

03 (08) апрель 2014

# ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Научно-практический журнал

**ПЕРСПЕКТИВЫ**  
Антон Нисан

**13** ГИБКИЕ ПЕЧАТНЫЕ  
ДИСПЛЕИ СВОИМИ РУКАМИ

**ОПТИМИЗАЦИЯ**  
Андрей Петров

**50** АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ПРИМЕНЕНИЯ  
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ  
ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ

**ТЕХПОДДЕРЖКА**  
Василий Афанасьев

**58** НОВАЯ PARAQUADA.  
АВТОМАТ УСТАНОВКИ  
КОМПОНЕНТОВ ИЛИ...?

# через 10 лет интенсивной эксплуатации

антистатическая промышленная  
мебель GEFESD останется  
столь же надежной.

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



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



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



группа компаний

[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)



### *Уважаемые коллеги!*

Только мы отметили наступление нового 2014 года, как время ускорило свой бег и закрутило бурными событиями. И вот уже перед вами третий номер научно-практического журнала «Вектор высоких технологий». Для нас, редакционно-издательской группы, каждый новый журнал — самый лучший и самый любимый. Но этот номер точно получился особенным благодаря нашим авторам.

Антон Нисан в своей статье не только описал процессы печати гибких печатных дисплеев, но и анимировал процесс. Прозрачная пленка с нанесенными полосами позволила исполнить элегантно в своей простоте решение и превратить чтение статьи в увлекательный процесс!

Казалось бы, что нового можно сделать в такой консервативной области как производство жгутов

и внутриблочных соединений? Но нашим коллегам удалось совершить настоящий прорыв в области безошибочности и автоматизации производства, читайте об этом в статье Андрея Голубьева.

Автоматизация применения отечественных двухкомпонентных материалов, возможно ли это? Андрей Петров подготовил статью, по моему мнению, особенно интересную для технологов, в которой описываются примеры реально проведенных экспериментов и полученных результатов.

Формат вступительного слова не позволяет мне представить все статьи этого номера, а ведь каждая из них действительно интересная и особенная.

Поэтому приглашаю вас как можно скорее приступить к чтению!

**Антон Большаков, директор по маркетингу**

Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий»,  
свидетельство регистрации: ПИ № ФС 77 — 55527 от 07.10.2013, учредитель ЗАО Предприятие Остек.

Редакционная группа: Большаков Антон, Волкова Ирина.

121467, Москва, Молдавская ул., д. 5, стр. 2.

E-mail: [marketing@ostec-group.ru](mailto:marketing@ostec-group.ru)

тел.: 8 (495) 788-44-44

факс: 8 (495) 788-44-42

Оформить бесплатную подписку на журнал можно на сайте [www.ostec-press.ru](http://www.ostec-press.ru)



# В НОМЕРЕ

## НОВОСТИ

- |   |  |
|---|--|
| <p>4 II МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ»</p> <p>5 ИТОГИ СЕМИНАРА «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ»</p> <p>5 КОМПАНИЯ EV GROUP ПРОДВИГАЕТ 2.5D И 3D-IC/TSV-ИНТЕГРАЦИЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NANOSPRAY™</p> | <p>6 ГРУППА КОМПАНИЙ ОСТЕК ПОДПИСАЛА СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ С КОМПАНИЕЙ MECAL S.R.L.</p> <p>7 СЕРИЯ ВЕБИНАРОВ ПО ОТМЫВКЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ</p> <p>7 КОМПАНИЯ KULICKE&amp;SOFFA ПРЕДСТАВЛЯЕТ СИСТЕМЫ ICONNPS PLUS™ И ICONNPS PLUS™</p> |
|---|--|



ПЕРСПЕКТИВЫ стр. 8

## ПЕРСПЕКТИВЫ

**ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ПРОРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ** ..... 8

Авторы: Вероника Котар, Антон Большаков

**ГИБКИЕ ПЕЧАТНЫЕ ДИСПЛЕИ СВОИМИ РУКАМИ** ..... 13

Автор: Антон Нисан

## ТЕХНОЛОГИИ

**БЕЗОШИБОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЖГУТОВ И ВНУТРИБЛОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** ..... 18

Автор: Андрей Голубьев

**«МЕНЯ ЗОВУТ BOND. IBOND». РЕШЕНИЯ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКИ K&S IBOND5000** ..... 27

Автор: Александр Иванов

**МЕТОДЫ ОФОРМЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В «СЫРЫХ» LTCC И HTCC КЕРАМИЧЕСКИХ КАРТАХ** ..... 30

Авторы: Виктор Черных, Андрей Хохлун, Ёжи Штупар, Сергей Чигиринский

## КАЧЕСТВО

**НЕ МЫТЬЕМ, ТАК ВАКУУМОМ** ..... 36

Автор: Алексей Стахуров



ТЕХНОЛОГИИ стр. 18



КАЧЕСТВО стр. 36



ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 46

## ОПТИМИЗАЦИЯ

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В ПРОГРАММЕ INSIGHT PCB™ ..... 42

Авторы: Семен Хесин, Олеся Алешкова

### ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЭРГОНОМИКА РАБОЧЕГО МЕСТА – ПРОШЛОЕ ИЛИ БУДУЩЕЕ? ..... 46

Автор: Николай Ливанов

### РУССКИЕ ИДУТ! НЕВОЗМОЖНОЕ ВОЗМОЖНО. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ..... 50

Автор: Андрей Петров

## ТЕХПОДДЕРЖКА

### НОВАЯ PARAQUADA. АВТОМАТ УСТАНОВКИ КОМПОНЕНТОВ ИЛИ....? ..... 58

Автор: Василий Афанасьев

### ОБОРУДОВАНИЕ ОПРЕССОВКИ КОНТАКТОВ WDT — ПЕРЕХОДНОЕ ЗВЕНО ОТ РУЧНОГО ИНСТРУМЕНТА К АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СИСТЕМАМ ..... 66

Автор: Алексей Рябчиков

## АВТОРЫ НОМЕРА

- Вероника Котар**  
Бренд-менеджер дирекции по маркетингу  
marketing@ostec-group.ru
- Антон Большаков**  
Директор по маркетингу  
marketing@ostec-group.ru
- Антон Нисан**  
Начальник отдела печатной электроники  
ЗАО «НИИИТ»  
edu@ostec-group.ru
- Андрей Голубьев**  
Генеральный директор ЗАО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru
- Александр Иванов**  
Начальник группы 2 отдела сервиса  
ЗАО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru
- Виктор Черных**  
Главный специалист отдела тонкопленочных  
и гибридных технологий ЗАО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru
- Андрей Хохлун**  
Генеральный директор  
ЗАО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru
- Ёжи Штупар**  
Технический директор  
КЕКО Equipment (Словения)  
micro@ostec-group.ru
- Сергей Чигиринский**  
Начальник отдела тонкопленочных  
и гибридных технологий ЗАО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru
- Алексей Стахуров**  
Начальник группы развития продаж  
ООО «Остек-Интегра»  
materials@ostec-group.ru
- Семен Хесин**  
Инженер отдела проектов  
ООО «Остек-Сервис-Технология»  
ost@ostec-group.ru
- Олеся Алешкова**  
Ведущий инженер отдела проектов  
ООО «Остек-Сервис-Технология»  
ost@ostec-group.ru
- Николай Ливанов**  
Менеджер по продукту ПО «Гефесд»  
Market.inf@gefesd.ru
- Андрей Петров**  
Начальник группы финишной сборки  
ООО «Остек-Интегра»  
materials@ostec-group.ru
- Василий Афанасьев**  
Начальник отдела развития ЗАО «Остек-СМТ»  
lines@ostec-group.ru
- Алексей Рябчиков**  
Старший специалист отдела модернизации  
производств кабельных изделий  
ЗАО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru

# НОВОСТИ

## II МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ»

18-19 марта 2014 года в Москве прошла II Международная конференция «Контроль качества при помощи компьютерной томографии: металлообработка, электроника, нефтегазовая сфера», организованная ЗАО «Остек-СМТ» совместно с General Electric.

Мероприятие, объединившее под одной крышей специалистов не только индустрии производства электроники, но и нефтегазовой промышленности, материаловедения и металлообработки, уже стало традиционной площадкой для обмена опытом и общения. Учитывая значительно увеличившееся по сравнению с прошлым годом число участников и общее количество докладов, были сформированы три секции, каждая из которых представляла отдельную специализацию. После небольшой пленарной части, на которой были

представлены достижения ЗАО «Остек-СМТ» и GE за минувший год и обозначен вектор будущего развития, участники продолжили работу в тематических секциях.

В качестве докладчиков выступили как специалисты со стороны организаторов конференции, так и работники ряда крупнейших ВУЗов страны: МГУ, ВлГУ, МФТИ, КФУ, НИУ МЭИ и Палеонтологического института им. А. А. Борисяка РАН; представители крупнейших отечественных предприятий: ВНИИА, ГРПЗ и РКС; а также руководители и специалисты ряда компаний, имеющих опыт использования томографии в своей сфере деятельности.

По итогам конференции была выявлена крайняя востребованность в подобных мероприятиях, дающих возможность пообщаться с коллегами, в том числе из других отраслей, поде-

литься своими достижениями, а также получить ценные знания от ведущих специалистов страны. Учитывая возрастающий интерес к компьютерной томографии и динамику развития данной технологии в целом, можно резюмировать, что конференция, запланированная на 2015 год, соберет еще большую аудиторию и снова даст массу новых интересных и важных сведений о последних достижениях в научной и практической областях.

ЗАО «Остек-СМТ» сердечно благодарит всех участников конференции за участие!

Ждем вас на III конференции в 2015 году, а также на других мероприятиях, посвященных повышению уровня качества, поиску и анализу производственных дефектов.

Следите за новостями на сайтах [www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru) и [www.ostec-ct.ru](http://www.ostec-ct.ru).



## ИТОГИ СЕМИНАРА «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ»

26 февраля 2014 года специалисты ЗАО «Остек-Тест» провели в Омске семинар на тему «Современные методы и оборудование для испытаний продукции».

В семинаре приняли участие представители руководящего состава испытательных подразделений и метрологических служб ведущих предприятий Сибирского федерального округа.

На семинаре обсуждались вопросы организации и проведения испытаний продукции с помощью современных методов с применением высокоэффективного и надежного испытательного оборудования. Были представлены новейшие мировые разработки в этой области; приведены сравнительные характеристики оборудования различных производителей; даны рекомендации по выбору испытательного оборудования с учетом его метрологических характеристик, надежности и ремонтпригодности.

Особый интерес вызвало испытательное оборудование для воспроизведения климатических и механических внешних воздействующих факторов, таких как:

- испытания на воздействие пониженной и повышенной температуры и влажности;
- испытания на воздействие дождя и пыли;
- испытания на воздействие пониженного и повышенного давления;
- испытания на воздействие

одновременной многоосной вибрации;

- испытания на воздействие многократного удара.

Особо рассматривались вопросы использования высокоточных устройств воспроизведения пространственного положения испытуемых изделий и испытаний на воздействие линейного ускорения.

Также участники обсудили методы аттестации испытательного оборудования в свете принятия новых нормативных документов. Большой интерес вызвала информация о требованиях к аттестации испытательного оборудования, применяемого для выполнения государственного оборонного заказа. 

## КОМПАНИЯ EV GROUP ПРОДВИГАЕТ 2.5D И 3D- IC/TSV-ИНТЕГРАЦИЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NANOSPRAY™

Партнер ЗАО «Остек-ЭК», компания EV Group (EVG), ведущий поставщик оборудования для сварки пластин и литографии в области производства МЭМС, нанотехнологий и различных секторов полупроводниковой промышленности, объявила, что ее запатентованная технология нанесения конформных покрытий NanoSpray стала доступной на новой системе нанесения и проявления фоторезиста EVG150XT для крупносерийного производства полупроводниковых микросхем.

Благодаря технологии NanoSpray можно получать конформные фоторезистивные покрытия с вертикальными стенками на пластинах со сложной высокой топологией, на-





Автоматизированная система нанесения покрытий EVG@150N XT по технологии NanoSpray

пример, с переходными отверстиями в кремнии (TSV-соединения), стекле или различных подложках, используемые для создания 2.5D промежуточных соединительных слоев и 3D-интегрированных структур с толстыми полимерными слоями и фоторезистами. Эта уникальная техническая возможность используется в производстве для уменьшения механического напряжения и улучшения электрических характеристик таких межсоединений при микрокорпусировании. Автоматизированная система нанесения покрытий EVG@150N XT по технологии NanoSpray TSV-соединения крайне важны для разработки 2.5D/3D-интегральных схем, так как они обеспечивают сквозное соединение в кристалле между различными слоями устройства. Слой резиста наносится на боковые стенки этих структур для пассивации (защиты от коррозии) и изоляции (уменьшения электрического шума), а также в качестве эластичного слоя для ослабления воздействия температуры или в качестве фоторезистивной маски для фотолитографии, предшествующей травлению.

«Технология NanoSpray компании EVG для равномерного нанесения полимерных покрытий на переходные отверстия в стеклянных пластинах с высоким отношением высоты к диаметру — это важная разработка, которую мы используем при производстве стеклянных плат. Ее применение позволяет нам снизить

механические напряжения и повысить надежность таких межсоединений в микросборке», — говорит Рао Р. Туммала, профессор и руководитель Исследовательского центра корпусирования 3D-систем Технологического института штата Джорджии (Georgia Institute of Technology 3D Systems Packaging Research Center, GT PRC).

Технология NanoSpray компании EVG уникальна, она позволяет наносить толстые полимерные слои (толщиной от 1 до 20 микрон), уменьшая потери фоторезиста при нанесении. Технология активно применяется многими клиентами компании, т.к. способна улучшать электрические характеристики за счет сокращения электрических потерь, перекрестных помех и утечек тока, а также уменьшать механические напряжения в TSV-соединениях. Технология NanoSpray используется на оборудовании обработки фоторезиста для пластин диаметром 200 мм, а также в новейших системах для 300-миллиметровых пластин, например, EVG150XT, которая по сравнению с предыдущими версиями позволяет утроить объем производства. ▢



## ГРУППА КОМПАНИЙ ОСТЕК ПОДПИСАЛА СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ С КОМПАНИЕЙ MECAL S.R.L.

ЗАО «Остек-ЭТК» и компания MECAL S.r.l., производитель высоко-технологичного оборудования для опрессовки контактов, заключили дистрибьюторское соглашение, в соответствии с которым с января 2014 года Остек является официальным представителем компании MECAL на всей территории России. Оборудование компании MECAL предназначено для опрессовки контактов и, благодаря чрезвычайно прочной, легкой и компактной конструкции, обеспечивает стабильную величину высоты опрессовки, что существенно влияет на качество изготавливаемого изделия.

Прессы компании MECAL позволяют обрабатывать провода различных сечений и могут быть выполнены как в полуавтоматической конфигурации для настольного применения в качестве самостоятельной единицы, так и в полностью автоматической, в том числе с возможностью интеграции в производственную линию для обработки провода. Важное преимущество прессов — это использование в рабочем процессе всех стандартных типов миниаппликаторов, а также возможность дополнительного оснащения системой непрерывной регулировки высоты опрессовки, системой анализа усилия опрессовки и др. ▢



**СЕРИЯ ВЕБИНАРОВ  
ПО ОТМЫВКЕ  
ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

ООО «Остек-Интегра» совместно с компанией Zestron приглашает принять участие в серии вебинаров (интернет-семинаров), посвященных процессу отмывки печатных плат.

Два вебинара уже состоялись в марте и апреле 2014 года, еще два пройдут в мае.

На вебинарах рассматриваются важнейшие вопросы технологии отмывки перед нанесением влагозащитного покрытия, вопросы контроля качества отмывочных жидкостей

и анализа загрязнений на поверхности печатных плат

**Докладчик:** Роман Порядин, старший инженер отдела технического сопровождения ООО «Остек-Интегра», направление технологических материалов.

За дополнительной информацией о вебинарах и порядке подключения обращайтесь на сайты Группы компаний Остек: [www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru) и [www.ostec-materials.ru](http://www.ostec-materials.ru)

**КОМПАНИЯ  
KULICKE & SOFFA  
ПРЕДСТАВЛЯЕТ  
СИСТЕМЫ  
ICONNPS PLUS™  
И ICONNPS PLUS™ LA**

Партнер ЗАО «Остек-ЭК», компания Kulicke and Soffa Industries, Inc., объявила о выпуске новых систем IConnPS PLUS™ и IConnPS PLUS™ LA — передового, полностью автоматического оборудования для разварки проволочных соединений.

Система IConnPS PLUS™ с обновленной и улучшенной компонентной базой была разработана для использования всех передовых технических возможностей в области микросварки, которые необходимы для выполнения проводных соединения сегодня и могут понадобиться в будущем. Работа по внедрению новых технических возможностей и улучшению характеристик установок была направлена на пять ключевых факторов: повторяемость процесса, компактность и мобильность оборудования, простота в использовании, отличные характеристики аппаратной части и возможность совершенствовать оборудование. IConnPS PLUS™ LA — это версия системы, которая обладает расширенной до 87 мм рабочей областью.

Название	Дата проведения	Описание
Контроль процесса отмывки	15 мая 2014 11:00 (московское время)	Вы не знаете, как контролировать процесс отмывки? После того, как процесс отмывки был реализован, стабильность процесса является жизненно важной. На этом вебинаре вы узнаете об инструментах для обеспечения превосходных результатов отмывки на все времена.
Анализ поверхности печатной платы	29 мая 2014 11:00 (московское время)	Действительно ли чисто? При изготовлении электронных сборок загрязнения на поверхности плат или под компонентами могут привести к отказам изделия. На этом вебинаре будет предоставлен обзор методов оценки чистоты печатных плат после отмывки.

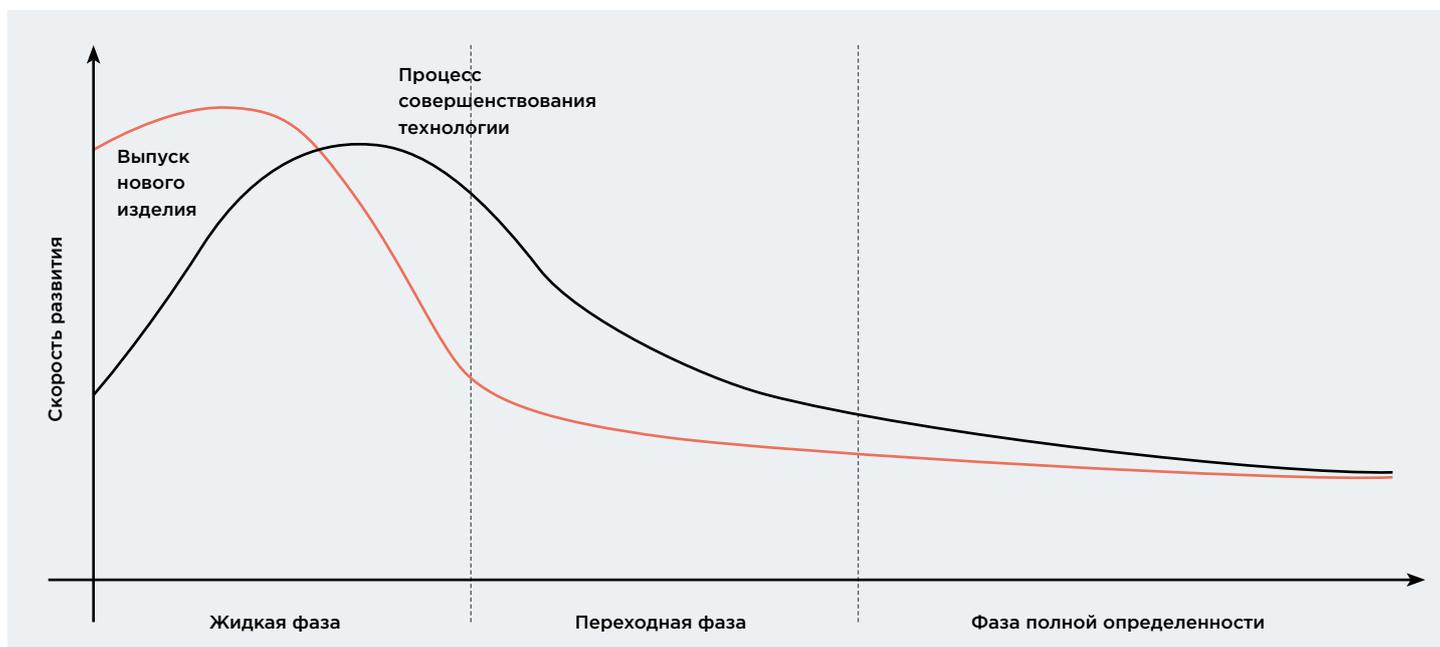
# ПЕРСПЕКТИВЫ

## Особенности освоения прорывных технологий в производстве конкурентоспособной продукции

Текст: Вероника Котар  
Антон Большаков



Опытные автомобилисты знают, что для удачного движения по оживленной автостраде необходимо двигаться со скоростью потока машин. При слишком низкой скорости вас вытеснят на обочину, а внезапная остановка обернется еще более серьезными неприятностями. Такие же закономерности можно проследить и в условиях существования предприятий электронной промышленности на современном рынке. Темп развития технологий становится все быстрее, растет конкуренция, и компании, чтобы преуспевать, вынуждены непрерывно повышать требования к выпускаемой продукции, искать новые возможности для ее производства, чтобы не оказаться на обочине рынка.



1  
Фазы жизненного цикла технологии

Большинство участников рынка радиоэлектронной промышленности, как и водители на автостраде, традиционно сосредоточены на решении текущих краткосрочных задач. Им важны элемент предсказуемости и быстро достижимые результаты своих действий. Редко кто из них решается на стратегический системный подход при выборе способов стремительного опережения конкурентов. Еще реже кто-то останавливается и пересаживается на более быстрый и эффективный вид транспорта. И совсем единицы задумываются о разработке своими силами нового, более совершенного вида транспорта и изменяют историю всей отрасли. Примерно в такой же степени новаторство и решительность распространены и среди производителей рынка радиоэлектронной промышленности.

Можно сказать, что среди них существуют следующие пути развития:

- Внедрение современной технологии, которая соответствует мировому уровню и является стандартом отрасли, требует частичной замены (модернизации) на базовые технологии следующего уровня.
- Внедрение новейшей технологии с уже зарекомендовавшим себя потенциалом достижения более высоких функциональных, уменьшенных массогабаритных характеристик и снижения себестоимости изделий. Считается, что технология

займет лидирующие позиции в течение следующих 3-7 лет.

- Внедрение передовой технологии, которая позволяет достичь прорывных функциональных и массогабаритных характеристик изделий, но на данный момент ее распространение идет медленно в связи с высокой ценой внедрения. Широкое распространение технологии предполагается в перспективе 8-11 лет.

Современные условия глобализации, ускоренного развития рынков и технологий, жесткой конкуренции подводят наиболее целеустремленных производителей к третьему, наиболее сложному, но в то же время, самому выигрышному пути развития. Наша статья будет посвящена рассмотрению основных особенностей этого пути развития, а именно — теме коммерциализации прорывных технологий.

Для начала обсудим общие тенденции развития технологий. Специалисты выделяют несколько последовательных этапов жизненного цикла технологий рис 1.

### Жидкая фаза\*

Появление первых продуктов на основе самых передовых технологий означает начало так называемой «жидкой фазы» рис 1. Жидкая фаза характеризуется

\* Здесь и далее информация взята из следующих источников:

1. «How to make Open Innovation work for your R&D», автор Frank Mattes.
2. «Managing both incremental and radical innovation projects in parallel», автор Bengt Järrehult.
3. «Turning threat into opportunity», автор Christian Sandström.

очень большой неопределенностью как с точки зрения технологий, так и функционирующих бизнес-моделей. Промышленность представлена множеством относительно небольших компаний-новаторов, борющихся за то, чтобы найти правильный способ сделать жизнеспособный продукт с помощью новейшей технологии. К концу этого этапа появляется доминирующая модель конструкции инновационного изделия, и рынок концентрирует свой интерес вокруг совершенствования технологии производства этого изделия.

## Переходная фаза

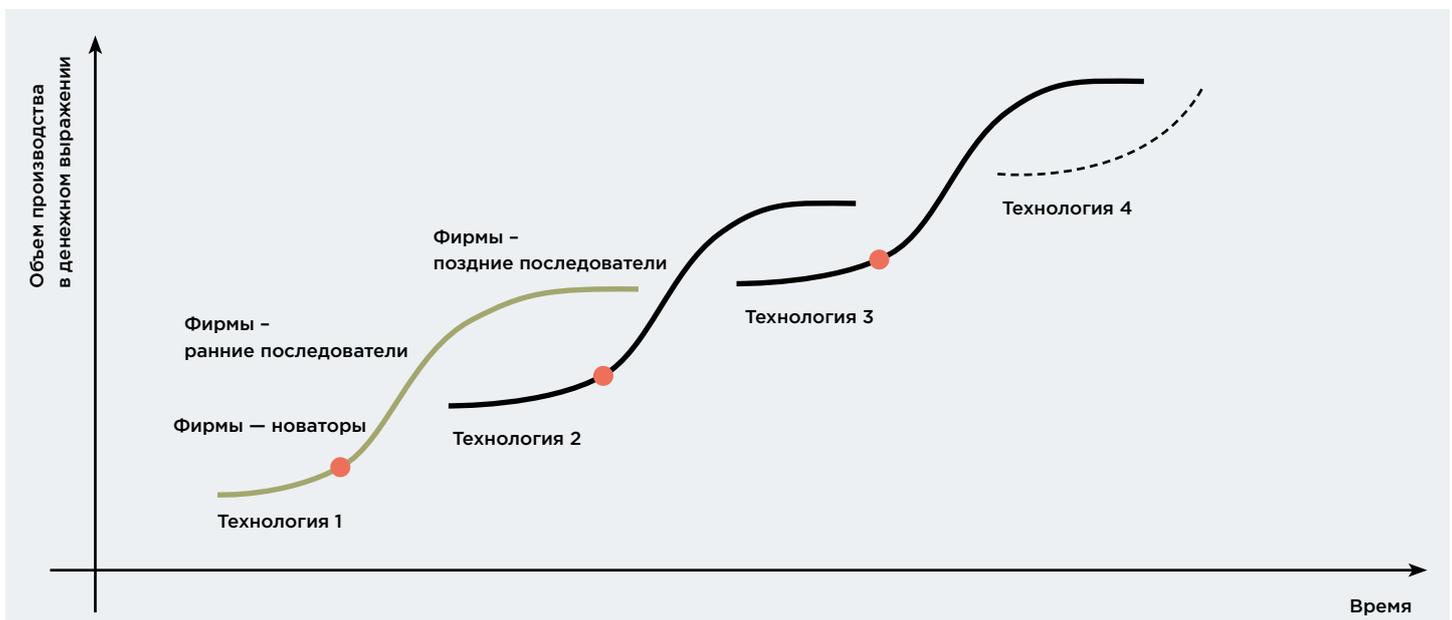
Появление доминирующей модели изделия следует рассматривать как знаковое событие и начало переходного этапа жизненного цикла технологии. С этого момента, как правило, начинают меняться правила игры на рынке — происходит активный поиск новых, более эффективных способов производства изделий по новейшей технологии. Это обеспечивает снижение затрат и еще большую степень распространения технологии на рынке. Фирмы, которые решают подключиться к рынку в этот момент, чаще всего несут большие потери. Их темпы развития не способны достигнуть высокого темпа, с которым развивается рынок на этом этапе. В 1995 году, когда на рынке цифровых фотоаппаратов лидировала компания Canon, фирма Casio выпустила первый фотоаппарат с LCD-экраном. Как только это произошло, Canon начала действовать решительно и сразу же выпустила модели с таким экраном, но дешевле и с лучшим дизайном. Этот пример показывает, что таким компаниям как Casio выгоднее начинать действовать еще до начала активной переходной фазы.

## Фаза полной определенности

Фаза полной определенности — это фаза, когда новейшая технология достигает высокого уровня производительности. На таком переходном этапе существует гораздо меньше неопределенности. Промышленность достигает стабильного состояния, поэтому для фирм ситуация на рынке может показаться очень выгодной. Однако это делает их очень уязвимым к будущим «подрывным» технологиям рис 2. Например, если обратиться к истории, то ни один из производителей пишущих машинок не выжил при переходе на персональные компьютеры; переход от парусных судов к паровым двигателям добавил действующим фирмам большие неприятности.

Часто в таких случаях фирмы обвиняются в невежестве, некомпетентности, неповоротливости и бюрократии. На самом деле, это можно поставить под сомнение. Здравый смысл говорит нам, что маловероятно, что фирмы, в которых работали одни из самых ярких в мире ученых и инженеров, не стремились к развитию. Кроме того, заглянуть в историю этих компании, как правило,

**Единицы задумываются о разработке своими силами нового, более совершенного вида транспорта и изменяют историю всей отрасли**



2

Схема появления «подрывных» технологий

3  
Формула комплексного подхода



достаточно, чтобы подтвердить это. Яркий пример — пионер фотоиндустрии компания Kodak, два года назад начавшей процедуру банкротства и реструктуризации бизнеса. Ирония судьбы Kodak заключается в том, что первый цифровой фотоаппарат был разработан в 1975 году его же инженером — Стивеном Сассуном. Как сам он рассказывал The New York Times, изобретение не понравилось руководству. «Они сказали мне: о, это мило, только не надо никому показывать», — вспоминает Сассун. Менеджмент Kodak раздражала идея, что камера Сассуна не нуждалась в пленке — ведь именно ее продажи генерировали прибыль. А в прогнозах смены технологий компании, сделанных в 1994 году, говорилось, что цифровые изображения получили бы 50% рынка к 2004 году, как оно в итоге и случилось. Kodak столкнулся с классической «дилеммой инноватора», когда лидер индустрии отказывается признавать молодую технологию, т.к. она противоречит его бизнес-модели. Со временем эта технология благодаря Canon оказывается «подрывной», уничтожая почти весь бизнес Kodak.

Пример Kodak показывает, как компании становятся заложниками своего стабильного положения на зрелом рынке и перестают быть лояльными к технологическим рывкам. Их корпоративные ценности, база навыков и знаний, технологические мощности, принципы конструирования, каналы сбыта установлены и хорошо отработаны. Технологический сдвиг откладывается предприятием, потому что это может привести к устареванию существующей базы компе-

тенций. Еще одной проблемой является то, что новая технология на этапе внедрения может снизить производительность. Таким образом, для предприятий становится очень трудно обосновать для себя целесообразность внедрения новых технологий. Зачем инвестировать в рискованный и дорогой проект, когда эти деньги могут быть вложены в основной бизнес? Фирмы, которые решаются на технологический сдвиг, обычно получают внутреннюю конкуренцию за ресурсы. В конце концов, ресурсы, как правило, передаются тем проектам, которые направлены на удовлетворение существующих клиентов, оставляя новые технологии нуждающимся в инвестициях. Как же адаптировать стабильный бизнес к освоению совершенно новых технологий с наименьшими потерями? Что компании могут сделать, чтобы пережить такие глубокие изменения?

Первая задача — перестать постоянно ориентироваться в выборе решений только на исследования рынка и потребителей. Внедрение и развитие новейших технологий происходит в условиях почти полной неопределенности. Совершенно неизвестно кто есть потенциальные клиенты, и каким должен быть конечный продукт.

Вторая задача — изменить традиционные методы управления, с помощью которых будет сложно решать задачи в условиях полного хаоса, когда нужны фундаментальные изменения подходов к ведению бизнеса: изменению отношения к риску, идеологии ведения бизнеса и управлению людьми.

Традиционные подходы в управлении или когда в условиях неопределенности все пускается на самотек, приводят зачастую к большим проблемам в бизнесе. Как компаниям минимизировать издержки и успевать повышать эффективность своего производства в кратчайшие сроки? В наших предыдущих статьях мы много раз говорили про системный подход и стратегическое развитие предприятий по формуле: Исследование+Планирование+Проектирование+Оснащение+Сопровождение рис 3. В этой статье мы не будем повторяться и подробно рассказывать о сути каждого слагаемого этой формулы. Отметим только, что условия развития рынка заставляют нас точно также совершенствовать инструменты развития. Например, в последнее время мы особое внимание уделяем новым инструментам планирования. В частности, использованию дорожных карт — современного инструмента планирования. Он позволяет решать сразу несколько задач: оценивать имеющийся потенциал развития, определять временные интервалы и последовательность действий, а также ресурсы для достижения лидирующих позиций в конструкции изделий и технологиях их производства.

Что еще компании могут сделать, чтобы пережить глубокие изменения? Проектный подход в освоении новейших технологий — это наиболее конструктивный инструмент развития в условиях неопределенности. Это современный инструмент ведения сложных проектов, какими являются проекты техпереворужения. Суть проектного подхода состоит в разделении всего хаоса, происходящего в переходный период, на области управления более-менее постоянные.

В отношении проектов развития предприятий радиоэлектронной промышленности их десять рис 4. Помимо управления сроками, ресурсами, стоимостью, рисками, важной является область управления процессами согласования проектной документации с ответственными лицами на всех уровнях иерархии предприятия, а также инвесторами. Все работы по развитию технических и технологических возможностей производства объединяются и называют комплексным проектом, который реализуется под управлением компетентных специалистов, владеющих навыками проектного управления. Если специалистов такого профиля на предприятии нет, оптимальным решением будет обратиться за содействием к экспертам в области реализации комплексных проектов. Проектное управление — это один из самых важных инструментов развития, позволяющий оптимизировать решение всех задач по времени, а значит сохранить актуальность их результатов к моменту завершения проекта.

В заключении хотелось бы сказать, что развитие и успех — это не однажды успешно завершённый проект и не единожды достигнутый высочайший результат. Развитие и успех — это непрерывный процесс, как и непрерывное появление в нашей жизни новейших технологий. Возвращаясь к истории с автострадой, хотелось бы тем, кто подолгу находится в пробках, пожелать не останавливаться в своих поисках и проявлять смелость в своих идеях. Ведь кроме движения вперед, есть еще путь вверх. Осталось придумать технологию для такого перемещения. ▣



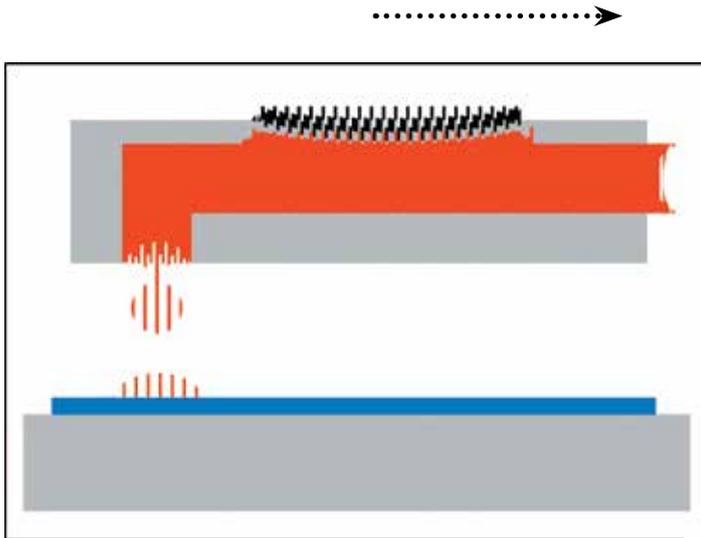
# Гибкие печатные дисплеи своими руками



Текст: **Антон Нисан**



Нам бы очень хотелось разместить в журнале гибкий печатный дисплей, о котором мы не раз писали, чтобы у вас была возможность посмотреть анимированные схемы, видео материалы к статьям непосредственно в журнале. Однако существующий уровень технологий печатной электроники не позволяет внедрить гибкие печатные экраны в крупнотиражные издания, соблюдая экономическую целесообразность. Учитывая месяц выхода журнала, располагающий к розыгрышам, мы напечатали в этой статье целых пять «дисплеев», каждый из которых показывает по... четыре кадра, вполне достаточных для анимации циклических процессов.

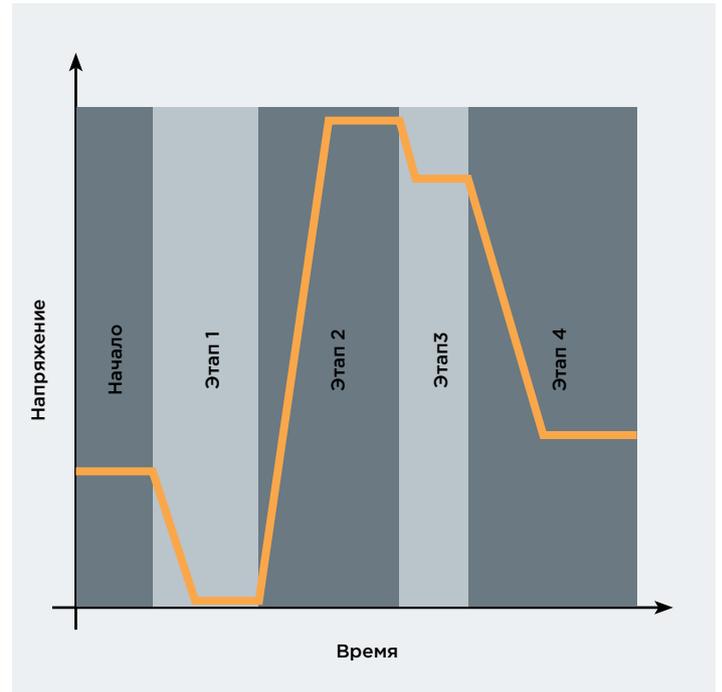


1  
Анимация струйной печати

Для просмотра анимации процессов печати необходимо поместить полосатую пленку, приложенную к журналу, на иллюстрацию, над которой есть стрелка, при этом черные полосы должны быть ориентированы перпендикулярно стрелке. Плавно перемещая пленку слева направо, вы увидите анимацию процессов струйной, трафаретной, глубокой и флексографской печати<sup>1</sup>. Если «дисплей» с первого раза не заработал, попробуйте перемещать пленку медленнее, без рывков, соблюдая перпендикулярность черных полос стрелке над рисунком.

## Струйная печать

Струйная печать — цифровая технология печати, в которой капли малого объема материала наносятся непосредственно из сопел печатающей головки на основание рис 1. Среди преимуществ струйной печати выделяют отсутствие печатных форм и контакта с основанием при нанесении. Недостатки данной технологии

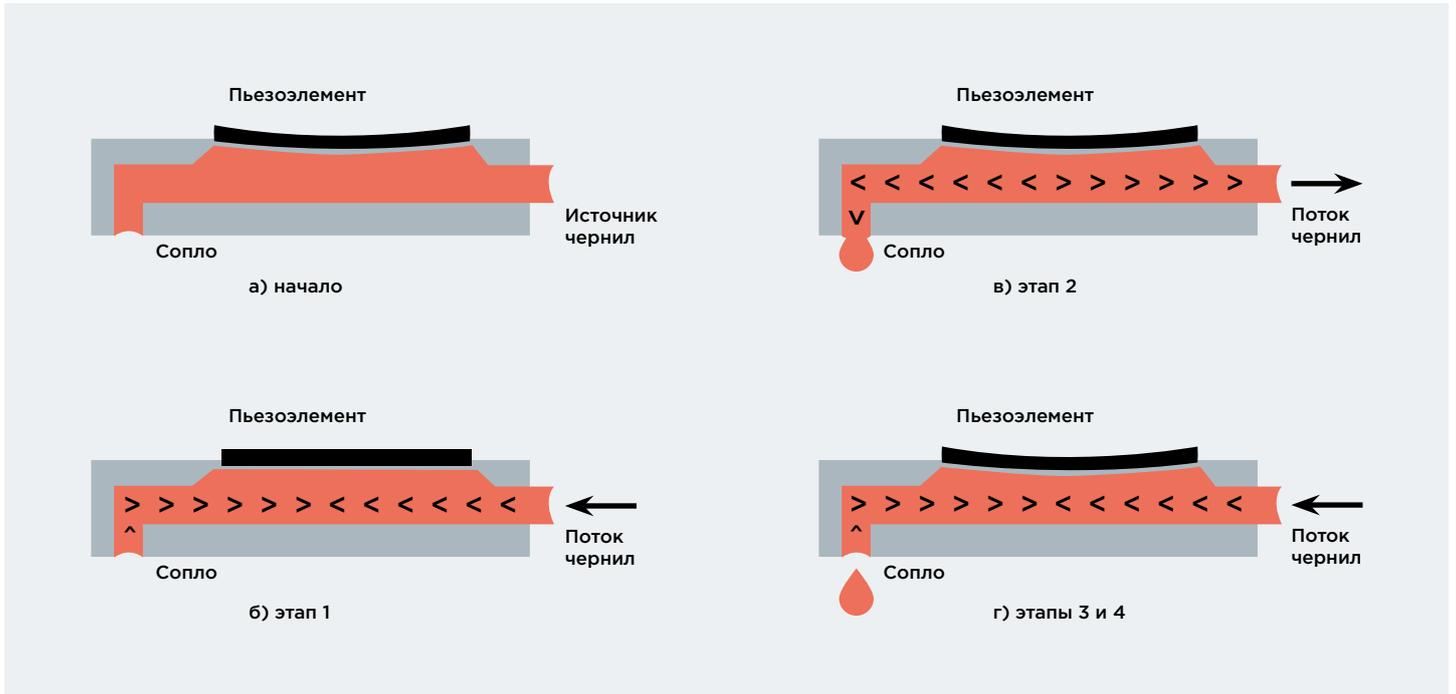


2  
Форма сигнала, подаваемого на пьезоэлемент для образования и отделения одной капли. Как правило, в секунду каждое сопло печатает по несколько тысяч капель

закljučаются в сравнительно низкой производительности, риске засорения сопел, растекании нанесенной капли материала, что приводит к снижению разрешения печати.

Для формирования и отделения капли чернил на пьезоэлемент в печатающей головке подается сигнал, форма которого показана на рис 2. В начале цикла пьезоэлемент находится в слабо напряженном (слабо выгнутом) состоянии, канал подачи чернил уменьшен, движения чернил нет рис 3. На первом этапе пьезоэлемент переходит в нейтральное положение, за счет чего возникает свободный объем и поток чернил из резервуара. На следующем этапе пьезоэлемент находится в напряженном (сильно выгнутом) состоянии, канал подачи чернил уменьшен и в сопло выдавливается капля чернил. На третьем этапе происходит непосредственно отделение капли, а на четвертом — возврат в исходное состояние: пьезоэлемент переходит в слабо напряженное состояние, прекращая подачу чернил в сопло и добавляя чернила из резервуара в образовавшийся свободный объем.

<sup>1</sup> В прозрачных участках между черными полосками вы видите текущий кадр, остальные кадры скрыты черными полосами. Строго говоря, фрагменты предыдущего и последующего кадров тоже могут присутствовать, но нашему глазу они не мешают

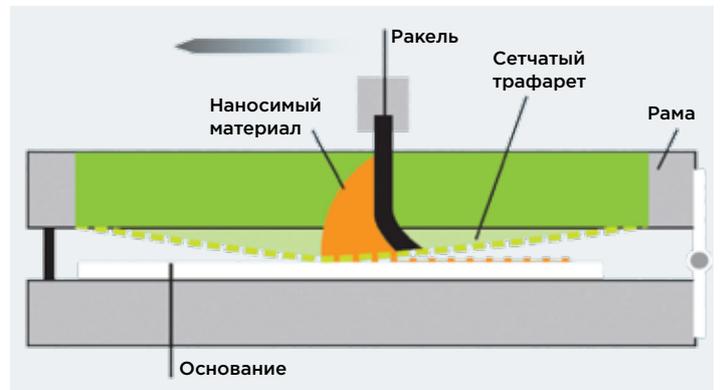


3 Деформация пьезоэлемента и движение чернил. Источник: Fujifilm

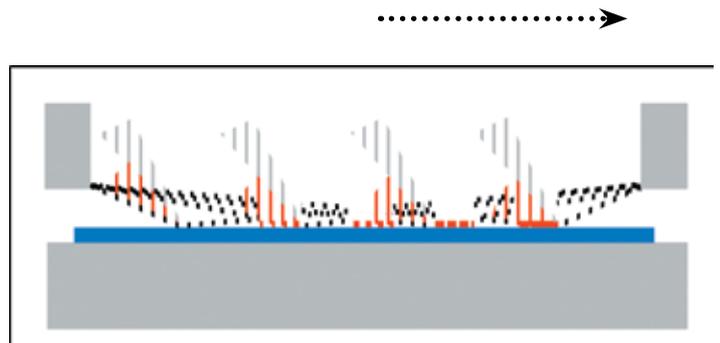
### Трафаретная печать

В плоскочечатных установках трафаретной печати наносимый материал продавливается ракелем через сетчатый трафарет на основании рис 4, рис 5. Однако производительность такого процесса сравнительно невелика. Установки ротационной трафаретной печати, в которых трафарет расположен на печатном цилиндре, а наносимый материал — внутри печатного цилиндра рис 6, рис 7, лишены этого недостатка.

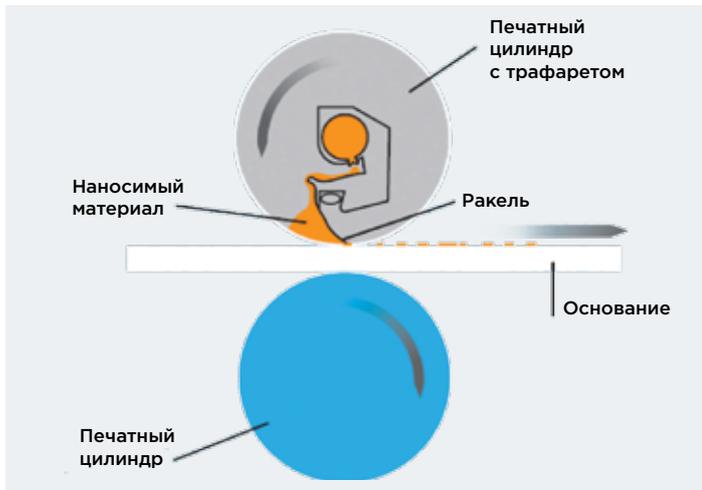
Преимуществом трафаретной печати является очень широкий диапазон толщины отпечатков, недостаток заключается в низком разрешении.



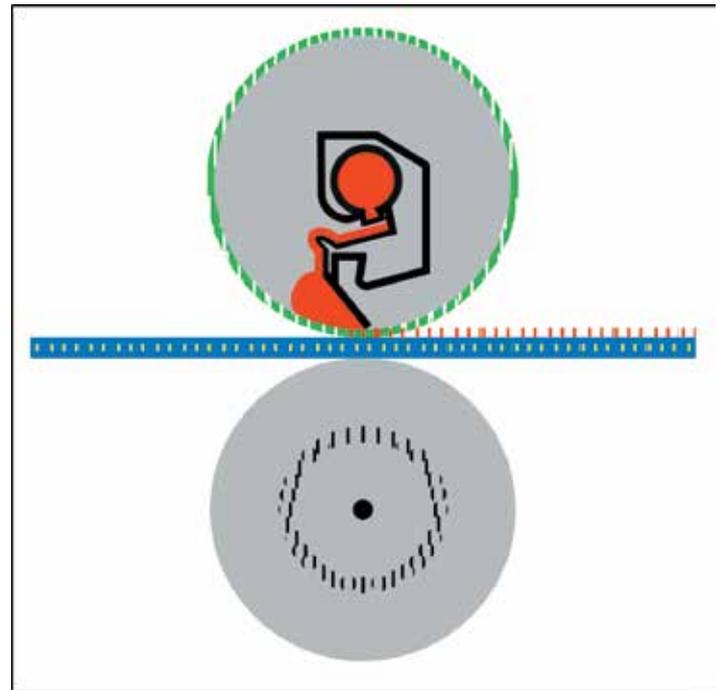
4 Плоскочечатная трафаретная печать. Источник: OE-A



5 Анимация плоскочечатной трафаретной печати



6 Ротационная трафаретная печать. Источник: ОЕ-А

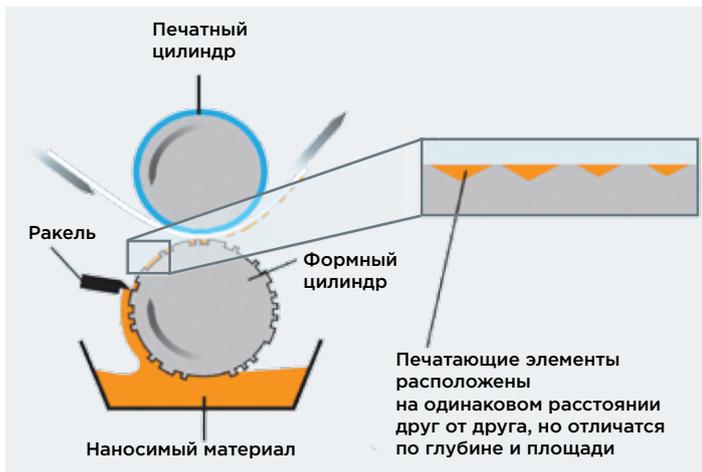


7 Анимация ротационной трафаретной печати

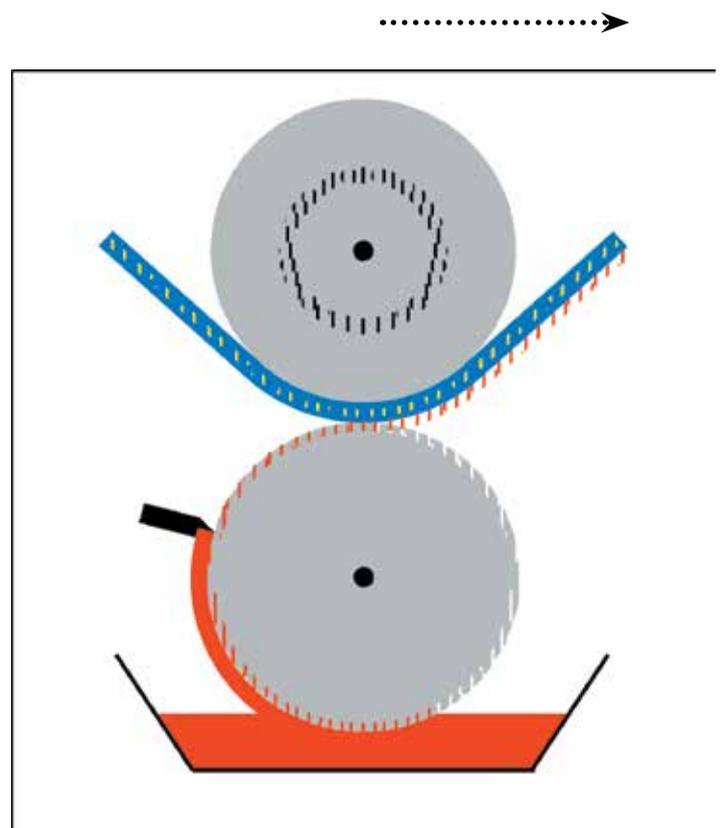
## Глубокая печать

Принцип глубокой печати проиллюстрирован на рис 8, рис 9. В формном цилиндре имеются соответствующие элементам рисунка углубления, определяющие объем, форму и местоположение отпечатков наносимого материала. При вращении формного цилиндра эти углубления заполняются наносимым материалом, излишки которого удаляются ракелем так, чтобы наносимый материал оставался только в углублениях цилиндра. После этого материал переносится из углублений цилиндра на гибкое основание.

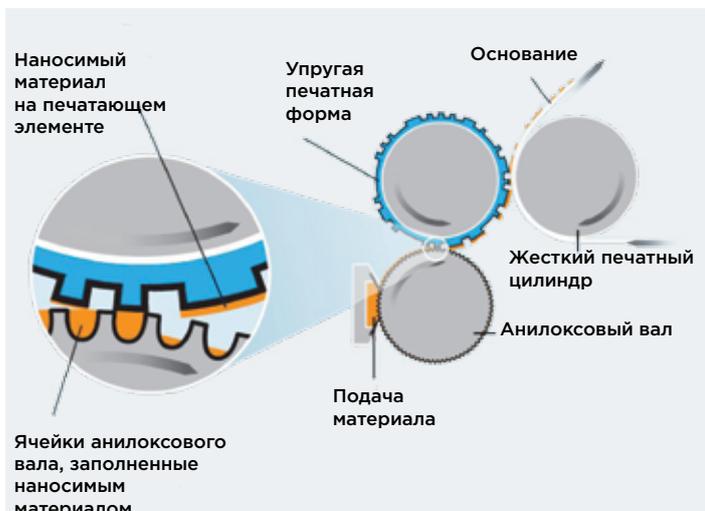
К преимуществам данной технологии относят высокую производительность и возможность нанесения отпечатков различной толщины на одно основание. Основным недостатком — риск образования неровных краев отпечатков.



8 Глубокая печать. Источник: ОЕ-А



9 Анимация глубокой печати



10 Флексографская печать. Источник: OE-A

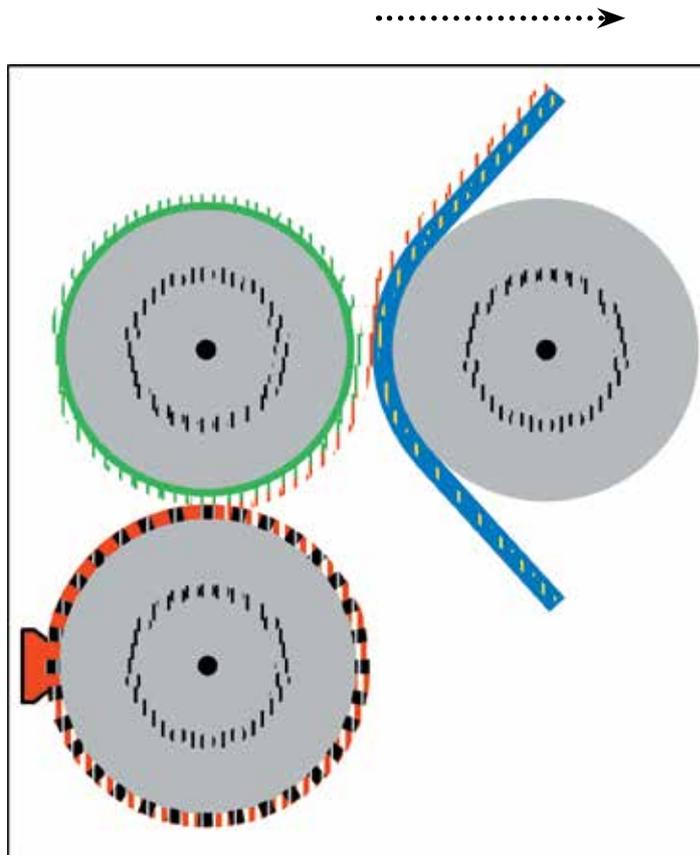
### Флексографская печать

Схематическое изображение процесса флексографской печати приведено на рис 10, рис 11. В данной технологии анилоксовый (растровый) вал, представляющий собой цилиндр с углублениями, забирает наносимый материал из резервуара и переносит его на печатающие элементы печатной формы. Затем наносимый материал переносится на гибкое основание, прокатываемое между упругой печатной формой и жестким печатным цилиндром.

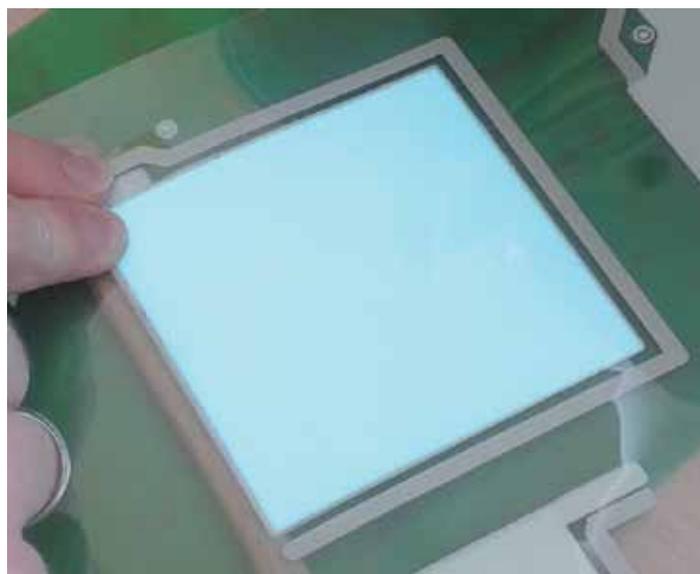
Среди преимуществ данной технологии: высокая производительность нанесения, простота и сравнительно низкая стоимость изготовления печатных форм. Недостатки флексографской печати заключаются в склонности к образованию ореолов вокруг элементов рисунка и ограниченном разрешении.

### Заключение

Возвращаясь к началу статьи, подтвердим, что в нашей шутке тоже есть доля правды: на рис 12 показана фотография гибкой электролюминесцентной панели, напечатанной на пленке в нашей лаборатории. Это, конечно, пока еще не дисплей, но первый шаг к нему! Шагать вместе веселее, и мы открыты для сотрудничества с вами в области печатной электроники, например, в переработке изделий под печатные технологии или разработке новых изделий печатной электроники. ▢



11 Анимация флексографской печати



12 Гибкая печатная электролюминесцентная панель

# ТЕХНОЛОГИИ

## Безошибочное производство жгутов и внутриблочных соединений для изделий специального назначения



Текст: Андрей Голубьев

Сегодня перед всеми предприятиями, в том числе ОПК, стоят задачи повышения эффективности производства, снижения влияния на производственные процессы человеческого фактора, повышения качества изделий.

Решение этих задач сдерживают:

- устаревшая конструкторская и техническая документация, многие ГОСТы, ОСТы и т.д.;
- предпенсионный возраст многих специалистов на предприятиях;
- отсутствие квалифицированных молодых кадров;
- тотальный дефицит профессионалов;
- прочие проблемы.

Таким образом, сегодняшние предприятия стали заложниками ситуации, когда, с одной стороны, с них требуют рост производительности, эффективности и т.д., а с другой — действующая документация и дефицит специалистов не позволяют достичь нужных показателей.

Описанная проблема характерна для большинства государственных промышленных предприятий. Многолетний опыт и исследования показали, что почти на каждом таком предприятии имеется сектор жгутового производства. Обработка проводов, производство жгутов и внутриблочных соединений практически везде находятся в упадочном состоянии. Применяется устаревшая технология производства и сборки жгутов, для которой характерны низкая сте-



1 Жгут с идентификацией проводов на картонной бирке

пень автоматизации и использование ручного труда. Применение устаревших методов приводит к высокой трудоемкости производственного процесса и отсутствию повторяемости. И, безусловно, делает процесс изготовления жгутов зависимым от человеческого фактора.

На рис 1 показан действующий жгут, собранный по устаревшей технологии. Каждый провод должен быть впаян в соответствующий контакт соединителя. Идентификация каждого провода проводится вручную путем нанесения соответствующей надписи на картонную бирку. Вероятность ошибочного нанесения, помноженная на вероятность ошибочного считывания, приводят к снижению уровня качества и надежности конечных изделий. И на многих предприятиях остались лишь единицы (!) специалистов, которые могут, исключительно благодаря своему производственному опыту, на более-менее качественном уровне выполнить поставленную задачу.

Другой пример применения устаревшей технологии обработки проводов — использование бокорезов и ручных «обжигалок» рис 2 в качестве основных инструментов жгутового производства. Опыт использования такого «инструмента» остался лишь у немногих сотрудников предприятий.

Сегодня на многих предприятиях, имеющих жгутовое производство, процесс выглядит примерно так: сборщик/сборщица жгута собирает вокруг себя массу



2 «Обжигалка» с нихромовой нитью

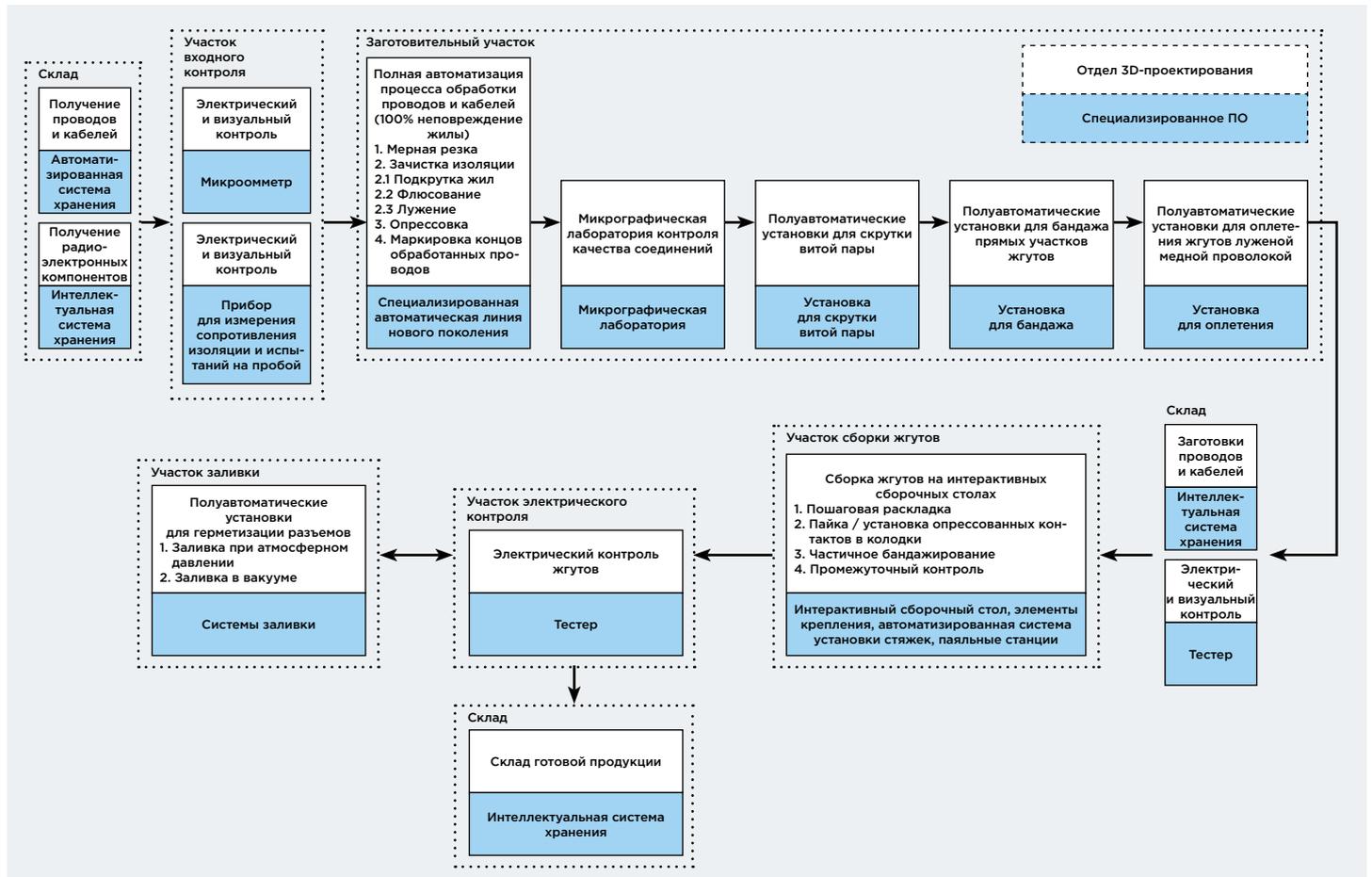
катушек проводов → каждый провод отрезается с припуском → зачищается и обрабатывается вручную → раскладывается на фанерном плазе согласно нарисованному чертежу и закрученным в плаз саморезам (или вбитым гвоздям) → после этого жгут снимается и отдается на распайку, заливку разъемов → далее происходит тестирование.

Если в результате тестирования обнаруживается ошибка, весь описанный процесс происходит в обратной последовательности, а затем все начинается сначала.

Результатом такой «технологии» является многократный брак, крайняя неэффективность, низкая производительность и т.д. В сфере производства изделий специального назначения, требующей дополнительных гарантий качества и надежности, такой подход недопустим! Необходимо кардинально менять взгляд на организацию жгутового хозяйства и жгутового производства.

Большинство руководителей и технических специалистов понимают, что изменения технологии производства жгутов необходимы и неизбежны. Более того, у многих имеется общее представление об организации конкретных технологических этапов. Однако практически никто не представляет, каким образом организовать весь процесс в комплексе, при этом соблюсти требования ГОСТов, КД/ТД; и все это сделать в условиях отсутствия молодых квалифицированных кадров и недостаточной информированности о возможностях современного оборудования и технологий.

Задача действительно сложная. За рубежом подобного рода задачи никогда не решались комплексно, поэтому при создании современного жгутового производства



3

Схема современного технологического процесса обработки проводов и сборки жгутов

невозможно напрямую скопировать частичный зарубежный опыт. Это обусловлено рядом причин, таких как:

- использование проводов, кабелей, контактов и других материалов, отличных от применяемых в отечественном производстве;
- требования и нормы КД (обработка проводов под пайку, требования к маркировке и т.д.);
- большая номенклатура жгутов и внутриблочных соединений при малой серии изделий.

Тем не менее, в результате многолетних исследований и применения собственного опыта в данной области нам удалось сформулировать и реализовать основные принципы выхода из этой сложной ситуации.

Предлагаемое нами решение позволяет:

- оснастить производство передовым оборудованием в области обработки проводов, сборки жгутов и межблочных соединений;
- выстроить современное жгутовое производство в соответствии с действующими ГОСТ, КД/ТД и т.д.;
- учесть дефицит квалифицированных специалистов;

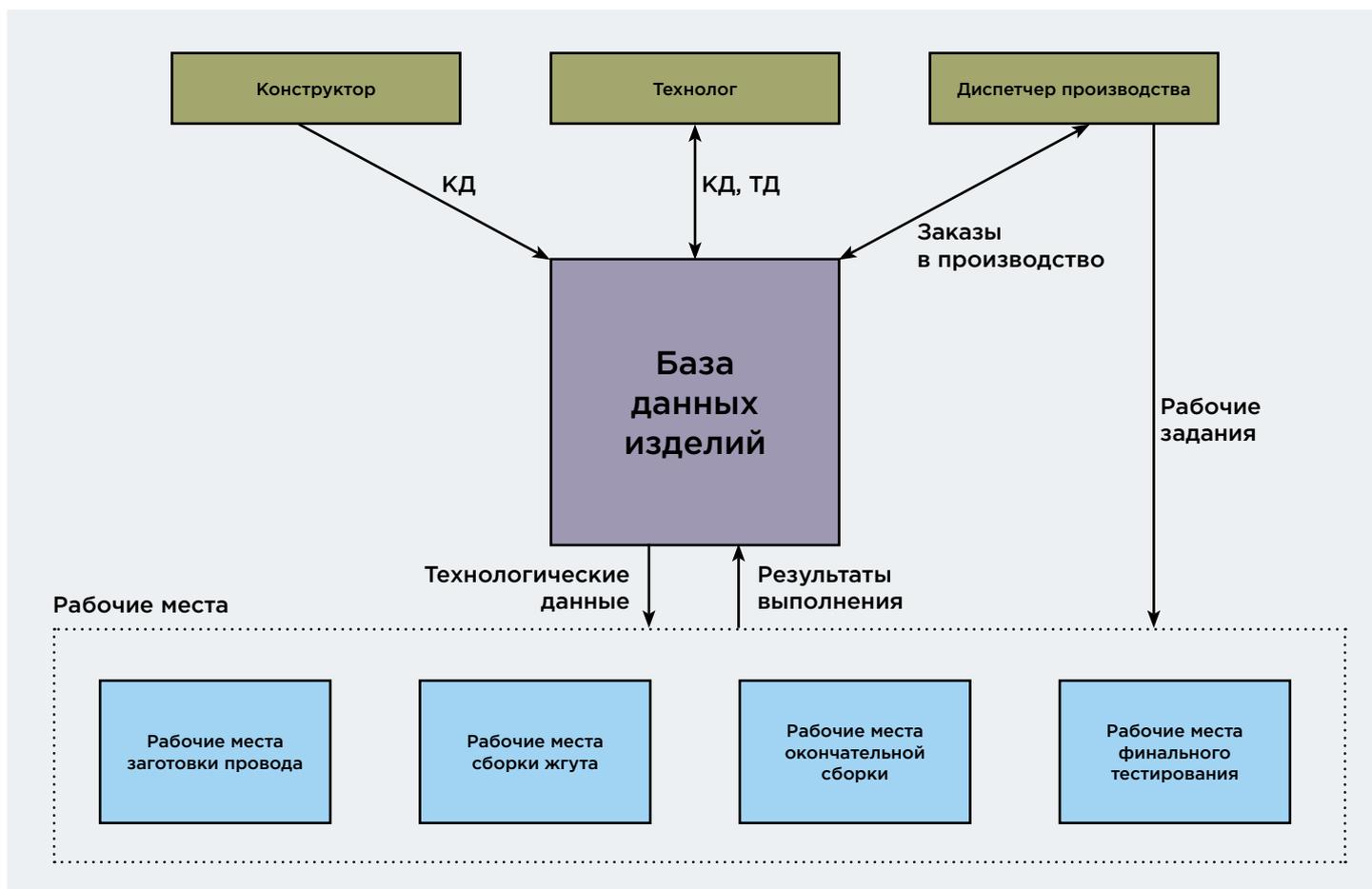
- обучить «с нуля» в течение одного месяца (!) нового сотрудника современной технологии;
- осуществлять пошаговый контроль и фиксацию каждого действия рабочего персонала;
- использовать поддержку поставщика;
- оперативно вносить изменения практически на любом этапе технологического процесса.

Решение гарантирует:

- полную автоматизацию;
- снижение трудоемкости производства (в части процессов до 10 раз);
- минимальное влияние человеческого фактора;
- 100% соответствие изделий и технологии требованиям ГОСТ, ОСТ, КД, ТД и т.д.;
- контролируемое качество изделий.

Благодаря чему достигаются заявленные результаты? Центральным элементом предлагаемой технологии является внедрение Интеллектуальной системы управления технологическими процессами (данный продукт запатентован разработчиком).

Технологический процесс рис 3 формируется и в дальнейшем реализуется под управлением аппаратно-



4  
Общая схема движения информации в АПК изготовления жгутов

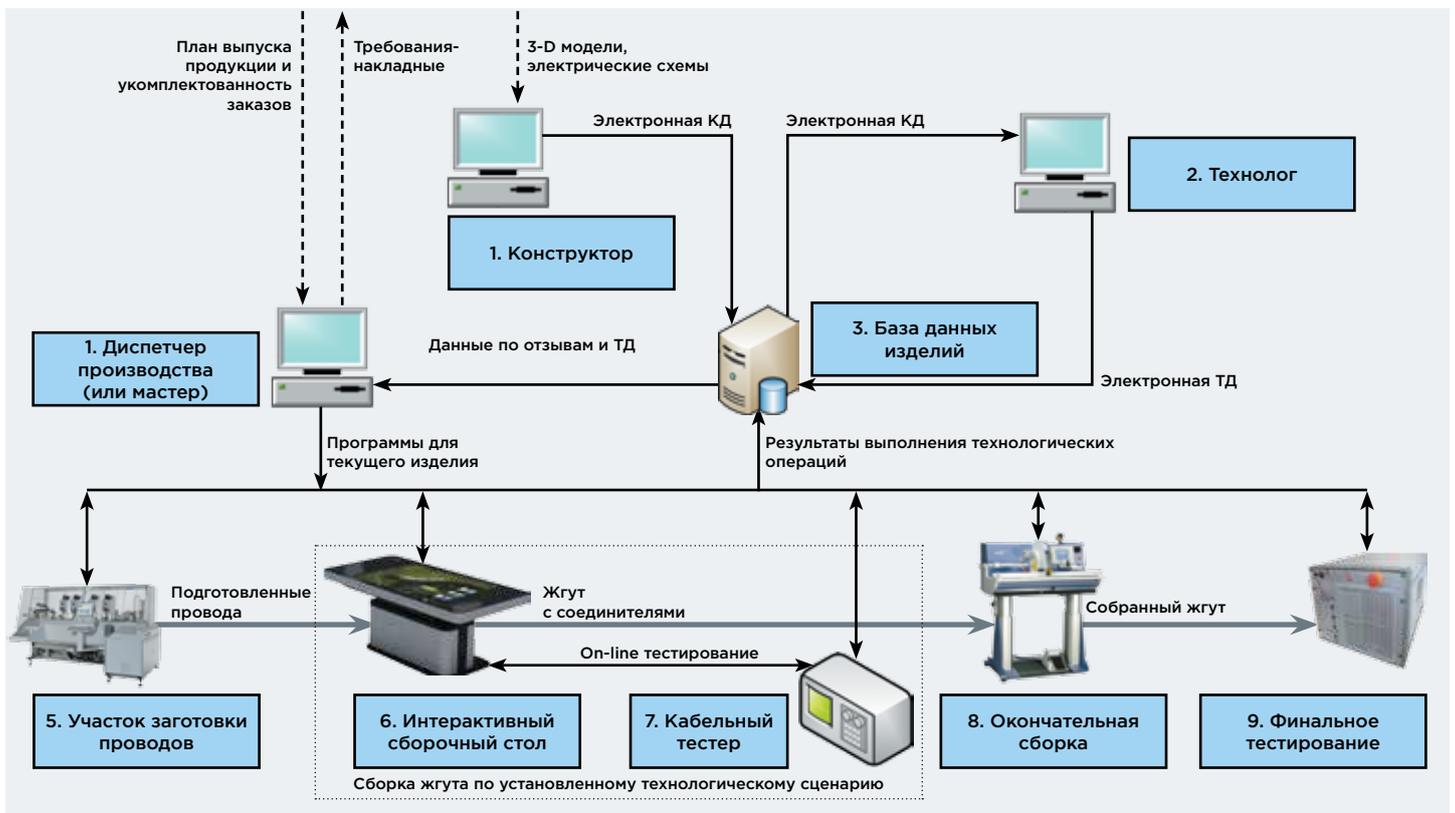
программного комплекса (АПК) «Интеллектуальная система управления технологическими процессами, включающая систему сквозной прослеживаемости и пошагового контроля». АПК обеспечивает постоянный независимый контроль каждого этапа технологического процесса. Схематично пути движения информации в АПК показаны на рис. 4.

Исходные данные по изделию готовятся конструктором в системе автоматизированного проектирования кабельных жгутов на основании электрической схемы жгута и трехмерной модели изделия, для которого создается жгут. Результатом являются электронные документы, которые составляют комплект КД на жгут. После их утверждения начинается этап технологической подготовки производства. Исходя из имеющихся конструкторских данных, технолог с помощью специального программного обеспечения формирует для каждого изделия (жгута) набор технологических документов (электронных), который содержит данные о мерной резке, зачистке и маркировке каждого провода, а также визуальные инструкции для сборки жгута. На этом этапе также формируются программы для автоматизирован-

ного тестирования жгута. Комплект технологических документов также утверждается и сохраняется на сервере в базе данных. Завершение этого этапа означает технологическую готовность к производству.

Далее, в соответствии с планом производства, формируется потребность в комплектующих и материалах для выпуска изделия (партии). Данные по составу изделия выбираются из электронной спецификации жгута. Диспетчер отслеживает поступление необходимых комплектующих и материалов на склад цеха и дает команду к началу выполнения работы. Технологические данные передаются из базы на рабочие места. Для каждого жгута формируется электронный сопроводительный документ (с индивидуальным заводским номером). В этом документе будут впоследствии отмечаться все этапы прохождения технологического маршрута. Фиксируемые параметры: время начала/завершения операции, исполнитель, параметры и результаты выполнения операции.

На этапе заготовки проводов каждый провод маркируется уникальным номером. Это позволяет при сборке однозначно его идентифицировать и привязать с помощью сканера к относящейся именно к нему



5

Структура Интеллектуальной системы управления технологическими процессами, включающей систему сквозной прослеживаемости и пошагового контроля

части технологической инструкции (например, «этот провод соединяет такой-то разъем с таким-то», с указанием номеров контактов). Таким образом исключаются ошибки при применении в сборке заготовленных заранее проводов.

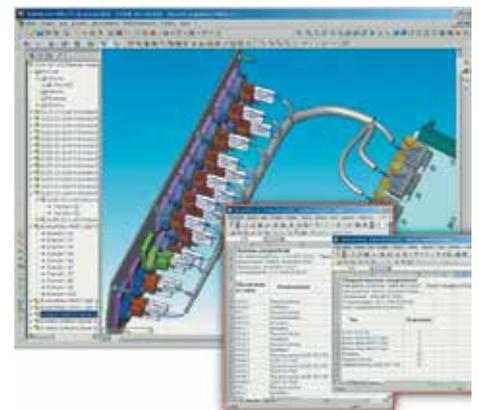
На этапе сборки контролируется использование каждого провода в соответствии со списком. По визуальной технологической инструкции производится расстановка по местам держателей и, если будет производиться пайка на столе, соединителей. Программа контроля сборки не позволит применить провод с неправильным номером или проложить «лишние» провода. Если производится пайка каждого провода сразу после прокладки, к ответным частям соединителей жгута подключается кабельный тестер, который разрешает прокладку следующего провода, только если предыдущий подключен правильно.

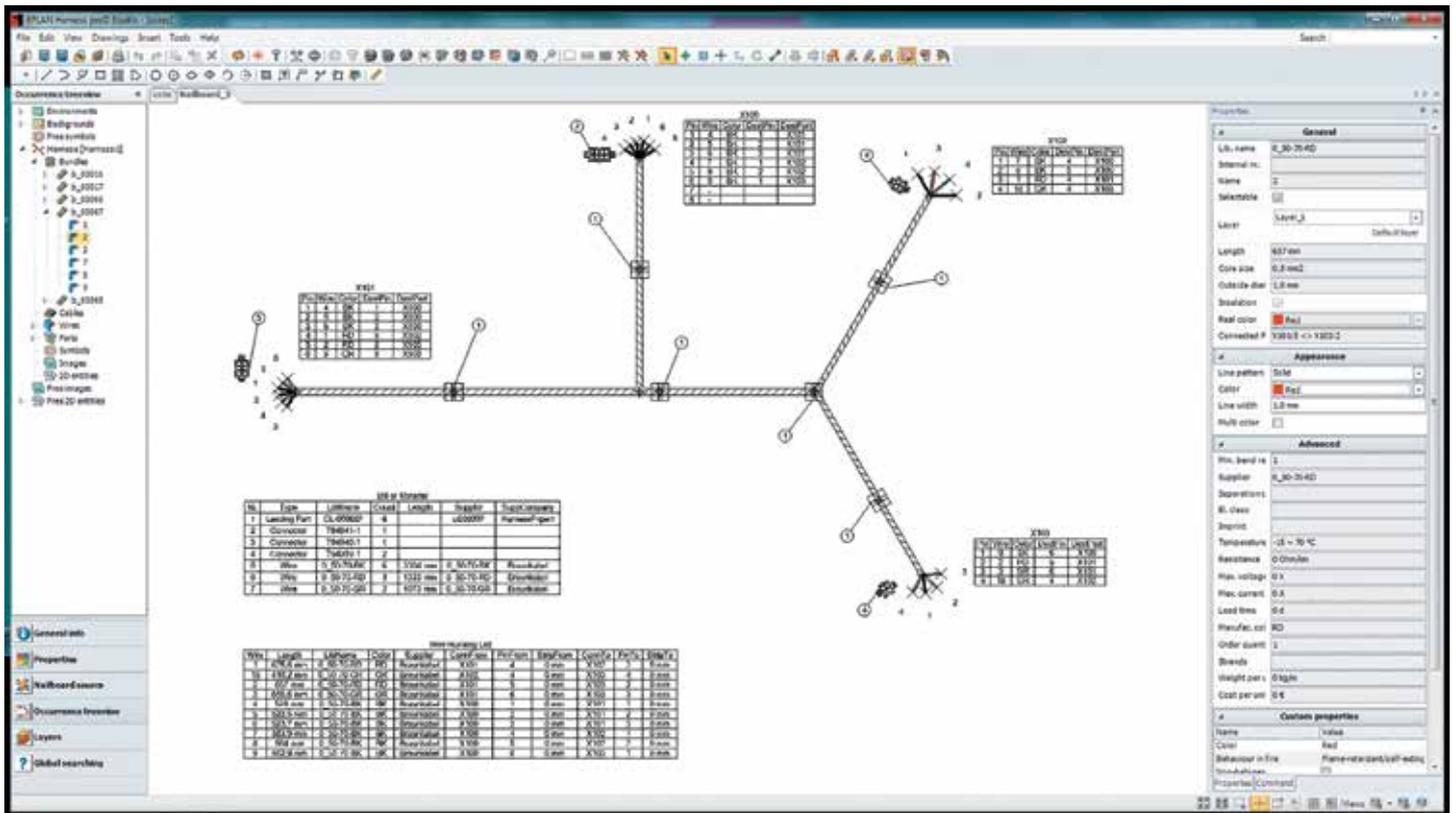
После снятия жгута с интерактивного сборочного стола производятся дополнительные ручные или автоматизированные операции (например, бандажирование, заливка и др.). На финальной стадии сборки жгута производится полное тестирование электрических параметров и печать его технологического паспорта.

Рассмотренная последовательность действий для большей наглядности представлена на рис 5.

Рассмотрим подробнее основные ступени предлага-

6  
Проектирование жгута





**Склад.** При новом подходе к организации жгутового производства особое внимание необходимо уделить складскому хозяйству. При правильной организации склада поступающие на хранение провода, кабели и радиоэлектронные элементы подлежат идентификации с помощью этикеток со штрих-кодом и дублирующими символами. Все перемещения складской номенклатуры фиксируются путем считывания сканером соответствующих штрих-кодов. Это позволяет обеспечить постоянный контроль наличия на складе всех типов материалов и оперативный учет движения номенклатуры и комплектующих.

Другая важная составляющая организации складского хозяйства — обеспечение входного контроля проводной продукции. Для минимизации риска попадания бракованных проводов и кабелей в основное производство необходимо контролировать такие параметры, как:

- сопротивление проводов, кабелей с точностью до мОм;
- мельчайшие дефекты в изоляции.

Сегодня для предприятий доступны системы контроля сопротивления изоляции и испытаний на пробой **рис 8**.

Проблема контрафактной и низкокачественной продукции не обошла стороной и рынок проводов и кабелей. Зачастую в производство попадают материалы с более тонкой изоляцией и меньшим количеством токопроводящих жил, что не соответствует ни ТУ, ни ГОСТам. Применение таких материалов повышает риски выпуска некачественной продукции даже независимо от того, как будет организован дальнейший технологический процесс. Обнаружение дефекта до начала обработки провода позволит существенно сократить время и затраты на поиск дефекта на последующих стадиях производства или в готовом изделии.

Принципиальным моментом новой технологии является отделение **заготовительного участка** от сборочного производства. В основе заготовительного участка должна быть автоматизированная линия **рис 9**, позволяющая осуществлять следующие операции:

- автоматическую подачу провода из различных катушек/букт в соответствии с утвержденным заданием;
- мерную резку провода;
- зачистку изоляции провода с одной или двух сторон;
- подкрутку жил провода с одной или двух сторон;
- флюсование с одной или двух сторон;
- лужение жил провода с одной или двух сторон;
- встроенный автоматический контроль наличия дефектов в изоляции провода с автоматическим удалением данного участка провода из процесса обработки;
- маркировку концов обработанных проводов (штрих-код + символы).



**8** Прибор для измерения сопротивления изоляции и испытания на пробой



**9** Вариант специальной автоматической линии обработки провода

Большой проблемой на сегодняшний день является неспособность автоматических линий зарубежного производства работать с отечественными проводами в связи со спецификой последних. Для ее решения была разработана специальная автоматическая линия, гарантирующая на 100% качественную обработку отечественных проводов (продукт и способ запатентованы).

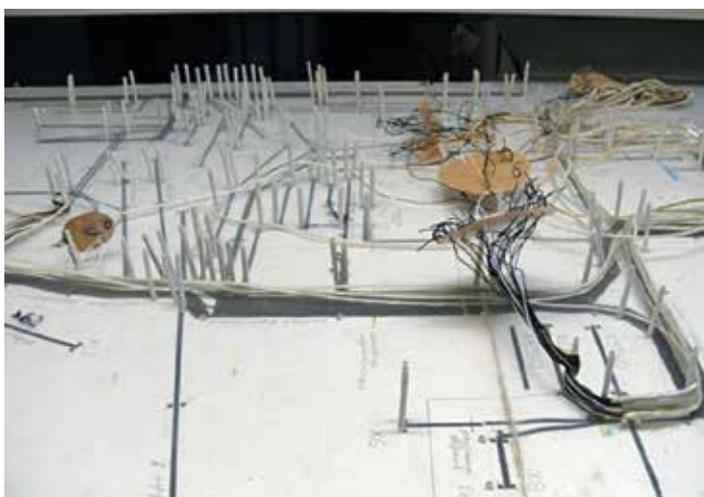
Наглядная демонстрация уровня качества обработки провода на специальной автоматической линии показана на фотографиях (под микроскопом) одного и того же провода **рис 10**.

На заготовительном участке также могут использоваться полуавтоматические машины, каждая из которых включает в себя часть описанного выше функционала. Дополнительно заготовительный участок следует оснастить установками для изготовления витой пары, машинами оплетения готовых жгутов луженой медной проволокой (что заменяет процесс протягивания жгутов через оплетку), оборудованием предварительного лужения разъемов и отмывки разъемов после лужения и т.д.

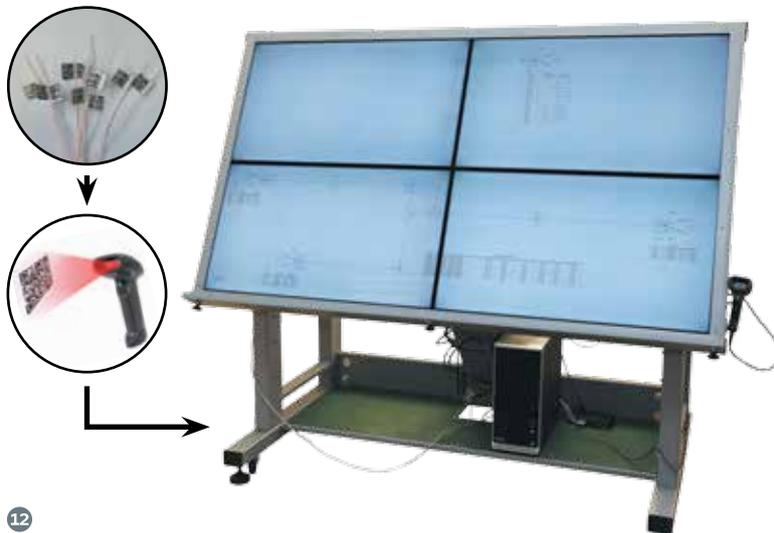
Необходимость создания полноценного заготови-



10 Зачистка, подкрутка и лужение провода МГТФ (0,12 кв. мм): слева — вручную; справа — на автоматической линии



11 Припуск для дальнейшей «обработки»



12 Современный безошибочный способ сборки жгутов

тельного участка объясняется, в том числе и экономией расходных материалов. Согласно имеющейся устаревшей технологии раскладка проводов на плазе проводится оператором по месту с катушки или бухты с припуском для дальнейшей обработки рис 11. «Лишние» концы проводов в процессе сборки отрезают и выбрасывают. Практика показывает, что отходы, получаемые в результате применения данной технологии, составляют до 30%. В масштабах предприятия это колоссальный перерасход материалов.

**Сборка.** Применение в новом технологическом процессе методов и средств маркировки и прослеживания значительно сокращает время идентификации проводов и снижает вероятность ошибки до минимума. Монтажник/сборщик идентифицирует каждый провод с помощью сканера штрих-кодов и раскладывает заранее обработанные провода по структуре жгута в соответствии с требованиями КД рис 12.

Почему данную технологию можно считать безошибочной? Интерактивная система устроена так, что в случае возникновения ошибки на ЛЮБОМ шаге сбор-

ки система мгновенно отследит ее в режиме реального времени и не позволит оператору собирать жгут дальше. Оператор вынужден будет устранить ошибку немедленно, и система подскажет ему, как это сделать.

Кроме этого в функционал системы заложен онлайн-контроль правильности распайки соединителей жгута после его раскладки. Здесь принцип тот же: если допущена ошибка — она должна быть исправлена немедленно. В противном случае дальнейшая работа невозможна.

И, наконец, ключевым фактором эффективности данной системы является то, что все описанные выше функции (раскладка, сборка, распайка, промежуточное тестирование, локальное бандажирование и т.д.) выполняются на одном рабочем месте! Жгут при этом остается неподвижным, что гарантирует его целостность (система запатентована).

Дополнительными элементами, обеспечивающими целостность провода и удобство оператора при сборке, являются современные держатели проводов. Данные приспособления в отличие от саморезов, гвоздей и фанеры существенно упрощают процесс сборки и позво-



13  
Современные приспособления — держатели провода при сборке жгута

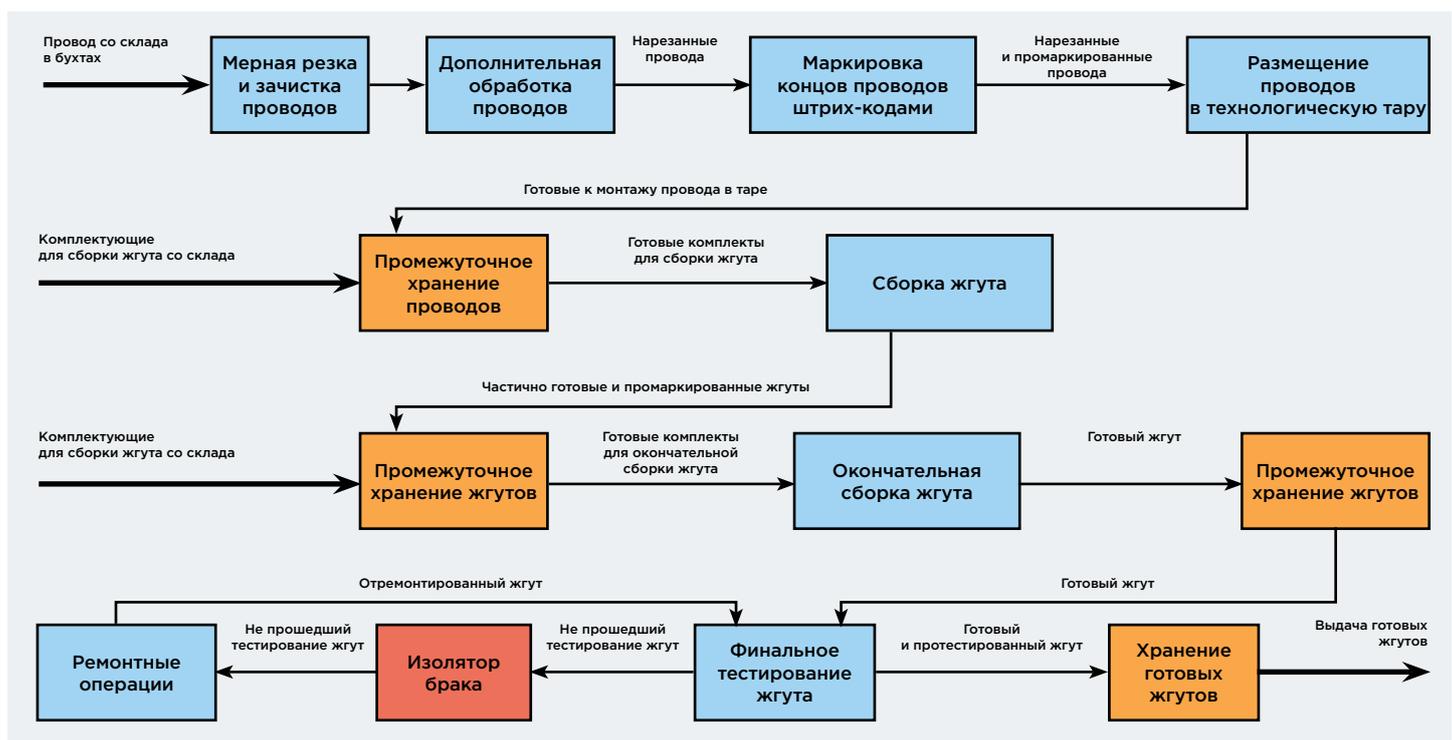
ляют легко формировать структуру жгута над плазмой (рис. 13).

Повышая эффективность технологического процесса, производительность труда и т.д. не следует упускать из виду контроль движения товарно-материальных ценностей (ТМЦ) как важнейшего элемента организации современного производства. Разработанный АПК реализует это движение параллельно с контролем прохождения технологического маршрута. Движение товарно-материальных ценностей (ТМЦ) в АПК представлено на рис. 14.

Повышение производительности труда, эффективности производства, снижение процента брака в условиях кадрового дефицита требуют не только максимальной автоматизации и внесения изменений в технологические карты, но и новых подходов к организации всей цепочки: начиная от проектирования и складирования и заканчивая контролем. Накопленный опыт позволяет говорить о возможности внесения изменений в технологический процесс и технологическую подготовку производства новых изделий в сжатые сроки.

Предлагаемые многими рекомендации в области жгутового производства по переходу от отечественного сырья к импортному ставят под угрозу безопасность производства изделий спецтехники. Исключение такой тенденции при одновременном сохранении курса на инновации возможно только путем внедрения нестандартных решений с использованием новых специальных технологий, автоматизированных линий, принципиально иных технических подходов.

Обеспечение простоты использования, возможности быстрого ввода в эксплуатацию, способности оперативного обучения никогда не работавших в этом сегменте кадров — вот ключевые элементы предлагаемых технологических решений. Кроме перечисленных в статье достоинств, предложенная технология и Интеллектуальная система управления технологическими процессами, включающая систему сквозной прослеживаемости и пошагового контроля, дают предприятиям колоссальный технологический задел для развития, особенно в части создания новых изделий. ▢



14  
Движение ТМЦ в технологическом процессе изготовления жгутов

«Меня зовут Bond.

iBond».

Решения для ультразвуковой  
микросварки K&S iBond5000



Текст: Александр Иванов

”

Технология ультразвуковой сварки — одна из старейших в микроэлектронном производстве. Сложно представить микросхемы, в которых она бы не применялась. На рынке давно существуют производители автоматических, полуавтоматических и ручных установок ультразвуковой сварки. Казалось бы, оборудование производится давно и ничего нового придумать уже нельзя, но... Прогресс в производстве микроэлектронных устройств напрямую начинает воздействовать и на оборудование, их производящее. Вот такой вот Уроборос\*.

\*Уроборос — изображается в виде змеи или дракона, пожирающего собственный хвост. Олицетворяет вечное движение и циклическую природу Вселенной, отсутствие дифференциации, неделимость

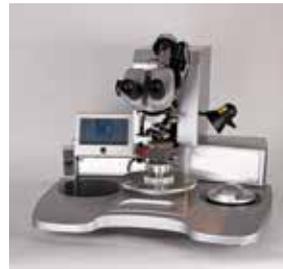
В конце 2013 года компания по производству оборудования для ультразвуковой сварки K&S, которая стояла у истоков этой технологии еще в 60-е годы прошлого века и с тех пор является мировым лидером в этой области, провела модификацию своей линейки полуавтоматических машин. И на всеобщей волне инноваций («innovation») и удачного маркетинга продуктов с буквой «i» в названии выпустила серию установок iBond5000:

- установку для ультразвуковой сварки методом «клин — клин» iBond5000-Wedge;
- установку для ультразвуковой сварки методом «шарик — клин» iBond5000-Ball;
- универсальную установку для ультразвуковой сварки iBond5000-Dual.

Однако в новом продукте сменилось не только имя. Была переработана элементная база многих узлов, разработаны новые платы управления, изменился подход к управлению рабочими программами и разработан новый интерфейс для 7» сенсорного экрана с разрешением 800\*600 точек. Интерфейс разработан на базе ОС Windows CE, а за его работоспособность отвечает контроллер на базе двухядерного процессора Cortex A9 Dual-Core, работающего на частоте 1ГГц. Интерфейс получился очень дружелюбным, вся необходимая для работы информация размещена на главном экране. Касанием можно выбрать тот или иной параметр сварочного процесса и изменить его. Также на два отелных рабочих стола вынесены регуляторы изменения шкал мощности ультразвука, времени воздействия и переключения режима и выбора стандартных профилей сварки из внутренней библиотеки K&S Bonding. Температурный контроллер теперь спрятан в теле установки, и задание температуры рабочего стола происходит из интерфейса управления. Оператор и наладчик оборудования всегда могут обратиться к электронной версии руководства по эксплуатации при нажатии на кнопку «Help».

Еще одной особенностью стала возможность создания нескольких сварочных профилей в окне одной рабочей программы. Теперь при наличии нескольких типов переключек переключаться между режимами сварки стало проще. К тому же добавление двух USB-портов позволяет копировать рабочие программы на переносной носитель и загружать их на другие установки серии iBond5000. Через USB-порты можно подключить периферийные устройства типа клавиатуры и мыши, что в некоторых случаях дает преимущества при управлении программным обеспечением.

Изменение аппаратно-программной начинки привело к более быстрой и корректной обработке данных при сварочном процессе: установка iBond5000 с большей скоростью отрабатывает все перемещения сварочной головы в процессе сварки, нежели установки предыдущей версии. Движения стали более точными, так как процессорные мощности быстрее обрабатывают данные с датчика пере-



1  
Установка ультразвуковой микро-сварки iBond5000



2  
Главный экран интерфейса управления iBond5000

мещения сварочной головы. Это напрямую влияет на рост повторяемости сварочных петель и качество сварного соединения. Также быстрее обрабатываются данные с механизмов зажима и подачи проволоки, перемещения электрода оплавления для образования «шарика».

К тому же новое оборудование сохранило в своем активе наработки, хорошо зарекомендовавшие себя в установках предыдущей серии K&S4500. Так, например, по-прежнему используются запатентованный генератор ультразвука на 60 кГц мощностью 2,5 Вт с фазовой подстройкой частоты и преобразователь с высокой добротностью. Осталась возможность использования широкой номенклатуры нагревательных столиков: для планарных микросхем, корпусов с выводами снизу, ТО корпусов и т.д. Возможность заказа установки с правосторонним расположением манипулятора придется по душе как молодым специалистам, привыкшим к манипуляторам, расположенным с правой стороны, так и операторам, планирующим безболезненный переход с левосторонних УЗНок.

**Теперь при наличии нескольких типов переключек переключаться между режимами сварки стало проще**

Величина перемещения сварочной головы при сварке составляет 12,7 мм (0,5"). Это позволяет совершать разварку разновысотных контактных площадок с разновысотностью до 10 мм включительно. С помощью инструмента для глубокого доступа («Deep access») длиной 19 мм (0,750") можно производить разварку перемычек внутри колодцев.

Также установки серии iBond5000 могут быть дооснащены опцией для разварки медной проволокой, которая создает качественные и прочные соединения как при использовании метода «клин-клин», так и «шарик-клин», что позволяет отказаться от использования золотой проволоки.



3 Универсальная установка микросварки iBond5000-Dual

Т 1 Сравнительная таблица технических характеристик установок серии iBond5000

Техническая характеристика	iBond5000-Dual	iBond5000-Wedge	iBond5000-Ball
Мощность УЗ преобразователя, Вт Параметр «Power»		Low диапазон до 1,3 Вт High диапазон до 2,5 Вт	
Время сварки, мс Параметр «Time»		Low диапазон от 10 до 100 мс High диапазон от 10 до 1000 мс	
Усилие прижима, гр Параметр «Force»		Статическое усилие от 10 до 250 гр. (зависит от положения противовесов) Динамическое усилие от 3 до 80 гр. (задается в программе сварки) Итоговое усилие прижима инструмента при сварке складывается из статического и динамического усилия.	
Температура нагревательного столика, °C		До 250 ±5°C	
Метод формирования сварных соединений	шарик-клин и клин-клин	клин-клин	шарик-клин
Угол подачи проволоки, °		90, вертикальная	
Угол подачи проволоки в клиновой инструмент, °		30, 45	-
Материалы проволоки	Алюминий, медь, золото		Золото, медь
Диаметр золотой проволоки (шарик-клин), мкм	17 – 50	-	17 – 75
Диаметр золотой проволоки (клин-клин), мкм	17 – 50	17 – 75	-
Диаметр медной проволоки (шарик-клин), мкм	17 – 50	-	17 – 50
Диаметр медной проволоки (клин-клин), мкм	17 – 50		-
Диаметр алюминиевой проволоки (клин-клин), мкм	20 – 250		-
Разварка лентой		Да	Нет
Размер золотой ленты, мкм		25 x 250	-
Размер катушки (шариковая сварка)	катушка с двумя фланцами 2"×1"	-	катушка с двумя фланцами 2"×1"
Размер катушки (клиновая сварка)	Катушка с двумя фланцами 2"×1" Катушка 1/2" (Тип TS-1)		-
Размер катушки (сварка лентой)	2"×1" катушечный держатель ленты		-
Длина клина клиновой сварки, дюйм		0,750	-
Длина капилляра шариковой сварки, дюйм	0,375; 0,437; 0,625	-	0,375; 0,437; 0,625

**Установки серии iBond5000 — это современные системы микросварки методом «клин-клин» и «шарик-клин». Данное оборудование разработано для применения в процессе разработки устройств, научных исследований или как дополнительное оборудование в микроэлектронном производстве. Установки серии iBond5000 обеспечивают высокую производительность и превосходную повторяемость микросварки, необходимую в таких изделиях, как: оптоэлектронные модули, СВЧ изделия, дискретные устройства, лазеры, чип на плате, проводники, сенсоры, устройства высокой мощности и многое другое.**

# Методы оформления отверстий

# В «СЫРЫХ» LTCC и HTCC керамических картах

Текст: Виктор Черных  
Андрей Хохлун  
Ежи Штупар  
Сергей Чигиринский



В статье описаны методы оформления переходных отверстий и окон в сырой керамической пленке, применяемой для создания многослойных корпусов и плат на основе низко- (LTCC) и высокотемпературной керамики (HTCC). Отражены основные преимущества и недостатки методов прошлых лет и нашего времени.

Для создания электрических связей элементов конструкции в многослойных металлизированных керамических коммутационных платах и корпусах интегральных схем (ИС) рис 1, 2, 3, а также для создания т.н. «монтажных колодцев», в которых будут размещены различные дискретные элементы (кристаллы ИС, кварцевые резонаторы, емкости, индуктивности и т.п.), используют различные методы их оформления.

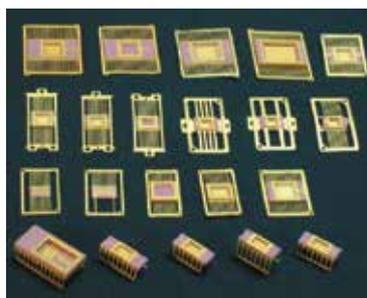
Наиболее распространенные методы оформления отверстий различных размеров и форм в сырой керамической пленке LTCC и HTCC изделий для ИЭТ представлены в Т 1.

### Метод 1 (таблица 1)

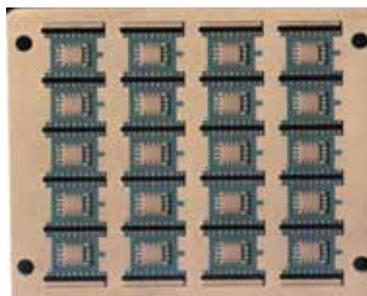
Применяется с начала производства керамических многослойных изделий<sup>1</sup>. Первоначально предпочтение в использовании данного метода обусловлено относительно простой конструкцией изделий с небольшим количеством выводов (4-64 вывода) корпусов интегральных схем (ИС). Электрическая связь токоведущих элементов конструкции данных корпусов осуществлялась через торцевые поверхности — торцевую металлизацию, а количество карт в пакете составляло от трёх до шести штук. Как отличительную особенность такого метода можно отметить сравнительно небольшие размеры обрабатываемых керамических карт (до 100x110 мм), что позволяет проектировать, изготавливать и использовать в производстве твердосплавные штампы приемлемой сложности и стоимости (до 300 тыс. руб.), имеющие ресурс до 2-5 млн ударов и малую ремонтпригодность (возможность шлифовки рабочих частей).



1 Электрические связи внутренних контактных площадок, монтажной площадки и ободка с внешними металлизированными площадками организованы: А через боковые металлизированные отверстия, В через внутренние отверстия, заполненные металлизацией



2 Типовые керамические корпуса ИС с небольшим количеством выводов (ОАО «ДЗРД»)



3 Пакет из трех карт с отверстиями. Групповая заготовка для корпусов «ТИР» (ОАО «ДЗРД»)

Т 1 Методы оформления отверстий различных размеров и форм в сырой керамической пленке LTCC и HTCC изделий для ИЭТ

№	Краткое описание метода	Краткое описание оснастки (оборудование, инструмент)
1	Групповой метод оформления отверстий различной формы и размеров	Оригинальные твердосплавные многоместные штампы
2	Групповой метод оформления отверстий различной формы и размеров	Универсальные штампы с использованием пуансона из полиуретана (резины) и матрицы (копира) из твердого сплава
3	Единичная пробивка отверстий	Оригинальные наборы твердосплавного единичного инструмента (пуансон и матрица) для универсального автоматического оборудования пробивки отверстий
4	Единичная «пробивка» отверстий	Оформление отверстий методом вырезки лазерным лучом

1 Батыгин В.Н. и др. Вакуумно-плотная керамика и ее спаи с металлами. Под ред. Н.Д.Девятова. М., «Энергия», 1973

Для эксплуатации штампов используются универсальные механические (пневматические) прессы с усилием около 3 т. рис 4.

Типовые представители конструкций изделий, технологические раскрои карт корпусов ИС и образец применяемого прессы представлены на рис 2 и рис 3.

Следует отметить, что дальнейшее увеличение размеров карт потребовало значительного увеличения сложности и стоимости специализированных групповых штампов. Тем не менее, для ряда групп серийных изделий данный метод с успехом используется по сегодняшний день, в том числе на установках РАМ-8 с применением оригинальных блоков пробивки для группового инструмента.

## Метод 2

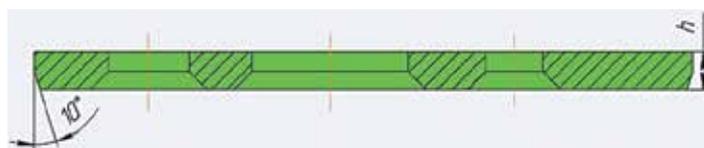
Последующее развитие конструкций изделий, связанное с миниатюризацией и повышением функциональности, быстродействия мелкосерийных компонентов ЭРИ предусматривало создание межслойных соединений и увеличение количества слоев от 10 и более<sup>2</sup>.

В конце 70-х начале 80-х годов прошлого столетия не существовало производственного оборудования и технологии для оформления достаточно большого количества отверстий (10-20 шт./дюйм<sup>2</sup>) в сырой керамической карте толщиной 100-200 мкм. Для этих целей применялся метод «вырезка резиной и полиуретаном».

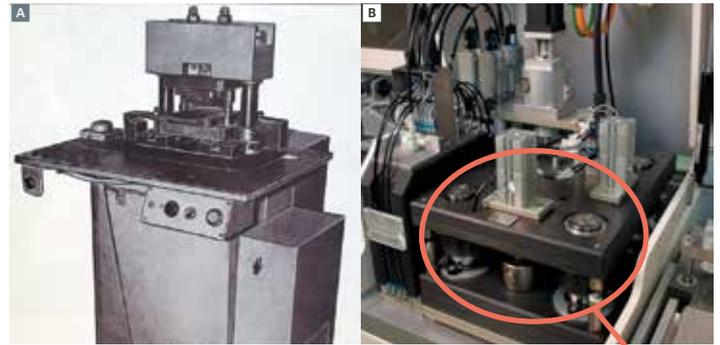
Обычные методы штамповки, широко применяемые в крупносерийном и массовом производстве, недостаточно эффективны и нерациональны в условиях мелкосерийного и быстропереналаживаемого производства, так как для изготовления конструктивно сложных и до-



5  
ИТСС корпус и плата (36x50 мм) керамического модуля (ФГУП «Субмикрон»)



6  
Вырезной шаблон



Штамп

4  
Оборудование для работы со штампом: А пресс с нижним приводом (ОАО «ДЗРД», СССР, 80-е г.г. прошлого века), В узел пробивки установки формирования отверстий РАМ-8 (КЕКО Equipment, Словения). Общий вид установки представлен на рис. 7

рогостоящих штампов требуется длительное время, при этом затраты не окупаются.

Необходимость быстрого освоения новых видов изделий потребовало применения в указанных условиях новых технологических процессов с использованием дешевой универсальной или частично универсальной оснастки. К таким процессам относятся безматричные (безштамповые) способы вырезки и пробивки: вырезка резиной и полиуретаном; вырезка пластичными металлами; безматричная пробивка. При этом значительно упрощается конструкция инструмента и удешевляется его изготовление, отпадает необходимость изготовления и подгонки вырезных матриц, роль которых выполняет резина или полиуретан.

Отличительной особенностью данного метода является также использование довольно мощных прессов, обеспечивающих усилия до 7000 кгс/см<sup>2</sup>.

Следует отметить, что для качественного оформления отверстий особое внимание необходимо уделить обеспечению равномерности керамической пленки в пределах 2-5 мкм по всей поверхности карты (введение дополнительной операции «вальцовка» сырых керамических карт), а также равномерному распределению отверстий малых диаметров (менее 1 мм) на площади карты.

Типовой представитель конструкций изделий с отверстиями, оформляемых методом 2 и пример матрицы (шаблона) представлены на рис 5 и рис 6.

Полиуретановый блок, заключенный в обойму (контейнер), является универсальной матрицей. Роль пуансона выполняет листовой вырезной шаблон (копир), имеющий форму детали со всеми отверстиями.

На рис. 6 показан разрез такого шаблона. Коническое уширение делается лишь при вырубке относительно толстого материала (1,0-2 мм) для облегчения удаления шаблона из заготовки.

Вырезной шаблон делают из стали марок У7, У8, Х12М, ХВТ с термической обработкой до HRC 60-65 и последующей шлифовкой до 7-8 класса шероховатости.

Режущие кромки должны быть острыми. Толщина вырезного шаблона (h) зависит от толщины штампуемого материала (S) и в среднем берется равной:

<b>S, мм</b>	0,05	0,2	0,5	1,0
<b>h, мм</b>	1,5–2,0	2–2,5	3,0	4,0

Минимальные диаметры отверстий в керамической пленке, пробиваемых полиуретаном, мм:

Давление, кгс/см <sup>2</sup>	Минимальные диаметры при толщине пленки, мм			
	0,05 - 0,2	0,3 - 0,5	0,6 - 0,8	0,9 - 1,2
500	1,5 - 7,5	10 - 19,5	15,0 - 31,5	25,0 - 46,0
1000	0,5 - 3,5	5,0 - 10,0	8,0 - 16,0	17 - 23,0
5000	0,1 - 0,7	0,8 - 2,0	1,5 - 3,0	2,5 - 4,5

На сегодняшний день метод 2 практически не используется из-за низкого качества формируемых отверстий.

### Метод 3. Автоматическая механическая штамповка

Дальнейшее развитие керамических многослойных изделий для ИЭТ потребовало создание специального автоматизированного оборудования, обеспечивающего оформление значительного количества отверстий диаметром от 50 мкм на стандартных керамических картах, с размерами до 10x10 дюймов.

В настоящее время наиболее часто встречающиеся в изделиях размеры отверстий находятся в диапазоне от 30 до 300 мкм.

На рис. 7 представлен типовой представитель оборудования: установка перфорации серии PAM — механические пробивные машины компании KEKO Equipment (Словения).

Механическая штамповка осуществляется с помощью единичного твердосплавного инструмента (парапуансон/матрица), конструкция представлена на рис. 8. Используемый принцип: все пуансоны зафиксированы в пробивочной голове и перемещаются только по оси Z, соответствующие матрицы (втулки с отверстием) неподвижны, керамическая карта захватывается и перемещается с помощью рамки с вакуумными отверстиями по периметру. Управление перемещением карты и команды пробивки выполняются в автоматическом режиме.

Минимальный диаметр отверстий составляет 80 мкм (при серийном производстве) и 50 мкм (лабораторное производство, опытные образцы).

Скорость пробивки отверстий одним инструментом — до 20 отверстий/сек. Скорость пробивки с ис-

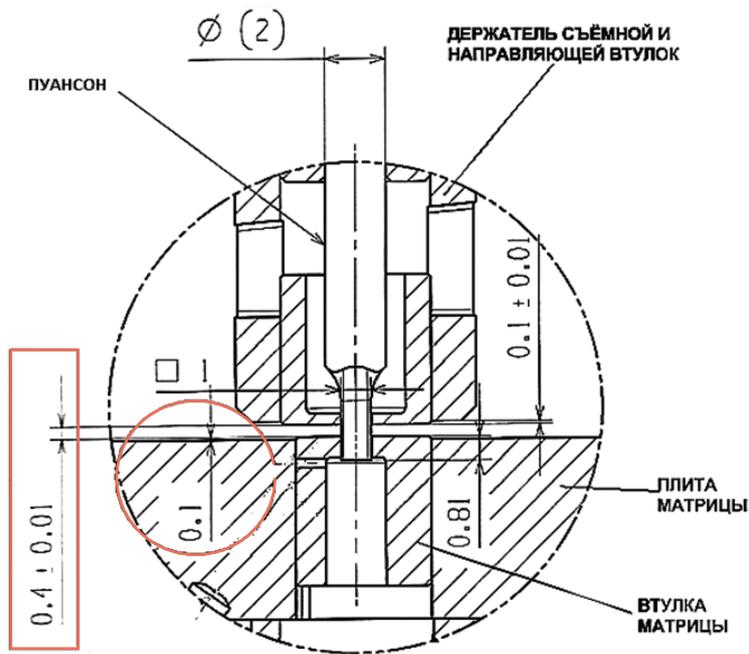
пользованием многоместных блоков пробивки — до 100 отверстий/сек.

Преимущества механической штамповки на установках КЕКО:

- возможность штамповки керамической пленки, находящейся на подложке ПЭТ (лавсан, в английском варианте — Mylar);
- хорошее качество поверхности среза отверстий без изменения свойств материала;
- высокая производительность при использовании нескольких блоков пробивки или многоместных пуансона/матрицы;
- относительно низкая стоимость базовой машины;
- высокая точность размеров выполнения отверстий всех размеров на карте: не более ±5мкм;
- широкий диапазон толщин обрабатываемой керамической ленты (от 5 мкм до 2 мм);
- возможность автоматизированной работы «из-кассеты-в-кассету»;
- малое время замены инструмента: 10 минут для пуансона (матрицы), 30 минут для смены всей пробивной сборки;
- возможность оформления одним квадратным инструментом (например, 2x2 мм) различных размеров монтажных окон (например, 3x4; 4x4 и т.д.) путем задания соответствующей программы пробивки по площади отверстия;
- количество одновременно установленных инструментов в машине — до 8 штук;
- возможность одновременного совместного использования штампа и до четырех типоразмеров пуансонов.

7 Установка пробивки PAM-8SCC (KEKO Equipment)





8

Пример среза узла пробивки для карт толщиной до 350 мкм

Недостатки механической штамповки на установках КЕКО:

- минимальный диаметр перфорации ограничен стойкостью инструмента: для размеров меньших, чем 100 мкм стойкость инструмента мала из-за хрупкости материала;
- естественный износ инструмента при штамповке из-за высокой абразивности материала керамической ленты. Для карт толщиной 0,15-0,3 мм среднее количество пробиваемых отверстий более 1 мм составляет около 2 млн шт., для отверстий менее 1 мм — 200-500 тыс. шт. (до 100 тыс. шт для отверстий 0,1-0,15 мм).
- менее гибкая по сравнению с лазерным вариантом пробивки (требуется замена инструмента с другими размерами вместо уточнения программы реза на установке лазерной резки).

Износ инструмента сильно влияет на качество штамповки и зависит в основном от толщины ПЭТ плёнки и ее типа. Для тонкой ПЭТ (майлар, ниже 30 микрон) при износе инструмента велика вероятность того, что майларовая высечка будет «закусана» между пуансоном и матрицей, и инструмент будет сломан. Толстую ПЭТ (более 75 мкм) трудно пробить с помощью инструмента малых диаметров (<150 мкм).

Для лучшей производительности штамповки рекомендуется использовать специальный носитель керамической ленты, т.н. "белый майлар".

Этот вид ПЭТ пленки был специально разработан для механической перфорации.

Рекомендуется располагать карту на установках пробивки КЕКО таким образом, чтобы пленка ПЭТ нахо-

дилась со стороны пуансона (сверху). Опыт показывает, что качество перфорированных отверстий получается лучшим, а срок службы инструмента — больше.

Отверстия в толстых керамических лентах (выше 200 мкм) можно пробивать без несущей пленки ПЭТ. Штамповка без пленки ПЭТ обеспечивает максимальный срок службы штамповочного инструмента, однако необходимо проверить поведение керамической карты без несущей ленты по всему производственному процессу, определить, где могут произойти неожиданные усадки или искажения формы изделия. Данный метод наиболее распространён. Например, несколько типов корпусов, ранее выпускаемых на ФГУП «Субмикрон» (на сегодняшний день ОАО «НИИ «Субмикрон») с применением метода 2, теперь освоены на предприятии ОАО «ДЗРД» с применением оборудования КЕКО Equipment, т.е. по методу 3.

## Метод 4. Лазерная перфорация

Отличительная особенность метода: требуется проведение обязательных тестов совместимости керамической ленты с лазерным излучением.

Наиболее распространенные типы лазерных установок — это твердотельные лазеры или CO<sub>2</sub>-лазеры.

Основные характеристики метода

Скорость пробивки:

- до 100 отверстий/сек. (режим одиночного луча);
- до нескольких тысяч отверстий/сек. (режим мульти-луча).

Минимальные диаметры отверстий:

- 10 мкм для твердотельного лазера;
- 100 мкм для лазера CO<sub>2</sub>.

Преимущества:

- высокая скорость;
- простота программирования;
- гибкость при перенастройке размеров оформляемых отверстий;
- возможность пробивки наименьших диаметров отверстий\*;
- отсутствие расходных материалов.

\* наиболее короткие волны лазеров (например, УФ) позволяют формировать минимальные отверстия, но также дают проблемы из-за образования стекла на краях отверстия;

Недостатки:

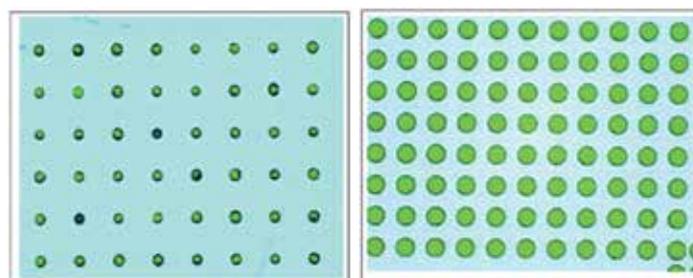
- применимость данного метода ограничена свойствами керамики при выраженной зависимости оптических параметров керамической ленты: цвет, прозрачность, отражательная способность и т.д. Таким образом, на различных керамических лентах получаются разные результаты;
- трудно обеспечить стабильное качество отверстий;

- эффект усадки керамической ленты за счет тепловых ударов майларовой подложки и керамики;
- образование стекла, формирующего дефекты на краю сквозных отверстий;
- практически невозможно качественно «пробить» прозрачную лавсановую пленку, что не позволяет провести качественное заполнение (металлизацию) отверстий;
- для лент толщиной >100 мкм возникает проблема удаления «выгоревших», оплавленных частей майлара и керамической ленты;
- значительная стоимость оборудования в сравнении с оборудованием для механической пробивки отверстий (выше примерно в 2 раза);
- при небольшом изменении параметра лазерного луча могут получаться совершенно разные результаты.

Сравнительные характеристики методов оформления отверстий в «сырых» керамических картах для HTCC и LTCC изделий представлены в Т 2. 



9 Лазерная установка для пробивки отверстий<sup>3</sup>



10 Внешний вид отверстий: слева — 30 мкм пробитых лазером; справа — 100 мкм пробитых механически<sup>4</sup>

Т 2 Сравнительные характеристики методов оформления отверстий в «сырых» керамических картах для HTCC и LTCC изделий

Характеристика\метод	1 (штамп)	2 (полиуретан)	3 (пуансон/матрица)**	4 (лазер)**
Уровень производства изделий	Массовое производство	Мелкосерийное и опытное производство	Серийное и опытное производство	Мелкосерийное/ Массовое производство*
Возможность обработки керамических карт на подложке (майларе)	Возможно	Нет	Возможно, предпочтительно	Возможно, не рекомендуется
Размещение отверстий на карте	Нет ограничений	Предпочтительно равномерное	Нет ограничений	Нет ограничений
Минимальное расстояние между отверстиями $\leq \varnothing 1\text{мм}$	$\varnothing +2 \div 5\text{мм}$	$\varnothing +1 \div 2\text{мм}$	1÷1,5 толщины карты	Нет ограничений
Минимальный диаметр отверстий в производстве, мм	$\geq 0,3$	$\geq 0,1$	$\geq 0,08$	$\geq 0,01$
Относительная стоимость оснастки в сравнении с оснасткой метода 1	1	0,01÷0,05	0,05÷0,2	0,005÷0,01***
Относительная стойкость оснастки в сравнении с оснасткой метода 1	1	0,05-0,2****	1	-
Наличие в оборудовании автоматического контроля качества пробивки отверстий	нет	нет	есть	нет
Стабильность уровня качества отверстий	Хорошо	Хорошо/ удовлетворительно	Отлично	Хорошо/ удовлетворительно

Примечание:

\*менее 5% производителей используют лазерную пробивку для массового производства. Ограниченность применения связана с взаимодействием лазера и керамики, а также от применения конечного продукта. Для продуктов со специальным применением данный метод формирования отверстий не применяется;

\*\*стандартные габариты карт применяемых в производстве 5, 6, 8, 10 дюймов;

\*\*\*стоимость сервисной оснастки для крепления карты и удаления отходов;

\*\*\*\*для полиуретана.

3 [http://www.lpkfusa.com/protomat/pl\\_s.htm](http://www.lpkfusa.com/protomat/pl_s.htm)

4 <http://www.keko-equipment.com/>

## КАЧЕСТВО

# Не мытьём, так вакуумом



Текст: **Алексей Стахуров**



В современном мире высокотехнологичного производства все ещё остаются производители деталей, уделяющие внимание лишь обновлению парка оборудования, игнорируя важный технологический процесс — очистку деталей от промышленных загрязнений после изготовления или между технологическими операциями.

На некоторых производствах России до сих пор можно встретить в одном цехе ультрасовременные токарные или фрезерные станки с ЧПУ и примитивные ванны с ручной очисткой, в которых используются вредные и пожароопасные растворители: бензин, керосин, ацетон и толуол.

В статье мы расскажем о высокоэффективном методе очистки деталей с использованием вакуумных технологий на примере модели 4100 установки компании Amsonic.

Современные мировые тенденции в повышении эффективности производства, снижении себестоимости продукции, уходе от использования вредных веществ и требований к чистоте поверхностей деталей подталкивают производителей к модернизации технологии очистки. Очень часто совершенствование участка очистки сфокусировано только на цене оборудования или на замене отмывочных жидкостей, что приводит к появлению новых проблем: недостаточной чи-

стоте детали, высокому расходу отмывочной жидкости, к проблемам с очисткой деталей сложной конфигурации и необходимости утилизации отработанной жидкости. Правильный подбор оборудования и жидкости гарантирует производителю максимальный результат качества очистки деталей сложной формы, таких как: форсунки, детали авиационных двигателей, высокоточные детали гироскопов, медицинские имплантаты, штифты, детали датчиков давления, детали оптики и др.



Почему так важно уделять внимание процессу очистки? Ведь незначительное количество загрязняющих частиц на поверхности детали, на первый взгляд, не может быть существенной проблемой. На практике это не совсем так. Остаточные загрязнения на поверхности изделий приводят не только к изменению технических характеристик оборудования (например, газоаналитических приборов, деталей впрыска топлива и т. д.), но и к увеличению объема брака продукции (при нанесении PVD и CVD покрытий). Нельзя упускать из вида межоперационную очистку отдельных деталей или узлов: когда недостаточно очищенная деталь является частью сложного изделия, цена ошибки увеличивается многократно.

На сегодняшний день на предприятиях России в основном используются две технологии очистки деталей от загрязнений. Рассмотрим их подробнее.

#### ОЧИСТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Это наиболее распространенный метод, принцип действия которого основан на кавитационных пузырьках, образованных в отмывочной жидкости ультразвуком. Разрушаясь, пузырьки создают некое подобие ударной

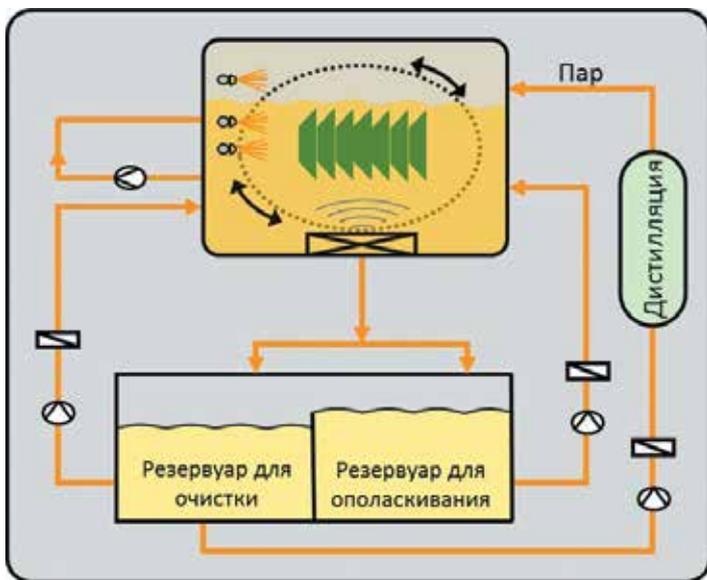
волны, способной воздействовать на малые частицы загрязнений, разрывать и отделять их от поверхности очищаемого изделия. Но, несмотря на простоту оборудования и кажущуюся универсальность в применении, данная технология имеет существенный недостаток: зачастую кавитационный эффект не может быть применен для деталей сложной конфигурации (детали турбин, лопатки авиационных двигателей, форсунки и т. д.) из-за низкой проникающей способности пузырьков. Таким образом, подобная технология применима лишь в тех случаях, когда поверхность открытая или детали имеют сквозные отверстия большого диаметра. Но задачи по очистке прецизионных металлических деталей сложной геометрии и конфигурации такому методу агитационного воздействия без сочетания с другими технологиями «не по зубам».

#### СТРУЙНАЯ ОЧИСТКА

Осуществляется в моечных машинах, более сложных системах по сравнению с ультразвуковыми. Принцип действия основан на разнонаправленном распылении струй отмывочной жидкости на детали, помещенные в корзину.

Корзина может вращаться в нескольких плоскостях, если это предусмотрено техпроцессом. Значительное преимущество данного метода в том, что в одной камере может быть реализовано несколько этапов очистки, включая ополаскивание и сушку. Однако и при струйной очистке деталей со сложной геометрией результат может быть трудно прогнозируемым вследствие «теневого» эффекта.

В случаях, когда необходимо удалить сложные загрязнения из труднодоступных мест и обеспечить высокую чистоту поверхности детали, а также, если запрещен контакт детали с водой или затруднена сушка, методы ультразвуковой и струйной очистки не всегда могут обеспечить требуемый результат.

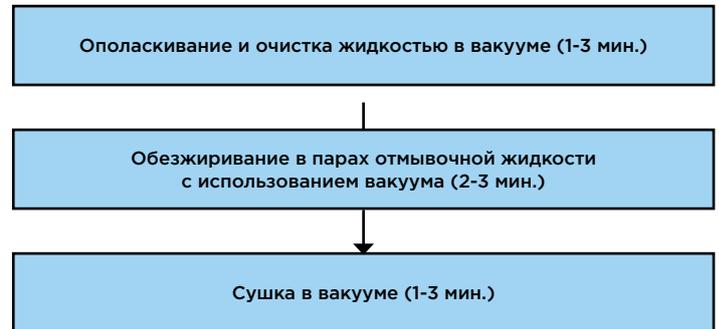


Результативной альтернативой в решении этого вопроса становится высокоэффективная технология прецизионной очистки деталей в вакууме. На сегодняшний день это одна из самых передовых и безопасных технологий.

Процесс очистки деталей от загрязнений состоит из нескольких этапов:

- очистка изделий и компонентов происходит в закрытой камере под высоким вакуумом с применением ультразвука или активного перемешивания отмывочной жидкости. Вакуум необходим для увеличения эффективности ультразвука и безопасности работы жидкости при высоких температурах. Дополнительно камера очистки может быть оснащена системой форсунок. Струи в объеме жидкости позволяют усилить эффективность процесса очистки;
- окончательная стадия ополаскивания происходит в паровой фазе отмывочной жидкости, что дает максимальную чистоту поверхности перед сушкой;
- процесс сушки деталей тоже осуществляется в условиях вакуума, что позволяет удалять отмывочную жидкость из труднодоступных мест деталей и сокращать время этой технологической операции до минимальных показателей (время сушки 1-3 минуты).

## Схема технологического процесса очистки деталей в вакууме



Технология очистки включает в себя процесс регенерации жидкости и реализуется с помощью встроенного дистиллятора, непрерывно очищающего отмывочную жидкость и подающего насыщенные пары в камеру очистки во время процесса обезжиривания. Процессы дистилляции и регенерации позволяют сократить расход жидкости до минимальных значений 50-200 литров в год.

Одной из первых технологий вакуумной очистки деталей от промышленных загрязнений реализовала швейцарская компания Amsonic. Сегодня это ведущий мировой производитель оборудования для эффективной очистки в различных областях промышленности.

Модель

Amsonic 4100

Вид



<b>Габариты (ш × г × в)</b>	<b>2,7 × 1,45 × 2,05 м</b>
<b>Размеры корзины (д × ш × в)</b>	<b>520 × 320 × 200 мм</b>
<b>Макс. вес одной загрузки</b>	<b>50 кг</b>
<b>Производительность</b>	<b>4 — 10 корзин/ч</b>
<b>Движение корзины</b>	<b>Вращение (5-30 об/мин)</b>
<b>Электричество</b>	<b>400/230 В, 50 Гц, 32кВт</b>
<b>Сжатый воздух</b>	<b>6 — 10 бар</b>
<b>Промывочная жидкость</b>	<b>Zestron VD / 85 л</b>
<b>Перегонная мощность</b>	<b>75 л/ч</b>

Установка Amsonic 4100 является примером использования технологии очистки в вакууме. Оборудование представляет собой высокопроизводительную, компактную, однокамерную систему с применением современных



растворителей без содержания хлора. В Amsonic 4100 реализована многоступенчатая технология очистки в вакууме: ополаскивание, очистка, обезжиривание, сушка. Камера очистки может быть оборудована различными корзинами как стандартного, так и индивидуального исполнения. Уникальные конструкции корзин позволяют крепить детали практически любым способом и предотвращать их трение в процессе очистки. Программа очистки выбирается с учетом типа загрязнений, конфигурации деталей и требований заказчика к степени чистоты. Преимущества данной установки: компактность и замкнутость системы. Отмывочная жидкость в процессе дистилляции непрерывно обновляется, что гарантирует постоянное высокое качество очистки.

Amsonic 4100 обладает уникальной системой отслеживания параметров технологического процесса, учета и хранения данных. Управление системой осуществляется с помощью удобного интерфейса, включающего более 50 программ очистки и 15 программ технического обслуживания. Программное обеспечение позволяет оператору легко и быстро выбирать процессы очистки, способы перемещений корзины и операции технического обслуживания.

Основные области применения системы Amsonic 4100:

- высококачественная очистка деталей/изделий точной механики и оптики;
- финишная отмывка деталей перед нанесением PVD и CVD покрытий;
- очистка изделий медицинской техники, имплантатов, инструмента;
- очистка изделий из металлов и пластиков со сложной конфигурацией, с внутренними полостями и отверстиями;
- удаление масел и СОЖ после механической обработки;
- удаление нагаров, окалин и механических частиц после операций высокоточной механической обработки.

Следует отметить, что в технологическом процессе очистки прецизионных деталей от загрязнений также важно использовать правильно подобранную отмывочную жидкость, так как ее характеристики оказывают определяющее влияние на конечный результат.

Одним из успешных производителей отмывочных жидкостей, предназначенных для промышленной очистки деталей от загрязнений, является немецкая компания ZESTRON. Отмывочные жидкости под брендами Vigon, Zestron, Atron широко известны во всем мире и успешно применяются ведущими отраслевыми предприятиями.

Продуктовая линейка компании ZESTRON содержит широкий спектр отмывочных жидкостей для очистки от промышленных загрязнений. В зависимости от технологии, видов загрязнений, особенностей деталей или типа оборудования используют, как правило, водорастворимые жидкости или жидкости на основе модифицированных спиртов.

Жидкости на водной основе работают по запатентованной технологии очистки MPC (Micro Phase Cleaning). Суть её в том, что активные компоненты — микрофазы, эффективно удаляют с поверхности очищаемого изделия частицы загрязнений, которые полностью не растворяются в воде, поэтому могут быть легко удалены из раствора путем фильтрации или снятия с поверхности рабочей ванны.

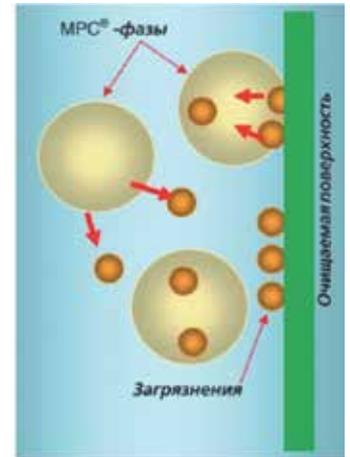
Жидкости на основе модифицированных спиртов обладают большей эффективностью за счет высокой проникающей способности, экономичности, минимального времени очистки, способности растворять большинство промышленных загрязнений, таких как: СОЖ, шлифовальные пасты, органические лаки, оксиды и т.д. Эти свойства позволяют считать такие жидкости идеальной заменой устаревшим и опасным хлорсодержащим растворителям.

Передовой разработчик отмывочных жидкостей компания ZESTRON предлагает средство на основе модифицированных спиртов для удаления различных загрязнений с поверхности — ZESTRON VD. Специальный состав отмывочной жидкости не оказывает негативного воздействия на очищаемую поверхность и совместим с большинством материалов (металлы и сплавы, керамика, фарфор, оптика). ZESTRON VD удаляет органические остатки так же эффективно, как и обычный растворитель, но в дополнение к этому удаляет полярные загрязнения — кислоты и соли. Отсутствие кислорода в процессе очистки позволяет жидкости безопасно работать выше температуры её вспышки, обеспечивая максимальную эффективность процесса. Пары отмывочной жидкости ZESTRON VD конденсируются в специальных устройствах регенерации установки Amsonic 4100, что существенно снижает расходы на закупку моющих средств  .



## Технические характеристики Zestron VD

Плотность	(г/см <sup>3</sup> ) при 20°C/68°F	0,88
Поверхностное натяжение	(мН/м) при 25°C/77°F	26,3
Температура кипения	°C/°F	170 – 175 / 338 – 347
Температура вспышки	°C/°F	62 / 144
pH	10 г/л H <sub>2</sub> O	Нейтральный
Давление паров	(мбар) при 20°C/68°F	1
Температура очистки	°C/°F	40 – 45 / 104 – 113
Растворимость		Не растворяется
Рабочая концентрация	%	100

**Очищаемые загрязнения:**

- остатки флюсов;
- СОЖ;
- масла для консервации;
- охлаждающие масла;
- силиконовая смазка;
- смола / воск;
- связующие вещества;
- шлифовальная, доводочная и полировочная паста.

Подводя итог, можно выделить три ключевых технологии очистки деталей от промышленных загрязнений: очистка в ультразвуке, струйная и комбинированная очистка в вакууме.

Технология очистки деталей в установках с использованием ультразвука является самой простой и распространенной, но далеко не самой эффективной. Особое внимание в этом процессе следует уделять выбору отмывочной жидкости, т.к. от этого напрямую зависит ее расход и качество очистки.

Струйные моечные машины позволяют совместить несколько этапов очистки в одной камере. И в первом, и во втором случаях могут возникнуть трудности с очисткой деталей со сложной геометрией поверхности. Поэтому технологию очистки с использованием вакуума на сегодняшний момент можно считать самой совершенной и эффективной, так как в ней реализованы все преимущества ультразвуковой и струйной технологий.

Применение систем вакуумной очистки позволяет производителю получать такие преимущества, как:

- высокая степень очистки деталей сложной конфигурации и геометрии;
- минимальное время процесса очистки — 6 минут;
- безопасность и нетоксичность;
- процесс очистки происходит полностью в вакуумной среде;

- низкий расход отмывочной жидкости за счет замкнутой системы циркуляции и регенерации;
- контролируемый и полностью повторяемый процесс очистки;
- уникальная система отслеживания параметров процесса очистки;
- отсутствие сброса отработанной жидкости в канализационную систему предприятия (снижение расходов на организацию сточных вод и очистных сооружений).

Широкий спектр оборудования марки Amsonic и ассортимент отмывочных жидкостей Zestron позволяют решать практически любые, даже самые сложные задачи по очистке прецизионных деталей от промышленных загрязнений. В зависимости от типа загрязнений и отмываемого материала подбирается оптимальное сочетание оборудования и отмывочной жидкости.

Большинство задач, связанных с промышленной очисткой, может быть решено с помощью описанной выше технологии вакуумной очистки, реализуемой установкой Amsonic 4100 и отмывочной жидкостью Zestron VD.

Официальным представителем компаний Amsonic и Zestron в России является ООО «Остек-Интегра». Сотрудники готовы подобрать максимально эффективную технологию очистки с учётом индивидуальных требований заказчика. В процессе подбора оптимального решения мы проводим серию испытаний на качество отмывки на изделиях заказчика в лабораториях наших партнёров в Европе. По результатам испытаний составляется технический отчет на русском языке с указанием рекомендуемого оборудования, жидкости и параметров технологического процесса, позволяющих достичь требуемого результата.



## Видеть сегодня детали будущего невозможно, **НО ТЕХНОЛОГИЮ ОЧИСТКИ деталей — необходимо**



Группа компаний Остек представляет системы индустриальной очистки Amsonic, способные решать самые сложные задачи:

- Очистка деталей сложной конфигурации, с внутренними полостями и отверстиями.
- Удаление загрязнений любой сложности.
- Очистка изделий различного назначения: оптические детали, изделия из металлов и пластика, изделия медицинского назначения.
- Обеспечение высокой степени чистоты поверхностей в соответствии с российскими и международными требованиями.
- Высокая производительность и эффективность: минимальный цикл очистки — 6 минут; срок службы отмывочной жидкости — до 12 месяцев.



будущее  
создается

[www.ostec-cleaning.ru](http://www.ostec-cleaning.ru)  
000 «Остек-Интегра»  
(495) 788 44 44  
[cleaning@ostec-group.ru](mailto:cleaning@ostec-group.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)



# ОПТИМИЗАЦИЯ

## Автоматизированная оценка технологичности печатных плат в программе InSight PCB™

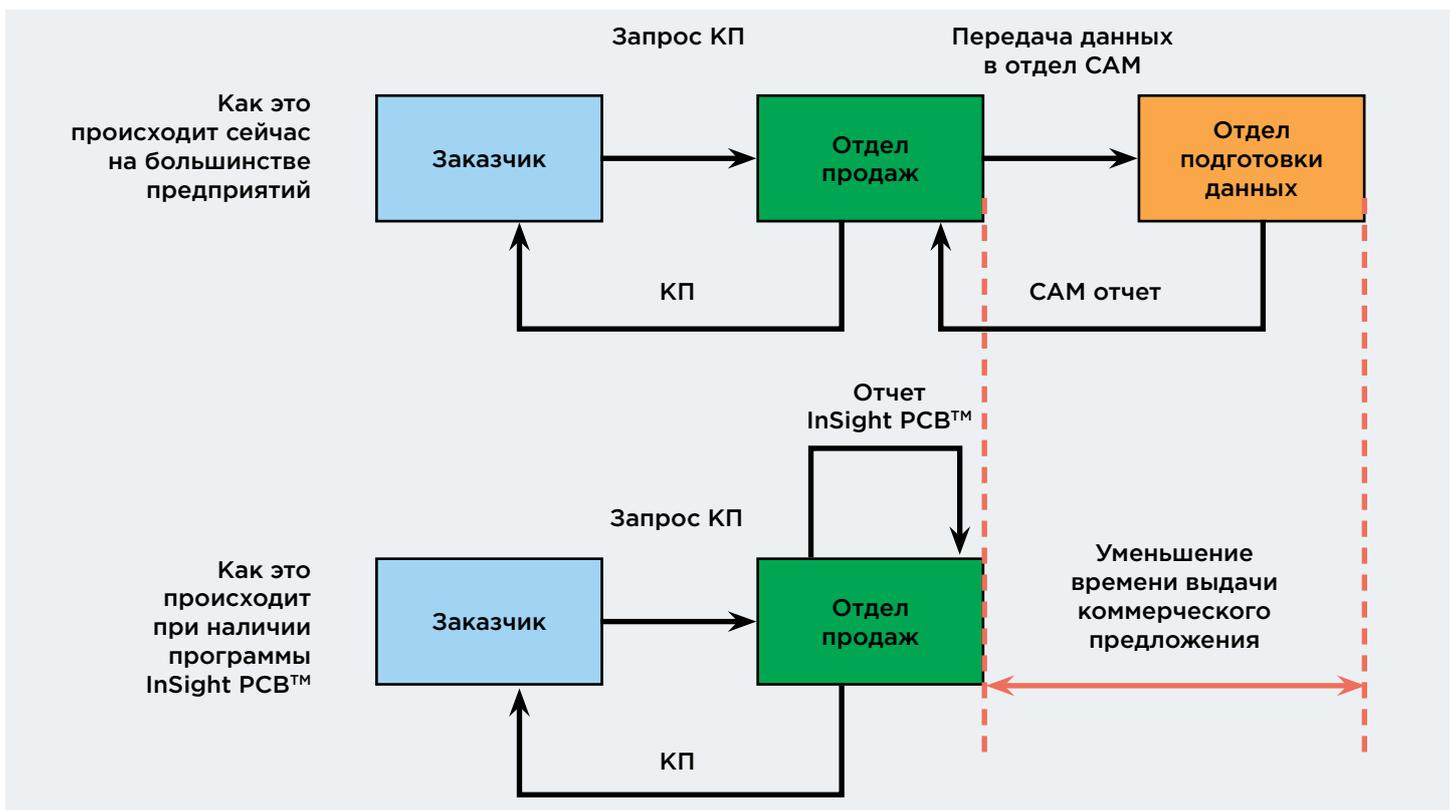
Текст: Семен Хесин  
Олеся Алешкова

”

В настоящее время практически все заказы на изготовление даже простой платы проходят через электронные торги, что обязывает производителя оперативно реагировать на каждый запрос. Любые переговоры при заказе печатных плат неизбежно затрагивают три ключевых вопроса: «Возможно ли это изготовить?», «Сколько стоит?» и «Когда будет сделано?». Для оперативной оценки с предоставлением ответа в течение нескольких минут и была разработана новинка в России — InSight PCB™ — программа автоматизированной оценки технологичности печатных плат в режиме On-Line.

Ни для кого не секрет, что главное на электронных торгах — это дать конкурентную стоимость изготовления печатной платы, не упустив при этом своей экономической выгоды. Поэтому в сложившейся ситуации на рынке печатных плат от производителя требуется моментальное реагирование на все поступающие запросы от потенциальных клиентов.

Для быстрой, адекватной и точной оценки сложности и стоимости изготовления печатной платы компания Frontline PCB Solutions разработала веб-приложение InSight PCB™, ориентированное на работников, не знакомых с тонкостями САМ подготовки, и работающее в любом браузере. Помимо этого, данная система позволяет разгрузить специалистов, работающих в системе САМ, за счет автоматизации рутинных операций. В производствах без InSight PCB™ сотрудники отдела продаж запрашивают у специалистов САМ-отдела информацию о сложности конструкции печатной платы, которая определяет цену плат в заказе и срок его исполнения. Обмен информацией проходит в диалоговом режиме и отвлекает САМ-специалистов от их основной работы — технологической подготовки производства. В результате длительного диалога обсуждается большое количество факторов, влияющих на формирование цены заказа. Однако трудозатраты квалифицированных САМ-экспертов, требующихся для данной предвари-



тельной работы, слишком высоки. Многие руководители САМ-отделов жалуются, что зачастую до 50% времени занимает предварительная обработка заказов, которые никогда не пойдут в производство. Высокая загрузка отдела обработки данных не позволяет быстро прорабатывать все поступающие запросы. Задержки в обработке заказов приводят к ненужной спешке и возможности ошибок в оценке их стоимости. Вероятность ошибки в этом случае может сказаться на благополучии производителя: при заниженной стоимости фирма не получит адекватной прибыли, а при завышенной — заказ, как правило, уходит к конкурирующей фирме.

InSight PCB™ — это пре-САМ система, позволяющая разгрузить отдел подготовки данных от дополнительной оценочной работы. Выдача достоверной информации для оценки стоимости изготовления печатных плат без участия САМ-эксперта позволяет специалистам отдела продаж, не выходя за пределы своего отдела, быстро и самостоятельно обработать входные данные от заказчика и выдать коммерческие предложения. При использовании программы InSight PCB™ отдел подготовки данных и отдел продаж не зависят друг от друга, что обеспечивает более эффективную работу обоих подразделений.

Результатом работы программы является отчет о сложности печатной платы, формируемый за несколько минут в формате .pdf. Кроме того, возможность удаленного доступа через любой веб-браузер позволяет производить оценку сложности и стоимости «на месте» у клиента через интернет.

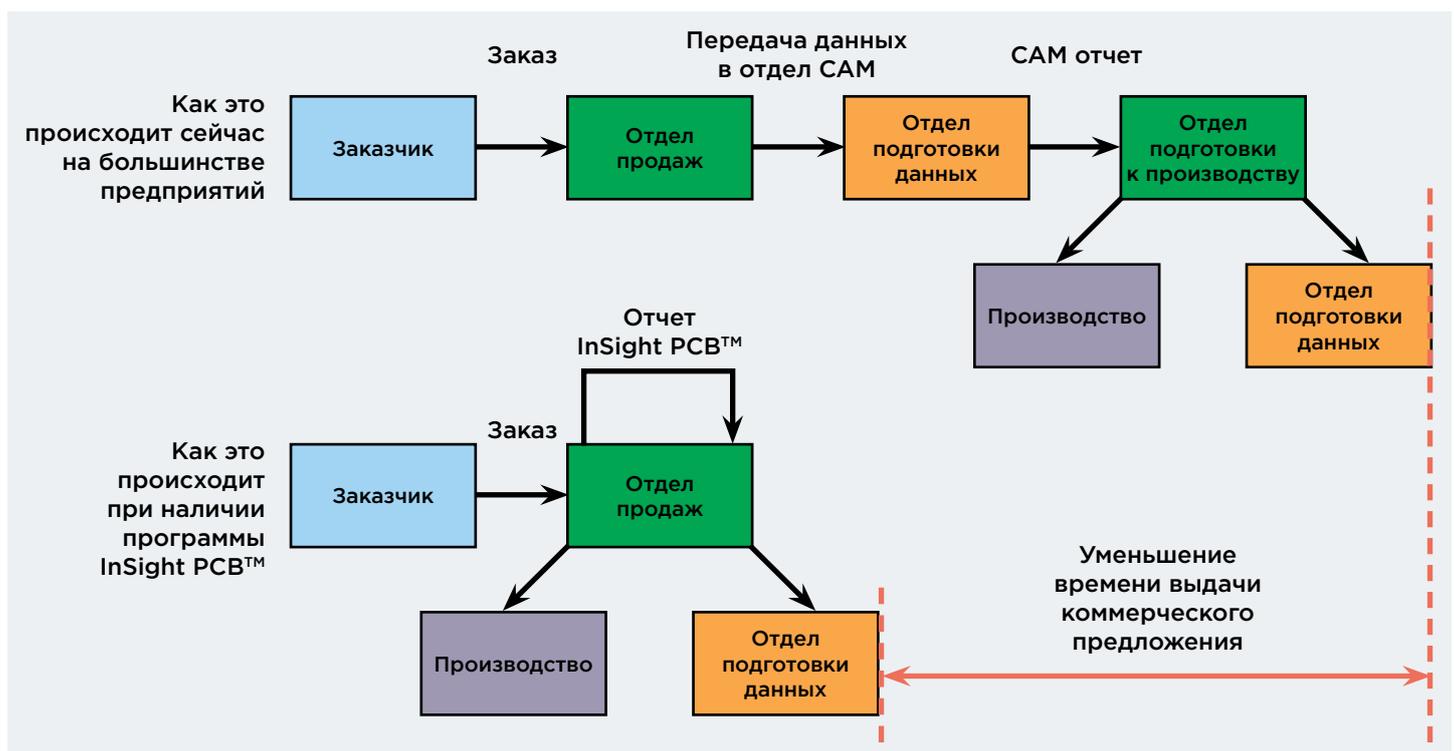
На рис. 1 показано сравнение процедур оценки стоимости заказа. Видно, что при использовании программы InSight PCB™ обработка информации не выходит за пределы отдела продаж, а САМ-отдел не отвлекается от своих прямых обязанностей.

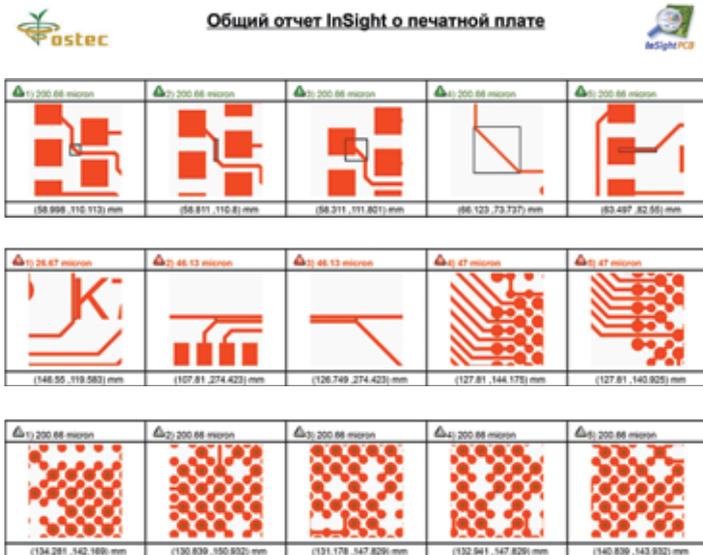
Как происходит работа программы InSight PCB™? Оператор загружает задание на сервер с помощью браузера или через локальную сеть и уже через несколько минут после загрузки задания, InSight PCB™ на основе точного анализа автоматически генерирует отчет для выдачи стоимости заказа печатной платы, максимально отражающий сложности конструкции печатной платы, которые предстоит преодолеть производству.

Программа InSight PCB™ мгновенно выполняет то, что раньше приходилось делать часами с отвлечением большого коллектива специалистов от их непосредственной работы. Кроме того, программа InSight PCB™ попутно определяет потенциальные проблемы производства, для предотвращения низкого выхода годных и удорожания при выполнении заказа в результате недостоверной оценки данных. Параллельно эта программа генерирует исходные данные для производства как показано на рис. 2.

Использование InSight PCB™ в производстве позволяет любому технологу посмотреть исходные данные в веб-браузере и произвести замеры (например, измерить зазор в узком месте, размер контактной площадки или ширину линии).

Программа InSight PCB™ легко интегрируется с другими широко используемыми в производстве печатных





3  
Фрагмент отчета InSight PCB™

плат программами через XML. Благодаря удобному обмену данными между операторами она позволяет избежать бумажной волокиты и скопления архивной документации. Сокращение количества ошибок из-за повторного ввода информации из различных информационных систем и экономия времени, затрачиваемого на ввод разнородной информации, делают ее использование очень удобным.

Все данные (заказы, отчеты, обработанные входные данные) хранятся в защищенной сети. Отчеты по проектам могут включать графические фрагменты узких мест, общий вид платы, распечатку всех слоев, размещение на заготовке, информацию по слоям, механической обработке и даже по данным, необходимым для расчета стоимости монтажа компонентов.

Результатом работы InSight PCB™ является отчет с подробными графическими изображениями проблемных мест в порядке важности и сложности, что значительно облегчает диалог с заказчиком и помогает принять более правильное и экономически выгодное решение рис 4.

Подводя итог, отметим, что при выборе программного обеспечения производителю печатных плат необходимо учитывать следующие аспекты:

- минимальное время выдачи стоимости — это несомненное конкурентное преимущество в борьбе за заказ. Более того, точный расчет стоимости с помощью оценки сложности печатной платы — это гарантированная прибыль;
- снижение нагрузки САМ-специалистов, позволяющее использовать освобожденное время на технологичную подготовку к производству, увеличивает выход годных;
- быстрое автоматическое создание детализированного отчета, включающего в себя все изображения нетехнологичных участков печатной платы, облегчает диалог с заказчиком.

## О компании Frontline

Компания Frontline PCB Solutions — лидер в разработке САМ систем и программного обеспечения для автоматизации инжиниринга в области производства печатных плат любой сложности рис 4. Накопленный в течение 30 лет опыт Orbotech и Mentor Graphics используется в программах Frontline для создания новых стандартов в вертикальной и горизонтальной интеграции в производстве многослойных печатных плат с высокой плотностью межсоединений. Компания Frontline, установившая уже почти 7500 рабочих мест, внимательно следит за их функционированием, анализирует работоспособность и на основе этой оценки и запросов клиентов постоянно совершенствует свои разработки. 

Подготовка данных	{	 <b>InCAM™</b>	– САМ для HDI и высокотехнологичных МПП;
		 <b>Genesis2000</b>	– САМ для стандартных МПП, ДПП, ОПП;
		 <b>GenFlex®</b>	– САМ для гибких и гибко-жестких ПП;
Подготовка к производству	{	 <b>InPlan®</b>	– автоматизация инжиниринга для производств ПП;
		 <b>InPlanFlex</b>	– автоматизация инжиниринга для гибко-жестких ПП;
		 <b>InStack®</b>	– автоматическая разработка конструкции ПП;
		 <b>InCoupon®</b>	– автоматическая генерация купонов проверки импеданса;
		 <b>InSolver™</b>	– расчет импеданса.

4  
Программы, поставляемые компанией Frontline PCB Solutions

# Индивидуальная эргономика рабочего места — прошлое или будущее?



Текст: Николай Ливанов

Один из элементов логотипа Группы компаний Остек — это спираль, олицетворяющая постоянное развитие. Спираль — один из символов, незримо сопровождающих нашу жизнь. Технический прогресс развивается стремительно, постоянно наращивая скорость, но с каждым новым витком словно возвращаясь к определенному началу.

Двадцать первый век демонстрирует новые этапы в развитии человечества, все направления деятельности устремляются вверх по спирали, переходя на совершенно новый уровень. Организация рабочего места работника также стремительно меняется, обрастая различными гаджетами, высокотехнологичными инструментами и другими современными элементами. Но новый ли это виток развития для эргономики рабочего места или мы просто возвращаемся к тому, с чего она начиналась?

Рассматривая развитие рабочего места как единицы производственного процесса, мы увидим, что оно все время полностью принадлежало работнику. Вся эргоно-

мика выстраивалась вокруг конкретного специалиста, выстраивалась им лично. В качестве примера рассмотрим повсеместно распространённое кузнечное ремесло.

Кузнец был одной из центральных фигур в жизни поселения, он работал в собственной кузнице, построенной его предками, каждый из которых совершенствовал семейное дело. Все секреты ремесла передавались из поколения в поколение и были привязаны к эргономике данной конкретной кузницы и данных конкретных инструментов. Это вело к оптимизации производственного процесса, увеличению производительности, развитию личной эффективности каждого работника. С каждым новым поколением, с каждым витком развития, качество и производительность возрастали.

Данный пример характерен для любой ремесленной отрасли того периода. В каждом конкретном случае качество и производительность были тесно связаны с эргономикой рабочего места.

С появлением мануфактур, а затем, в начале двадцатого века, конвейера, работник все меньше стал участвовать в организации своего рабочего места. Потребность в многовековом знании технологии начала исчезать, стал востребован низкоквалифицированный труд. Ценность человека как ресурса снизилась. Потребность в индивидуальной настройке рабочего места практически исчезла, а руководителям предприятий стало проще заменить работника, чем вложить средства и изменить условия его работы. Все это привело к тому, что сегодня многие рабочие места не отвечают персональным потребностям работников.

В двадцать первом веке в связи с активной автоматизацией процессов на одного сотрудника возлагается больше функций, к нему предъявляется больше требований. Возрождается потребность в высокой квалификации, она приобретает ключевое значение, так как для получения требуемых знаний и умений необходимы значительные материальные и временные затраты. Это, в свою очередь, порождает особое отношение к каждому специалисту, увеличивается ценность профессионалов как долгосрочного ресурса, от личной эффективности которого зависит эффективность предприятия в целом. Вместе с этими процессами каждый специалист стремится к большей личной эффективности, а также к комфортным условиям работы. Благодаря этим взаимонаправленным процессам возрождается потребность в индивидуальной эргономике. Общая ситуация меняется на диаметрально противоположную: дешевле вложить средства в организацию индивидуального рабочего места, тем самым увеличив

продуктивность нанятого работника, чем приобрести нового сотрудника с большей квалификацией и требуемой эффективностью.

Поэтому эргономику рабочего места, тонко настроенную в зависимости от потребностей конкретного человека, можно назвать индивидуальной.

## Индивидуальная эргономика

Можно выделить следующие особенности, характеризующие индивидуальную эргономику:

- рабочее место можно настроить под физические особенности конкретного работника и требуемых техпроцессов для создания максимально комфортных условий работы с учетом влияния на здоровье сотрудника;
- рабочее место является модульной конструкцией и состоит из множества комплектующих, которые позволяют сформировать нужную конфигурацию и оперативно изменить её в случае необходимости;
- рабочее место универсально в своих модулях, но, полностью сконфигурированное, оно строго отвечает конкретным задачам и техпроцессу, который будет применяться;
- все сопутствующие условия должны быть настраиваемыми. Это касается: освещения (как общего, так и локального); температуры в помещении; конфигурации рабочего места; расположения в помещении; организации мест хранения и пр.

Преимущества, которые создает индивидуальная эргономика рабочего места очевидны:

- забота о здоровье сотрудников, а значит снижение утомляемости, уменьшение затрат на больничные, снижение риска профессиональных заболеваний;
- увеличение производительности предприятия за счет повышения личной эффективности конкретного сотрудника, возможность постоянной оптимизации рабочего места;
- усиление концентрации сотрудника на работе, что улучшает качество производимых изделий и снижает брак.

Одним из современных решений для гибкой настройки рабочего места в соответствии с потребностями конкретного специалиста является алюминиевый профиль. Изделия на алюминиевом профиле имеют широкий диапазон применения: рабочие места на производствах,



1 Настраиваемая по высоте модульная детская мебель производства фирмы MOLL



2 Регулируемая по высоте модульная мебель производства фирмы Rohde&Grahl

ограды для станков, офисные перегородки, предметы интерьера, конвейерные линии, системы переходов в цехе, нестандартная оснастка и многое другое.

Использование алюминиевого профиля для создания индивидуальной эргономики рабочего места обладает рядом существенных преимуществ.

- Все элементы конструкции на алюминиевом профиле (столешница, полки, комплектующие) могут быть закреплены на требуемой высоте, что позволяет настроить рабочее место в соответствии с физическими особенностями работника и требованиями технического процесса. Такое расположение снижает утомляемость и увеличивает эффективность работы. Специальный дизайн профиля позволяет использовать всю высоту паза, обеспечивая высокую надежность и стабильность конструкции.
- Принятые в мире стандартные размеры профилей и стандартизированный ряд крепежных элементов дают возможность легко комбинировать изделия между собой вне зависимости от марки и страны производителя.
- Большой ассортимент модульных элементов и их комбинаций позволяют создавать рабочее место требуемой конфигурации в кратчайшие сроки, а различные варианты исполнения (антистатическое и общепромышленное) — внедрять эти рабочие места на производствах практически любой отрасли.
- Технологии обработки алюминиевого профиля уже многократно отработаны и широко используются при производстве различных изделий уже много лет.

Примерами создания рабочих мест с индивидуальной эргономикой могут служить изделия двух немецких компаний: производителя детской мебели MOLL рис 1 и офисной мебели Rohde&Grahl рис 2.

А примером использования алюминиевого профи-

ля для создания рабочих мест на производстве может служить серия промышленной мебели АТЛАНТ, разработанная нашим производственным подразделением Гефесд рис 3.

Промышленная мебель АТЛАНТ и другие изделия на алюминиевом профиле — это современное комплексное решение, соответствующее всем условиям индивидуальной эргономики.

### Индивидуальная эргономика: нюансы, требующие повышенного внимания

Широкий диапазон регулировок, разнообразие модульных комплектующих, их универсальность и соответствие мировым стандартам — важные параметры для формирования индивидуального рабочего места. Но не менее важными являются освещение рабочей зоны и возможность оперативно получить нестандартные изделия, которые можно устанавливать без какой-либо дополнительной адаптации.

Качественное освещение крайне важно при работе. Несоответствующее освещение повышает утомляемость и может вести к серьезным заболеваниям. Ведь нельзя предположить, что к профессиональному инструменту можно присоединить детскую поделку, как бы хорошо она не была сделана. Так и в специализированном рабочем месте недопустимо использование обычного «домашнего» освещения, поэтому профессиональные светильники — это один из обязательных элементов при создании индивидуальной эргономики рабочего места. Столкнувшись с отсутствием на российском рынке качественных специализированных источников освещения ещё в 2004 году ПО «ГЕФЕСД» создал собственный профессиональный светильник для рабочего места. При его разработке учитывались требования необходимой освещенности, а также безопасность и влияние на здоровье работников. Сегодня предприятие выпускает уже



3  
Серия мебели «Атлант»  
на алюминиевом профиле

четвертую модификацию светильников, в том числе и светодиодную версию.

Оперативное изготовление нестандартной продукции, применение уникальных изделий — также обязательный элемент индивидуальной эргономики. В настоящее время изделия на алюминиевом профиле являются наиболее передовым решением именно потому, что позволяют в кратчайшие сроки создавать требуемые конструктивные решения как самостоятельно, так и с привлечением производителя базовой конструкции. Количество предлагаемых клиенту возможностей велико, и в этом вопросе очень важен опыт конструктора. Профессиональные производители рабочих мест, как правило, имеют огромные наработки и большое портфолио готовых решений, каждое из которых соответствует ГОСТам и прошло многократную проверку в реальных условиях.

### Индивидуальная эргономика: будущее или прошлое?

На протяжении веков индивидуальная эргономика рабочих мест позволяла создавать новаторские решения, которые двигали и развивали прогресс. Примеры можно приводить бесконечно, большинство великих проектов в России и мире начинались в гаражах, комнатах, маленьких частных мастерских и лабораториях.

Мир изменился благодаря новаторам, работавшим на рабочих местах, которые они создавали для себя сами. Эти рабочие места были индивидуальны, обладали определенным набором функций, который позволял

достичь результата наиболее эффективным образом, то есть обладали индивидуальной эргономикой.

Рабочие места есть везде, где есть человек. На производстве это склады, монтажно-сборочные и механические цеха, это всевозможные чистые помещения, офисные помещения, это кухня столовой и т.д. Каждое рабочее место будет иметь свои индивидуальные особенности согласно той области деятельности человека, для которой оно предназначено. Каждое такое место может и должно создавать возможность внедрения инноваций, а единственный способ внедрять инновации — это создавать условия для их появления.

Сегодня потребность в индивидуальной настройке рабочего места, как и потребность в новаторах, более чем актуальна, а новаторы не появляются без стремления к личной и, главное, общей эффективности. Эффективность, в свою очередь, недостижима без высокой концентрации, возможной только в комфортных условиях, когда человека ничто не отвлекает: ни скрепящий стул, ни моргающий свет, ни трясущийся стол.

**Все строго взаимосвязано, поэтому ответ на поставленный вопрос может быть только один: индивидуальная эргономика — это, несомненно, будущее, так как она позволяет развиваться главному мотору прогресса — человеку. \**

# Русские идут!

## Невозможное возможно

Автоматизация  
применения  
отечественных  
двухкомпонентных  
материалов



Текст: **Андрей Петров**



Условия эксплуатации современных электронных изделий специального назначения требуют от разработчиков самого ответственного подхода к обеспечению защиты устройств от агрессивных воздействий окружающей среды. Здесь и заливка электронных блоков двухкомпонентными компаундами, и герметизация кабельных разъёмов, и нанесение герметиков на корпусные и установочные элементы, и заливка и пропитка трансформаторов, и применение теплопроводящих паст и клеев. Внедрение передовых импортных технологических материалов для решения данных задач хоть и вызывает большой интерес у технологов, но практически всегда затруднено по ряду причин на производствах специальной техники.



Технологам ничего не остаётся, как выстраивать и оптимизировать процесс с использованием отечественных технологических материалов, многие из которых разработаны ещё в 60-х годах прошлого века. Это и всем известные компаунды типа Виксинт, и эпоксидные компаунды типа ЭД-20, КДС-174, и клеи-герметики ВК-9, ВГО и другие.

О современном подходе к организации технологического процесса на базе отечественных материалов и пойдёт речь в этой статье.

## Текущая обстановка на производствах России

Стоит отметить, что большинство отечественных двухкомпонентных материалов, разработанных в середине прошлого века, отнюдь не утратили своей актуальности, широко применяются и зачастую являются весьма конкурентоспособными с точки зрения конечных свойств (в изделии).

Однако «ахиллесовой пятой» клеев и компаундов отечественного производства является их нетехнологичность. Сюда можно отнести следующее:

- нестабильность свойств компонентов от партии к партии и широкий диапазон допуска по технологическим параметрам (например, динамическая вязкость, соотношение смешивания компонентов и др.);
- неудобные пропорции смешивания компонентов\*;
- необходимость введения в компаунд твёрдых наполнителей (например, кварц, алюминиевая пудра) для придания дополнительных свойств.

\* например, для получения готовой смеси компаунда Виксинт У-1-18 необходимо смешать пасту У-1 и катализатор №18 в соотношении 400 к 1 по массе. И это при колоссальной разности в вязкости. Большинство современных импортных материалов, напротив, имеет соотношение смешивания 1:1.



1 Типичная картина участка заливки компаундов на производстве специальной техники

Эти недостатки приводят к сложностям в построении стабильного технологического процесса, к большими отходами материала, растёт количество брака, а работники непосредственно контактируют с вредными компонентами при подготовке и смешивании компаундов.

На большинстве производств ручной технологический процесс заливки выглядит таким образом РИС 1: сначала на весах отмеряют необходимое количество компонентов; затем компоненты сливаются в общую тару, и происходит смешивание либо вручную, либо с использованием подручных бытовых приборов; далее приготовленный таким образом компаунд загружают в шприц (в простонародье «фунтик») из которого и производят дозирование непосредственно в изделие.

Такая организация процесса имеет серьезные недостатки:

- нередко нарушается пропорция смешивания из-за человеческого фактора и использования примитивных миксеров. Поэтому время отверждения материала плавают в широких пределах, а в ряде случаев материал вообще не отверждается РИС 2;
- при ручном смешивании в смесь нагнетается большое количество воздуха, который затруд-



2  
Бракованная продукция после ручной заливки двухкомпонентных компаундов

няет точное дозирование и попадает в конечное изделие;

- сразу же после смешивания компоненты материала начинают реагировать. Это приводит к изменению вязкости во времени, то есть каждое изделие заливается фактически материалом с разной вязкостью.

В результате такого подхода предприятия сталкиваются с высоким уровнем брака. И самое главное в том, что полностью удалить из изделия неотверждённый компаунд крайне трудоёмко, а зачастую — практически невозможно. Соответственно невозможно и проведение повторной заливки.

При этом работа с большинством отечественных двухкомпонентных компаундов на современном импортном оборудовании до недавнего времени была невозможной.

## Отечественные материалы в Германии и Швейцарии



Для преодоления сложившейся ситуации специалисты ООО «Остек-Интегра» вместе с признанным мировым

лидером в области дозирующего оборудования, компанией DOPAG (Германия/Швейцария), приняли решение о проведении тестирования наиболее популярных российских материалов и серии опытно-проектных работ в области двухкомпонентных систем дозирования.

Мы выбрали и обеспечили испытания наиболее распространённых и востребованных отечественных



3  
Партия российских материалов в лаборатории в Германии

материалов рис 3 в лабораториях DOPAG в Германии и Швейцарии.

1. Висксинт К-68
2. Висксинт ПК-68
3. Висксинт У-1-18
4. Висксинт У-2-28
5. Висксинт У-4-21
6. ВК-9
7. КДС-174
8. КДС-174 +Алюминиевая пудра (в качестве наполнителя)
9. КДС-174 + Кварц пылевидный (в качестве наполнителя)

## Методика проведения испытаний

Прежде всего, происходит загрузка компонентов материала в систему подготовки смешивания и дозирования. Далее происходит вакуумирование компонентов в баках установки.

После этого на установке задаётся требуемое соотношение смешивания компонентов по объёму, выставляется объём разовой дозы.

После этих приготовлений происходит дозирование, при этом компоненты забираются из отдельных магистралей в отдельные стаканы до попадания в смеситель.

Далее содержимое стаканов взвешивается, и определяется фактическое соотношение смешивания компонентов. Это параметр сравнивается с заданным изначально. На базе десяти измерений вычисляется фактическая абсолютная погрешность коэффициента смешивания компонентов.

Например, для материала Висксинт К-68 фактическая абсолютная погрешность коэффициента смешивания компонентов составила 1,08%.

Если перевести это в массовые доли, то получается, что соотношение смешивания лежит в диапазоне 100:5,027 — 100:4,973 (при заданном 100:5).

После этих измерений производится 10 контрольных доз через смеситель. Спустя необходимое для штатного отверждения компаунда время проверяется однородность отверждения в объёме. Для этого залитые образцы нарезаются.

### 1. ВИКСИНТ К-68 И ВИКСИНТ ПК-68

Особенностью силиконовых материалов, представленных в таблице, является большой разброс в коэффициенте смешивания — компоненты должны смешиваться в пропорции от 100:6 до 100:4 по массе при сравнительно низкой вязкости.

Для тестовых работ с этими материалами компания DOPAG предложила установку DOPAG Eldomix 103 рис 4 с высокоточными шестеренчатыми насосами и сменным вращающимся статическим смесителем (Rotary-Static), сочетающими преимущества динамического и статического миксеров. Данный тип миксера обеспечивает отличное смешивание компонентов материала и при этом не требует дорогостоящей промывки растворителем.

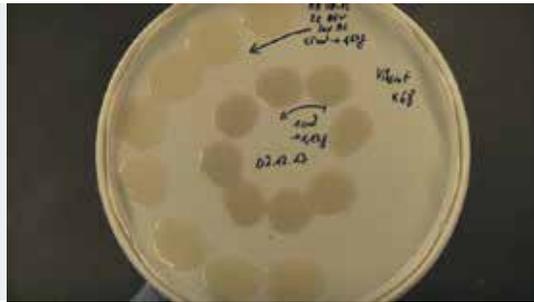
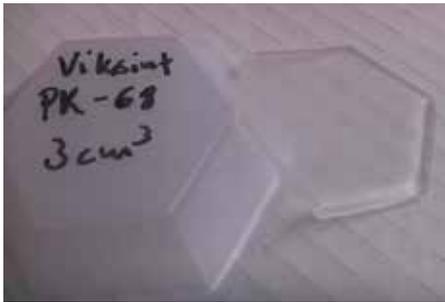


4  
Лабораторная установка DOPAG Eldomix 103

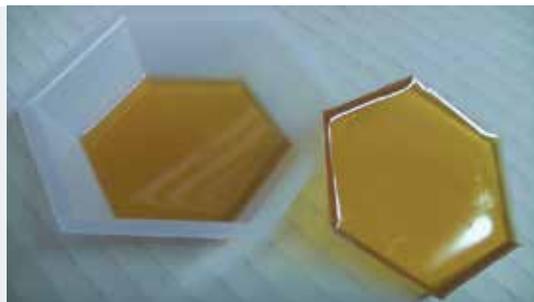


Основные характеристики компонентов Висксинт К-68 и Висксинт ПК-68

Материал	Тип	Вязкость компонента А, мПа*с	Вязкость компонента В, мПа*с	Плотность компонента А, г/см <sup>3</sup>	Плотность компонента В, г/см <sup>3</sup>	Соотношение смешивания компонентов по массе
Висксинт К-68	Кремнийорганический	~80000	~0,7	1,1	1	100:5
Висксинт ПК-68	Кремнийорганический	~30000	~0,7	1	1	100:5



5  
Образцы доз материала Виксинт К-68 и ПК-68



6  
Образцы отверждённых материалов ВК-9 и КДС-174

Коэффициент смешивания установки может быть отрегулирован в широком диапазоне. Для подачи смешанного материала со стабильными характеристиками был выбран вакуумируемый бак для основного компонента.

В результате опытных работ получено стабильное качество смешивания и дозирования материалов Виксинт К-68 и Виксинт ПК-68 для соотношений смешивания компонентов от 100:6 до 100:4 по массе.

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для Виксинта К-68 составила 1,08%.

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для Виксинта ПК-68 составила 0,83%.

Компоненты материала смешаны до однородной гомогенной массы, произошло полное отверждение материала рис 5.

Подобные результаты являются отличным показателем. Установка DOPAG Eldomix 103 полностью отвечает требованиям к работе с материалами Виксинт К-68 и ПК-68.

## 2. ВК-9 и КДС-174

Данные материалы на эпоксидной основе широко распространены в России. Их особенностью является достаточно большой разброс в вязкости между компонентами. Испытания этих материалов проводились также на системе дозирования DOPAG Eldomix 103.

Для материала ВК-9 использовались вакуумируемые баки под оба компонента, для КДС-174 — только для компонента А.

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для ВК-9 составила 0,96%.

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для КДС-174 составила 1,40%.

Компоненты материала смешаны до однородной гомогенной массы, произошло полное отверждение материала рис 6.

Подобные результаты являются отличным показателем. Установка DOPAG Eldomix 103 полностью отвечает требованиям к работе с материалами ВК-9 и КДС-174.

## 3. ВИКСИНТ У-1-18, ВИКСИНТ У-2-28, ВИКСИНТ У-4-21

Эти материалы активно используются на производствах ещё с 60-х годов прошлого столетия и, зачастую, жёстко закреплены в конструкторской документации. Одно из применений этих материалов — герметизация кабельных разъемов рис 7.

На фото отчетливо видно, что заполненный вручную разъем содержит большое количество полостей и пузырей, что является результатом ручного смешивания и дозирования. Неполное либо пористое заполнение корпуса разъема может привести к «натягиванию» влаги внутрь и, как следствие, коррозии электрических соеди-

Основные характеристики компонентов ВК-9 и КДС-174

Материал	Тип	Вязкость компонента А, мПа*с	Вязкость компонента В, мПа*с	Плотность компонента А, г/см <sup>3</sup>	Плотность компонента В, г/см <sup>3</sup>	Соотношение смешивания компонентов по массе
ВК-9	Эпоксидный	~50 000	~15 000	1,2	1	2:1
КДС-174	Эпоксидный	~15 000	~70	1	1	10:1

нений в местах пайки, токам утечки. Автоматизированное применение компаунда позволяет заполнять разъем гомогенным материалом без воздушных пузырей.

Требуемый коэффициент смешивания для материала Виксинт У-1-18 составляет 400:1.

Такому показателю удивились даже много повидавшие за свою жизнь швейцарские инженеры. Дополнительным "отягчающим" фактором является такая же огромная разница в вязкости основного компонента по сравнению с вязкостью катализатора.

В качестве базы для построения системы дозирования выбрали установку Dopag Metadis рис 8. Данная установка доработана с учётом технологических особенностей материала, была внедрена система специально разработанных высокоточных дозирующих клапанов. Особенностью установки является забор основного компонента прямо из заводской тары объемом 30 литров, а также использование стандартного статического смесителя.

Установка может быть использована как для заливки непосредственно изделий, так и в качестве станции подготовки и смешивания компаундов для дальнейшего заполнения картриджей и их локального применения. Доступно также мобильное исполнение установки (мобильная платформа на колёсах).

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для Виксинт У-1-18 составила 3,08%.

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для Виксинт У-2-28 составила 2,76%.

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для Виксинт У-4-21 составила 2,89%.

Компоненты материалов смешаны до однородной гомогенной массы, произошло полное отверждение материала рис 9.

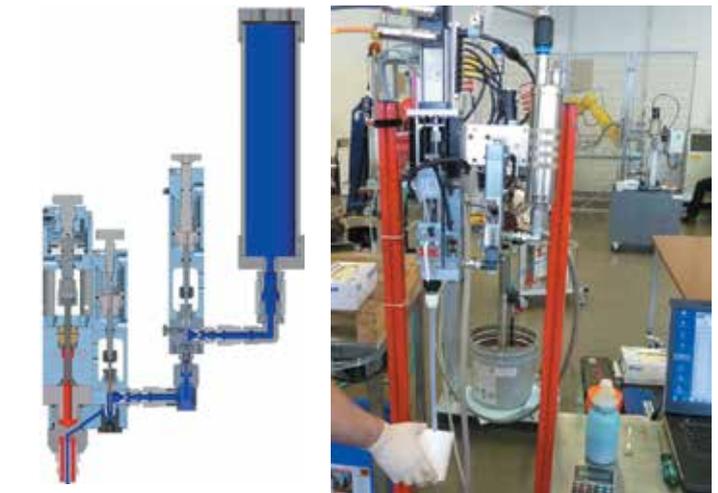
Подобные результаты являются отличным показателем. Достигнуть подобной повторяемости при ручном смешивании практически невозможно. Установка Dopag Metadis полностью отвечает требованиям к работе с материалами Виксинт У-1-18, Виксинт У-2-28, Виксинт У-4-21.

#### 4. КДС-174 С ВВЕДЕНИЕМ НАПОЛНИТЕЛЕЙ (КВАРЦ, АЛЮМИНИЕВАЯ ПУДРА)

Ещё одной особенностью отечественных материалов является то, что на ряде производств в состав смеси вводятся дополнительные твёрдые наполнители для



7 Пример применения двухкомпонентного компаунда Виксинт У-2-28



8 Установка подготовки, смешивания и дозирования двухкомпонентных высоковязких компаундов Dopag Metadis



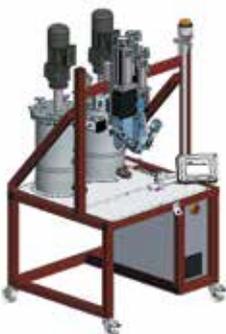
9 Образцы смешанного компаунда Виксинт У-1-18

придания специальных свойств отверждённому материалу. В большинстве случаев твёрдые наполнители вводятся в эпоксидные компаунды. Мы проведём испытания на примере эпоксидного компаунда КДС-174.

Для отработки этого процесса компания DOPAG предложила установку DOPAG Metamix рис 10. Конструкция дозирующих поршневых насосов этой установки позволяет уверенно работать с абразивными наполнителями, например, кварцем с частицами до 100 мкм,

Основные характеристики компонентов Виксинт У-1-18, Виксинт У-2-28, Виксинт У-4-21

Материал	Тип	Вязкость компонента А, мПа*с	Вязкость компонента В, мПа*с	Плотность компонента А, г/см3	Плотность компонента В, г/см3	Соотношение смешивания компонентов по массе
Виксинт У-1-18	Кремнийорганический	> 500 000 (не текучий)	-0,7	2,2	1	100:0,25
Виксинт У-2-28	Кремнийорганический	> 500 000 (не текучий)	-0,7	2,2	0,97	100:2
Виксинт У-4-21	Кремнийорганический	-90 000	-0,7	1,35	1	100:2,5



10 Система подготовки смешивания и дозирования двухкомпонентных компаундов DOPAG Metamix

а индивидуально управляемый серво-привод каждого насоса — гибко выставлять требуемые коэффициенты смешивания. Использован вакуумируемый бак компонента А рис 11 для удаления большого количества воздуха из смеси после введения наполнителя. В бак А также встроена система агитации (помешивания) смеси и рециркуляции для предотвращения расслоения смеси и выпадения твёрдого осадка. Использован стандартный сменный статический смеситель.

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для компаунда КДС-174 (с введённой алюминиевой пудрой 30% по массе) составила 1,45%.

Фактическая погрешность коэффициента смешивания для компаунда КДС-174 (с введённым кварцевым песком (частицы до 60 мкм) 30% по массе) составила 1,24%.

Компоненты материалов смешаны до однородной гомогенной массы, произошло полное отверждение материала рис 12.

Данные показатели признаны отличным результатом.



11 Процесс вакуумирования смолы КДС-174 после введения твердого наполнителя



12 Образцы отверждённого материала КДС-174 с введёнными твёрдыми наполнителями

## Заключение

Результаты проведённых тестов признаны чрезвычайно успешными. Теперь можно смело говорить о том, что применение рассмотренных в статье отечественных материалов может быть эффективно автоматизировано.

Внедрение современных систем подготовки смешивания и дозирования двухкомпонентных клеев и компаундов позволит российским предприятиям совершить качественный прорыв в области производства специальной техники.

Рассмотренные принципы автоматизации применения двухкомпонентных материалов, а также подходы к проектированию дозирующего оборудования и его основных узлов, позволяют решать большинство задач в области автоматизации применения клеев, герметиков и компаундов. В результате внедрения рассмотренных или аналогичных решений производственные предприятия могут получить контролируемый, стабильный технологический процесс заливки и повысить качество продукции.

**Еще раз подчеркнем: автоматизация технологического участка заливки позволит добиться стабильно высокого качества продукции, повысить производительность, обеспечить точность смешивания и дозирования, минимизировать человеческий фактор и снизить технологические потери материала.** ▣



Видеть сегодня изделия будущего невозможно,

## НО ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПАУНДОВ В ИХ ПРОИЗВОДСТВЕ — НЕОБХОДИМО



Остек представляет современные системы подготовки, смешивания и дозирования материалов Dopaq. Они позволяют автоматизировать применение большинства клеев, герметиков и компаундов; повышают производительность и стабильность процесса; экономят расходные материалы и выводят производства на новый, современный уровень.

### ОБОРУДОВАНИЕ DOPAG — ЭТО:

- автоматизация процессов применения клеев, герметиков и компаундов с любым количеством компонентов;
- автоматизация процесса использования отечественных материалов, в том числе **Виксинт У-1-18, У-2-28, У-4-21, ПК-68, К-68, ВК-9, ЭЗК-6** и др.;
- автоматизация процесса использования материалов с наполнителями, включая кварцевый песок и алюминиевую пудру;
- коэффициент смешивания от 100:100 до 100:0,25;
- возможность дегазации, заливки в вакууме и координатного нанесения.



будущее  
создается

[www.ostec-dispensing.ru](http://www.ostec-dispensing.ru)  
ООО «Остек-Интегра»  
(495) 788 44 44  
[dispensing@ostec-group.ru](mailto:dispensing@ostec-group.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)



Решения в области заливки и герметизации

# ТЕХПОДДЕРЖКА

## Новая Paraquida.

### Автомат установки компонентов или...



Текст: **Василий Афанасьев**



В статье «Paraquida — новый стандарт автомата установки ПМИ для мелкосерийного многономенклатурного производства», бюллетень «Поверхностный монтаж» № 2 (82) март 2010, мы познакомили читателей с принципиально новым автоматом установки компонентов Paraquida. Спустя 4 года мы представляем вам автомат, который претерпел значительные изменения, направленные на увеличение гибкости, эффективности и функциональности, о чем и пойдет речь в статье.



1  
Автомат Paraquda

Непрерывное развитие — одно из ключевых условий успеха компании. Быть на шаг впереди своих конкурентов и при этом выбрать правильное направление движения, это особенность, отличающая компанию на рынке, и, как следствие — залог успеха. Это касается любой сферы человеческой деятельности: от производства мобильных телефонов и бытовой техники до машиностроения и высокотехнологичных научных разработок. Не исключение и рынок сборочно-монтажного оборудования, острая конкуренция на котором, наряду с миниатюризацией элементной базы, дает стимул постоянному усовершенствованию и модернизации производимых систем.

К проведению оптимизации модельного ряда используется различный подход, который зависит от ряда факторов: насколько успешна была предыдущая модель, возможно ли малыми усилиями привести ее к модернизации, имеет ли это смысл и т.д. На основании этих факторов принимается решение о том, будет ли выпу-

щена принципиально новая модель или появится усовершенствованная версия нынешней. Особенно удачные концепции обычно лишь перерождаются в новой версии. В качестве примера можно вспомнить небезызвестные модели смартфонов американских или корейских брендов или широко распространенные американские автомобили гольф-класса. Сейчас в них после буквенного названия модели идут цифры, обозначающие версию выпуска. Это значит, что продукт нашел свою целевую аудиторию, и более поздние модификации выпускаются в связи с потребительским спросом, технической модернизацией и конкурентной борьбой.

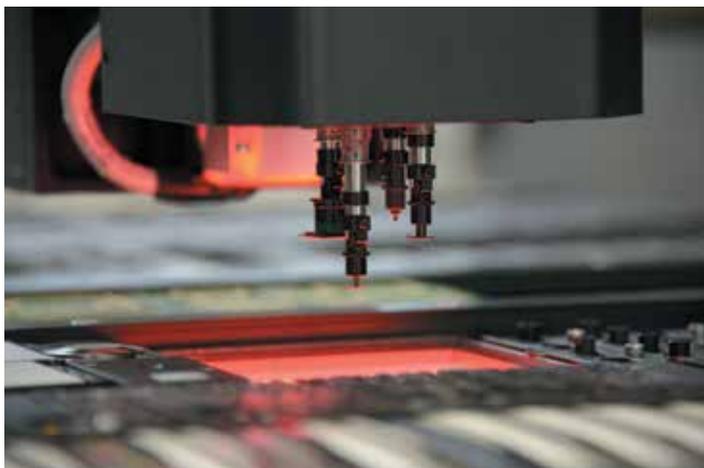
Если говорить применительно к рынку оборудования для поверхностного монтажа, то примеры здесь также лежат на поверхности. Samsung Techwin продолжает развивать сверхуспешную линию SM400 и в то же время выпускает новый DECAN. FUJI объявляет о выходе NXTIII на смену NXTII и AIMEX II на смену AIMEX. ERSA уже демонстрирует печи 4-й серии и так далее. Не оста-

лась в стороне и компания Essemtec, лидер в производстве оборудования для мелкосерийного многономенклатурного производства.

Четыре года назад компания Essemtec выпустила автомат Paraquda **рис 1**, создавший новый сегмент для установщиков SMD компонентов. Его отличительной особенностью была производительность для среднесерийного производства, и при этом были добавлены некоторые свойства для автоматов, используемых в мелкосерийном производстве: количество питателей более 200 или возможность встраивания дозатора для пасты. В том числе в нем использовалось абсолютно уникальное программное обеспечение с полной визуализацией и доступностью оператору с любым уровнем подготовки. Концепция оказалась более чем успешной, но технический прогресс и требования рынка диктуют свои условия производителям. Усовершенствования коснулись и данного автомата. Посмотрим, в чем же они заключаются.

## Para-4 и Para-2

Изначально автомат Paraquda был оснащен установочной головой с четырьмя вакуумными захватами и обеспечивал монтаж со скоростью до 10 000 компонентов в час. При этом диапазон устанавливаемых компонентов лежал в пределах от 01005 до 100x100 мм. Изменения коснулись системы технического зрения, используемой для центрирования компонентов и алгоритма обработки данных. Способ центрирования остался неизменным — одновременный «на лету» для всех четырех компонентов **рис 2**. Правда при этом уменьшился максимальный устанавливаемый компонент — до 80x70 мм, что, впрочем, и так перекрывает абсолютное большинство SMD элементов. В то же время, максимальная производительность автомата выросла до 15 000 компонентов в час.



**2** Одновременное центрирование четырех компонентов

Удачная концепция Paraquda заставила разработчиков задуматься о появлении менее производительной версии, которая должна была заменить снятый с производства автомат FLX-2011. В результате появился автомат с двумя вакуумными захватами, максимальная производительность которого составляет 10500 компонентов в час. Для обозначения обновленных моделей было решено сократить название Paraquda и поставить индекс, обозначающий количество вакуумных захватов. Сейчас автоматы серии Paraquda носят имена Para-2 и Para-4.

Очень важно, что модель Para-2 можно превратить в Para-4. Это реализуемо за счет смены установочных голов автомата. Голова с двумя захватами меняется на голову с четырьмя захватами, и всю эту процедуру можно осуществить на территории заказчика.

## Питатели

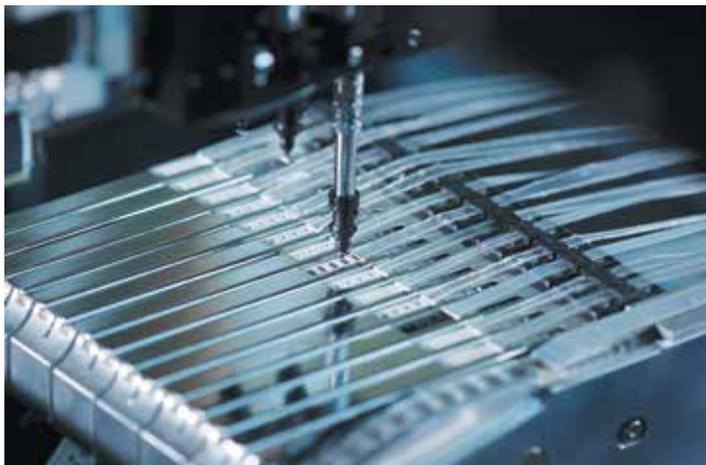
Как и раньше, Paraquda можно оснастить питателями для ленты 8 мм в количестве до 240 для автономного автомата и до 200 для конвейерного. В конвейерном варианте питатели могут располагаться не только с фронтальной и тыльной сторон автомата, но и с торцевых сторон параллельно конвейеру **рис 3**. Все питатели, как и прежде, интеллектуальные, что влияет на скорость переналадки автомата при переходе на новое изделие.

В Paraquda могут быть использованы как индивидуальные питатели, так и блочные серии CLM **рис 4**, использующиеся сегодня в автоматах серии FLX. Причем оба типа питателей можно использовать одновременно. Например, на фронтальной базе могут находиться индивидуальные питатели, а на тыльной — блочные **рис 5**.

Новые индивидуальные электронные питатели — одна из недавних разработок компании Essemtec. Их тестирование проводилось в течение года в режиме непрерывной эксплуатации. В ходе работ удалось добиться



**3** Индивидуальные питатели, установленные с торцевой стороны автомата



4 Блочные питатели CLM



6 Сканирование штрих-кодов питателей



5 Индивидуальные и блочные питатели, установленные с двух сторон

непревзойденной стабильности подачи компонентов, а также более надежной работы самих механизмов.

Питатели предназначены для ленты шириной от 8 до 56 мм, причем «восьмерки» – сразу для двух лент и занимают один слот на базе. Это означает, что независимо от того, блочные или индивидуальные питатели используются, количество типономиналов, устанавливаемых на базу автомата в ленте 8 мм, будет неизменным (как было указано выше: 200 и 240). Это серьезное отличие от автоматов, в которых использование индивидуальных питателей ведет к резкому сокращению типономиналов компонентов по сравнению с блочными. Примечательно, что у Paraquda питатели для 12 и 16 мм тоже занимают всего один слот.

Помимо ленточных питателей в Paraquda, разумеется, применяются и вибропитатели для пеналов, пита-

тели для матричных поддонов, питатели для обрезков лент. Из новинок можно отметить автоматический питатель из матричных поддонов, устанавливаемый на любую из баз автомата и предназначенный для 18 паллет с микросхемами. Подача нужной паллеты производится непосредственно в процессе работы автомата согласно программе.

Присвоение компонентов конкретным питателям может происходить с помощью сканера штрих-кодов рис 6, что значительно упрощает первоначальную подготовку рабочих программ. Также снижается риск ошибочной загрузки ленты в питатель. При работе в интеллектуальной среде eMis управление складом компонентов осуществляется в реальном времени.

## Верификатор компонентов

Верификатором перед установкой на плату могут быть измерены электрические параметры дискретных компонентов, что, в случае ошибки оператора или поставки некачественных ЭРИ, сводит вероятность брака практически на нет. Заданное количество компонентов автоматически переносится к системе верификации и тестируется между двумя электрическими контактами. Проверка выполняется с высокой точностью и скоростью. Только после успешной проверки компонент устанавливается на плату.

Ранее для Paraquda был доступен одноканальный верификатор компонентов лишь с одной парой контактов, поэтому проверка компонентов происходила на каждом из четырех захватов поочередно. Сейчас возможна проверка всех компонентов одновременно благодаря станции верификации, состоящей из четырех пар контактов рис 7. Обработка данных осуществляется также одновременно и занимает минимальное время. Модуль верификации представляет собой не внешний



7 Одновременное тестирование компонентов на верификаторе



8 Управление автоматом через графический интерфейс

блок, а полностью интегрирован в автомат, что, впрочем, никак не сказывается на возможности дооснащения. Верификатор по-прежнему может быть установлен в процессе эксплуатации у заказчика, равно как и одноканальный может быть переоборудован в четырехканальный.

## Программное обеспечение ePlace



ПО автомата Paraquda с момента выхода и по сей день остается уникальным и не имеющим аналогов. Неизбежные, как и у любого нового продукта, «баги» уже

давно выявлены и устранены. Все операции с Paraquda осуществляются без мыши и клавиатуры, а с помощью сенсорного 19-дюймового монитора простым нажатием пальца, аналогично смартфонам или планшетам **рис 8**. Сам монитор регулируется по высоте и углу. Для простоты использования все элементы программного обеспечения выполнены в графическом виде и оснащены всплывающими подсказками. Каждый оператор может настроить под себя вид и масштаб рабочих окон программы, а также оптимизировать меню для удобного доступа к наиболее часто используемым функциям.

Для эффективной организации производства важным является учет выполненной работы с детализацией

## Примеры окон рабочего интерфейса

### ■ Окно «Работа»

В нем отображается анимационное изображение ПУ, кнопки настройки режимов работы, информация об используемых компонентах, выбор компонентов для монтажа и другие функции.



### ■ Окно «Статистика»

По каждому компоненту отображается информация об израсходованном количестве, дате использования, остатке на складе, номере изделия, в котором применены компоненты, месте расположения на складе и др.



каждого установленного или отбракованного компонента, а также контроль остатка компонентов на складе для своевременного пополнения. Программное обеспечение ePlace может работать в сочетании с другими модулями, в частности eMis, в которых реализуется полная прослеживаемость, мониторинг работы и управление складом.

Программное обеспечение недавно было переведено на русский язык, что должно уничтожить даже те незначительные сложности, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации.

## Нанесение материалов

### КАПЛЕСТРУЙНАЯ ГОЛОВКА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ

Как и многие автоматы для мелкосерийного многономенклатурного производства, Paraquda имеет возможность не только устанавливать компоненты, но и наносить различные материалы, таких как паста и клей, а также герметики, компаунды, лаки, флюсы и множество других, а следовательно может быть использован для широкого спектра задач, например при корпусировании элементов, монтаже кристаллов, подзаливке, герметизации, PoP и прочих операциях **T1**. Использование различных головок нанесения в Paraquda оказалось настолько успешным, что на ее базе был разработан специализированный автоматический дозатор Scorpion.

Но настоящей революцией, стало внедрение каплеструйной головки для нанесения паяльной пасты. Данное решение было впервые продемонстрировано на выставке Productronica 2013 и вызвало сенсацию.

### ВСТРОЕННАЯ СИСТЕМА КАПЛЕСТРУЙНОГО НАНЕСЕНИЯ ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ



В отличие от других автоматов установки компонентов, где может быть дополнительно реализовано только дозирование при помощи пневматической или шнековой головки, в этой модели может использоваться специальная головка для высокоскоростного и прецизионного бесконтактного каплеструйного нанесения материалов, таких как паста или клей.

Примечательно, что в Paraquda есть отличия от специализированного оборудования каплеструйного нанесения, и касаются они используемой паяльной пасты. Первое отличие заключается в том, что данная головка не предъявляет требований к конкретной марке пасты, а работает с широким списком мировых брендов. А второе — это типы используемой пасты. У Paraquda они лежат в диапазоне от 4 до 7. То есть по важнейшему ключевому параметру Essemtec смог обойти традиционные системы каплеструйного нанесения! Производительность системы составляет до 80 000 доз в час! И все это — и нанесение пасты, и монтаж — происходит в одной установке!

В процессе работы проводится корректировка высоты нанесения бесконтактным лазерным датчиком и корректировка диаметра доз при помощи встроенных камер. Программа нанесения материалов генерируется из программы установки компонентов, то есть отдельного программирования не требуется. Также каплеструйная головка не подразумевает сложного технического обслуживания, а часть опций, например вакуумная система очистки насадки, интегрируется в машину, и сама операция происходит автоматически! Данная функция превращает Paraquda уже не в автомат установки компонентов, а в уникальный сборочный центр, осуществляющий скоростное нанесение пасты и монтаж компонентов на одной машине! Отсюда экономия средств, площадей и времени на программирование автомата.

Essemtec снова сделал шаг вперед. Новая Paraquda стала еще гибче, функциональнее, надежнее и интереснее. Новый стандарт для оборудования задан, а мы ждем с нетерпением дальнейших разработок. 

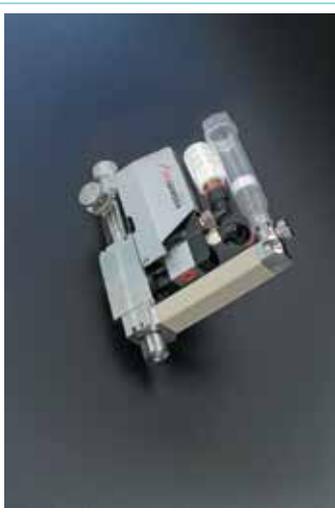
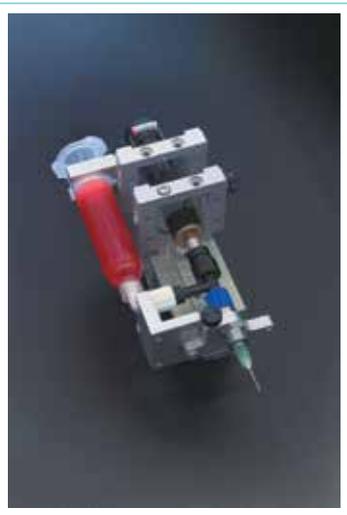
#### ■ Окно «Склад»

Дает информацию о номинале, погрешности, обозначении, изделии, поставщике, полярности, идентификационный номер, общее количество, остаток, лимит остатка, тип ленты, срок службы, количество, необходимое для сборки всех плат в партии.



T 1

Головки нанесения материалов для автомата Paraguda

Тип головки	Изображение	Тип головки	Изображение
<p><b>Каплеструйная</b>            Нанесение: паста, клей            Производительность:            80 000 доз в час            Возможное количество на автомате: 1</p>		<p><b>Шнековая</b>            Паста, клей, герметики, компаунды и др.            Производительность 10 000 доз в час            Возможное количество на автомате: 1</p>	
<p><b>Пьезоэлектрическая</b>            Нанесение: паста, материалы на основе эпоксидных смол            Производительность:            30 000 доз в час            Возможное количество на автомате: 1</p>		<p><b>Пневматическая</b>            Паста, клей, герметики, компаунды, флюсы и др.            Производительность 10 000 доз в час            Возможное количество на автомате: 2</p>	



# Видеть сегодня печатные узлы будущего невозможно, **НО ТЕХНОЛОГИИ их сборки — необходимо**



## Paraquda

Сверхгибкий автомат установки компонентов и нанесения паяльной пасты



Встроенный каплеустановочный дозатор для прецизионного нанесения паяльной пасты и клея



Возможность выбора как конвейерного, так и неконвейерного исполнения, допускающего установку широкого диапазона питателей со всех сторон автомата



Программное обеспечение ePlace на базе сенсорного дисплея, упрощающее работу с ним и ускоряющее подготовку рабочих программ



Две или четыре головки, способные устанавливать компоненты с размерами от чип 01005 до 80×70×25 мм и микросхемы с шагом выводов до 0,3 мм



Измерение электрических параметров компонентов перед установкой, позволяющее исключить из сборки компоненты, несоответствующие требованиям



будущее создается

[www.ostec-smt.ru](http://www.ostec-smt.ru)  
ЗАО «Остек-СМТ»  
(495) 788 44 44  
[info@ostec-smt.ru](mailto:info@ostec-smt.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)



Оборудование  
опрессовки  
контактов

# WDT —

переходное звено  
от ручного инструмента  
к автоматизированным  
системам



Текст: **Алексей Рябчиков**

”

Опрессовка кабельных изделий используется в процессе подготовки многожильных проводов для винтовых или клемных соединений, для соединения многожильных и одножильных проводов между собой, для установки на провод наконечников и контактов. Согласно мировым стандартам соединение кабельных изделий методом опрессовки является более технологичным по сравнению с методом пайки и сварки проводов.

В настоящее время на большинстве предприятий России используется ручной инструмент для обжима наконечников. Между тем, компания WDT разработала решения, которые позволяют автоматизировать установку на провод наконечников и контактов.



1 Оборудование для опрессовки наконечников WDT

Оборудование для опрессовки наконечников WDT **рис 1** обладает рядом существенных особенностей:

- соотношение цена — качество — производительность;
- универсальность использования;
- быстрая перенастройка и смена матриц;
- возможность использования ногового управления;
- оптимальная эргономика.

Прежде всего, стоит рассказать о соотношении цена-качество-производительность.

Оборудование компании WDT является переходным звеном от ручного инструмента к автоматическим прессам и обладает высокой производительностью по сравнению с ручным инструментом. Также оборудование WDT и дополнительная оснастка, необходимая для работы с различными типами контактов и наконечников, значительно дешевле автоматических прессов. Основной модельный ряд представлен на **рис 2**.

Для оборудования и инструмента опрессовки особенно важна универсальность использования для различ-

ных типов контактов и наконечников. Оборудование WDT способно работать с диапазоном сечений проводов от 0,1 до 180 мм<sup>2</sup> и с основными типами наконечников и контактов, подаваемых россыпью, а именно:

- наконечник цилиндрической формы втулочный (гильза);
- наконечник петлевой типа «О»;
- наконечник вилочный типа «U»;
- наконечник ножевой для ножевого разъема;
- специальные наконечники для установки в разъем;
- силовые наконечники;
- наконечники штифтовые, флажковые, кольцевые, крючкообразные, и др.

В **Т 1** представлены основные технические характеристики оборудования WDT.

При работе с различными типами наконечников и контактов также важна быстрая перенастройка оборудования под конкретный тип. Смена обжимных матриц, представленных на **рис 3**, осуществляется без помощи



2 Линейка оборудования опрессовки наконечников компании WDT

## Т 1

Основные технические характеристики оборудования WDT

Таблица 1	UP 14	UP 35	SSC	UP 60
Вес	13 кг	20 кг	22 кг	60 кг
Диапазон сечений проводов	0,1 — 6 мм <sup>2</sup>	0,1 — 35 мм <sup>2</sup>	0,1 — 16 мм <sup>2</sup>	0,1 — 180 мм <sup>2</sup>
Усилие опрессовки	14 кН	35 кН	35 кН	75 кН
Механизм закрытия	Радиальный	Параллельный	Параллельный	Параллельный
Используемые наконечники				



## 3

Обжимные матрицы для оборудования опрессовки

специального инструмента и не требует особых навыков. Она происходит в течение нескольких минут, а для увеличения производительности каждая обжимная матрица оснащается несколькими слотами для различных сечений проводов.

Все типы оборудования WDT позволяют работать при помощи ножного управления рис 4, что упрощает работу оператора и увеличивает скорость работы. Оборудование также оснащено системой безопасности и защитным кожухом рис 5, которые обеспечивают комфортную работу оператора.

Несмотря на свои внушительные возможности оборудование имеет небольшой вес — от 13 до 60 кг (в зависимости от модели) и эргономично-миниатюрную конструкцию, что позволяет оператору легко справляться с перемещением машин на разные участки сборки.

Оборудование опрессовки контактов WDT соответствует европейским стандартам по безопасности, уровню шума и качеству. Его применение охватывает широкую область: от электротехнических шкафов, установленных в помещениях, до электротехнических изделий, применяемых в гражданской сфере.

Оборудование WDT — отличный вариант перехода от ручного инструмента к полуавтоматическому оборудованию, так как позволяет снизить трудозатраты персонала, обеспечить высокую производительность и безопасность труда, снизить влияние человеческого фактора. 



4

Педаль для ножного управления



5

Защитный кожух



Участок сборки оборудования WDT

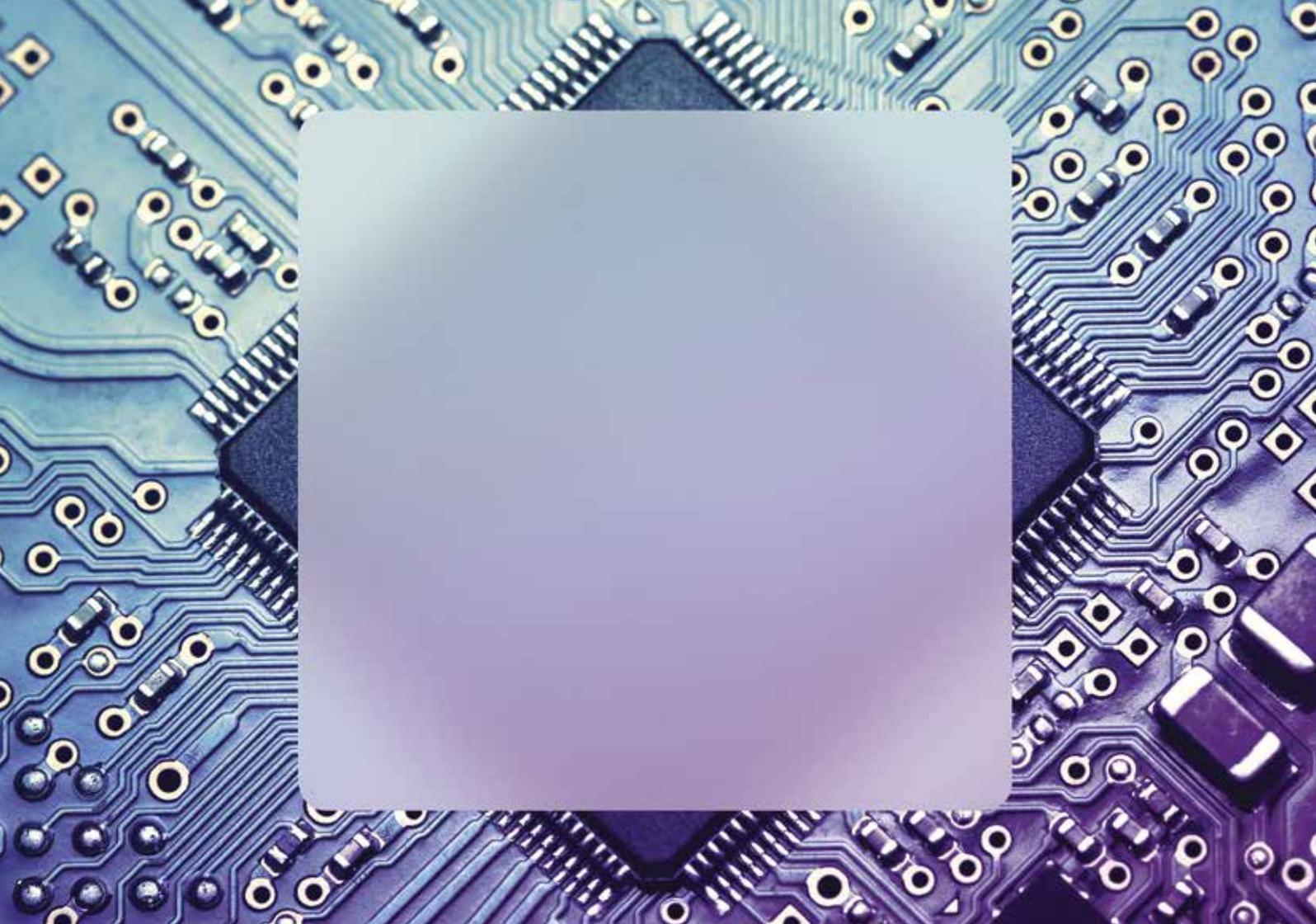


Здание головного офиса и завода компании WDT

Компания WDT ToolTech AG расположена в г. Пфаффикон, Швейцария, имеет более чем 25-летний опыт работы в сфере решений для опрессовки проводных соединений.

Благодаря активным контактам с конечными пользователями и производителями разъемов компания WDT предлагает заказчикам актуальные и востребованные на рынке решения.

В феврале 2014 года компания заключила дистрибьюторское соглашение с Группой компаний Остек об эксклюзивном представительстве на территории РФ, РБ, Казахстана и Узбекистана.



# Видеть сегодня печатные узлы будущего невозможно, но быть способным их инспектировать — необходимо



## Viscom S3088

Универсальная установка АОИ



Алгоритмический подход позволяет осуществлять подготовку программ за минимальное время



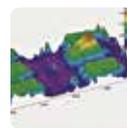
Интуитивный русифицированный интерфейс делает управление доступным для оператора с любым уровнем подготовки



Четыре ортогональных и восемь угловых камер высокого разрешения не пропустят ни один дефект



Инспекция нанесения пасты, качества монтажа компонентов и пайки — в одной системе



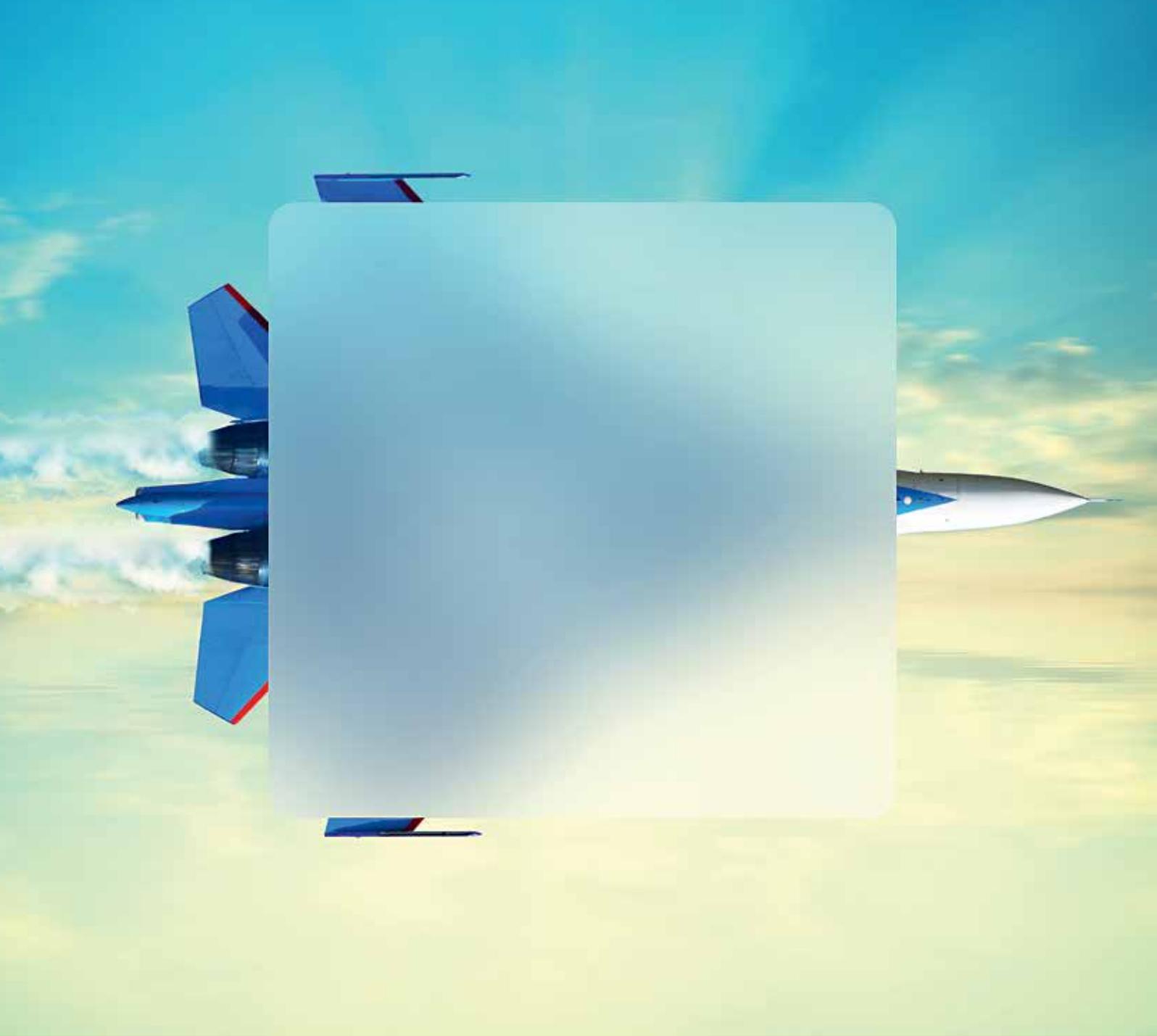
Возможность 3D-инспекции печатных узлов



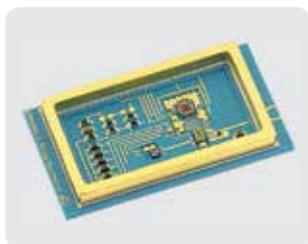
будущее создается

[www.ostec-smt.ru](http://www.ostec-smt.ru)  
ЗАО «Остек-СМТ»  
(495) 788 44 44  
[info@ostec-smt.ru](mailto:info@ostec-smt.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)





Видеть сегодня в действии СВЧ-решения будущего невозможно, **НО ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ НИХ — НЕОБХОДИМО**



Диапазон сфер применения СВЧ-технологий необычайно широк — от мобильных гаджетов до истребителей пятого поколения. А многие другие технические задачи, которые завтра будут решаться с помощью СВЧ-компонентов, пока только ставятся. Но уже сегодня мы предлагаем передовое оборудование и материалы для их производства. Высокие показатели инновационных керамических материалов позволяют не только увеличивать быстродействие компонентов, но и создавать новые классы легких сверхкомпактных СВЧ-изделий.



**будущее  
создается**

[www.ostec-micro.ru](http://www.ostec-micro.ru)  
ЗАО «Остек-ЭК»  
(495) 788 44 44  
[cleaning@ostec-group.ru](mailto:cleaning@ostec-group.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)

