON ТЕПЕРЬ НА РУССКОМ!

Компания ZESTRON, ведущий мировой производитель отмывочных жидкостей для электроники, представляет корпоративный сайт на русском языке.

У партнеров и клиентов ZESTRON в России появилась еще одна возможность простого доступа к последним новостям и информации по отмывке печатных узлов, шаблонов, электронных сборок, производственной оснастки.

При разработке нового сайта ZESTRON первостепенной задачей было создать простой и интуитивно понятный интерфейс выбора продукта и поиска нужной информации. На сайте клиенты могут ознакомиться с широким спектром услуг, предлагаемых компанией: от бесплатных испытаний до разработки и совершенствования технологического процесса отмывки.

Русская версия сайта доступна по адресу www.zestron.com/ru/home.

Описания продуктов и техническая информация также доступны на сайте технологических материалов Группы компаний Остек www.ostec-materials.ru 

Просканируйте штрихкод и перейдите на сайт технологических материалов



ПЕРСПЕКТИВЫ

3D-MID

СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

Интервью
с профессором
Йоргом Франке

Текст: **Илья Шахнович**

”

Технология создания проводящих структур на объемных заготовках 3D-MID (3D Molded interconnect devices) недавно пережила второе рождение, прочно закрепившись в некоторых отраслях производства. Как и любая новая технология, «хорошо забытые» 3D-MID вынуждены преодолевать преграды и ограничения. О том, чего ожидать от 3D-MID в будущем, нам рассказывает председатель исследовательской ассоциации 3D-MID (Research association molded interconnect devices 3D-MID), профессор Йорг Франке.

Господин Франке, каковы задачи ассоциации 3D-MID?

Исследовательская ассоциация 3D-MID была создана мною в 1992 году, сейчас в нее входят около 100 организаций, 20 из которых — исследовательские институты сообщества Фраунгофера, а остальные — производственные компании. У ассоциации два основных направления работы. Первое — это исследования и развитие новых технологий, связанных с 3D-MID. Ассоциация объединяет компании и институты, занимающиеся исследованиями и разработками в области материалов для 3D-MID, технологий металлизации, сборки изделий и т.д. Члены ассоциации могут обмениваться опытом и начинать совместные проекты.

Второе направление деятельности ассоциации — продвижение технологий 3D-MID в массовую промышленность, иными словами, маркетинг. Мы активно поддерживаем всех, кто интересуется 3D-MID по всему миру, регулярно организовывая конференции и форумы. Россия — не исключение: в прошлом году Научно-исследовательский институт инновационных технологий (ООО «НИИИТ»), входящий в Группу компаний Остек, при поддержке исследовательской ассоциации 3D-MID провел первую российскую конференцию 3D-MID¹.

Насколько широко сейчас применяются изделия 3D-MID в массовом производстве?

В современной электронике есть два направления, в которых 3D-MID применяется наиболее активно: это производство мобильных устройств связи и автомобильная промышленность. 3D-MID позволяют создать на одной объемной заготовке (например, части корпуса изделия) антенны для разных частот и стандартов — GSM, LTE, Bluetooth, Wi-Fi и т.д. Такой подход существенно упрощает конструкцию изделия и экономит пространство внутри корпуса.

В автомобильной промышленности технология 3D-MID применяется для изготовления различных деталей сложной формы с электронными компонентами — например, рули автомобилей и мотоциклов



3D-MID — принципиально новое направление современной электроники, которое призвано не вытеснять традиционные технологии, а дополнять и совершенствовать их

с кнопками и прочими элементами управления системами транспортного средства; антенны и сенсоры различных систем автомобиля (датчики столкновения, датчики курсовой устойчивости и т.д.). Технологии 3D-MID упрощают создание устройств типа автомобильных камер различных видов — одна деталь может сочетать функции несущего элемента, соединительной платы, экрана и системы охлаждения. Все это позволяет уменьшить число компонентов, интерфейсов, разъемов в изделии и, в результате, повысить его надежность и технологичность. А применение в 3D-MID перерабатываемых материалов уменьшает вред, наносимый окружающей среде.

Что препятствует массовому внедрению 3D-MID в промышленность?

Любая новая технология требует некоторого времени для того, чтобы установиться на рынке. Это нормальный, естественный процесс, поэтому и в случае с 3D-MID ее внедрение не может происходить быстро и везде. Тем не менее, на пути 3D-MID в массовое производство мы видим один, но довольно высокий барьер. Разработчики современных электронных изделий вынуждены создавать схемы в двухмерном пространстве. Это ограничение САПР: современные САПР электронных изделий не позволяют конструировать трехмерные печатные платы, выполнять авторазводку и прочие нужные действия в объеме.

Более того, 3D-MID — это новая парадигма разработки, которая требует иного инженерного мышления. Обучать ей инженеров нужно, начиная со студенческой скамьи. Одно из направлений работы нашей ассоциации — организация обучения технологиям 3D-MID в институтах. Каждый семестр около 50 студентов посещают лекции, на которых они узнают о преимуществах этой технологии, о том, как она делает электронику проще, легче и надежнее.

И только тогда, когда мы получим поддержку со стороны САПР и научим разработчиков создавать схемы в трех измерениях, мы сможем сказать, что настало время для повсеместного внедрения 3D-MID.

Как, по вашему мнению, будут развиваться технологии производства 3D-MID?

Одно из ограничений современных технологий 3D-MID — небольшой выбор материалов. Термопластики, которые сейчас применяются, имеют недостатки, прежде всего — это низкая теплостойкость. В ближайшем будущем мы ожидаем освоения новых, более совершенных материалов. Перспективное направление — применение пластиков на основе эпоксидных смол, которые более термостойки по сравнению с используемыми сейчас материалами и при этом не очень дороги. Применение материалов, устойчивых к высоким температурам, расширит сферу применения 3D-MID.

Еще один многообещающий материал — керамика. Изделия 3D-MID из керамики могут применяться там, где действуют высокие напряжения, например, в силовых цепях. Заготовки из керамики формируются методом литья под давлением — так же, как пластиковые детали. До недавнего времени применение керамики в 3D-MID было ограничено из-за отсутствия технологии, позволяющей наносить на объемные керамические детали проводящие дорожки с требуемой точностью. Но недавно появившаяся на европейском рынке технология MIPTEC (microscopic integrated processing

technology), разработанная в компании Panasonic, сделала возможным применение керамики в массовом производстве 3D-MID. Эта технология позволяет работать не только с керамикой, но и с пластиками, при этом она более точная, чем доминирующее сейчас на производствах 3D-MID прямое лазерное структурирование (LDS). MIPTEC позволяет создавать дорожки с шагом и шириной до 50 мкм — против 150 мкм для LDS. Возможность миниатюризации изделий 3D-MID и повышения плотности монтажа открывает перед нами новые горизонты.

Конечно, ассоциация уделяет большое внимание развитию и уже существующих, применяющихся в массовом производстве технологий, в первую очередь, LDS. Набирает популярность аэрозольная печать, с ее помощью можно наносить на поверхность заготовок не только проводники, но и диэлектрики. Создавая с ее помощью на поверхности заготовки световоды, в изделии можно сочетать функции электронных и оптических устройств. Более того, нанося на заготовку с помощью аэрозольной печати электроактивные материалы, мы можем создавать «умные поверхности» на основе эластомерных актуаторов — это настоящая технология будущего!

Смогут ли 3D-MID полностью заменить печатные платы?

На пути к этому есть серьезное препятствие. 3D-MID в современном своем состоянии не позволяет создавать многослойные структуры, без которых немыслима современная электроника. Более того, это не нужно рынку! Современное электронное производство требует простых в электрическом смысле изделий 3D-MID, так как для сложных уже есть отлаженные и проверенные технологии. Мы знаем, как создать в рамках 3D-MID многослойную структуру: для этого на поверхность заготовки нужно поместить гибкую печатную плату с несколькими слоями, получив, таким образом, гибридное изделие. Но подобные решения экзотичны и не востребованы на рынке.

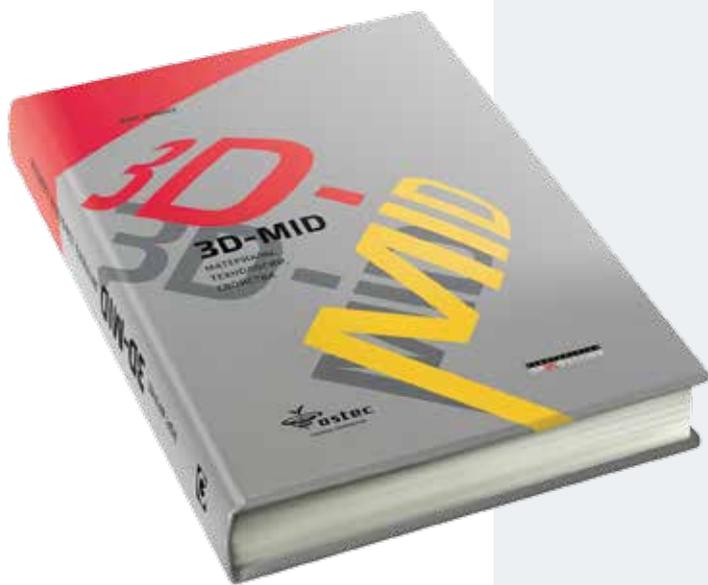
Гораздо более распространено простое и разумное решение — на изделие 3D-MID устанавливается небольшая печатная плата, на которой сосредоточена вся сложная электроника. Это широко применяется, например, фирмой Porsche. Датчики системы курсовой устойчивости автомобилей этой компании представляют собой 3D-MID, на которые установлены сами сенсоры и маленькие печатные платы управляющей электроники.

С другой стороны, современная тенденция к интеграции в электронике привела к появлению микросхем,

которые получили название «систем на кристалле» (system on a chip, SoC). Эти микросхемы — законченные электронные устройства, которым не хватает лишь периферийных компонентов — антенн, элементов питания, интерфейсных разъемов и т.д., причем степень их интеграции все растет. Мы можем установить такую микросхему на основу 3D-MID, создав полностью функциональное изделие, в котором нет традиционной печатной платы. И нам не потребуются сложные многослойные межсоединения, так как в основном они уже реализованы внутри кристалла. Пример таких устройств — современные слуховые аппараты. Корпус этих изделий, он же соединительная плата, создан по технологии 3D-MID. Все его компоненты, включая микрофон, беспроводные интерфейсы, батарею, сосредоточены в одном чипе. Думаю, что в этом направлении электроника будет

эволюционировать быстрее, чем 3D-MID, и полностью интегрированные системы на одном кристалле появятся раньше, чем массовые многослойные изделия 3D-MID.

Формально аббревиатура MID означает «литые соединительные изделия» (molded interconnect devices). Но современные технологии 3D-MID — это уже не просто еще один способ соединения электронных компонентов. С точки зрения не технологий, а результата их применения это сокращение можно расшифровать как «мехатронные интегрированные устройства» (mechatronic integrated devices), то есть изделия, объединяющие электронные, механические, сенсорные и прочие функции в одной детали. Это принципиально новое направление современной электроники, которое призвано не вытеснять традиционные технологии, а дополнять и совершенствовать их. 



Группа компаний Остек выпустила русскоязычное издание книги «3D-MID. Технологии, материалы, свойства»

Группа компаний Остек выпустила русскоязычное издание книги Йорга Франке «3D-MID. Технологии, материалы, свойства». Это первое в мире издание, включающее всю необходимую начальную информацию о технологии производства трехмерных электронных схем на пластике (3D-MID).

В книге подробно описано применение технологии литых монтажных оснований, процессы структурирования и металлизации, формирования межсоединений, сборки 3D-MID изделий. Также пошагово рассмотрены вопросы создания MID прототипов, комплексной разработки MID изделий, материалов, применяемых для 3D-MID оснований. Важную часть книги составляет раздел, посвященный качеству и надежности создаваемых по технологии изделий.

Издатели и авторский коллектив рассчитывают, что книга «3D-MID. Технологии, материалы, свойства» будет полезна конструкторам и технологам, работающим на предприятиях электронной промышленности, практикующим инженерам, специалистам, отвечающим за развитие и инновации, преподавателям и студентам профильных вузов.

Заказать бесплатный экземпляр книги и получить дополнительную информацию можно по электронной почте: mid@ostec-group.ru. Сайт: www.3dmid.ru.

3D корпусирование на базе технологии 3D-MID

Новые возможности миниатюризации и функциональной интеграции



Текст: **Игорь Волков**

”

Использование MID технологии уже начинает выходить за рамки «традиционных» применений. Всё больше устройств используют потенциал трехмерности для получения новых возможностей по сокращению массогабаритных характеристик, потребительских свойств, упрощения конструкций в целом. В статье мы продемонстрируем, как можно решать вопросы переработки традиционных конструкций, пройдем шаг за шагом весь процесс и оценим конечный результат.

Что такое 3D-MID? Где и зачем применять

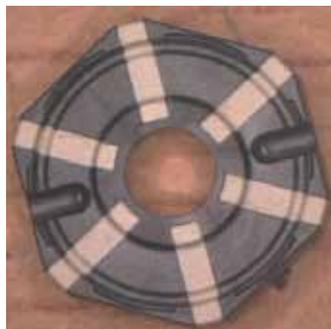
3D интеграция для устройств система-в-корпусе (SiP — System in Package) является ключевым критерием реализации высокой функциональной интеграции в миниатюрном пространстве. Одним из вариантов 3D интеграции является технология корпус-на-корпусе (PoP — Package on Package), но она применима исключительно для решения задач микроэлектроники. Если же смотреть на уровень устройства, то сам чип должен быть собран на подложке, и эта сборка, в свою очередь, должна быть интегрирована механически и электрически в окружающую среду.

Технология 3D-MID уже получила широкое развитие для решений в области связи, вызывает всё больший интерес для интеграции микроэлектромеханических систем (MEMS). Технология позволяет в полной мере реализовать как возможности интеграции механических и электронных функций, так и более компактную конструкцию с гораздо большей функциональностью. Появляется всё больше приложений, связанных с электрическими или электрооптическими схемами, которые производятся с помощью 3D-MID.

В дополнение к уже занявшим свою мировую технологическую нишу решениям для производства антенн по этим технологиям, измеряемую сотнями миллионов изделий в год, начинают появляться 3D-MID решения от простой трехмерной коммутации электрических цепей без каких-либо дополнительных компонентов до полнофункциональных интегрированных модулей. Технология позволяет спокойно реализовывать комбинированные механические, электронные и оптические функции внутри одного и при этом простого прибора. Примеры типовой реализации решений: корпусирование датчиков, корпусирование светодиодов, антенны, исполнительные устройства и драйверы.

С точки зрения технологии производства в предыдущих статьях мы уже говорили, что наиболее распространёнными и востребованными являются технологии двухстадийного литья и прямого лазерного структурирования. Появляются и выходят на рынок новые способы создания проводящих структур, например, прямая струйная печать проводников практически на любом основании. И в конечном итоге выбор между методами производства устройств делается на основе технических требований конечного продукта и простой экономической целесообразности.

3D-MID является синтетической технологией, позволяющей создавать 3D-схемы, основываясь на базовых процессах производства печатных плат, технологии лазерного нанесения рисунка на поверхности материала, применении принципиально новых материалов для



1
MID светодиод — пластиковое основание и собранная конструкция



производства электронных компонентов и узлов. Эта комбинация технологий используется для достижения компактности и высокой функциональности устройств и модулей, которую невозможно получить с помощью обычных традиционных процессов.

Основное преимущество — гибкость конструкции в целом. Исходя из требований, можно создавать подложки для монтажа компонентов произвольной формы без использования гибких печатных плат и при этом надежно, стабильно и строго ориентированно располагать их в пространстве, что критически важно для MEMS устройств, например для датчиков ускорения или перемещения. Поскольку многие модули требуют точного взаимного расположения двух или более компонентов, например излучатель и детектор, мы получаем возможность гарантированно разместить компоненты

по отношению друг к другу, улучшая качество сигнала, прочность и надежность конструкции в целом.

Широкий перечень существующих и доступных технологических материалов позволяет подобрать материал подложки для обеспечения оптимальных тепловых или оптических характеристик изделия.

Как пример — для корпусирования светодиода **рис 1** или лазерного излучателя для нормальной работы критически важно обеспечить эффективный теплоотвод от компонента. И использование основания с хорошей теплопроводностью позволяет снизить рабочую температуру светодиода, увеличивая яркость и продлевая срок его жизни. При этом свободно задается форма компонента и легкость подключения внешних электрических цепей.

Трехмерные проводники могут быть использованы в широком спектре приложений, каждое из которых опирается на одно или несколько уникальных технологических преимуществ.

Эта новая трехмерная схема позволяет обеспечить развитие устройств, которые требуют гибкости, миниатюризации и оптимальных электрических и тепловых свойств и является еще одним шагом в области широкого внедрения микротехнологий в производство.

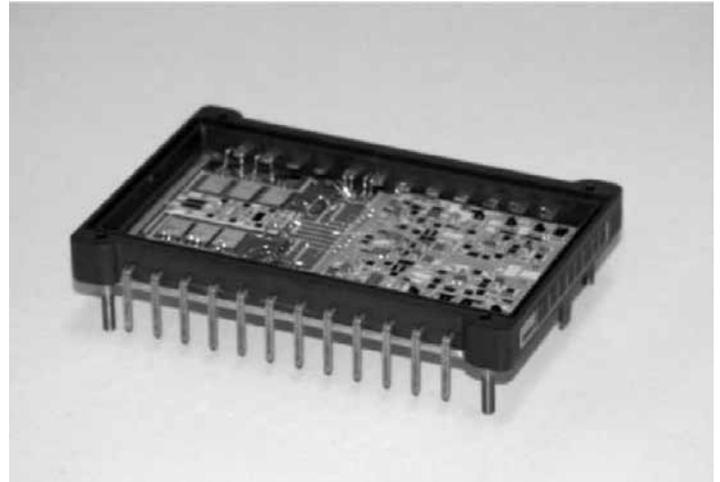
Далее рассмотрим пример реализации возможностей MID технологии для редизайна традиционного устройства и создания нового со значительным сокращением массогабаритных характеристик при полном сохранении функциональности. Рассмотрим шаги процесса и оценим те выгоды, которые мы получаем в результате.

Применение 3D-MID технологии для твердотельных контроллеров питания

Развитие 3D-MID технологии открывает новые возможности интеграции устройств с одновременным упрощением конструкции изделия, которые не доступны стандартными методами производства. Применение технологии мы рассмотрим на базе одного достаточно распространенного изделия — твердотельного интеллектуального силового модуля, объединяющего в себе пластиковый корпус, многослойную плату управления и микроэлектронные силовые элементы управления на керамической подложке.

Данные модули используются в энергетических установках, системах коммутации и управления в различных устройствах: от насосных установок до систем управления самолетов и космических аппаратов. Устройство обеспечивает управление и контроль электрических цепей с защитой от перегрузки и замыкания, а также служит для взаимодействия с централизованными системами контроля для информирования о текущем состоянии устройства.

Конструкция традиционного модуля показана на **рис 2** и представляет собой керамическое основание

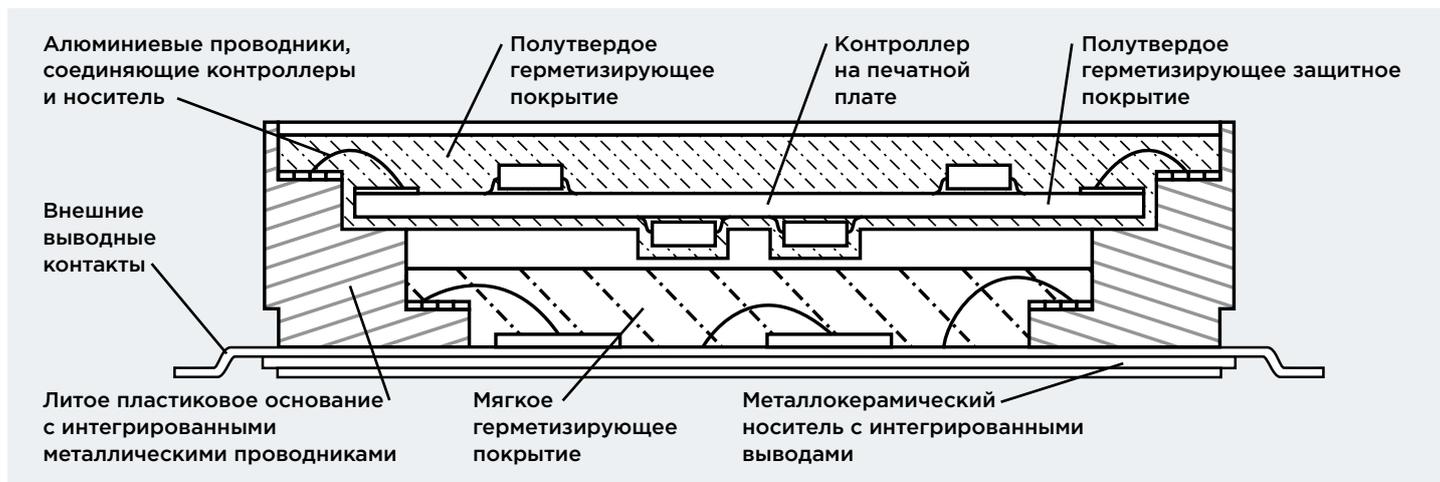


2 Твердотельный контроллер, на котором силовые элементы установлены непосредственно на плате управления традиционными методами сборки

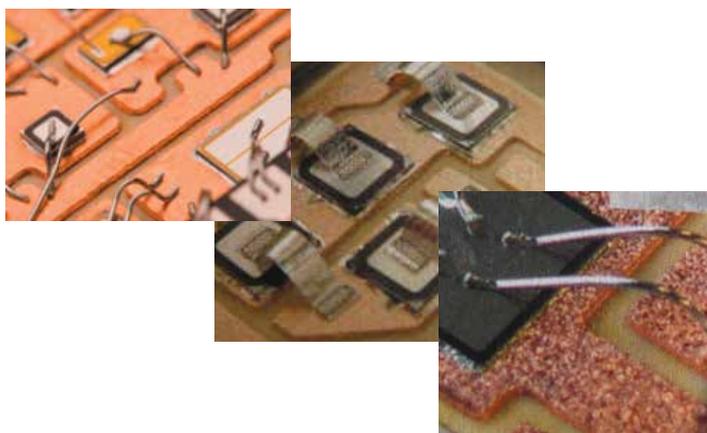
для силового модуля и его контроллера, выполненное в одной плоскости. С одной стороны, это обеспечивает простоту конструкции и легкие и стандартные сборочные процедуры. С другой — мы не можем работать с размерами конструкции, так как есть жесткие ограничения линейных размеров электронных сборок, дальнейшая миниатюризация которых не целесообразна ввиду достижения технологических пределов.

Так каким же способом можно сократить размеры, не преступая существующих ограничений? Естественным предложением будет перейти от плоскостного размещения силового модуля и контроллера к трехмерной стековой конструкции. Идея реализации такого изделия схематично в разрезе представлена на **рис 3**.

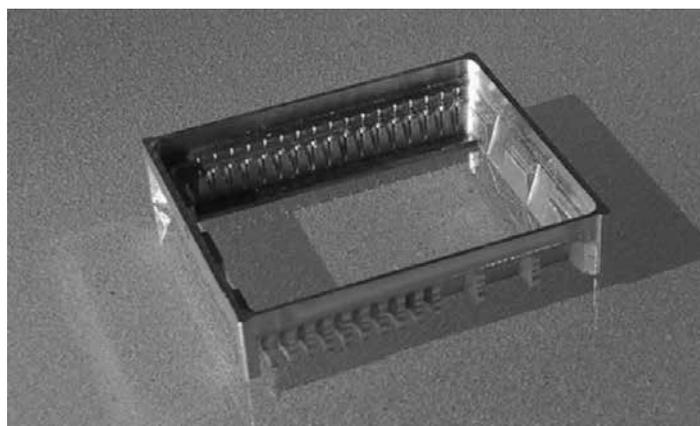
Идея изменения конструкции заставила по-другому взглянуть на форму и функциональную нагрузку корпуса самого устройства. Помимо традиционных задач, возлагаемых на корпус изделия, у него появились дополнительные функциональные особенности, реализовать которые из-за сложной «многоэтажной» конструкции возможно только с применением MID



3 Предлагаемая структура конструкции силового контроллера и ее составные части



4 DBC-подложка с установленными силовыми компонентами



5 Алюминиевый прототип корпуса, близкий к окончательному

технологии. Здесь трехмерный пластиковый корпус становится одним из элементов силового контроллера, на котором размещены металлические проводники для организации взаимодействия компонентов устройства. Полученная конструкция позволяет расположить плату управления над керамической DBC-подложкой, где установлены основные силовые элементы системы (рис. 4).

Используя современные возможности трехмерного проектирования, можно легко и просто разместить силовые и управляющие платы и продумать систему их межуровневой коммутации. В результате мы получаем конструкцию пластикового корпуса, удовлетворяющего всем ограничениям, который легко визуализировать в металле на станках ЧПУ или методами 3D-печати для «тонкой» подгонки системы в целом. На рис. 5 представлен один из промежуточных вариантов реализации корпуса в металле.

В принципе, можно отказаться от создания металлического прототипа корпуса.

От прототипа к серийному изделию

Современные возможности прототипирования MID изделий позволяют просто и быстро получать функциональный образец. При этом можно использовать как пластиковые варианты прототипа корпуса, так и металлические. Конечно, базовый материал корпуса будет диктовать способы получения проводников на поверхности материала, но в целом это будет сводиться к получению на поверхности покрытия, восприимчивого к лазерному излучению и позволяющего получить систему проводников методами химического осаждения металлов.

Далее рассмотрим основные этапы получения изделия по технологии 3D-MID от компании LPKF (Германия). Выбор компании обоснован легкостью изменения дизайна проводников, достаточной технологической гибкостью, а главное — скоростью получения конечного результата, пригодного как для макетных испытаний, так и серийного производства.

Исходя из базового материала, можно использовать



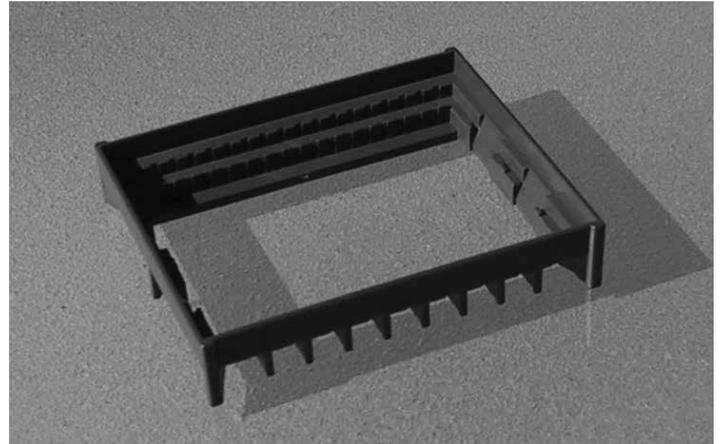
6 LDS материалы и методы их нанесения на прототипы: краска или напыление порошка с последующим спеканием

или LPKF ProtoPaint для пластика, или порошковое LDS-покрытие для металла рис 6. В нашем случае, так как корпус изделия в целях прототипирования был создан методом трехмерной печати из пластика непосредственно из трехмерной модели, использовалось покрытие LPKF ProtoPaint. Краска наносится непосредственно на пластик модели из пульверизатора обычным способом. Единственным требованием является толщина получаемого покрытия, и в этом случае процедуру повторили три раза.

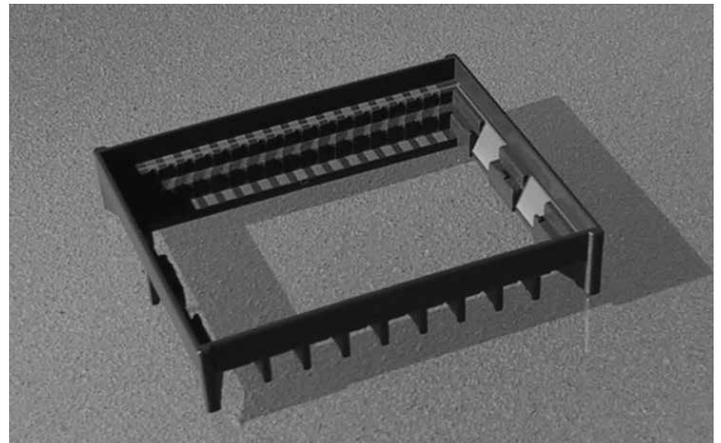
Дальнейшие операции прототипирования как и, собственно, серийного производства, идут по единой технологии с одними и теми же операциями безотносительно базового материала. Поэтому не будем разделять эти процессы и рассмотрим только значимые этапы. Единственное, что следует особо отметить: до серийного производства корпуса необходимо особое внимание обратить на подбор пластикового материала по параметрам температурной и электрической стойкости с приемлемыми характеристиками теплового расширения. В данном случае подошел модифицированный PBT пластик, а с точки зрения метода получения корпуса выбрано литье под давлением рис 7. Литьевые процессы имеют свои особенности, но в данной статье мы не будем их рассматривать.

Операция формирования рисунка подводников на поверхности пластика выполняется по уже хорошо зарекомендовавшей себя технологии LDS (Laser Direct Structuring — прямое лазерное структурирование) от компании LPKF. Этот процесс не вызывает особых сложностей. Хочется отметить, что при проектировании MID устройств необходимо учитывать требования «Руководства по разработке 3D-MID/MID», чтобы избежать проблем, связанных с технологическими ограничениями, и получить соответствующий ожиданиям результат.

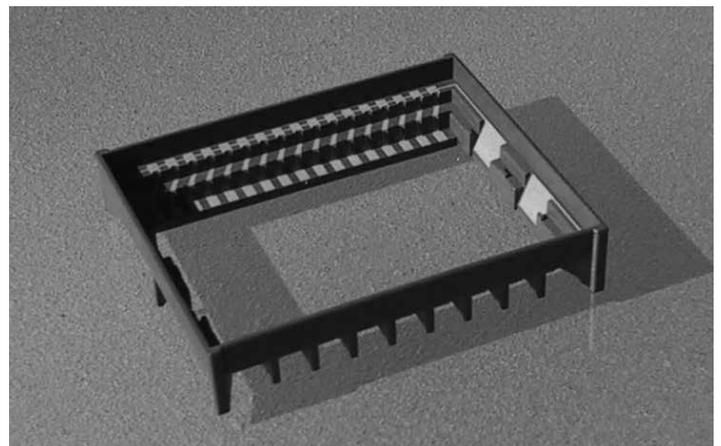
При лазерном структурировании следующей операцией будет формирование структуры проводников непосредственно на трехмерном основании. На этом этапе происходит формирование рисунка всех электрических



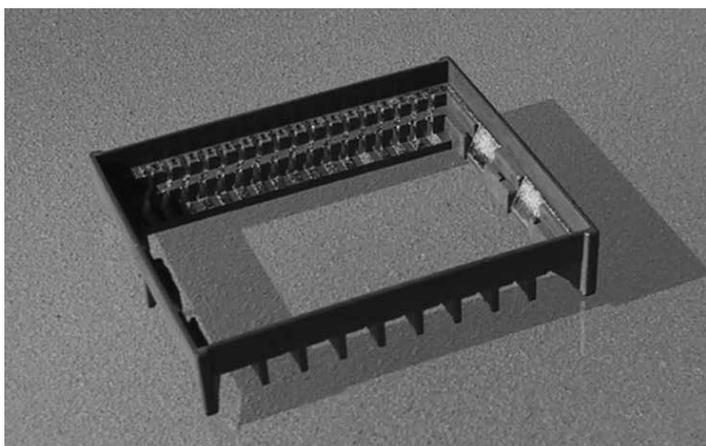
7 Литой корпус из PBT полимера



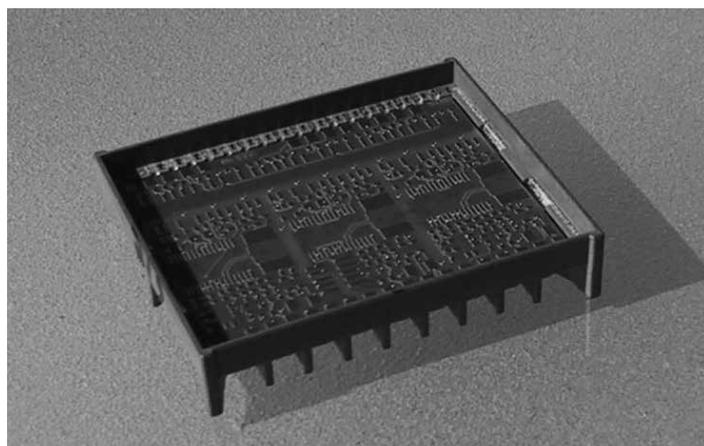
8 Корпус со сформированной на поверхности структурой проводников, объединяющий уровень контактов (первый уровень), схему коммутаций (второй уровень) и систему управления (третий уровень)



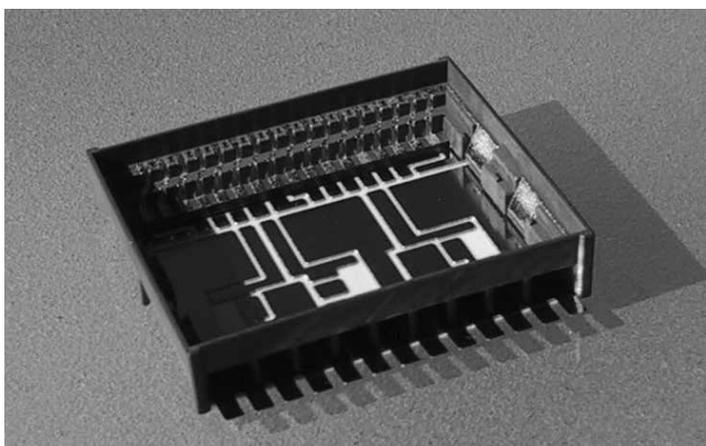
9 Осаждение Cu/NiP/Au происходит до полного формирования рисунка проводников заданной толщины в автоматизированных гальванических линиях



10 Корпус готов к монтажу



12 Установка платы контроллера



11 Разварка керамического основания к основному корпусу

связей от основания до верхней платы управления через все промежуточные площадки рис 8.

Системы лазерной активации поверхности достаточно гибки и позволяют подстраиваться под задачи производства. Кроме того, есть возможность интеграции этих систем непосредственно в производственные цепочки.

Следующий шаг производственного процесса — металлизация активированных поверхностей корпуса. Стандартным является процесс осаждения слоев меди,

никеля и золота рис 9. В зависимости от задач осаждение металлов производится химическим (для тонких слоев) или гальваническим методом (для толстых слоев).

Процессы металлизации сходны с аналогичными процессами в производстве печатных плат Т 1.

В случае использования гальванических процессов (опционально) на завершающей стадии данного этапа происходит удаление временных проводящих цепей. Обычно проводники разделяются через маску для предотвращения повреждения основных проводников на носителе. После этой операции производят очистку заготовки в ультразвуковой ванне.

В результате выполненных операций получается готовый к монтажу корпус рис 10. По завершению подготовки пластикового корпуса происходит последовательная установка слоев контроллера и их разварка алюминиевой проволокой на контактные площадки на корпусе изделия рис 11.

После установки, разварки и заливки подложки на следующий уровень корпуса устанавливаются силовые модуль. Далее с ним производят те же операции, что и с подложкой. По их завершению производят аналогичный монтаж платы контроллера управления. На рис 12 представлен контроллер питания в собранном, но не герметизированном виде.

Т 1 Пример типового процесса осаждения металлов

| Процесс | Тип ванны | Время, мин. | Температура, С° |
|---|--------------------------|-------------|-----------------|
| Ультразвуковая очистка | Деионизованная вода | 5 | 50 |
| Химическое осаждение меди | ENPLATE Cu 872 | 40 | 43 |
| Гальваническое осаждение меди (опционально) | Cupatier electrolyt 80 L | 30 | 23 |
| Активация меди | Degussa activator 878 | 5 | 40 |
| Никелирование | ENPLATE MID select 9065 | 20 | 60 |
| Золочение | Immersion gold | 20 | 70 |
| Сушка | | 60 | 100 |

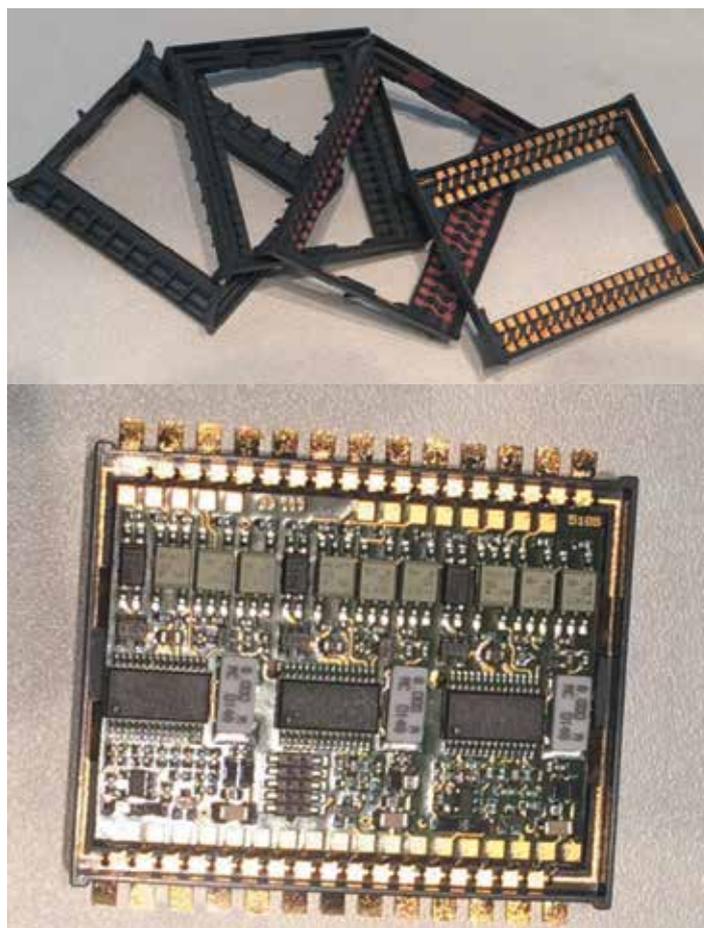
Таким образом, всего лишь изменив конструкцию корпуса изделия, вынеся на корпус часть внутренних коммутаций и задав формой общее взаимное положение компонентов, получаем новое изделие, несомненно, имеющее хорошие перспективы на рынке **рис 13**.

И уже можно оценить все плюсы использования MID технологии и даже систематизировать их для дальнейшего продвижения изделия на рынке.

В конечном итоге получим:

- **увеличение надежности:** по сравнению с возможностями обычного корпусирования части системы электрически соединены между собой с помощью интегрированных проводников на поверхности пластикового корпуса, при сборке которого устраняется припой как таковой;
- **уплотнение конструкции изделия:** благодаря использованию технологии имеются интегрированные трехуровневые соединения между платами изделия;
- **упрощение технологического процесса:** существующая технология сборки и разварки компонентов на изделии может быть заменена на стандартные операции сборки по технологии поверхностного монтажа. За счет этого могут быть упрощены операции сборки, что, в конечном итоге, ведет к снижению себестоимости изделия;
- **улучшение тепловых характеристик изделия:** теплонагруженные элементы располагаются непосредственно над металлической подложкой, способствующей эффективному отводу тепла. При этом схемы управления пространственно отделены от силовой части, что улучшает общие температурные характеристики модуля;
- **снижение веса:** по сравнению с аналогичными системами, выполненными по традиционной технологии и имеющими металлический корпус, используя MID технологию можно добиться снижения общего веса изделия до 70%.
- **снижение линейных размеров изделия:** используя пространственное расположение элементов и индивидуальную конструкцию изделия, можно сократить до 50% общие размеры контроллера при полном сохранении его функциональных возможностей.

3D-MID технология дает возможность уйти от одномерного размещения компонентов к пакетным трехмерным решениям, позволяющим не только уменьшить размеры и вес изделия, но и упростить его конструкцию и повысить надежность за счет разделения в пространстве теплонагруженных элементов и систем управления. Применение технологии перспективно для российского рынка и позволяет по-новому взглянуть на уже отработанные конструкции и обеспечить высокую интеграцию сборки и надежность изделия в целом.



13

Стадии процесса изготовления корпуса и собранное изделие

Конечно, нельзя дать универсальный совет — каждое изделие имеет свои сложности и ограничения, однако используя подходы MID технологии, можно двигаться вперед, развивать имеющиеся решения или получать совершенно новые. Представленный путь не является единственным из возможных. Более того, технология не стоит на месте: если два-три года назад мы могли говорить только о работе с пластиковыми трехмерными носителями, то сейчас, в дополнение к имеющимся, это может быть и металл, и керамика. И не исключено, что в будущем появится возможность работать практически с любыми материалами — и уже есть предпосылки для этого.

Самое главное сейчас — это нестандартно посмотреть на имеющиеся решения, подумать над изменением конструкции и методами конструирования, начать делать шаги для получения новых навыков, новых возможностей и новых конкурентных преимуществ. □

«Я не тружусь более для настоящего, я тружусь для будущего...».

Никола Тесла

Видеть сегодня
формы
изделий будущего
невозможно,

**НО ВОЗМОЖНОСТИ
работы с любыми
формами —
необходимо**

Полный цикл
от проектирования
до производства
изделий

на основе технологии 3D-MID

Решения, предлагаемые Остеком в сотрудничестве с одним из лидеров мировой 3D-MID-индустрии, швейцарской компанией Multiple Dimensions, открывают новые возможности формообразования и миниатюризации электронных устройств.



Автоиндустрия

- переключатели и соединители
- датчики и приводы
- элементы управления
- антенны
- светотехника



Телекоммуникации

- датчики
- элементы управления
- антенны
- модули камеры



Медтехника

- переключатели и соединители
- датчики
- антенны
- слуховые аппараты



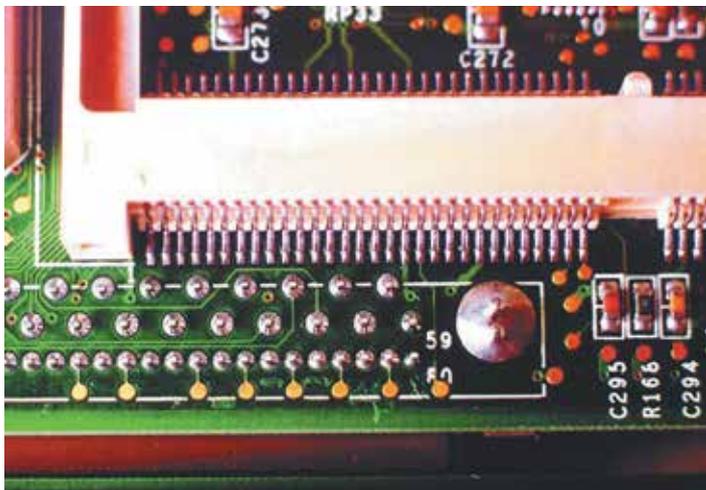
ТЕХНОЛОГИИ

Селективная пайка штыревых компонентов

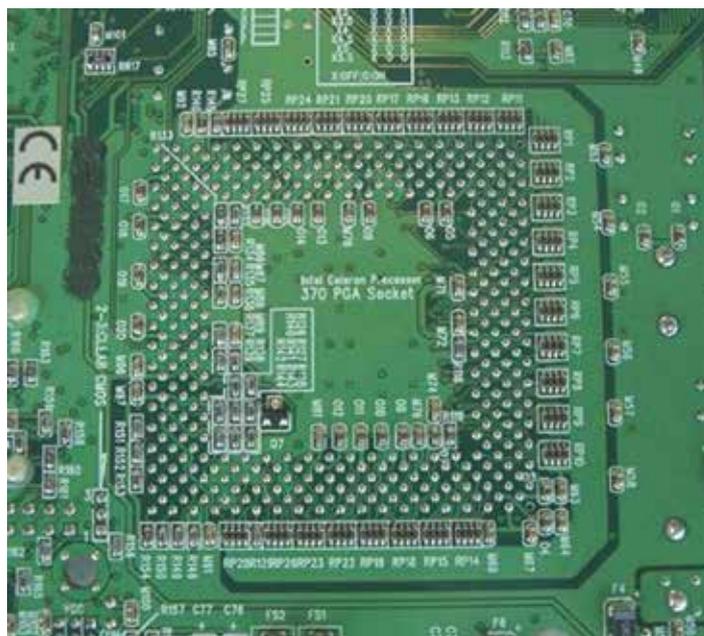


Текст: Александр Антонов

Несмотря на повсеместный переход во всем мире на технологию поверхностного монтажа, ряд компонентов с необходимыми характеристиками доступен только в штыревом исполнении. Для изделий с наличием как поверхностно-монтируемых компонентов (SMD), так и штыревых (ТНТ) сборка, как правило, ведется по технологии смешанного монтажа. В этом случае плата с SMD-компонентами собирается по классической технологии поверхностного монтажа, а затем производится установка и пайка штыревых компонентов. Хорошей альтернативой ручной пайке компонентов и групповой пайке двойной волной припоя служит использование популярной во всем мире технологии селективной пайки. В данном случае в контакт с припоем входит не вся нижняя поверхность платы с компонентами, а только отдельные ее участки, непосредственно подлежащие пайке. Такой способ пайки позволяет производить качественную сборку даже сложных двухсторонних плат с плотной компоновкой и наличием компонентов с самым малым шагом выводов. Примеры использования технологии селективной пайки показаны на **рис 1** и **рис 2**.



1 Пайка выводов компонента вблизи разъема и тестовых площадок



2 Пайка штыревого компонента вблизи поверхностно-монтажных компонентов

Несмотря на наличие тех же этапов, что и при пайке двойной волной припоя (этапы флюсования, преднагрева и пайки), селективная пайка обладает рядом существенных отличий и особенностей, которые нужно учитывать при подборе подходящего варианта исполнения установки селективной пайки и адаптации технологии под пайку выводов штыревых компонентов изделий.

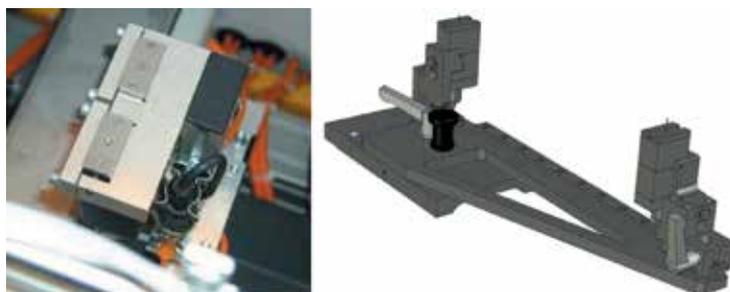
Далее рассмотрим все этапы процесса селективной пайки и особенности оборудования на примере установок, предлагаемых немецкой компанией Ersa.

Флюсование

В установках селективной пайки фирмы Ersa флюсованию подвергаются только те участки платы, которые впоследствии будут запаяны при помощи миниволны припоя. Прецизионное нанесение флюса при этом осуществляется при помощи каплеустройного флюсователя, перемещающегося под нижней поверхностью печатного узла (ПУ) и наносящего флюс только там, где необходимо. Возможно как точечное нанесение флюса, так и по линии. Ширина дорожки нанесенного флюса может составлять всего 2 мм, что обеспечивает малое количество остатков флюса после пайки. При этом каплеустройная система флюсования и грамотный подбор параметров позволяют обеспечить попадание флюса на все поверхности, подлежащие пайке, в достаточном количестве (включая попадание в монтажные отверстия с выводами) для обеспечения условий протекания при-

поя и лучшей смачиваемости поверхностей. Возможно нанесение различных типов флюса, однако основное требование к ним — низкое содержание твердых веществ для исключения забивания форсунки флюсователя микрометрического размера.

Для повышения гибкости и уменьшения цикла нанесения компания Ersa предлагает различные конфигурации систем флюсования с двумя каплеустройными головками рис 3. Первая конфигурация позволяет увеличить производительность операции флюсования в два раза за счет параллельного флюсования двух идентичных плат в мультизаготовке. Вторая исключает необходимость смены флюса в баке при переходе на другой тип флюса. При этом система оснащается двумя бачками, и по программе будет активироваться только головка с тем флюсом, который на данный момент требуется нанести на плату.

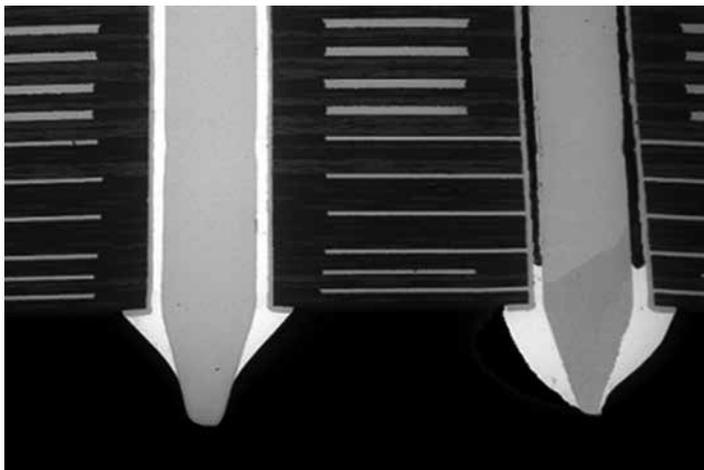


3 Каплеустройные системы флюсования с двумя головками

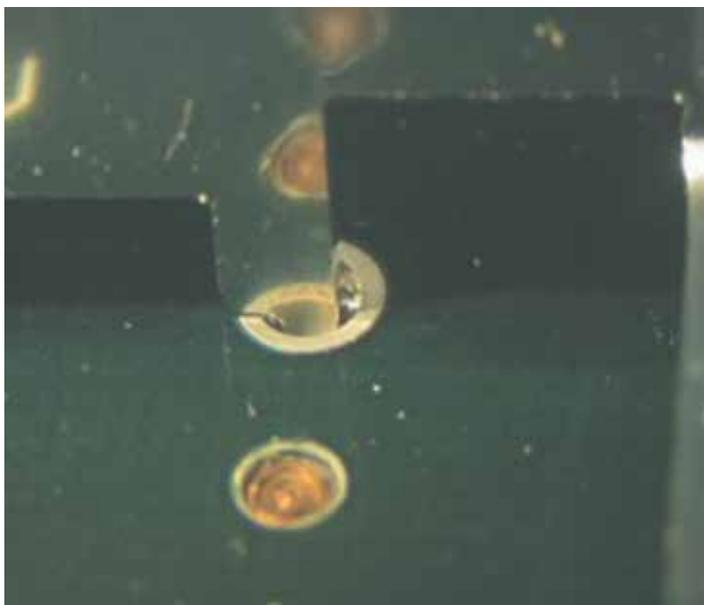
Преднагрев

Предварительный нагрев во всех установках селективной пайки проводится для испарения растворителя, входящего в состав нанесенного флюса, его активации и предварительного подогрева платы и компонентов. Таким образом, создаются условия для хорошего растекания припоя по паяемым поверхностям.

Нагрев платы в установках Ersa может осуществляться как с нижней, так и с верхней стороны. По умолчанию предварительный нагрев происходит со стороны нанесенного флюса и расположения точек пайки при помощи нижних инфракрасных нагревателей. В этом случае, благодаря прямому воздействию нагревателей на нижнюю поверхность платы, можно обеспечить подготовку паяемых поверхностей к процессу пайки. Однако, как известно, как и любой процесс пайки, селек-



4 Неполное заполнение отверстия из-за отвода тепла на внутренние слои через межслойные соединения



5 Отсутствие галтели с верхней стороны при пайке теплоемкого компонента



6 ИК (снизу) и конвекционный (сверху) нагрев ПУ

тивная пайка больших массивных компонентов и плат представляет собой непростую задачу. В этом случае нужно не только обеспечить все требования к максимальным температурам и градиентам для флюса и компонентов для исключения их повреждения подводимой тепловой энергией, но и обеспечить равномерный прогрев всех участков платы, подлежащих пайке. При недостаточном прогреве многослойных массивных плат с теплоемкими компонентами возможно ухудшение условий растекания припоя по паяемым поверхностям, что чревато некачественной пайкой выводов штыревых компонентов рис 4 и рис 5.

Для решения проблемы пайки массивных, теплоемких элементов компания Ersa предлагает использовать комбинацию нижних ИК-нагревателей и верхнего конвекционного модуля нагрева для обеспечения высокой интенсивности теплообмена рис 6.

Наличие верхнего конвекционного нагревателя в дополнение к нижнему, осуществляющему нагрев нижней поверхности печатного узла и активацию флюса, способствует лучшему прогреву всех участков платы до нужной температуры для достижения приемлемых результатов пайки даже самых теплоемких печатных узлов и компонентов.

При этом в установках фирмы Ersa конвекционный нагрев плат может осуществляться не только в зоне предварительного нагрева, но и непосредственно в зоне пайки. Это помогает предотвратить остывание теплоемкого печатного узла при продолжительном процессе пайки, например, в случае пайки большого количества выводов.

Пайка

При пайке выводов штыревых компонентов в контакт с волной припоя входят только те участки платы, которые подлежат пайке. При этом расположенные вблизи компоненты не подвергаются тепловому воздействию, вызванному непосредственным контактом с припоем, как это происходит в случае с пайкой двойной волной припоя. Эта особенность позволяет использовать селективную пайку для пайки печатных узлов с предустановленными с нижней стороны компонентами, в том числе с плотным монтажом и компонентами с мелким шагом.

Во всем оборудовании Ersa пайка осуществляется при помощи смачиваемых припоем волнообразователей рис 7. Это исключает необходимость определенной ориентации печатного узла под углом относительно волнообразователя и упрощает процесс программирования системы, позволяя производить пайку даже в самых «узких» местах платы.

В отличие от распространенных на рынке систем пайки с традиционным насосом на базе крыльчатки компания Ersa в своем оборудовании использует электромагнитные индукционные насосы, в которых припой приводится в движение не за счет вращения крыльчатки, а за счет действий сил Лоренца, заставляющих его двигаться в направлении волнообразователя. При этом существенными преимуществами электромагнитного насоса наряду с отсутствием изнашивающихся частей являются поддержание высокой стабильности потока припоя и точная настройка необходимой высоты волны в волнообразователе.

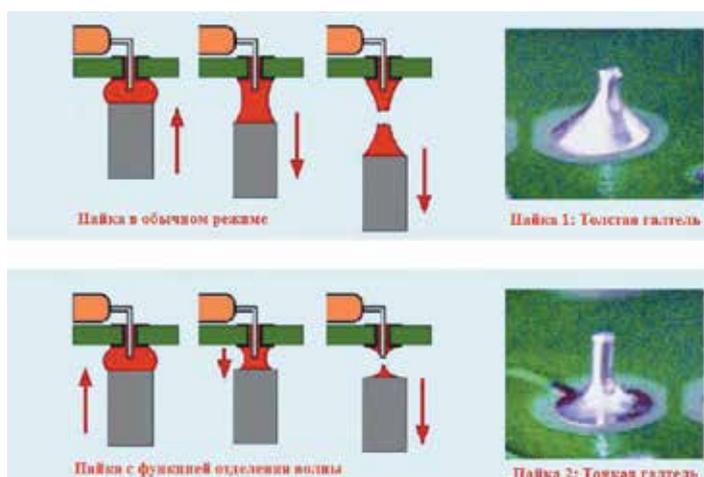
Процесс пайки производится в инертной среде азота. При этом подача азота происходит при помощи специального азотного кольца, использование которого позволяет добиться подачи азота высокого качества на всю поверхность припоя на волнообразователе и непосредственно в область пайки. Это гарантирует низкое шламообразование, разумное расходование азота и высокое качество пайки.

Существует также возможность оснастить ванну с припоем системой дополнительного подогрева азота, в которой весь подаваемый на волнообразователь азот предварительно нагревается до необходимой температуры. Использование этой системы исключает влияние «холодного» азота на расплавленный припой и позволяет осуществить дополнительный прогрев области пайки.

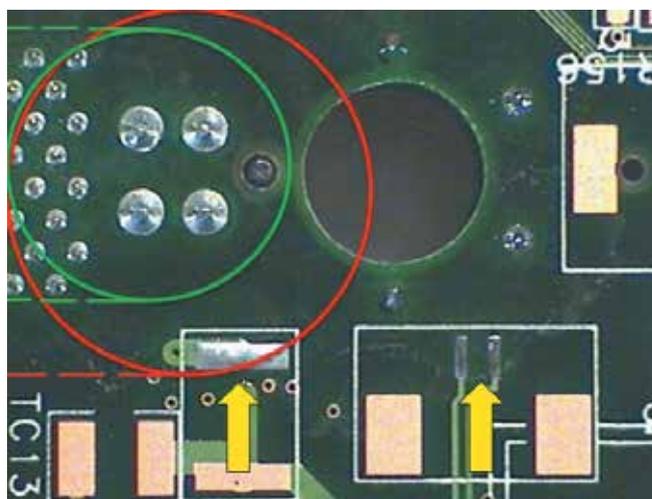
Возможность мгновенного безынерционного отключения подачи припоя в электромагнитном насосе наряду с действиями сил поверхностного натяжения волнообразователей позволяет не только получать тонкие галтели паяных соединений, но и предотвращать появление перемычек припоя даже при пайке многовыводных компонентов с малым шагом выводов в непосредственной близости от поверхностно-монтируемых компонентов рис 8.



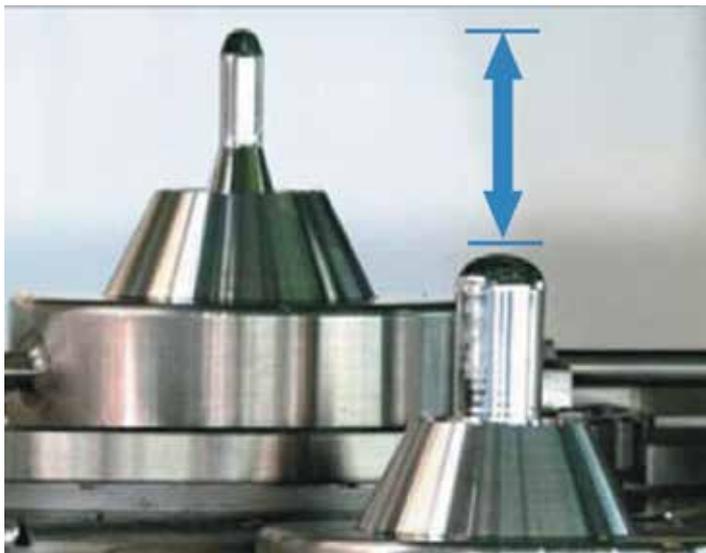
7 Смачиваемый припоем волнообразователь в азотном кольце



8 Управление внешним видом паяных соединений



9 Касание большим волнообразователем площадок соседних SMD-компонентов



10

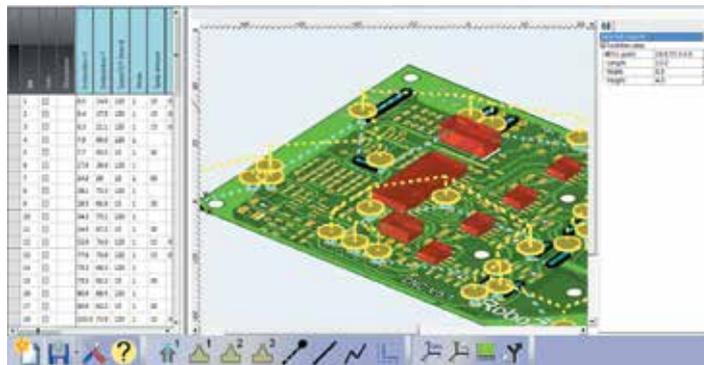
Пайка волнообразователями разного диаметра

С точки зрения обеспечения производительности процесса пайки миниволной припоя предпочтение отдается волнообразователям большого диаметра. В этом случае цикл пайки удастся снизить за счет одновременной пайки сразу нескольких выводов. Так, многовыводные разъемы, как правило, паяются большим волнообразователем за один проход при пайке по линии.

Однако возможны ситуации, в которых, с одной стороны, нужно обеспечить высокую производительность процесса, а с другой стороны, обеспечить пайку «узких мест» на плате, в которых, например, при пайке волнообразователем большого диаметра, происходит касание соседних компонентов рис 9.

Для исключения этой дилеммы производитель предлагает специальную конфигурацию с двумя волнообразователями рис 10. При помощи этой конфигурации многовыводные разъемы можно паять по линии волнообразователем большого диаметра, а пайку узких участков платы, например, вблизи SMD-компонентов, производить при помощи волнообразователя меньшего диаметра.

При этом для дополнительного увеличения производительности, также как и в случае с флюсованием, возможна одновременная пайка двух идентичных плат в мультизаготовке двумя волнообразователями. В этом случае фирма Ersa предусмотрела вариант исполнения системы пайки с двумя ваннами с изменяющимися расстояниями между волнообразователями в зависимости от расстояния между точками пайки в платах мультизаготовки.



11

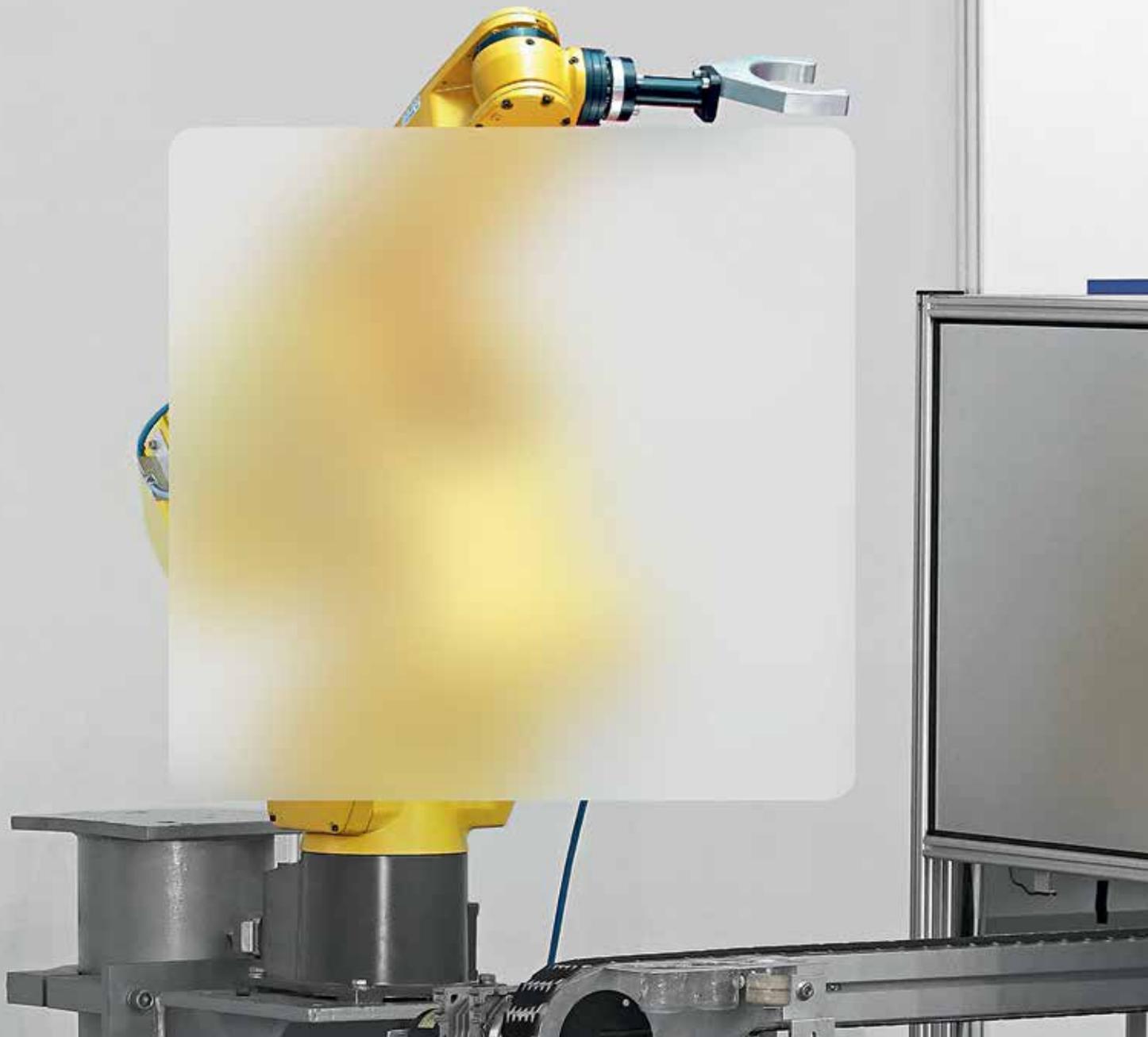
Интерфейс программы ERSA CAD Assistant 3D

Программное обеспечение

В установках фирмы Ersa подготовка программ пайки может происходить удаленно от установки, полностью в режиме «офлайн» при помощи уникальной разработки компании — программного обеспечения ERSA CAD Assistant 3D рис 11. Создание программ пайки в ERSA CAD Assistant 3D производится на основании фотографии, скана или чертежа печатной платы. После импорта изображения платы и ввода технологических параметров процесса оператору остается лишь указать точки/линии пайки и флюсования на поверхности печатного узла. При этом программа произведет оптимизацию перемещения флюсователя и ванны с припоем таким образом, чтобы исключить задевание предустановленных с нижней стороны высоких компонентов и минимизировать общий цикл пайки печатного узла. Все проложенные треки флюсования и пайки можно легко оценить при помощи 3D-визуализации платы.

Вывод

Технология селективной пайки благодаря своей гибкости, простоте программирования и относительно быстрому возврату инвестиций постепенно вытесняет классическую технологию пайки двойной волной припоя. Однако нужно понимать, что при внедрении данной технологии на производстве окончательный результат пайки будет зависеть от многих факторов, к которым относятся не только конструктивные особенности печатного узла и выбираемые режимы пайки, но также и возможности самого оборудования. И только при грамотном подходе к выбору конфигурации и типа оборудования под конкретные задачи и адаптации технологии селективной пайки под изделия с выполнением всех требований к процессу селективной пайки можно добиться приемлемых результатов с необходимой производительностью. ▢



Видеть сегодня промышленное оборудование будущего невозможно, **но технологии производства электроники для него — необходимо**

Гибкость, точность и надежность, что будут присущи промышленному оборудованию завтра, зависят от технологий его производства, которые необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства промышленной электроники.



будущее
создается

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



КАЧЕСТВО

МАССОВОЕ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ

ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «БОЛИД»

Текст: **Илья Шахнович**
Максим Шейкин

»

Мы продолжаем рассказывать о российских компаниях, выпускающих массовую электронную продукцию. На сей раз мы посетили компанию «Болид» — известного российского производителя систем охраны, пожарной сигнализации, автоматизации и диспетчеризации и т.д. Компания примечательна тем, что производит весьма широкую гамму продуктов — в ее номенклатуре порядка 150 типов изделий, от оборудования диспетчерских пультов до датчиков задымления. При этом ежемесячный объем выпуска составляет до полумиллиона устройств.

Компания последовательно проводит политику технологической модернизации. В частности, совсем недавно была введена в эксплуатацию новая линия поверхностного монтажа на основе установочного автомата Fuji NXT II. Напомним, эта система принципиально ориентирована на массовое производство. Как проявляются ее достоинства в условиях многономенклатурного производства, как в целом организован производственный процесс в компании «Болид», как построена система управления производством? За ответом на все эти вопросы мы приехали в подмосковный Королев, где на территории ЦНИИмаш находится производство компании «Болид».



ЦНИИмаш — один из прародителей и столпов отечественной ракетно-космической отрасли. Здесь работали Королев и Янгель. Отсюда выделилось предприятие, известное сегодня как РКК «Энергия». Всем известный ЦУП — Центр управления полетами — одно из подразделений ЦНИИмаш. На территории этого легендарного предприятия и располагаются производственные мощности компании «Болид» — одного из крупнейших российских производителей электронного оборудования.

Нас встречает основатель и генеральный директор компании Игорь Александрович Бабанов.

Игорь Александрович, какова история развития производства компании «Болид»?

Как и абсолютное большинство современных российских приборостроительных компаний, мы начинали практически с нуля. Предприятие было создано 6 мая 1991 года и прошло несколько этапов развития. До 1998 года мы в основном занимались торговлей, оптовыми поставками систем безопасности. Производить самим в тот период было сложно. Тем не менее, определенные усилия в этом направлении мы прикладывали, выпускали нишевые продукты, которые нельзя было купить на рынке. Например, разрабатывали и изготавливали устройства согласования пультов вневедомственной

охраны с компьютерами. Однако массовые изделия для систем безопасности производить было нерентабельно. В 1998 году у нас уже было собственное производство, но практически все оно помещалось в одной комнате — монтаж, проверка, сборка-упаковка. И объем продукции был невелик.

В 1998 году случился кризис, доллар резко вырос к рублю почти в четыре раза. Нам это здорово помогло — рубль и труд подешевели, производить в России стало выгодно. Наверное, это был очень хороший толчок для всего российского приборостроения. После 1998 года и начался наш рост, шаг за шагом.





В 2000 году купили первый, еще ручной, установщик SMD-компонентов, начался переход на технологию поверхностного монтажа — до этого мы использовали только пайку в отверстия. Это стало заметным шагом вперед. На ручном установщике проработали весь 2000 год, достигали рекордной производительности в 48 тыс. компонентов в месяц.

Уже в следующем году с помощью компании Остек мы купили свой первый автоматический установщик ЕСМ. Это был автомат начального уровня с производительностью 4 тыс. компонентов в час. Вместе с ним приобрели ручной трафаретный принтер и отдельную печь оплавления. С этим оборудованием мы работали ровно два года, достигли производительности 434 тыс. компонентов в месяц — почти в 10 раз больше по сравнению с ручным установщиком! Но объемы производства росли, и впору было задуматься об автоматической линии.

В 2003 году предприятие Остек поставило нам первую конвейерную линию. Она включала установщик Philips Toraz, трафаретный принтер компании DEK, конвекционную печь, систему автоматической оптической инспекции (АОИ). На новой линии наш рекорд составил уже 1,3 млн компонентов в месяц. Но и этого было уже мало, в следующем году мы поставили в линию второй автомат Toraz, а через год — еще один. В итоге производительность линии выросла до 8 млн компонентов в месяц.

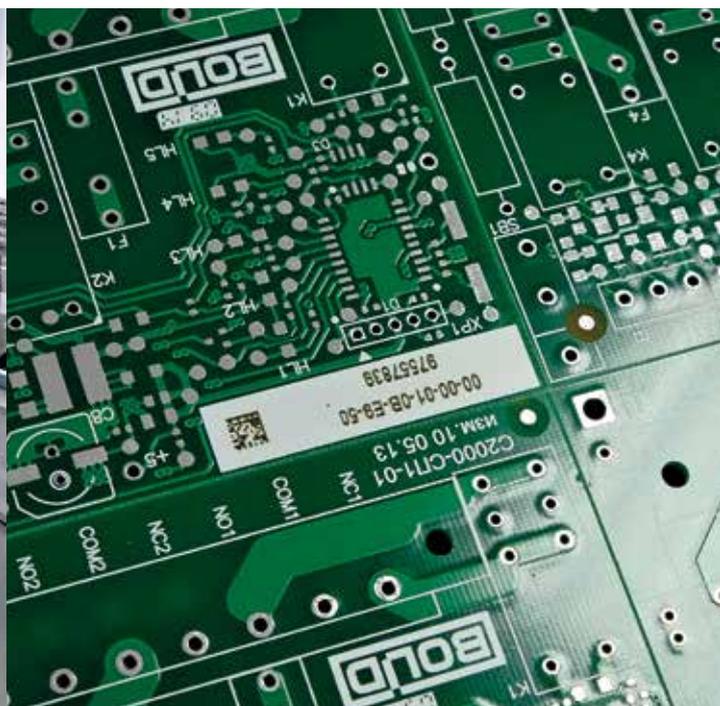
Вскоре возможности одной линии оказались исчерпанными — наше производство перестало быть мелко- и даже среднесерийным. Остек в то время начал активно продвигать в России высокопроизводительные установщики японской компании Fuji. Осенью 2008 года

у нас появилась новая линия на основе автоматов Fuji. Это был следующий качественный шаг вперед. Установщики Fuji по сравнению с автоматами Toraz — оборудование другого, более высокого класса. В них реализовано множество передовых технологий, благодаря которым у нас выросла производительность и точность установки компонентов, снизилось число дефектов. Тогда же мы внедрили систему автоматического оптического контроля точности нанесения паяльной пасты. Эта опция мало у кого встречается в России, но нам она оказалась очень полезной.

Новую линию мы ввели в эксплуатацию в октябре 2008 года, и тут случился кризис. В ноябре начался спад, а в январе 2009 ситуация стала очень тяжелой. Мы даже сократили свое небольшое подразделение в Туле, 25 человек. Тем не менее, 2009 год пережили, а с 2010 года опять начался подъем — объемы поставок выросли по сравнению с 2009 годом на 65%, мы вернулись на докризисный уровень и продолжили развитие.

Разумеется, помимо SMD-оборудования мы не забывали и про остальные виды монтажа компонентов. С 2002 года у нас работает установка пайки волной, в 2012 году мы приобрели систему селективной пайки. Большое внимание уделяем автоматизации рабочих мест на других участках.

В 2013 году возможности двух сборочных линий оказались на пределе. Мы работали на них уже круглосуточно, порой включая выходные. И проблема была не только в том, что отсутствовали возможности дальнейшего роста. Хуже того — малейшая неисправность линии приводила к остановке всего производства, мы оставались без продукции. А ведь за цехом поверх-



ностного монтажа находятся другие производственные участки, люди должны работать, получать зарплату. Поэтому в конце 2013 года мы объявили тендер на поставку новой линии. Основные критерии при выборе были: качество оборудования, его цена и надежность технического обслуживания. Тендер выиграл Остек, предложил автоматы Fuji нового поколения. Мы запустили линию в феврале 2014 года, и, конечно же, в России начался кризис. У нас на предприятии даже ходит шутка — как только мы серьезно расширяем производство, в стране происходит экономический кризис. Мы его остро пока не ощущаем, но стагнация в российской экономике заметна, объемы продаж начали падать.

Что представляет собой современный «Болид»?

Сегодня мы выпускаем в основном компоненты для систем безопасности и пожарной сигнализации — датчики, блоки управления, согласующие элементы, источники питания, контрольно-пусковые шкафы и т.д. Всего около 150 типов изделий, из них 50–60 основных. Объемы производства и сложность изделий сильно различаются. Так, наш самый массовый продукт — датчики задымления — изготавливается сотнями тысяч в месяц, а для ОКР могут собираться единичные изделия.

Предприятие арендует четыре здания общей площадью 7500 м². Есть филиалы в других городах, где работают разработчики. Всего на предприятии трудятся порядка 500 специалистов, из них 100 инженеров-разработчиков и программистов.

Наша основная проблема — производственные площади. Их катастрофически не хватает. Пожалуй, по показателю "объем выпуска на квадратный метр" мы можем претендовать на рекордный уровень в стране. Но такое достижение едва ли можно считать самоцелью. Порой доходило до того, что лишнее рабочее место негде разместить. Но эту проблему мы так или иначе решаем.

В плане производства мы сосредотачиваемся именно на сборке — от электронных модулей до готовых изделий в корпусах. Все остальное стараемся отдать на аутсорсинг, минимизируя все затраты — стоимость компонентов для нас один из важнейших показателей. Постоянно отслеживаем рынок, ищем производителей нужных нам комплектующих.

Так, мы сами не производим корпуса. Около 10 лет мы их возили из Кишинева — в России по таким ценам изготовить металлические или пластиковые корпуса нереально. Там очень дешевая рабочая сила, низкие накладные расходы. Сейчас начинаем работать и с другими производителями корпусов. Очень долго искали надежных поставщиков печатных плат, с ними была постоянная головная боль. В итоге нашли двух производителей в Китае и практически избавились от проблем с качеством печатных плат. Электронные комплектующие закупаем у надежных поставщиков, официальных дистрибьюторов ведущих мировых производителей. Что-то сами возим из Китая — некоторые корпусные детали, установочные элементы и т.п.



Как удается управлять столь сложным производством, учитывая большую номенклатуру и объемы выпуска?

Одно из главных достоинств нашего производства — система автоматизации. Она охватывает все сферы деятельности предприятия. Без такой системы выпускать столь крупные объемы изделий просто невозможно. Мы производим и продаем и оборудование, и программное обеспечение, все это нужно отследить, учесть. Но благодаря разработанной системе автоматизации в любой момент можно сказать, какому потребителю отгружено то или иное изделие, проследить всю его историю — кто и как собирал, какие использованы комплектующие и т.п. Поэтому у нас нет обычного для многих предприятий планового и экономического отдела.



Итак, собственно производство. С ним нас знакомит главный технолог Алексей Сергеевич Ионов.

У нас массовое многономенклатурное производство. Ежемесячно мы выпускаем порядка 100 типов изделий различными объемами — от штук до сотен тысяч изделий. По современным меркам изделия не очень сложные, они собираются на одно- и двухслойных печатных платах. Многие платы невелики по размерам, поэтому практически все они мультиплицированы и разделяются на отдельные модули только после этапа выводного монтажа.

На предприятии действует сквозная система отслеживаемости, поэтому перед началом работы каждая

плата маркируется штрихкодом. Причем мы используем уникальный для России двусторонний лазерный маркировщик. Штрихкод наносится на обе стороны печатной платы. Он считывается при каждой операции, что позволяет хранить полную историю изделия. А маркировка с двух сторон нужна для того, чтобы автомат оптической инспекции мог считать штрихкод при контроле обеих сторон платы.

Производство включает несколько технологических участков — поверхностного монтажа, объемного монтажа, функционального контроля, финишной сборки и т.д. Давайте последовательно пройдем по всей технологической цепочке.

УЧАСТОК ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

На участке поверхностного монтажа мы используем три линии. К сожалению, мы не можем сконцентрировать их в одном помещении — предприятие использует арендованные площади по принципу «что дадут». В основном все участки работают в одну смену, пять дней в неделю. Но линии поверхностного монтажа зачастую эксплуатируются круглосуточно. Мы работаем на рынке, который подвержен сезонным колебаниями, многие наши потребители — бюджетные организации, заказы от которых резко возрастают к концу года. Поэтому о равномерной загрузке производства говорить не приходится.

Самая новая линия была запущена в марте 2014 года. В ней используются новые модульные установщики компонентов Fuji NXT II. В автомате девять модулей с реальной производительностью около 100 тыс. комп/ч, в зависимости от собираемого изделия. Сама линия



достаточно стандартна. Платы помещаются в магазинный загрузчик (компании Nutek), из него подаются в трафаретный принтер DEK Horizon 031X. И тут — первая особенность: после принтера установлен автомат оптической инспекции Viscom S3088 SPI, контролирующей точность нанесения пасты. Мы не стали использовать трафаретный принтер со встроенным модулем оптической инспекции, так как он работает медленнее, чем два независимых устройства.

После инспекции паяльной пасты платы через буферный накопитель Nutek поступают в автомат установки компонентов Fuji NXT II. Затем платы проходят визуальный контроль и перемещаются в печь оплавления Ersa Hotflow 3/20 с 10 температурными зонами. После печи установлен еще один автомат оптической инспекции Viscom S3088 Flex — теперь уже готовых плат. Он рассортировывает платы по двум магазинам: в одном накапливаются годные, в другом — платы, в которых система АОИ обнаружила проблемы.

Вторая линия SMD аналогична. Отличие лишь в том, что в ней используются автоматы Fuji предыдущего поколения (Fuji NXT I) с чуть менее быстрыми головками, всего восемь модулей. Кроме того, в системе АОИ нанесения пасты и финишной инспекции установлены автоматы компании Orbotech. Линии полностью совместимы по программам для установочных автоматов, что позволяет очень быстро переносить изделия с одной линии на другую.

Эксплуатируем мы и нашу самую первую линию — первый автомат Тораз работает в ней уже 11 лет. Мы стараемся ее сильно не перегружать, но по меньшей мере 12 часов в день она работает.

Как быстро происходит переналадка линии при смене изделий?

Переналадка новых линий с изделия на изделие, включая перепрограммирование автоматов, смену трафаретов и загрузку установщиков, занимает в среднем 30–40 минут. Для ускорения процесса мы используем групповую смену питателей. Вместе с новой линией мы приобрели подкатные тележки для питателей. Пока линия работает, питатели на тележках заряжаются для следующего заказа. Потом происходит смена тележек с питателями, так что время простоя линии минимально. Программы для установщиков пишутся в режиме оффлайн с отдельного рабочего места.

У вас очень большая номенклатура. И в то же время — по две установки АОИ в линии. А ведь АОИ, как правило, — самый сложный для программирования станок в линии SMD. Как вы справляетесь с этой проблемой?

Действительно, в новой линии у нас две новые установки АОИ компании Viscom. Это очень быстрые и эффективные машины, их применение повышает производительность линии. Но они требуют времени на освоение, есть определенные нюансы. Наши специалисты успешно осваивают эту технику. Сначала на одну программу уходило до двух дней, сейчас уже два-три часа. Нас выручает, что на производстве три линии, и на двух из них процессы уже отлажены. Поэтому мы берем одно изделие, запуска-



ем на новой линии, отлаживаем процесс, затем переходим к следующему и т.д. В результате накапливаем набор программ для всей нашей номенклатуры.

Что происходит с платами, которые отбраковала система АОИ?

Платы, отбракованные АОИ после конвекционной пайки, проверяют специальные контролёры и при необходимости ремонтируют. Они сканируют штрихкод каждой платы и видят на мониторе, в чем причина отбраковки. Определяют, действительно ли есть ошибка. Если есть, ее исправляют, все это фиксируется в нашей базе и используется для последующего анализа. В целом, если процесс сборки платы на линии уже отлажен, выход годных плат составляет около 95%. Причем основное число дефектов — ложная отбраковка, обусловленная несовершенством оптического контроля.

Вы используете электрический контроль плат?

Он следует сразу после поверхностного монтажа. Разумеется, мы тестируем не всю продукцию, а выборочно, в зависимости от сложности изделия, степени ответственности применения и т.п. Для устройств, выпускаемых крупными партиями, мы используем два тестера с зондами в виде «ложе гвоздей». Для проверки мелкосерийной продукции применяем автомат с летающими пробниками. Автомат с летающими пробниками стоит

недешево, но для нас его применение оправдано — из-за очень большой номенклатуры мы не можем изготавливать «ложе гвоздей» для каждого изделия, проще написать программу для тестера.

При электрическом тестировании выявляются не только ошибки, но и некачественные компоненты, поскольку происходит проверка их номиналов. Но если обнаружен дефект компонентов — например, большое отклонение от номинала, анализируем всю партию. Это легко сделать, поскольку благодаря системе прослеживаемости мы знаем происхождение каждого компонента и можем отследить, куда запаяны компоненты с конкретной катушки.

УЧАСТОК ОБЪЕМНОГО МОНТАЖА

После поверхностного монтажа и электрического тестирования изделия поступают на участок объемного монтажа. Здесь элементы устанавливаются вручную и паяются на установках волновой или селективной пайки. Установка пайки волной Ersa 330 ETS работает у нас уже 12 лет, и до сих пор через нее проходит примерно 60% наших изделий. Несмотря на почтенный возраст, установка обеспечивает стабильно качественную пайку.

Если пайка волной невозможна по технологическим причинам, мы используем установку селективной пайки с автоматическим флюсователем. Пайка происходит в азотной среде фонтанчиком припоя, плата при этом неподвижна, а модуль пайки перемещается. Весь процесс отслеживается с помощью встроенной камеры. Но этот автомат более медленный, чем волновая пайка. Тем не менее, мы приобрели установку селективной



пайки в 2012 году, сейчас думаем о второй такой системе.

Некоторые компоненты мы допаяем вручную — например, провода. Вручную паяем и некоторые особо сложные либо штучные изделия. Но мы стараемся минимизировать ручной труд, автоматизируя, по возможности, все процессы.

Для мерной резки, зачистки и опрессовки проводов у нас есть отдельный участок, где мы используем четыре автомата компании Schleuniger. Есть два настольных прессы для опрессовки разъемов, в том числе на шлейф.

Готовые изделия направляются на участок программирования и функциональной проверки.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА

Функциональной проверке подвергаются 100% готовых изделий до этапа финишной сборки. Полностью собранные платы после монтажа поступают на участок функционального тестирования. На этом же этапе программируются микроконтроллеры изделий. Для тестирования и программирования мы разрабатываем специальные стенды. Стараемся максимально автоматизировать процедуру тестирования — у нас есть стенды, которые сами нажимают на кнопки, распознают цвет свечения светодиодных индикаторов. Оператор лишь должен установить плату и запустить программу проверки. На одном рабочем месте может быть два стенда для одного и того же изделия — это ускоряет процесс тестирования. Разработкой стендов и всей необходимой оснастки занимается специальное подразделение.

Некоторые изделия дополнительно ставятся на технологический прогон. Например, наши самые массовые

устройства — датчики дыма — тестируются на специальном автоматизированном стенде. Параметры всех датчиков регистрируются на сервере.

Технологический прогон проводится и по источникам питания. Для них разработана специальная методика — включение, зарядка и разрядка аккумуляторов происходят по определенной программе. Некоторые производственные дефекты удается выявить только при таком технологическом прогоне.

ФИНИШНАЯ СБОРКА

У нас два участка финишной сборки — для изделий в пластмассовых и в металлических корпусах. Здесь выполняется отверточная сборка, монтаж изделий в корпус и упаковка. Слесарь устанавливает плату в корпус, наклеивает все этикетки, собирает комплект запасных частей и принадлежностей, проставляет в сопроводительной документации все штампы и заводские номера. Дальше упаковщик проверяет комплектность, запечатывает коробку и в групповой упаковке передает на склад готовой продукции. Рабочие места на финишной сборке также максимально автоматизированы.

Некоторые виды изделий после финишной сборки направляются на технологический прогон и лишь затем — на упаковку. Неисправные устройства накапливаются в изоляторе брака, а затем передаются в ремонт.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ

На каждом рабочем месте — ручной установки компонентов, пайки, функционального контроля, финишной сборки — установлены сенсорные мониторы и считыватели штрихкода. Это элементы системы прослеживаемости.



мости, которой в компании придают огромное значение. Как на практике происходит работа с этой системой при производстве, пояснил начальник монтажного участка Андрей Сергеевич Чинарев.

Основа системы — база данных, в которой хранится вся информация о том, что происходит с изделиями на пути их производства. С ее помощью легко проследить все технологические операции (кто, что и когда выполнял), а также перемещения изделий по предприятию. Перед сборкой на лазерном маркировщике на все печатные платы наносятся уникальные штрихкоды, которые считываются при прохождении изделием всех этапов сборки.

На каждом рабочем месте установлен сканер штрихкода и терминал нашей собственной разработки на базе нетбука с сенсорным экраном. Интерфейс терминала был разработан так, что им пользоваться очень просто. У всех работников есть персональный идентификационный номер и соответствующий ему штрихкод. Каждой технологической операции также присвоен собственный штрихкод. Перед началом работы с платой монтажник считывает сканером свой код, затем код текущей операции из таблицы и код платы — в результате в базе данных фиксируются все действия с платой и имена выполнивших их сотрудников. Каждая дополнительная операция, например, ремонтная, тоже фиксируется.

Завершив работу с партией плат, монтажник с помощью своего терминала создает накладную — указывает, сколько и каких изделий передается на другой участок. Для этого достаточно нажать несколько кнопок на сенсорном экране. Накладная распечатывается на сетевом принтере и помещается в лоток вместе с платами. Факт

получения изделий на следующем участке также фиксируется. По сути, бумажные накладные нам не нужны — вся информация хранится в электронном виде.

Для каждого участка существует своя база данных, к которой открыт доступ начальнику участка. Я в любой момент вижу, сколько плат в работе, у кого они, сколько отгружено. Могу проанализировать эффективность сотрудников. Очень удобно.

Насколько важна такая система управления для предприятия?

А. С. Ионов: Система прослеживаемости — это часть системы автоматизации предприятия. Она была разработана нами самостоятельно. Она уникальна, так как создавалась с учетом специфики нашего предприятия. Специальная группа программистов постоянно развивает систему, разрабатывает новые модули, совершенствует уже имеющиеся. Система не только хранит полную историю каждого изделия, всю конструкторско-технологическую документацию, маршрутные карты. Она помогает планировать производство.

В базу заносятся и ведомости покупных изделий. При формировании заказов система автоматически указывает, на какие участки какие комплектующие необходимо выдать. Отслеживается состояние склада комплектующих, информация о заканчивающихся компонентах передается в отдел снабжения.

С помощью системы мы отслеживаем все производственные процессы — с момента, когда на плате был выгравирован штрихкод до ее установки в изделие



и отгрузки на склад готовой продукции. Учитываются все проблемы, все ремонтные работы, все дефекты и ошибки. Легко получить любую информацию о пути изделия по производству, проследить конкретную технологическую операцию и ее исполнителя — введя номер изделия, можно тут же получить данные обо всех выполнявшихся действиях.

В базе фиксируются все рекламации по нашим изделиям, все обнаруженные проблемы. Мы и через много лет можем понять, в чем была причина неисправности — ошибка работника, некачественные комплектующие и т.п. Учитывается и хранится абсолютно вся информация.

Наша система — это еще и мощный аналитический инструмент. Система позволяет делать любые аналитические срезы. Можно проанализировать распределение ошибок по их типам, по отдельным работникам, по подразделениям. На основании этих данных мы анализируем статистику по каждому изделию и можем принимать соответствующие меры. Очень мощный и удобный инструмент.

С помощью автоматизированной системы мы ввели на предприятии полностью электронный документооборот. Мне, как главному технологу, документы на подпись поступают в электронном виде. И я их заверяю своей электронной подписью. Аналогично действуют и другие службы предприятия.

Система автоматизации не только обеспечивает управление производством и совершенствование изделий. Это и наше дополнительное конкурентное преимущество. Сейчас во всем мире активно используется такой показатель качества как наработка на отказ.

Он определяется на основе отношений числа отказов приборов за определенный период к общему числу выпущенных за это время устройств. По этому показателю все производители сравнивают качество своих изделий с конкурентами. Мы ведем учет всех выпущенных изделий, отслеживаем их на протяжении всего жизненного цикла, поэтому владеем статистикой отказов и охотно предоставляем ее нашим заказчикам, строительномонтажным организациям. И это уже не голословные утверждения о качестве и надежности, а реальная, объективная статистика.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

О том, как на предприятии организована и действует система качества, рассказал начальник отдела качества Александр Николаевич Иванов.

Служба качества предприятия «Болид» основана в 2001 году. В 2003 году мы получили сертификат о соответствии системы менеджмента качества ГОСТ Р ISO9001 и регулярно проходили процедуры сертификации, последний раз это было в 2011 году. Первые три года мы работали с сертифицирующим органом TUV (ФРГ), однако их сертификаты оказались недействительными для российских органов сертификации. Поэтому сейчас мы работаем с российской организацией СТАНДАРТ-СЕРТ.

Система менеджмента качества охватывает все три этапа жизненного цикла изделий — разработку, изготовление и послепродажное сопровождение. На этапе производства мы выделили четыре процесса, которые постоянно отслеживаем. Это разработка, комплектование, производство и поставка. Уже 10 лет в конце года формируется отчет, где отслеживаются все наши достижения и прежде всего — надежность аппаратуры.

Надежность изделий мы оцениваем по интенсивности рекламаций. Ведь ремонтируем нашу аппаратуру только мы сами. Статистика показывает, что третья часть приборов, которые поступают в ремонт, оказываются исправными — просто пользователи не смогли правильно сконфигурировать (запрограммировать) изделие.

Часть отказов вызвана неправильной эксплуатацией. К браку мы относим изделия, где отказ возник по нашей вине — допущен либо брак сборки, либо брак разработки, брак комплектующих и т.п. Этот показатель мы стремимся постоянно снижать. Отказы по вине производства не превышают 0,01%.

Система управления качеством охватывает и такой аспект как обучение пользователей работе с нашими приборами. Обучение включает целый набор мероприятий. Мы выкладываем информацию на сайт предприятия, проводим вебинары и очные семинары. Кроме того, наши партнеры — учебные предприятия в Москве и Санкт-Петербурге постоянно проводят учебные курсы по нашим продуктам.

Как контролируется качество в процессе производства?

Начиная с входного контроля комплектующих — разумеется, выборочного. У нас есть перечень покупных комплектующих изделий, которые требуют входного контроля. В процессе производства на каждом участке применяется пооперационный контроль. Например, на участке поверхностного монтажа в основном используются автоматические методы контроля — АОИ и электрический внутрисхемный контроль. На других участках в основном используем визуальный контроль.

На предприятии действует система премирования и взысканий, стимулирующая недопущение брака. Например, недавно на участке упаковки работник визуально обнаружил неисправность. Мы его сразу поощрили, но, естественно, за счет того, кто этот брак допустил. Конечно, мы не можем полностью избежать случаев, когда неисправный прибор оказывается у потребителя. Но в таких случаях мы очень жестко разбираемся. Выявляем причину неисправности, по штрихкоду на плате находим маршрутный лист, определяем, на какой операции и кем был допущен брак.

Каждый месяц на всех производственных участках проводятся собрания по качеству. Анализируются производственные дефекты, причины их возникновения. Один раз в квартал проводится совещание по качеству, в котором участвуют все руководители подразделений. Его ведет генеральный директор. Рассматриваются все текущие и перспективные вопросы, влияющие на качество продукции. Оформляются поручения по различным аспектам нашей деятельности.

Итак, визит в компанию «Болид» показал, что многономенклатурное массовое производство в России — это не фантастика. Мы увидели предприятие, работающее в далеко не идеальных условиях, но при этом выпускающее продукцию с высокой эффективностью и качеством. Предприятие, которое живет и развивается исключительно за счет производимой продукции. При этом компания использует наиболее совершенное технологическое оборудование — и это приносит успех.

Обратим внимание — в компании действует сквозная система автоматизированного управления. Директор предприятия на своем мониторе в любой момент может увидеть как мгновенное состояние производственных процессов, так и сформировать любую статистическую выборку за любой период. Это не просто полная управляемость. Такая система позволяет реально определять потребности в новом технологическом оборудовании, оценивать его эффективность.

Казалось бы, именно такие компании, как «Болид», должны быть основой российской электроники, именно в них разумно инвестировать средства, в том числе и государственные, обеспечивать режим наибольшего благоприятствования — ведь помогать нужно сильным и умелым. Перенимать опыт, приглашать на все совещания и конференции. Однако на практике подобного не происходит. Может быть, когда-нибудь произойдет? 

Об особенностях оснащения производства компании «Болид» с точки зрения поставщика оборудования мы попросили рассказать Илью Желюкова, руководителя проектов компании «Остек-СМТ».



Оснащая производство «Болида», мы столкнулись с задачей создания линии, которая должна выпускать массовую продукцию с выходом годных 99% и в то же время быть гибкой. Быстрый переход с одного изделия на другое был одним из обязательных условий.

Самая важная особенность линий поверхностного монтажа в компании «Болид» — в них используется по две системы АОИ: для контроля нанесения пасты и для выходного контроля после оплавления. Система АОИ нанесения пасты Viscom S3088 SPI строит трехмерную модель отпечатков и на ее основании может корректировать работу трафаретного принтера — например, изменить дозу пасты, дополнительно очистить трафарет. При необходимости подается сигнал оператору, чтобы он вмешался в процесс. Такой

интеллектуальный подход закономерно ведет к снижению дефектов печати. В России подобные решения пока никто другой не применял.

Очень важным для компании «Болид» было качество сервисной поддержки. Остановка линии означает для предприятия серьезные убытки, так как парализует работу всех стоящих после нее участков производства. По условиям контракта с «Болидом» мы в течение трех лет обеспечиваем расширенную гарантийную поддержку оборудования. При возникновении нештатных ситуаций служба поддержки Остека должна в течение нескольких часов отреагировать и устранить проблему за день-два. Таким образом, время остановки производства сводится к минимуму.

В целом задачу «Болид» перед нами поставил достаточно сложную — на одной линии в рамках серийного производства нужно выпускать различные изделия партиями и в 100 тыс., и в 10 тыс., и просто в 10 штук. Но я полагаю, мы ее успешно решили.

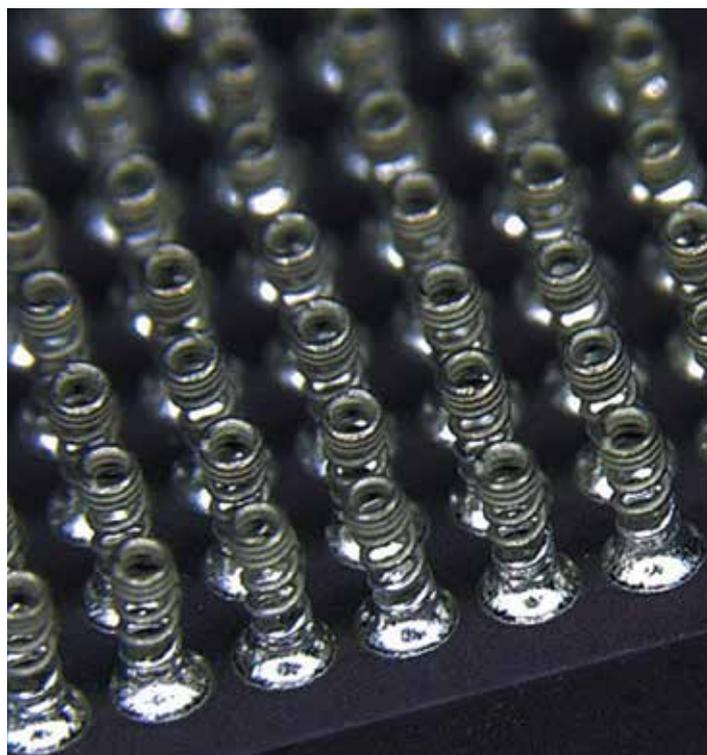
Микропружины — изящное решение для изделий специального применения



Текст: Евгений Борисов

В правительственном научно-исследовательском космическом центре полетов им. Джорджа Маршалла, находящемся в ведении НАСА, были разработаны специальные микропружины для монтажа ССГА компонентов в изделиях специальной техники. Основанием для разработки послужили особенности эксплуатации столбиковых выводов, которые традиционно применяются в электронной отрасли для обеспечения электрического контакта между контактными площадками выводов корпусов и контактными площадками на печатной плате [рис 1](#) и [рис 2](#).

Опытный производитель знает: керамический корпус, как правило, используется в изделиях специальной техники, к которым предъявляются повышенные требования по условиям эксплуатации. Одним из требований является проверка изделия в ходе термоциклирования. Например, по отечественному стандарту ГОСТ РВ 20.57.416-98 «Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы испытаний» испытания проводят в температурном диапазоне от -65 до +150°C. В ходе испытаний изделия могут





1 CCGA корпус со штырьковыми выводами



2 Столбиковый вывод из припоя

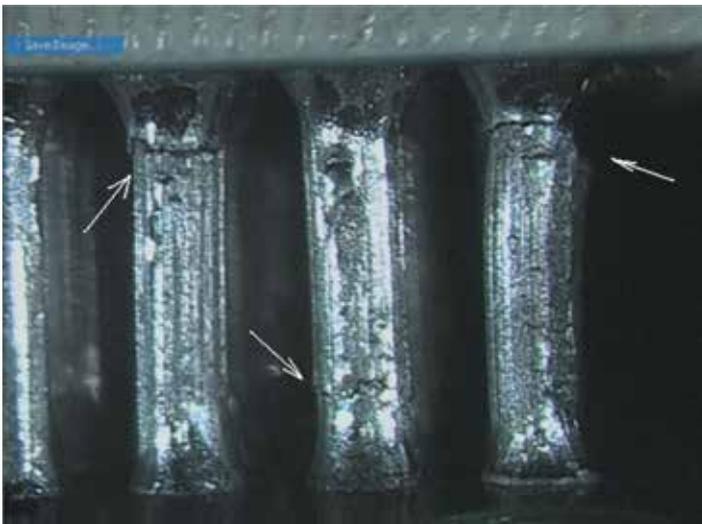
деформироваться, а несогласованность коэффициента термического расширения материала выводов и контактных площадок на плате и корпусе может привести к возникновению дефектов. Корректный подбор материалов, используемых в сборке изделий, позволяет снизить риски возникновения дефектов, однако кроме термоциклирования изделия проверяют также на устойчивость к вибрации. Механическое воздействие на собранное устройство тоже может привести к возникновению дефектов в области контактных выводов рис 3.

Для повышения надежности и увеличения времени жизни изделий специальной техники в качестве контактных выводов между корпусом и подложкой предлагается использовать так называемые микропружины рис 4. Микропружина представляет собой спираль проволоки из сплава меди с бериллием, покрытого тонким слоем оловянно-свинцового припоя рис 5. Основание микропружины — это два-три витка проволоки, плотно прижатые друг к другу.

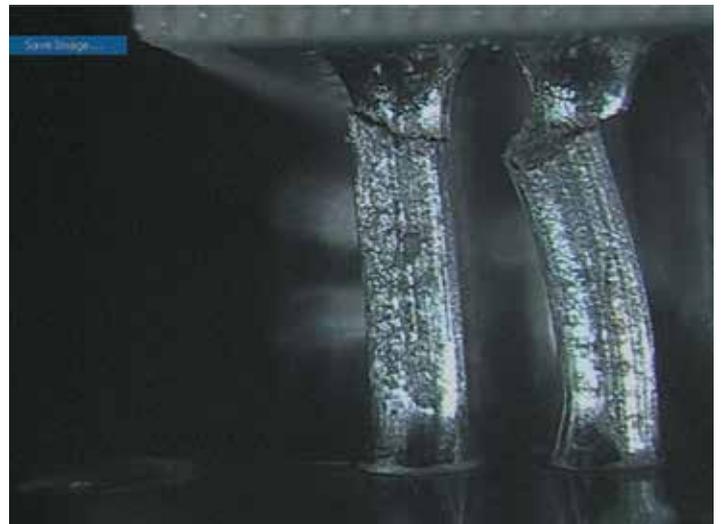
Для удобства монтажа пружины в ее основание добавляют оловянно-свинцовый припой рис 6. Подготовленная таким образом микропружина поступает с завода-изготовителя конечному пользователю. Для монтажа микропружины на основание корпуса традиционно используется двухсоставная графитовая оснастка рис 7.

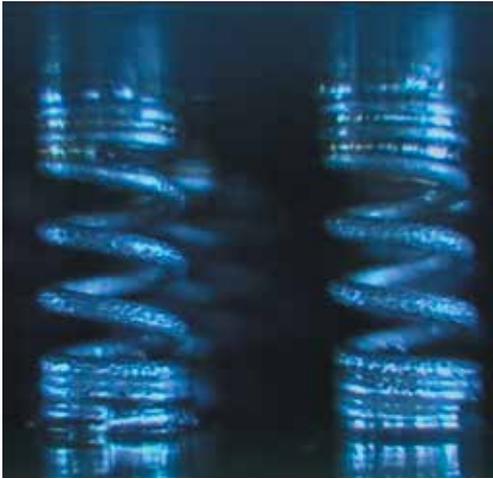
На корпус, к которому необходимо смонтировать микропружины, методом трафаретной печати наносится паяльная паста. Корпус устанавливается в нижнее основание графитовой оснастки. Верхнее основание совмещают с нижним, после чего в верхнюю часть оснастки устанавливаются микропружины. Затем проводят процесс бездефектной пайки микропружин.

Для улучшения качества пайки применяют специализированные печи рис 8, способные обеспечить минимальное количество дефектов в паяном соединении путем пайки компонентов в вакууме или среде с повышенным давлением атмосферы внутри рабочей камеры.



3 Дефекты контактных выводов: трещина в столбиковом соединении (слева), разрыв и смещение столбикового соединения (справа)





4 Микропружины, установленные между печатной платой и CCGA корпусом

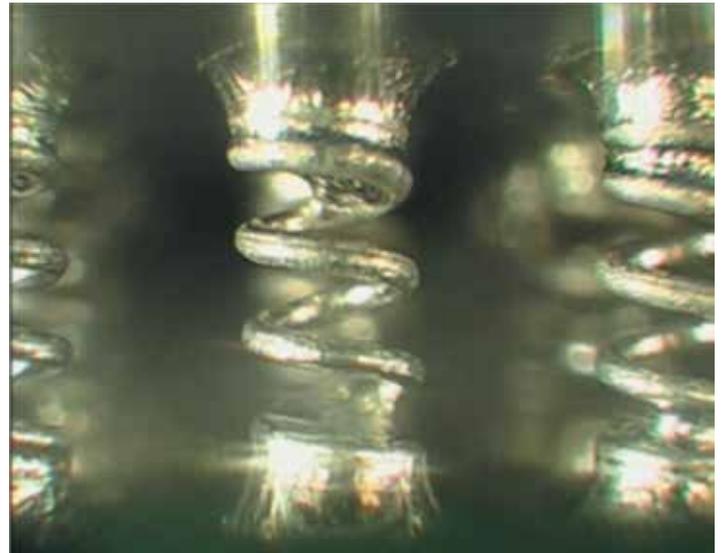


5 Типовая конструкция микропружины

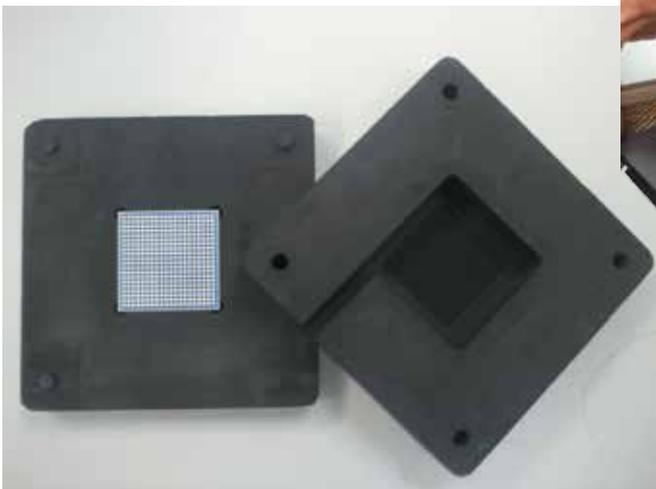
В процессе вакуумной пайки большая часть воздушных полостей из разогретого паяного соединения уходит во внешнюю среду, а в процессе пайки компонентов при повышенном давлении внутри рабочей камеры объем оставшихся воздушных полостей снижается, что в итоге приводит к общему уменьшению объема дефектов в паяном соединении.

Собранное изделие обладает гибкими контактными выводами, которые позволяют компенсировать нагрузки по осям x, y и z, возникающие вследствие термического расширения материалов и динамического взаимодействия между корпусом и печатной платой рис 9.

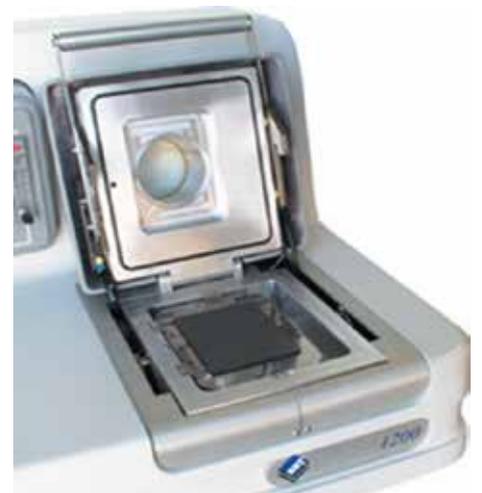
Конструкция микропружин может быть разной для конкретных задач. В Т 1 приведены характеристики стандартных микропружин, доступных на рынке на сегодняшний день. Для нестандартных задач конструктив микропружины может быть разработан по техническому заданию конечного потребителя.



6 Галтель в основании микропружины



7 Графитовая оснастка для монтажа микропружин



8 Рабочая камера печи вакуумной пайки SST модели 1200 с установленной графитовой оснасткой

Т 1

Стандартные типоразмеры микропружины

| Шаг между микропружинами | Внешний диаметр основания микропружины | Длина микропружины без нагрузки | Диаметр проволоки | Размер контактной площадки на ПП. Минимальный диаметр | Типовое применение |
|--------------------------|--|---------------------------------|----------------------|---|----------------------------------|
| 0,4 мм | Ø0,152 мм 0,006" | 0,38 мм 0,015" | Ø25 мкм 0,001" | Ø0,204 мм 0,008" | Пластиковые LGA/ CSP |
| 0,5 мм | Ø0,204 мм 0,008" | 0,51 мм 0,020" | Ø30 мкм 0,0012" | Ø0,254 мм 0,010" | Пластиковые LGA/ CSP |
| 0,65 мм | Ø0,254 мм 0,010" | 0,63 мм 0,025" | Ø38 мкм 0,0015" | Ø0,318 мм 0,0125" | Пластиковые LGA/ CSP |
| 0,8 мм | Ø0,305 мм 0,012" | 0,76 мм 0,030" | Ø47 мкм 0,00185" | Ø0,38 мм 0,015" | Пластиковые LGA/ PBGA |
| 0,8 мм | Ø0,356 мм 0,014" | 0,89 мм 0,035" | Ø56 мкм 0,0022" | Ø0,46 мм 0,018" | Пластиковые LGA/ PBGA |
| 1,0 мм | Ø0,406 мм 0,016" | 1,02 мм 0,040" | Ø63,5 мкм 0,0025" | Ø0,508 мм 0,020" | Пластиковые LGA/ PBGA |
| 1,0 мм | Ø0,457 мм 0,018" | 1,14 мм 0,045" | Ø71 мкм 0,0028" | Ø0,57 мм 0,0225" | Пластиковые LGA/ PBGA |
| 1,0 мм | Ø0,508 мм 0,020" | 1,27 мм 0,050" | Ø86 мкм 0,0034" | Ø0,635 мм 0,025" | Керамические CCGA дизайн NASA |
| >1,5 мм | Ø0,89 мм 0,035" | 2,21 мм 0,087" | Ø137 мкм 0,0054" | Ø1,1 мм 0,043" | Керамические модули LCC |

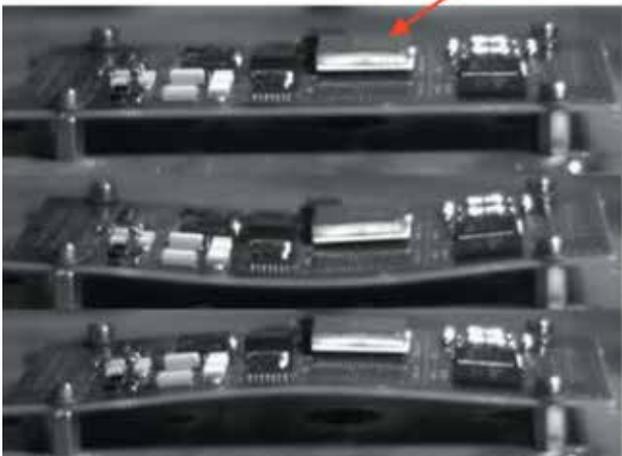
Каждая выпускаемая партия микропружины проходит необходимые испытания на механическое растяжение и сжатие и поставляется с набором соответствующей документации.

Стоит, однако, заметить, что помимо обозначенных выше преимуществ у микропружины есть и свои недостатки. К таким недостаткам можно отнести аналогичные сложности с шариковыми или столбиковыми выводами, когда из-за несогласованности ТКР подобранных материалов в соединениях могут возникать трещины и разрывы рис 10.

С момента появления в открытом доступе в 2009 году микропружины прочно заняли свое место в издели-

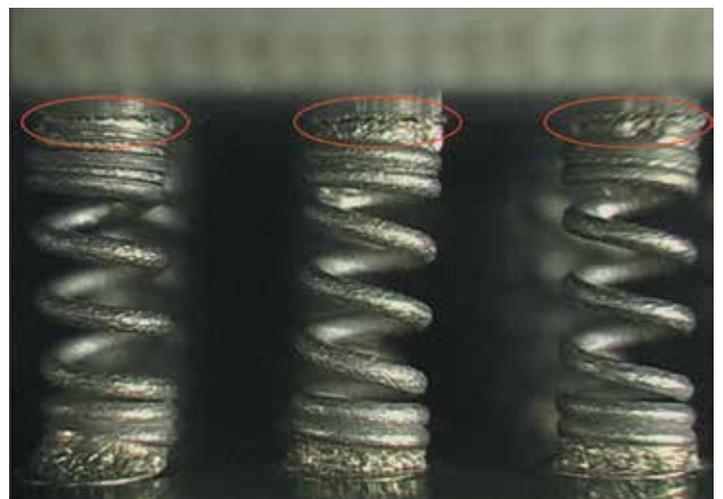
ях специального применения, где требуется повышенная устойчивость к большим температурным перепадам, повышенной влажности и механическим воздействиям, в том числе к вибрациям. Чтобы удерживать позиции на рынке специальной техники, производителю, помимо высокой надежности, необходимо обеспечивать конкурентоспособную стоимость изделия, а также иметь определенную гибкость в проектировании. Применение микропружины в изделиях может оказаться для вас именно той технологией, которая позволит решить ряд специфических задач и гарантировать высокое качество и надежность эксплуатации изделий специальной техники. 

CCGA компонент с микропружинными выводами



9

Испытания платы на изгиб с установленным CCGA компонентом на микропружинных выводах



10

Дефекты соединения после термоциклирования из-за несогласованности ТКР материалов



Видеть сегодня вооружение будущего невозможно, **но технологии производства электроники для него — необходимо**

Характеристики, которыми будут обладать электронные комплектующие техники специального назначения завтра, зависят от технологий их производства, что необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электроники специального назначения.



будущее
создается

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



ОПТИМИЗАЦИЯ

Как разработать ТЕХНИЧЕСКОЕ задание на Цифровую систему управления производством?



Текст: Дмитрий Ублинский



Сегодня уже ни у кого не вызывают сомнения необходимость и важность автоматизации производственных процессов. За годы существования информационных технологий о выгодах и преимуществах автоматизации уже написаны многие сотни и тысячи публикаций. И если средства автоматизации выполнения самих производственных операций уже стали неотъемлемой частью любого современного предприятия, то процесс автоматизации всех остальных действий находится на многих производствах еще в стадии становления со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями. Эффективным может быть только производство, сочетающее использование автоматизированного оборудования со средствами автоматизации процессов управления.

Выбор системы управления производством всегда представлял собой крайне непростую задачу. Альтернативой нормально и эффективно работающей системе легко могли стать и пустая трата денежных средств, и появление дополнительных проблем к уже имеющимся на производстве. А назначение-то данной системы как раз в прямо противоположном — экономить средства и повышать управляемость производственными процессами! Каким же должен быть правильный выход из положения?

В вопросе выбора почти всегда наблюдается ситуация, вызванная одной из двух типичных ошибок подхода к решению задачи автоматизации. Подчеркнем, что в данном случае идет речь об уже готовых решениях для автоматизации управленческих процессов. То есть существует прототип, который требует той или иной степени локализации. Однако это рассуждение будет полностью справедливо и для случая создания системы «с нуля». Будем (в рамках этой статьи) называть первый процесс модернизацией, а второй — созданием системы. В случае модернизации исходную систему будем называть базовой.

Первая ошибка: принимается решение о внедрении той или иной системы, исходя из общего набора выполняемых ею функций (базовых) с расчетом «подтянуть» все имеющиеся управленческие процессы под логику ее работы. Это приводит к конфликту уже устоявшихся механизмов организации производства с совершенно иными принципами работы с использованием вычислительной техники на каждом рабочем месте. Причем этот конфликт вызван именно изменением подхода к рабочему процессу, а не изменением конечных результатов этого процесса. Возникающие здесь трудности лежат скорее в сферах производственной психологии и соответствующей подготовки персонала. Типичный пример — внедрение импортных продуктов, не учитывающих сложившуюся в российской промышленности специфику.

Вторая ошибка полностью противоположна первой. Делается попытка оставить все привычные действия «как было» и возложить их выполнение в максимально привычном для работников формате на средства автоматизации. Это подход по принципу «машина должна думать за человека». Такой подход порождает труднореализуемые требования к формализации рабочих процессов и взаимодействию на уровне человек-машина. В результате, сложности при адаптации системы к конкретному производству и потребность в постоянных мелких и средних модернизациях на программном уров-

не. Здесь самый яркий пример — создание (специально для себя!) системы силами заводских служб ИТ.

В итоге, в первом случае приходится «воевать» с людьми, а во втором — с машинами (вычислительными), дабы заставить и тех и других выполнять возложенные на них функции. При этом нелишне заметить, что оба приведенных примера — это очень затратные проекты.

Решение должно лежать, как всегда, где-то посередине. Только в этом случае удастся снять самые сложные из сопутствующих внедрению проблем. В нескольких словах это можно выразить так. Безусловно, нужно изменять людей и их подход к современному управлению. Одновременно с этим следует создать удобную для их работы среду (исходя из реально выполнимых требований), смягчив тем самым естественную для человека реакцию отторжения нового и непривычного.

С точки зрения затрат в большинстве случаев выгоднее проводить модернизацию готовой системы, если она в базовом варианте способна решать основной набор поставленных задач.

Автоматизированная система управления производством — это инструмент для замены ручного и умственного труда человека, направленный на решение управленческих производственных задач. Здесь просматривается полная аналогия с инструментами для автоматизации выполнения производственных операций.

Как и любой рабочий инструмент (станок с ЧПУ, например) инструмент управления должен отвечать нескольким простым принципам:

- выполнять свои функции;
- облегчать труд и повышать его производительность;
- быть удобным в применении;
- быть надежным;
- иметь адекватную решаемым задачам стоимость.

Первый шаг к автоматизации управления — внедрение информационных систем: набора программных и аппаратных средств для обеспечения сбора, хранения и выдачи данных производственного назначения. Чисто автоматизированная система предполагает полностью автоматическое управление, что для производства в целом в настоящее время пока нереализуемо. Можно говорить только о степени приближения к формальной автоматизации того или иного процесса управления.

Цифровая система управления производством (далее — ЦСУ) — это информационная система управления производством с элементами автоматизации некоторых процессов.

Последовательность создания ЦСУ

В данной статье речь пойдет о том, как нужно сформулировать и задокументировать требования к внедряемой ЦСУ. От этого в значительной степени будет зависеть успех всего внедрения в целом. Цель изложения — не агитировать за какой-то единый «правильный» подход (что уже само по себе субъективно). Подход должен быть, прежде всего, адекватен поставленной задаче и опираться на предшествующий опыт, который позволит сэкономить немало времени и средств. Вот этим опытом и хотелось бы поделиться.

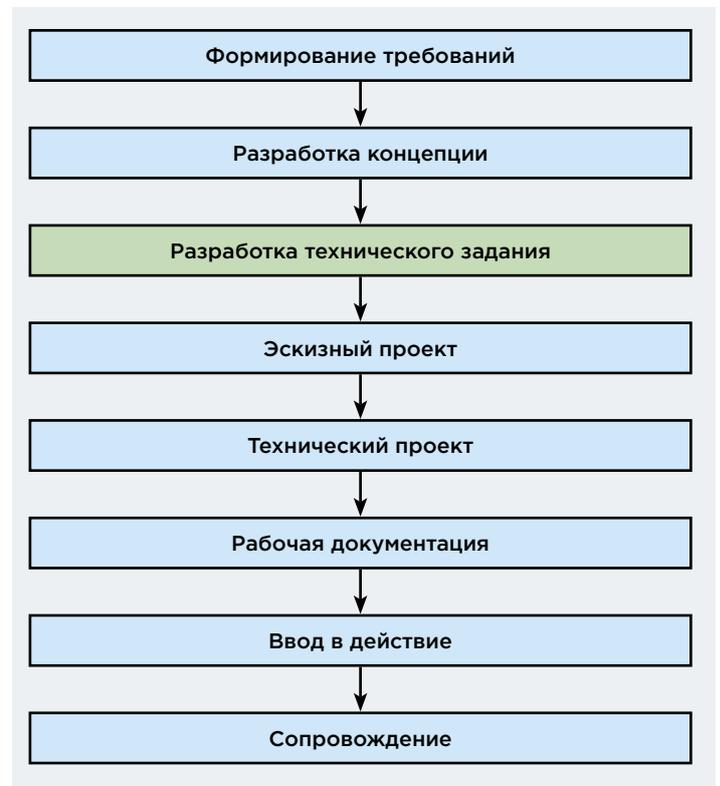
Если говорить о создании системы, то это предполагает прохождение ряда этапов, определенных в стандарте ГОСТ 34.601 «Стадии создания автоматизированных систем» **рис 1**.

Немного о терминологии. В данном случае под требованием понимается некоторое условие, определяющее свойства информационной системы, и которое должно быть, безусловно, выполнено. Концепция — это определенная система путей решения поставленной задачи, взаимосвязанных и вытекающих один из другого. Бизнес-процесс — это совокупность действий, направленных на создание какого-либо результата (продукта). Если исходить из принципов системы менеджмента качества, то все этапы производственных и обслуживающих процессов можно рассматривать как бизнес-процессы.

Требования, согласно изображенной последовательности, формируются и корректируются на первых двух этапах, а документально фиксируются — на третьем. Поэтому предметом нашего рассмотрения будет как сам конечный документ, техническое задание (ТЗ), так и процесс его наполнения. В ТЗ, кроме набора требований и концепции, должны содержаться сведения о порядке проведения работ по выполнению ТЗ, а также методы проверки соответствия требованиям и порядок ввода в эксплуатацию.

В случае модернизации концепция уже, как правило, имеется и отвечает основным задачам, которые должна решать ЦСУ. Для понимания набора требований нужно иметь представление об общей организации и принципах функционирования базовой системы. Технические же требования следует актуализировать для данного конкретного применения ЦСУ. Скажем, потребуются изменить некоторые свойства бизнес-процессов, набор прав пользователей, ввести дополнительные справочники, изменить формы отчетов и т.п. О принципиальном изменении всего набора бизнес-процессов или структурном изменении всей базовой системы в данном случае речи не идет.

Конечно, концепция также может претерпеть изменения, если существующая не будет обеспечивать реализацию сформированного набора требований. И вот тут уже нужно принимать решение о том, не рациональнее



1 Этапы создания цифровой системы управления

ли будет проводить не модернизацию, а новую разработку.

В случае создания системы разработка концепции базируется на анализе собранных требований к автоматизации процессов. Она позволяет соединить требования воедино и рассматривать их во взаимосвязи друг с другом.

Сам по себе собранный набор требований еще не дает ответа на вопрос о конечной структуре и порядке работы системы, а только позволяет сделать ее начальный эскиз. На этом этапе и требуется понимание концепции. При разработке и принятии концепции этот эскиз конкретизируется и видоизменяется, приводя к конечной структуре, которая будет зафиксирована в ТЗ.

Немного о сущности и необходимости ТЗ

Техническое задание — это исходный документ на проектирование информационной системы. Подчеркнем один очень важный момент. При сборе требований для ТЗ не имеет значения, с каким случаем мы имеем дело — с созданием или модернизацией. Это принципиально важно, так как сначала должно быть сформулировано «то, что требуется», а не «как применить (изменить) то, что имеется в наличии» (типичная ошибка,

которая приводит к ситуациям, описанным в начале данной статьи).

На этапе разработки ТЗ (т.е. постановки требований перед исполнителем) нужно будет разделить требования на уже реализованные в базовой системе (в случае модернизации) и те, которые только еще предстоит реализовать.

Существует Государственный стандарт на разработку ТЗ — ГОСТ 34.602 «Техническое задание на информационную систему». Необходимость следовать требованиям стандарта (стандартов) может исходить от заказчика, а может и не оговариваться вовсе. НО... Нужно раз и навсегда запомнить одну жизненную мудрость: стандарты создаются совсем не для того, чтобы усложнять людям жизнь. Смысл стандартов — установить определённые правила и нормы. Их главное назначение — упростить и ускорить (используя профессионально сформулированные в них рекомендации) создание документов (в нашем случае), а в дальнейшем — облегчить понимание этих документов другим людям.

Далее мы будем исходить из принципов, изложенных в вышеуказанном стандарте. Но целью данной статьи является не изложение содержания ГОСТов, а конкретные рекомендации по правильному пониманию этого содержания.

Итак, вопрос первый: зачем вообще нужен такой документ как «ТЗ»?

Прежде всего, ТЗ является юридическим документом, регламентирующим отношения между заказчиком и исполнителем. Оно включается в договор на проведение работ как приложение и является его основой. Именно на основании ТЗ разрабатывается календарный план проведения работ по договору и порядок принятия результатов работы заказчиком.

Заказчику наличие четко сформулированного ТЗ позволяет осознать, что ему нужно, когда и как он это получит. Исполнителю — определить количественно и качественно объем работы, иметь возможность официально отказаться от не задокументированных требований, спланировать ход работ и подготовиться к их сдаче-приемке.

Грамотное и тщательно продуманное ТЗ — это почти половина успеха в достижении поставленной цели. Это утверждение имеет и вполне количественное измерение. По экспертным оценкам и стоимости, и продолжительность работ по разработке ТЗ может составлять до 30-40% от общего объема работ по созданию конечного продукта. Стоимость по всем правилам разработанного ТЗ начинается где-то от 10000-15000\$. Продолжительность разработки — от 2-3 мес.

Из практики известно, что если стоимость ошибки при проектировании принять за 1, то ошибка, допущенная при формировании ТЗ, может стоить до 1000 раз

больше! Это накладывает особые требования на уровень профессионализма и ответственности разработчиков ТЗ. Недаром эту работу часто поручают ведущим специалистам с большим опытом — руководителем проектов, главным конструкторам, ведущим разработчикам программного обеспечения.

И вот здесь возникает второй вопрос: кто должен заниматься разработкой ТЗ? Если говорить о ЦСУ, то, как было упомянуто выше, это должен быть коллектив специалистов под управлением опытного разработчика. ТЗ не может разработать технический писатель или программист, как это иногда предлагается. Они могут (и должны) участвовать в документальном оформлении ТЗ, но не в разработке! Хочется также отметить, что техническое задание не пишут, составляют и т.п., а именно РАЗРАБАТЫВАЮТ, так как оно является по своей сути конструкторским документом.

Теперь выясним, с чьей стороны, заказчика или исполнителя, должны быть специалисты? Разные стандарты допускают разработку ТЗ и той, и другой стороной, и совместными усилиями. На практике возможен любой из предложенных вариантов. Кроме того, разработку можно еще поручить третьей стороне, что, в общем, тоже не противоречит стандартам. Однако сегодня чаще всего этим занимается исполнитель.

В любом случае, ТЗ — это совместная работа, вопрос только в том, кто выполнит ее основной объем.

Исходное задание всегда выдает заказчик, но на начальном этапе оно всегда сформулировано очень неопределенно. Это еще далеко не ТЗ. Заказчик обычно обращается к исполнителю по причине отсутствия специальных знаний и ресурсов. И их извечный антагонизм начинается со следующего противоречия. Заказчик хорошо или не очень, но представляет предметную область задачи. При этом он (если, конечно, он сам не является разработчиком информационных систем) не владеет ни методологией решения задач, ни специалистами в этой области. У исполнителя, как правило, противоположная ситуация.

Но это происходит не всегда! Если задача, которую нужно решить заказчику, в известной степени стандартна, может найтись исполнитель, который специально работает в этой области.

Формирование требований

Для формирования списка требований сначала следует произвести всестороннее обследование и изучение автоматизируемых процессов. Результат этой работы должен быть оформлен как описание бизнес-процессов одним из общепринятых способов. Лучше всего использовать стандартизированные нотации для описания биз-

нес-процессов, это позволит избежать многих ошибок и одновременно сделает документ понятным любому специалисту. Как показывает практика, эти результаты потом будут использоваться еще не один раз. Выбор стандарта описания может быть определен заказчиком или выбран исполнителем. Не имеет большого значения, какой стандарт будет выбран (это может быть, например, вариант IDEF).

Гораздо важнее другое. Нужно приложить все усилия, чтобы описание соответствовало действительному положению вещей, что сделать очень непросто. Гораздо легче все свести к «красивой» и грамотной схеме или к приведению процессов к какому-то готовому стандарту. Этому часто способствует отсутствие достаточного времени и желание руководства побыстрее согласовать требования и приступить к работе. Это — одна из типичных ошибок.

Следующая ошибка — привлечение для обследования случайных (с точки зрения профессиональных навыков) людей и неправильное определение состава рабочей группы. Обследованием и формированием требований должен заниматься специалист, а не пользователь или программист-исполнитель. Таким специалистом в нашем случае является бизнес-аналитик. Размышления на тему, сможет ли роль бизнес-аналитика выполнить опытный управленец или работник IT-отдела, должны быть отвергнуты, иначе достичь

требуемого результата не удастся. Причем выяснится это только где-то ближе к моменту завершения внедрения системы.

Еще одна ошибка — отсутствие системного подхода к анализу бизнес-процессов. Крайне важно сформулировать общий процесс как взаимосвязь частных процессов. Сразу должны быть выделены основные и вспомогательные процессы. Определены и разграничены подсистемы. Это позволит дальше, в случае отсутствия достаточного времени, сделать акцент на изучение основных бизнес-процессов, так как именно здесь цена неточности будет самой высокой.

Упрощенная схема действий, в результате которых должен появиться набор требований, изображена на рис. 2.

Сначала необходимо определиться, кто будет работать над проектом со стороны заказчика и исполнителя. В состав группы от заказчика обязательно должны войти люди, которые могут влиять на ход работ и будут участвовать в приемке-сдаче работ. Если на этапе приемки появятся новые люди — проблем избежать не удастся.

Необходимо закрепить и документально зафиксировать за всеми участниками группы их роли. Сформировать календарный план работ. Разъяснить команде заказчика ее роль в общем процессе и обучить предполагаемым методам работы.



Анкетирование и опросы должны быть предварительно документально проработаны. Необходимо правильно выбрать аудиторию для их проведения. Это, в основном, задача заказчика. Анкеты должны быть понятны, вопросы не допускать двойного толкования. Очень эффективно применение аудиозаписи при опросах.

На основании полученных данных строится модель системы, в которой реализуются все полученные данные по ходу бизнес-процессов. Затем модель представляется заказчику. Как правило, с первого раза она оказывается нежизнеспособной, поэтому далее последуют корректировки, уточнения и новые демонстрационные модели. Только когда модель будет согласована и у исполнителя появится уверенность, что она в данном случае будет работать, следует приступать к оформлению результатов.

ТЗ. Цели и объект автоматизации

До начала формирования данных о том, КАК будет производиться автоматизация (формулирование требований), нужно сначала ответить на вопросы: ЗАЧЕМ и ЧТО будет автоматизироваться. Стандарт предписывает изложение ответов на эти вопросы в двух разделах, предшествующих описанию непосредственно самих требований. Это разделы «Назначение и цели автоматизации» и «Характеристика объектов автоматизации».

Может показаться, что постановка целей не является слишком сложной задачей. Действительно, что может быть проще: автоматизированная система должна выполнять те же функции, что и человек до внедрения автоматизации, только быстрее, правильнее и не загружать человека рутинной работой. Другими словами —

повысить его производительность труда. Все просто и ясно. В этом есть своя логика, но, к сожалению, это далеко не все!

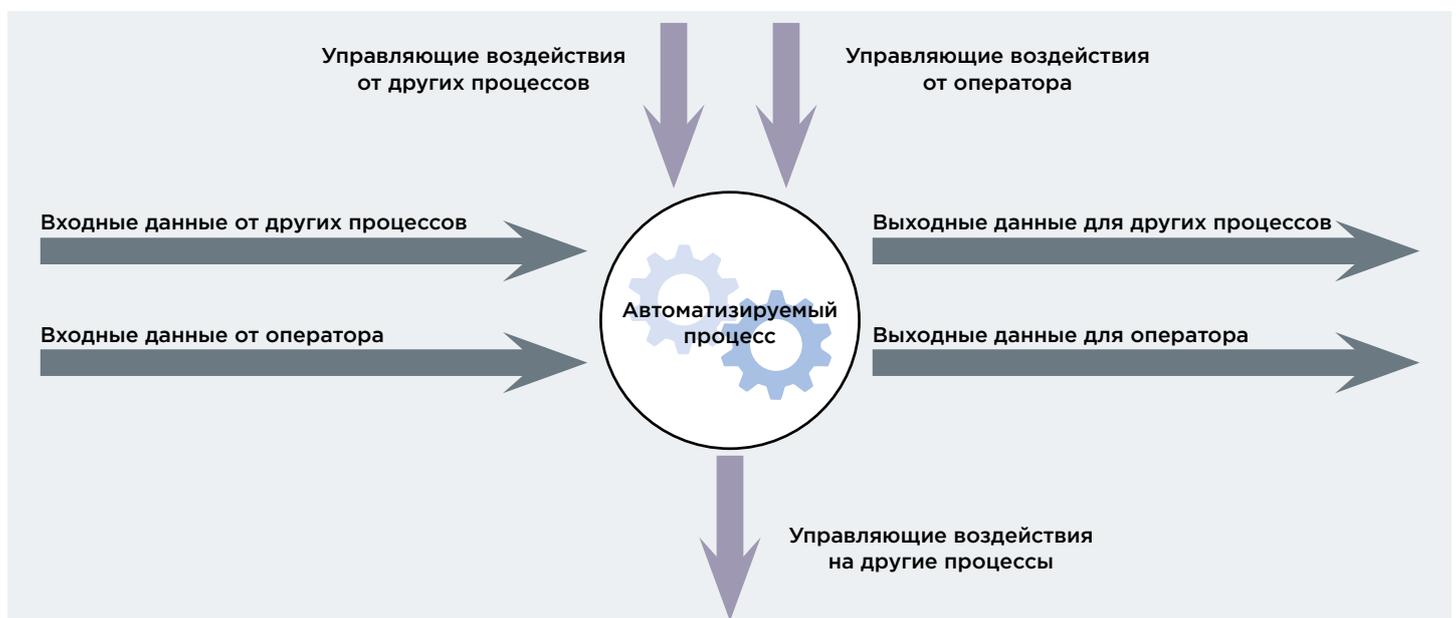
Здесь специально объединены два раздела ТЗ, так как они неразрывно связаны друг с другом. Без понимания того, ЧТО мы автоматизируем, нельзя понять, ЗАЧЕМ это делается. Одинаково справедлива и логика в обратном направлении, то есть зависимость замкнутая. Поэтому начнем, например, с объекта автоматизации. Объект автоматизации в нашем случае — это процесс управления производством. Так как масштабы всего процесса слишком велики, следует разделить его на отдельные составляющие.

Составим список самостоятельных сфер, участвующих в производстве:

- производство,
- подготовка производства,
- продукты производства,
- коммерческие службы,
- бухгалтерский учет,
- материально-техническое снабжение,
- хранение товарно-материальных ценностей,
- персонал,
- управление качеством.

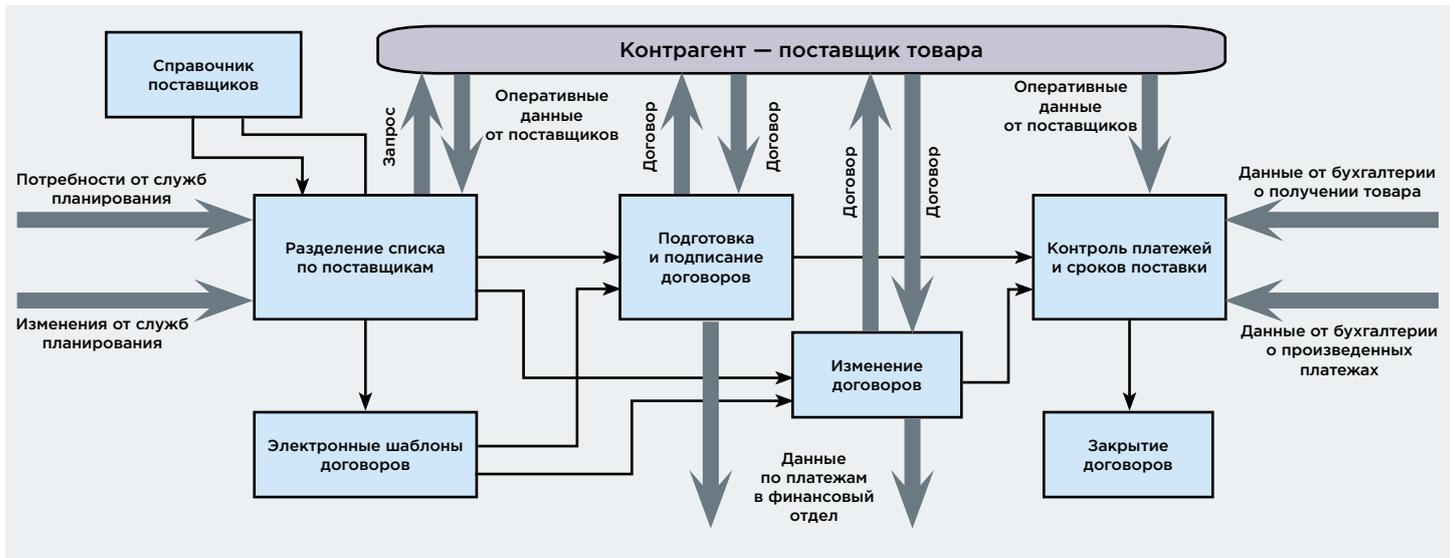
В каждой из этих сфер свой набор процессов и связей между ними, разного рода данные, обладающие своими индивидуальными особенностями, но все процессы имеют одинаковую схему взаимодействия с окружающим миром [рис 3](#).

То есть для описания объекта автоматизации в случае, скажем, материально-технического снабжения, нужно сначала определить все бизнес-процессы в этой системе, построить схему связи между ними. На [рис 4](#) приведена упрощенная схема, не учитывающая, напри-



3

Как процесс взаимодействует с внешней средой



4

Пример схемы процесса осуществления закупок

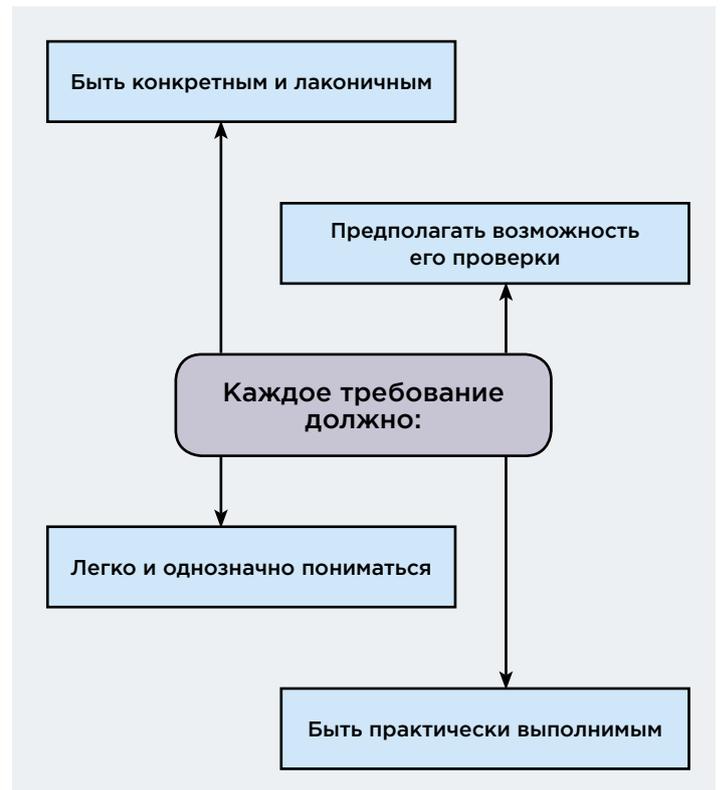
мер, поиск поставщика для новой номенклатурной позиции. Процессами являются прямоугольники, цветными стрелками показаны внешние обмены данными.

Затем нужно конкретизировать все связи, изображенные на рис. 3 для каждого элементарного процесса, определив конкретных поставщиков и потребителей данных, способы и форматы их передачи.

А теперь можно определить цели автоматизации для каждой подсистемы в отдельности. Ведь в зависимости от конкретной задачи автоматизации разные аспекты производственной деятельности могут требовать разной степени автоматизации или вовсе не включаться в автоматизацию в данном проекте.

Для вышеописанной схемы цели могут быть выражены, например, так:

- уменьшение времени, требующегося для подготовки и подписания договора;
- оперативное отслеживание и реализация изменений;
- повышений исполнительской дисциплины и уровня ответственности;
- уменьшение трудозатрат на подготовку и печать договоров;
- снижение количества ошибок при принятии решений.



5

Основные качества формулируемых требований

Т3. Формулирование требований

Попробуем сначала определить общие «требования к требованиям» рис. 5.

Прежде всего, требование должно быть понятным (и заказчику, и исполнителю). Заказчику это позволит легко представить себе, что он получит. Исполнителю — что он должен предъявить заказчику. При ясно сформулиро-

ванном требовании не возникнет проблем с подтверждением его выполнения. Если необходимы дополнительные уточнения, их лучше приводить отдельно. Это упростит и понимание требования, и его возможную корректировку впоследствии. Например: «...Из данного меню должна обеспечиваться печать этикетки со штрихкодом. Форматы этикеток приведены в Приложении Д».

Формулировка требования должна обеспечивать возможность проверки. Следует помнить, что в какой-то момент придется убеждать заказчика, что данное требование выполнено. По этой же причине каждое требование должно быть реалистичным с точки зрения его выполнимости. Необходимо помнить, что даже простое требование, если оно тщательно не проанализировано, может оказаться нереализуемым.

Требование должно быть конкретным. Формулировка требований ни в коем случае не должна содержать конструкций вида «реализовать по возможности», «в зависимости от результата разработки» и т.д. В крайнем случае, в тексте ТЗ следует прямо указать «... не регламентируется настоящим ТЗ и является предметом дополнительной договоренности между Заказчиком и Исполнителем».

Требование должно быть лаконичным и одновременно исчерпывающим. Реализовать эту комбинацию довольно непросто, разработчик ТЗ должен обладать высокой квалификацией в своей области. Как показывает практика, чрезмерно развернутое требование впоследствии претерпит множество изменений, которые, в конечном счете, приведут к противоречию с ТЗ и потребуют его корректировки. Кроме того, сложно сформулированные мысли наверняка будут по-разному поняты договаривающимися сторонами.

Пример неудачной формулировки: «...В отчет в виде таблицы должны быть выведены все собранные при выполнении технологического процесса параметры и их нормативные значения. По каждой операции необходимо произвести сравнение этих значений с индикацией результата». Более приемлемый вариант: «...Отчет должен отражать соответствие между фактическими и нормативными параметрами технологического процесса отдельно по каждой операции». Казалось бы, одно и то же. Однако первая формулировка накладывает слишком много ограничений, которые могут быть не принципиальными для заказчика, но безо всякой необходимости ограничивают исполнителя.

Как уже говорилось, в создании ТЗ принимают участие и заказчик, и исполнитель. У них принципиально разные роли и цели, поэтому процедура создания и утверждения ТЗ будет представлять собой их взаимный компромисс.

С точки зрения заказчика выгоднее требовать более общих формулировок. Это, с одной стороны, происходит из-за того, что заказчик на начальном этапе разработки ТЗ плохо себе представляет, что, собственно, ему нужно.

С другой стороны, это снижает степень его рисков, так как потом даст ему возможность включить в рамки оговоренного бюджета новые требования, не противоречащие начальной постановке задачи. Но такой подход нельзя рассматривать как безусловно выгодный заказчику. Почему? Заказчик должен понимать, что слишком общие требования могут обернуться для него получением продукта, лишь в общих чертах удовлетворяющих его требованиям.

Исполнитель, в свою очередь, вроде бы заинтересован в максимально подробном ТЗ, чтобы полностью определить свои обязательства. Но это тоже не совсем правильно, так как подробно описанные (и, зачастую, неглубоко проработанные) требования могут привести к проблемам с их реализацией или сильно усложнить решение. Кроме того, слишком детализированное ТЗ требует большого времени и средств на создание самого ТЗ. А откуда их взять?

Содержание и детализация ТЗ во многом зависят от опыта в этой области и заказчика, и исполнителя. И чем больше у них будет взаимного понимания предстоящей работы, тем лучше для каждого и для всех. Как правило, после начала работы у них появится более реалистичное видение проблем, и это изменение можно будет «цивилизованно» решить путем составления дополнительных к ТЗ. В самом тексте ТЗ такая возможность обязательно должна быть предусмотрена: раздел «Порядок внесения изменений и дополнений...».

Практические рекомендации по разработке ТЗ

Приведем общие замечания, которые касаются разных разделов самого текста ТЗ.

Замечания по форме изложения. Стиль всего ТЗ должен подчеркивать его требовательный характер, все пункты формулируются с помощью выражений должен (должно), следует и т.д. Настоятельно рекомендуем принять во внимание следующие факты:

- следует сразу определиться с терминологией и создать список используемых понятий и сокращений, который должен быть приведен перед первым разделом;
- до начала оформления составить четкий план изложения;
- начинать каждый раздел с новой страницы;
- широко использовать графическое и структурированное представление (схемы, рисунки, таблицы и др.);
- частные или подлежащие уточнению требования приводить в приложениях к ТЗ;
- не допускать общих формулировок вроде «дружественный», «понятный», «простой» и т.п.;
- по возможности не использовать длинных предложений и оборотов.

Какие требования являются определяющими в идеологии ЦСУ. Общее количество групп требований, определяемое стандартами, превышает два десятка, но основные требования для информационной системы — структурные и функциональные. Именно эти требования составляют основу ТЗ рис 6.

Остальные требования в ТЗ имеют существенно меньшее значение. Но это, конечно, не означает, что они не должны быть правильно и исчерпывающе сформулированы.

1. *Структура всей ЦСУ и ее отдельных подсистем.* Общая структура должна быть четко определена и тщательно проработана. В ней следует отразить все взаимодействия на уровне входящих в нее подсистем. Общая структура будет являться основой для формирования структур отдельных подсистем. На уровне подсистем следует прорабатывать взаимодействия между отдельными процессами с точностью до документа или управляющего воздействия (сигнала). При необходимости схемы подсистем могут быть многоуровневыми. Тогда наиболее детализированным должен быть самый нижний уровень. Схема любого уровня должна обладать разумной достаточностью, то есть содержать только то, что необходимо для выполнения ее функции.

2. *Взаимодействие с другими автоматизированными системами.* Должны быть определены все данные, которые будут передаваться в одну и другую стороны. Определен точный формат этих данных. Для каждой передачи данных определен инициатор обмена и событие, определяющее начало передачи (действие оператора, какое-либо событие в системе, таймер и т.п.) Аналогичным образом следует определить обмен с компьютеризированным оборудованием, требующим получения или передачи данных из системы.

3. *Требования к автоматизируемым бизнес-процессам, сгруппированным по подсистемам.* К тому, что говорилось о бизнес-процессах выше, можно добавить, что для каждого из них должны быть определены: схема жизненного цикла, стадии прохождения (статусы), права пользователей на изменение статусов и на доступ на различных стадиях жизненного цикла.

4. *Справочники и структура данных, хранимых в них.* Полный список справочников для каждой из подсистем. Все свойства и атрибуты элементов справочников. Предусмотрены механизмы заполнения и редактирования, разграничение прав пользователей на действия с содержимым каждого справочника. Определены механизмы экспорта и импорта содержимого справочников (при необходимости).

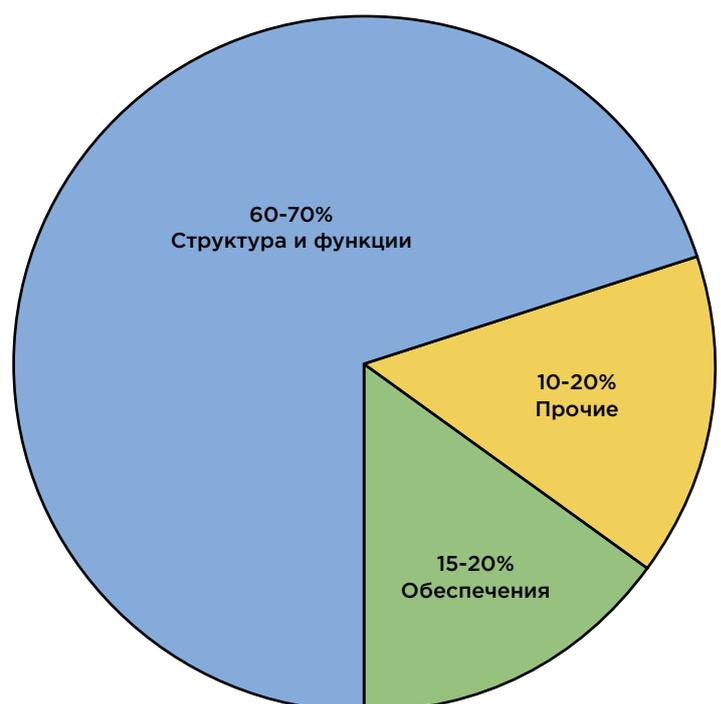
5. *Формы и виды отчетов должны быть определены для каждого бизнес-процесса.* На этапе формирования требований нужно хорошо продумать содержание отчетов для каждого участника общего процесса и согласовать с его возможными пользователями. По форме

отчеты могут быть табличными или графическими. По способу вывода — экранными или печатными. По актуальности представляемой информации — статическими (на момент формирования) или динамическими — обновляемыми по какой-либо команде (например, по кнопке или таймеру).

Раздел «Состав и содержание работ по созданию системы» должен включать в себя перечень работ и сроков их выполнения, по сути — календарный план работ. Работы должны быть спланированы так, чтобы обеспечить участие заказчика в промежуточных проверках, испытаниях и внесении рабочих коррективов в конечный продукт. Очень важно определить ответственных за выполнение этапов работ как со стороны заказчика, так и исполнителя.

Если проведение работ требует наличия у заказчика какого-либо оборудования, то его своевременное приобретение должно быть зафиксировано в календарном плане. Также должны быть определены ответственные за его приобретение и подготовку к использованию.

Некоторые этапы могут потребовать эскизных версий эксплуатационной документации, что также необходимо отразить в плане.



6
Примерное соотношение между объемами разных групп требований

Следует записать в ТЗ, что завершение каждого этапа оформляется в виде промежуточного акта с подписями обеих участвующих сторон. Случаи срывов планов также должны документально фиксироваться с указанием виновной стороны. Это позволит впоследствии разрешить множество проблем.

Раздел «Порядок контроля и приемки системы».

Проверка выполнения требований ТЗ должна проводиться по заранее предусмотренной программе и определенными в ТЗ методами. Для формулирования этих принципов можно (и нужно) использовать ГОСТ 34.603 «Виды испытаний автоматизированных систем».

Программа и методика испытаний, согласно требованиям данного стандарта, может быть разработана в виде самостоятельного документа либо включена отдельным разделом в ТЗ. С точки зрения проверок эти требования можно условно разделить на следующие группы:

- проверка требований к структуре и функциям (это основные по важности и продолжительности испытания);
- проверка готовности персонала к работе с ЦСУ;
- проверка качества эксплуатационной документации;
- проверка прочих требований.

Разработка программы и методики испытаний должна производиться с учетом каждого требования и параллельно с фиксацией самих требований в ТЗ. В рамках рабочей группы в ней должны участвовать представители и заказчика, и исполнителя.

Для проведения испытаний должны быть четко прописаны пределы ответственности каждой из сторон.

В обязательном порядке должны быть указаны:

- место проведения испытаний,
- какой персонал проводит испытания,
- какое оборудование используется при проведении испытаний,
- условия проведения испытаний.

Раздел «Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в эксплуатацию».

В этом разделе следует обратить особое внимание на регламентирование ролей и зон ответственности заказчика и исполнителя в проведении работ. Так как почти все работы проводятся на территории и с участием персонала заказчика, его ответственность будет определяющей для успешного проведения работ. Исполнитель должен на этапе формирования этого раздела позаботиться о том, чтобы потом ему не пришлось выполнять работу или отвечать за просчеты заказчика. Например, чтобы ему не поставили в вину срыв сроков по подготовке персонала заказчика, из-за того что персонал не был своевременно скомплектован по вине заказчика.

Для ЦСУ очень важно приведение информации в вид, пригодный для ее ввода в справочники информационной

системы. В данном разделе следует четко определить, кто и в какие сроки эту информацию подготавливает. Кроме того, должно быть ясно, кто, в какие сроки и в каком объеме вводит ее в систему. Если это не оговорить заранее, наверняка будут сорваны сроки внедрения, а исполнителю придется делать эту довольно трудоемкую работу за свой счет.

Раздел «Требования к документированию». Состав и требования к передаваемым заказчику документам определяется взаимным соглашением, в котором, как правило, определяющая роль принадлежит заказчику. В ТЗ должен быть однозначно определен список передаваемых документов и требования к ним, включая требования стандартов на содержание и оформление. При отсутствии ссылок на стандарты потребуется более детальное определение содержания и формы для документов.

Важно также указать, на каком носителе будет передана документация.

Ни в коем случае не следует писать в техническом задании фразы вроде: «Заказчику передается полный комплект документации на разрабатываемую систему, предусмотренный стандартами!» Например, ГОСТ 34.201 и ГОСТ 19.101 устанавливают такой объем *возможных* (но не обязательных!) документов, что их создание может обойтись во много раз дороже выполнения самой разработки системы.

Должны быть сформулированы четкие критерии оценки соответствия передаваемой документации требованиям ТЗ.

И еще один немаловажный момент. До заключения договора должно быть однозначно определено, кому будут принадлежать права на программное обеспечение, создаваемое по данному ТЗ. В случае передачи прав на него заказчику, потребуется оформить должным образом программную документацию на передаваемое программное обеспечение. Эти работы также должны быть заложены в ТЗ, так как могут оказаться крайне трудоемкими.

Как это ни странно, но в ГОСТах нет четкого определения, что такое ТЗ. Неплохое определение приведено в Википедии: «Техническое задание — исходный документ на проектирование технического объекта (изделия). ТЗ устанавливает основное назначение разрабатываемого объекта, его технические характеристики...»

Таким образом, само понятие формулируется просто. Но, как это часто бывает в жизни, простое по форме имеет непростую сущность. Разработка ТЗ — это очень сложная работа, которая закладывает фундамент создаваемого объекта. Поэтому, чтобы результат соответствовал ожиданиям, подходить к ТЗ нужно очень серьезно, вдумчиво и с пониманием его важности в общем процессе разработки. 

Интеллектуальный склад.

Хранение с умом



Текст: Александр Петров

«Внимание к мелочам рождает совершенство, а вот совершенство уже не мелочь» — сказал однажды великий итальянский скульптор, живописец, архитектор и поэт эпохи Возрождения Микеланджело Буонарроти. Сегодня это мудрое изречение во многом отражает лидирующие позиции итальянцев в области создания эффективного логистического оборудования, которому у нас в стране, зачастую, не уделяют должного внимания. Казалось бы, что может быть проще склада? Но именно этот участок производственной цепочки «обделен» вниманием при проектировании бизнес-процессов. Однако, как показывает практика, выстроить необходимый производственный процесс, имея даже самую современную и роботизированную технологическую линию, без грамотно организованной складской логистики — уже невозможно.

Изменения в одном звене технологической цепочки, направленные на повышение производительности, эффективности могут стать причиной сбоев в работе других звеньев и всей системы в целом. Так, технология поверхностного монтажа сделала огромный скачок в своем развитии за последние годы: новейшие мощные установщики компонентов, принтеры для нанесения паяльной пасты и автоматы оптического контроля позволяют перерабатывать десятки тысяч компонентов в час на одной линии. Однако даже незначительные сбои в системе обеспечения материалами и комплектующими могут привести к длительным простоям оборудования и колоссальным потерям. Как обеспечить бесперебойную работу оборудования, организовать своевременную подготовку комплектующих? Ответы на эти и многие другие вопросы, связанные с поиском возможностей увеличения пропускной способности склада и повышения оперативности производственной логистики, вы найдете в данной статье.



Если проанализировать основные этапы работы склада рис 1, при комплектовании лота необходимых компонентов для передачи в производство становится очевидным, что до 90% рабочего времени приходится на подготовительные процедуры и «бумажную» работу и только 10% занимают непосредственно работы по комплектованию лота.

Таким образом, можно выделить ряд общих проблем устаревшего стеллажного подхода к хранению компонентов:

- Простой линии сборки при переналадке на новое изделие.
- Ошибки комплектования и учета, зависимость от человеческого фактора.
- Неподходящие условия хранения компонентов (влажность, температура).
- Большие занимаемые площади.
- Затруднённый учёт компонентов. Необходимость регулярного проведения инвентаризации.

Из-за этих проблем эффективность процессов на складе существенно снижается, и склад становится одним из «узких горлышек» всего производства. Можно

ли предвидеть такие простои в производстве? Можно ли сократить их до минимума или вообще исключить, синхронизировав работу склада с линией поверхностного монтажа?

Решения этой задачи уже существует на рынке. Как было упомянуто в начале статьи, на сегодняшний день итальянские компании являются признанными мировыми лидерами в области логистических решений и складских автоматизированных комплексов. И в рамках комплексного подхода к вопросам автоматизации производства ГК Остек заключила партнёрское соглашение с итальянской компанией Storage Solutions на эксклюзивную поставку решений для хранения электронных компонентов.

Автоматические системы хранения Storage Solutions предназначены для повышения эффективности работы склада, гарантируют удобство и надежность хранения, обеспечивая непрерывность и бесперебойность производственного процесса, открывают новые возможности для производителя РЭА и существенно увеличивают его конкурентоспособность.

При переходе от стеллажного хранения к современ-



¹ Основные этапы работы оператора склада

ным интеллектуальным системам хранения компонентов время подготовки к передаче в производство для одной катушки сокращается до нескольких секунд. Внедрение нового подхода складирования компонентов с использованием автоматизированных систем хранения обеспечивает существенный рост эффективности работы склада, а также позволяет достичь желаемых производственных целей и показателей:

- Уменьшение временных затрат работы оператора, не связанных непосредственно с выдачей компонентов в производство.
- Полный контроль состояния склада: доступность информации о наличии требуемых компонентов, полная синхронизация баз учета компонентов с реальными остатками.
- Уменьшение временных затрат на подготовку и переналадку линий между различными продуктами.
- Повышение общей производительности линий: оперативный контроль заканчивающихся катушек в питателях установщика и автоматическая выдача необходимых компонентов для перезарядки питателей.
- Сокращение времени подготовки комплектующих. Подготовка лота компонентов может быть произведена в кратчайшие сроки за счет автоматической выгрузки компонентов по спецификации продукта.
- Исключение человеческого фактора. Ошибки при комплектации полностью исключены.
- Соблюдение условий хранения. Компоненты хранятся при соответствующих параметрах влажности, осуществляется постоянный контроль температуры.
- Экономия производственных площадей: все шкафы хранения занимают минимум места и, в сравнении с обычными стеллажами, позволяют повысить эффективность производства с квадратного метра. Система хранения может быть расположена в непосредственной близости от линии SMT.
- Автоматизация учёта компонентов. Прослеживаемость компонентов.
- Общая экономия средств на функционирование склада и производства, достигаемая за счет эффективного использования площадей, оптимизации фонда оплаты труда сотрудников и сокращения времени простоев.

Одним из вышеперечисленных преимуществ систем Storage Solutions является соблюдение условий хранения. В связи с постоянным ростом требований к хранению, к которым относятся защита от статического электричества и поддержание необходимой влажности, компания Essegi Systems раз-

работала решения, отвечающие самым специфическим и жестким запросам производителей комплектующих к обеспечению качества хранения — Storage Solutions. Шкафы хранения могут быть выполнены в ESD исполнении и укомплектованы модулем осушения. При заказе модуля хранения можно выбрать ту опцию, которая будет необходима конкретному предприятию.

Линейка интеллектуальных систем хранения Storage Solutions

В продуктовой линейке интеллектуальных систем хранения Storage Solutions есть два основных типа модулей хранения: автоматические и статические.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ШКАФЫ

Автоматические шкафы оснащены механизмом приёма и выдачи компонентов, основанном на лифтовом принципе. Компонент помещается в специальный кейс, который, в свою очередь, перемещается механизмом шкафа в соответствующую ячейку при загрузке (и из ячейки при извлечении). Каждый из автоматизированных шкафов имеет несколько вариантов исполнения в зависимости от конфигурации числа и размеров кейсов.

Флагманом в линейке интеллектуальных шкафов Storage Solutions является ACS2000 **рис 2**.

Шкаф автоматизированного хранения ACS2000 предоставляет впечатляющие возможности по коли-



2
Шкаф ACS2000



3 Объем хранимых кейсов в шкафу ACS200

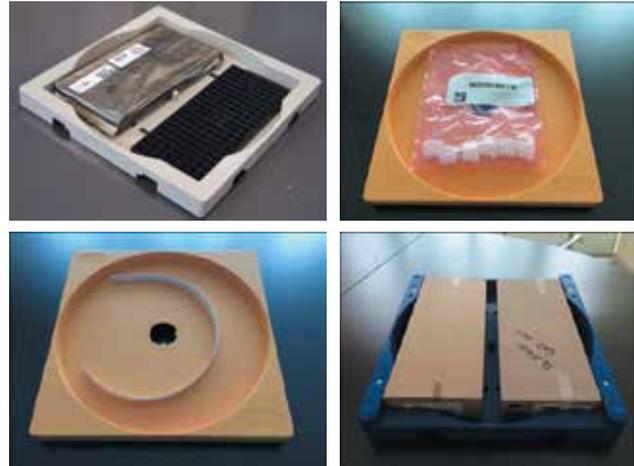
честву хранимых в нем компонентов. ACS2000 может содержать ячейки для кейсов 7 и 15 дюймов, что позволяет хранить как катушки различных размеров, так и иные типы упаковок компонентов. В максимальной комплектации может вмещать до 2059 шт. 7» катушек. Также может комплектоваться увеличенными кейсами до 44 мм для хранения компонентов в коробках рис 3.

Следующая модель — шкаф ACS1100 рис 4, позволяющий хранить компоненты, размещенные в 7» кейсах.

В отличие от других представленных на рынке систем хранения автоматизированные модули Storage Solution имеют ряд преимуществ. Одно из них — это использова-



4 Шкаф ACS1100



5 Возможности использования кейсов для хранения различных типов компонентов

ние различных видов специальных кейсов для хранения, каждый из которых может быть в ESD исполнении. Такое решение позволяет значительно расширить перечень хранимых комплектующих благодаря возможности хранения других тарных единиц, которые могут поместиться в кейсе: катушки, обрезки ленты, рассыпные компоненты в пакетах, поддоны и даже коробки рис 5.

Использование специальных кейсов для организации загрузки/выгрузки и хранения различных по упаковке типов компонентов исключает опасность повреждения, т.к. механизм захвата не касается самого компонента или катушки. Простота использования кейсов заключается также в том, что:

- отсутствует необходимость фиксировать ленты в катушках, они просто укладываются в кейс и загружаются в шкаф,
- в кейсах удобнее переносить стопку компонентов от склада до линии SMT;
- простота загрузки: компонент нужно просто положить в кейс и загрузить кейсы в приёмное окно шкафа.

Процесс загрузки кейса в модуль хранения предельно прост. При помещении катушки в окно приема автоматически распознается код, и катушка отправляется в свободную ячейку хранения внутри шкафа. Все действия и перемещения компонента протоколируются системой и хранятся в базе данных. Все что нужно, это использовать для каждой катушки радиальный 1D код с её номером. Генерация и печать таких кодов реализована в ПО системы и максимально проста в использовании рис 6.

Кейсы с компонентами можно загружать как по одному, так и группой до 27 штук с соблюдением условия их идентичности по формату.

Информация о размещенной катушке автоматически отправляется в базу данных системы, которая, в свою очередь, ведет полную статистику о том, когда была размещена катушка, сколько хранилась и сколько находилась вне системы хранения.

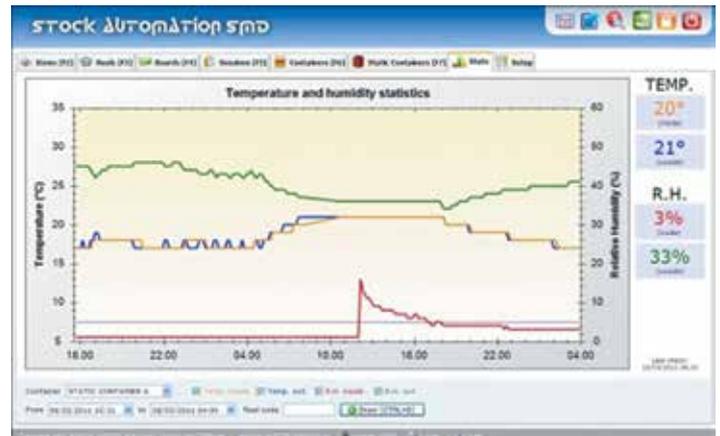


6 Пример нанесения кода на катушку для регистрации в системе хранения

Система хранения может быть дооснащена дополнительной опцией — видеомодулем. Видеомодуль открывает широчайшие возможности прослеживания компонентов и ускорения загрузки кейсов с компонентами в систему. При наличии модуля камеры считывания кодов катушка при первой загрузке в шкаф хранения фотографируется и сохраняется на сервере системы. При обнаружении дефекта всегда можно найти образ катушки, в которой находился данный компонент. Помимо этого, система видеофиксации автоматически определяет формат кейса и распределяет кейсы внутри шкафа при групповой загрузке.

СТАТИЧЕСКИЕ ШКАФЫ

Линейка систем хранения Storage Solution включает также статичные модули. В отличие от автоматизированных шкафов статические шкафы обладают обычным полочным принципом хранения, но при этом позволяют хранить компоненты больших размеров и имеют компьютеризированную адресную систему хранения. Шкафы ACS500 и ACS400 рис 7 могут как дополнять автоматизированные системы, так и использоваться отдельно.



8 График изменения влажности и температуры внутри шкафа



9 Беспроводной портативный компьютер/считыватель штрихкодов

Отличительной особенностью статических систем хранения Storage Solutions является возможность переконфигурирования каждого шкафа под необходимые габариты тарных единиц хранения. Структура пространства хранения внутри шкафа может быть изменена путем переконфигурирования полок, на каждой из по-



7 Статические шкафы ACS500 и ACS400

лок можно изменять размер ячеек хранения с помощью установки/снятия сепараторов (разделителей). Каждый из шкафов может поставляться в антистатическом исполнении и иметь опцию поддержания уровня влажности и контроля температуры **рис 8**.

Шкаф ACS500 дополнительно оснащен беспроводным портативным компьютером (PDA) со считывателем штрихкода **рис 9**, который позволяет производить изъятие компонентов одновременно трем операторам.

Программное обеспечение (ПО)

Для управления всей системой хранения компания Storage Solution разработала специализированное программное обеспечение, которое позволяет фактически интегрировать систему хранения в производственную линию, обладая при этом интуитивно понятным интерфейсом на русском языке **рис 10**.

Еще на этапе планирования можно провести анализ наличия компонентов для производства изделия. При отсутствии или недостатке компонентов система оповещает об этом оператора. Система может быть интегрирована в ERP систему предприятия, в этом случае процесс обмена информацией между базами будет автоматизирован, что позволит более точно планировать закупки комплектующих.

При подготовке компонентов для производства оператор имеет возможность произвести выгрузку в автоматическом режиме. Для этого ему необходимо импортировать спецификацию изделия в систему. После анализа наличия компонентов система позволяет начать выгрузку компонентов как в ручном режиме (выдавая оператору задания по сбору компонентов из мест хранения), так и в автоматическом режиме из автоматизированных шкафов.

Помимо управления модулями данное программное обеспечение позволяет организовать систему адресного хранения на обычном стеллажном складе. Этот процесс обеспечивается при помощи присвоения номеров ячеек системы местам хранения на стеллажах. Считывание штрихкодов с ячеек и хранимых компонентов на стеллажах производится при помощи беспроводного портативного компьютера (PDA).

Еще одной важной особенностью работы автоматизированной системы хранения является возможность оперативной выдачи заканчивающегося компонента в питателе. Например, автоматы установщиков выполняют свою работу, и в каком-либо питателе подходит к концу лента с компонентами — сигнал об этом автоматически поступит в систему хранения. После этого кейс с необходимым компонентом будет помещен в окно выдачи автоматизированного шкафа. Оператору останется только перезагрузить ленту в питатель и заменить его в установщике. Все это можно проделать



10

Общий вид пользовательского интерфейса

и в полуавтоматическом режиме. Для этого в системе предусмотрен мобильный считыватель, который можно использовать непосредственно у автоматического установщика. Оператор заранее сканирует штрихкод заканчивающегося номинала в питателе, и автоматическая система хранения готовит нужную катушку (катушки). Оператору потребуется только подойти и взять с выдачи необходимые компоненты. Передача данных со сканера на склад осуществляется беспроводным способом.

Заключение

Эффективность и удобство автоматизированной системы хранения Storage Solution в сравнении со стеллажным подходом к хранению ощущаются сразу после инсталляции системы на производстве. Среди ключевых преимуществ Storage Solution — скорость и удобство комплектования, прослеживаемость перемещения компонентов, документирование всех складских процессов и перемещений, учет особых требований к хранению компонентов, а также масштабируемость системы под конкретные запросы клиента к организации склада компонентов.

Внедрение автоматизированной системы хранения позволяет максимально быстро повысить эффективность процесса производства и конкурентоспособность предприятия в целом и как результат — выпускать продукт, соответствующий диктуемым временем стандартам.

И тогда мелочи создают совершенство! 



Просканируйте QR-код и посмотрите видеодемонстрацию работы автоматизированной системы хранения Storage Solution

ТЕХПОДДЕРЖКА

Абразив спешит на помощь.

Технологичное решение для удаления влагозащитных покрытий УР-231, Э-30, ЭД-20 и парилена



Текст: **Денис Поцелуев**



При производстве электроники военного и специального назначения часто используются влагозащитные покрытия: это и широко распространенное покрытие УР-231, и эпоксидные смолы Э-30, ЭД-20, ЭП-9114, и другие. И не менее часто при ремонте, доработке, настройке РЭА возникает необходимость полного или частичного удаления покрытия. Так сложилось, что на протяжении многих лет не существовало технологичного, универсального и эффективного метода ремонта отечественных покрытий. Распространенные варианты удаления покрытий механическим способом или при помощи выдерживания в различных растворителях несли риски повреждения поверхности печатной платы и компонентов, затрудняли локальный ремонт, занимали много времени и не всегда удовлетворяли условиям охраны труда на рабочем месте. В данной статье мы рассмотрим современный и эффективный метод снятия влагозащитных покрытий с помощью установки микроабразивного удаления Swam Blaster Turbo Max, а также расскажем о преимуществах и особенностях этого решения.



1 Снятие влагозащитного покрытия с помощью скальпеля



2 Вымачивание печатного узла в растворителе для снятия УР-231

Существующая ситуация с удалением защитных покрытий

Метод удаления защитного покрытия должен гарантировать отсутствие повреждений поверхности печатной платы, электронных компонентов, структур и маркировки в непосредственной близости к месту ремонта, а также обеспечивать безопасность процесса без использования вредных растворителей.

И если для удаления современных однокомпонентных влагозащитных лаков (например, HumiSeal 1R32A-2, 1B73, 1A68, 1A33) можно использовать специальные средства для снятия (Stripper), то для отечественных защитных покрытий типа эпоксидно-уретановых лаков УР-231, эпоксидных смол Э-30, ЭД-20, ЭП-9114, а также для париленовых покрытий и лаков ультрафиолетового отверждения не существует эффективных и безопасных средств снятия. Традиционно отечественные покрытия удаляют механическим способом или выдерживают в токсичных и пожароопасных растворителях **рис 1**, **рис 2**.

При механическом удалении покрытия в ход идут ножи, скальпели, бритвы и другие режущие инструменты. Несмотря на простоту и доступность данный способ опасен для печатного узла, который пойдет в дальнейшую эксплуатацию. Во-первых, велика вероятность повреждений дорожек, печатной платы и компонентов. Во-вторых, есть вероятность повреждения самой платы. И в-третьих, такой способ ремонта не может гарантировать качественное и полное удаление покрытия. Кроме того, процесс может быть травмоопасен для персонала и трудно воспроизводится от изделия к изделию.

Удаление покрытия путем выдерживания в растворителях также полностью не отвечает современным требованиям: крайне затруднителен локальный ремонт печатного узла при плотном монтаже электронных компонентов; требуются токсичные органические растворители, применение которых не обеспечивает полного растворения отечественных лаков и смол. Например, при выдерживании в растворителе печатной платы с отвержденным покрытием УР-231 мы можем получить лишь частичное отслаивание покрытия от платы. В этом случае обязательно требуется дополнительная операция снятия покрытия вручную с использованием щеток и тряпок, что нетехнологично. Удаление покрытия таким способом с поверхности печатных плат с плотным монтажом в ряде случаев затруднительно.

При удалении защитного покрытия методом прожигания паяльником из-за перегрева может произойти повреждение паяльной маски или расслоение контактной площадки с припоем. Так как при термическом разложении покрытия могут возникать вредные испарения, необходимо обеспечить работу вентиляции.

И все же, несмотря на то, что перечисленные методы удаления покрытий морально и технологически себя уже изжили, на большинстве отечественных производств именно они часто применяются для удаления влагозащитных покрытий при ремонте и доработке печатных узлов. И каждый такой ремонт — это угроза надежности печатного узла при последующей эксплуа-

тации и вред/угроза здоровью сотрудников, участвующих в процессе.

На протяжении последних пяти лет специалисты Остека регулярно получали запросы на качественно новое, современное и технологичное решение для удаления отечественных влагозащитных покрытий. Очень многие старались уйти от перечисленных выше вариантов удаления покрытий, но работающих решений не находили. И вот, начиная с 2014 года, в России доступно принципиально новое решение, отвечающее требованиям отечественных производств и специалистов — удаление микроабразивом.

Метод снятия влагозащитных покрытий с помощью абразивного удаления

Удаление микроабразивом — это быстрый, универсальный, эффективный и контролируемый процесс удаления влагозащитных покрытий любого типа без использования растворителей и режущих инструментов. Принцип удаления основан на абразивном воздействии на печатный узел потока быстро движущейся смеси частиц специального абразива и воздуха. Поток проходит через форсунку, закрепленную на наконечнике, управляемом вручную или автоматическим манипулятором. Это позволяет направлять смесь в точно определенное место на печатной плате для снятия покрытия. Основные преимущества метода:

- высокая скорость очистки печатного узла — 30 секунд на плату¹;
- быстрое и эффективное удаление отечественных двухкомпонентных лаков: УР-231, Э-30, ЭД-20, ЭП-9114, ЭП-730; париленовых покрытий и лаков УФ-отверждения;
- селективное удаление необходимых участков;
- отсутствие необходимости применения растворителей;
- отсутствие повреждений элементов, паяльной маски, маркировки;
- встроенная УФ-подсветка для контроля площади удаления покрытия;
- интегрированная антистатическая защита.

Метод удаления влагозащитных покрытий микроабразивом может быть реализован с помощью установки Swam Blaster Turbo Max рис 3. Рассмотрим принцип работы системы более подробно.

Swam Blaster Turbo Max состоит из двух блоков: рабочей камеры и блока подачи абразивного потока. Ремонтируемая печатная плата помещается в рабочую камеру,



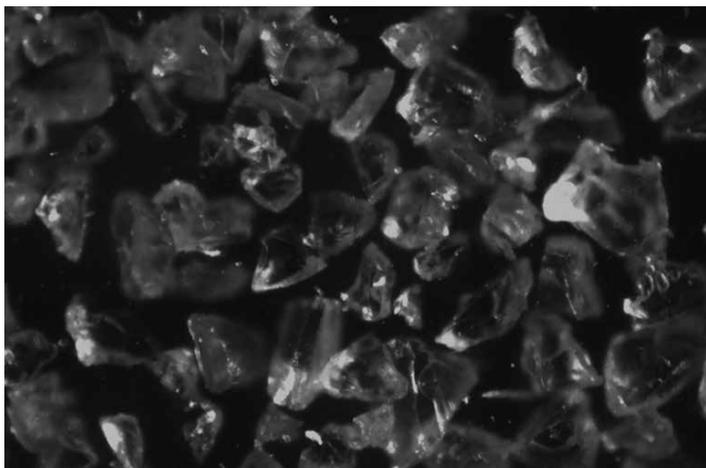
3 Установка для абразивного удаления влагозащитных покрытий Swam Blaster Turbo Max



4 Блок наконечника распыления абразива с форсункой и микроионизатором

где находится блок наконечника с форсункой рис 4. Оператор одной рукой берет наконечник, а другой может перемещать печатный узел. Подача абразива осуществляется путем нажатия на ножную педаль. В рабочую камеру встроена ультрафиолетовая подсветка, которая выделяет участки с влагозащитным покрытием (если в материале содержится УФ-индикатор). Удаленные частицы покрытия и абразива непрерывно всасываются в лоток с отходами.

¹ При размере печатного узла 75 мм × 125 мм толщина покрытия 40 микрон



5 Абразивный порошок Carbo Blast под микроскопом

Установка оснащена антистатической камерой и заземляющим браслетом для снятия электростатического потенциала, что исключает возникновение электростатического разряда и гарантирует сохранность компонентов печатного узла. Микроионизатор, расположенный в блоке наконечника, генерирует сбалансированный поток положительно и отрицательно заряженных ионов, что также снижает вероятность возникновения электростатического разряда в процессе снятия покрытия.

В качестве абразива в установках Swam Blaster Turbo Max используется специально разработанный абразивный порошок Carbo Blast. Он представляет собой мелкие частицы пшеничного крахмала и специально разработан для использования с устройствами, чувствительными к электростатическому разряду рис 5. Этот абразив является водорастворимым, биоразлагаемым и экологически безопасным материалом. Средний размер частиц — 120 микрон, частицы свободно проходят через форсунку, не забивая ее. Порошок Carbo Blast эффективно удаляет влагозащитные покрытия, не повреждая поверхность печатного узла и не проникая в плату. В среднем на удаление покрытия с одной стороны печатного узла требуется около 30 секунд².

Как было отмечено выше, с помощью системы абразивного удаления влагозащитных покрытий Swam Blaster Turbo Max можно эффективно удалять различные типы традиционных отечественных покрытий (УР-231, Э-30, ЭД-20, ЭП-9114), париленовые покрытия (Parylene C, N, D), а также современные лаки (HumiSeal 1A68, 1A33, 1R32A-2, 1B73; Dow Corning 3140, 2577), в том числе и лаки ультрафиолетового отверждения (HumiSeal UV40).

Пример из практики

В 2013 году специалисты Остека получили запрос от ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» с просьбой подобрать решение для удаления влагозащитных покрытий с печатных узлов бортовой и наземной радиоэлектронной аппаратуры.

Для защиты печатных узлов на предприятии используются распространенные в отечественной промышленности двухкомпонентные лаки УР-231 и ЭП-730. В связи с особенностями конструкторско-технологических решений и спецификой применяемых компонентов процесс отработки изделий требовал демонтажа некоторых компонентов, покрытых лаком. Применяемые ранее способы удаления покрытий механическим (скальпели и ножи) или химическим путем (ксилол, ацетон, этилцеллозольв) требовали замены.

Ключевыми требованиями предприятия к новому решению для удаления покрытий были следующие:

- Исключение контакта печатного узла и компонентов с режущими инструментами.
- Исключение применения растворителей и агрессивных химических веществ.
- Полное исключение рисков повреждения печатной платы или компонентов в процессе удаления влагозащитного покрытия.
- Время удаления влагозащитного покрытия с обеих сторон печатного узла размером 190 мм * 100 мм не более 3 минут.
- Минимальная удаляемая площадь покрытия от 0,06 см².
- Гарантированное полное удаление покрытия с любой поверхности печатного узла и простой надежный контроль качества удаления.

В качестве решения данной задачи специалистами Остека была предложена установка абразивного удаления влагозащитных покрытий Swam Blaster Turbo Max. Технические характеристики машины позволяли утверждать, что можно удалять лаки УР-231 и ЭП-730 эффективно, качественно, с минимальными затратами времени и исключить применение токсичных растворителей, что полностью соответствовало требованиям заказчика.

Предложенное решение требовало проверки в реальных условиях, для чего был спланирован и реализован сравнительный эксперимент по удалению покрытия УР-231 традиционным методом и методом абразивного удаления.

Т 1

Матрица тестов

| Стандартный метод | | Метод с использованием установки Swam Blaster Turbo Max |
|--|--|--|
| 1 | Печатный узел замачивается в смеси ацетона с ксилолом на 0,7-1,5 мин. | Настройка режимов установки — 0,3 мин. |
| 2 | Очистка печатного узла от растворенных остатков УР-231 — 0,5 мин. | Удаление УР-231 абразивом — 0,8 мин. |
| 3 | Механическое удаление остатков лака с помощью щетки, скальпеля или бритвы — 1-3 мин. | |
| Итого затрачено времени на удаление УР-231 с одного печатного узла: | | |
| 2,2-5 мин | | 1,1 мин |
| Особенности методов | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Наличие приточно-вытяжной вентиляции на рабочем месте. Соответствие класса помещения правилам пожарной безопасности. Хранение растворителей в соответствии с правилами пожарной безопасности. Дополнительная оплата персонала в соответствии со степенью вредности и опасности условий труда. | | <ul style="list-style-type: none"> Исключение контакта печатного узла и компонентов с режущими инструментами. Исключение применения растворителей и агрессивных химически веществ. Полное исключение рисков повреждения печатной платы или компонентов в процессе удаления влагозащитного покрытия. Время удаления влагозащитного покрытия с обеих сторон печатного узла размером 190 мм * 100 мм составило 70 секунд. Отсутствие специальных требований по безопасности к организации рабочего места. Высокая технологичность ремонта. Отсутствие токсичных отходов. |

В Т 1 приведена сравнительная характеристика процессов удаления влагозащитного покрытия УР-231 стандартным способом³ и с использованием установки абразивного удаления покрытий Swam Blaster Turbo Max⁴. Результаты сравнительных испытаний подтвердили, что метод абразивного удаления позволяет ремонтировать отечественные покрытия типа УР-231 без существенных временных затрат и применения токсичных растворителей. Результаты опытных работ подтвердили 100% соответствие установки Swam Blaster Turbo Max требованиям заказчика.

Также представитель ОАО «ИСС», начальник технологического бюро цеха производства печатных плат и бортовой аппаратуры Московских Михаил Сергеевич, отметил, что установка Swam Blaster Turbo Max является единственным из известных ему эффективных методов полного или локального удаления поли-пара-ксилиленового покрытия без применения режущих инструментов, таких как скальпели, ножи, бритвы.

Заключение

Внедрение установки Swam Blaster Turbo Max — еще один шаг в повышении эффективности и качества процессов производства и ремонта радиоэлектронной аппаратуры на отечественных предприятиях. И несмотря на то, что установка помогает решать вспомогательные задачи, ее применение по достоинству будет оценено на каждом участке по ремонту и доработке ответственной радиоэлектронной аппаратуры.

Эффективность и качество работы установки Swam Blaster Turbo Max легко проверить: требуется печатный узел с нанесенным покрытием, визит в технологический центр Группы компаний Остек и 70 секунд работы. И именно для этих целей в октябре 2014 года установка абразивного удаления покрытий Swam Blaster Turbo Max появилась в демозале Остека и доступна для проведения демонстрационных испытаний.

На сайте направления технологических материалов в разделе «Решения для удаления влагозащитных покрытий и компаундов» можно ознакомиться с техническими характеристиками оборудования. 



Проканируйте QR-код и перейдите на сайт направления технологических материалов

3 На основе информации, полученной от ряда клиентов ГК Остек, использующих лак УР-231

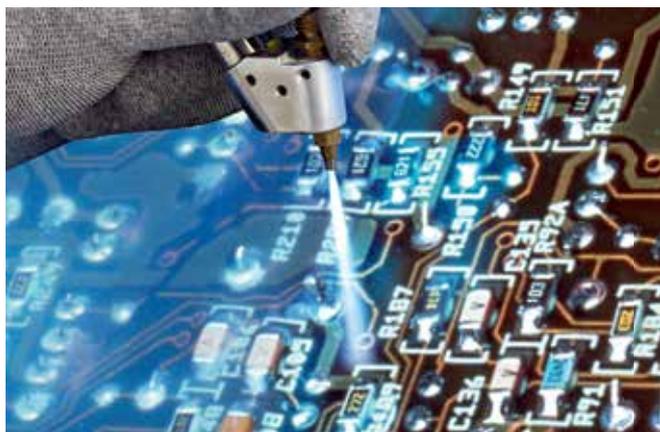
4 Приведены рекомендуемые параметры

Видеть сегодня
печатные узлы
будущего
невозможно,

но технологии
удаления защитных
покрытий с них —
необходимо

Swam Blaster Turbo Max

Установка абразивного удаления влагозащитных покрытий



■ Быстрое и эффективное удаление
влагозащитных покрытий:

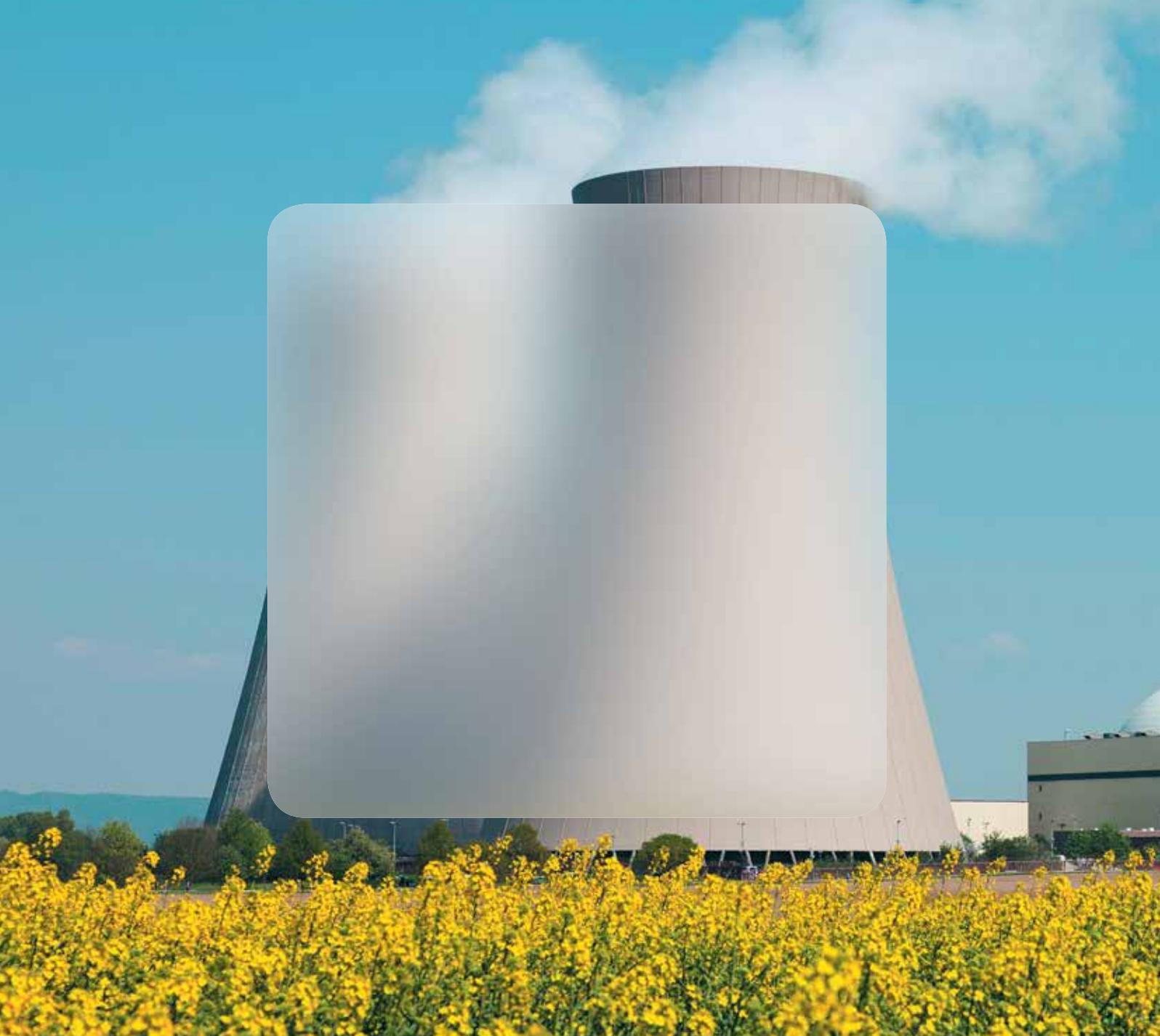
**УР-231, Э-30, ЭД-20, ЭП-9114,
HumiSeal, парилен, лаки
УФ-отверждения и др.**

- Скорость очистки печатного узла
до 5 минут на плату.
- Без повреждения печатной
платы и компонентов.
- Интегрированная
антистатическая защита.



На протяжении многих лет не существовало полноценного метода удаления отечественных покрытий. Распространенные способы, механический или с помощью растворителей, содержали риски повреждения платы и компонентов, затрудняли локальный ремонт, занимали много времени и не всегда удовлетворяли условиям охраны труда. Благодаря установке Swam Blaster Turbo Max снятие влагозащитного покрытия с помощью микроабразива превращается в быстрый, универсальный, эффективный и контролируемый процесс.





Видеть сегодня энергетические объекты будущего невозможно, **но технологии производства электроники для них — необходимо**

Возможности приборов и автоматических устройств, что будут использоваться в энергетике завтра, зависят от технологий их производства, которые необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электрических и электротехнических приборов.



будущее
создается

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

