

02 (15) март 2015

# ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Научно-практический журнал



## ТЕХНОЛОГИИ

Андрей Голубьев  
Роман Лыско

24

«ПОТОК» — РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ  
ЖГУТОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ



## КАЧЕСТВО

Николай Ливанов

66

ЕСТЬ НА ЧТО ОПЕРЕТЬСЯ —  
ПРОМЫШЛЕННАЯ МЕБЕЛЬ  
GEFESD



## ТЕХПОДДЕРЖКА

Денис Кулицкий

90

ВОПЛОЩАЯ ИДЕИ.  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ  
РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ ASYS



Видеть сегодня изделия будущего невозможно,

## НО ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПАУНДОВ В ИХ ПРОИЗВОДСТВЕ — НЕОБХОДИМО

Остек представляет современные системы подготовки, смешивания и дозирования материалов Dorag. 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 DORAG — 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



### Уважаемые читатели!

Факторы, влияющие на отрасль, пришли в движение, создавая среду с высокой турбулентностью. В результате все мы сталкиваемся с неопределенными, неограниченными и порой еще не сформулированными проблемами.

Самое бесполезное в этих условиях — ждать, когда наступят старые времена. В такой сложной системе как современная экономика не бывает повторов, возвратов на круги своя. Как пишет Насим Талеб в книге «Антихрупкость»: «В искусственных сложных системах развитие часто ступенчато и определяется неуправляемыми цепными реакциями, которые уменьшают, а то и вовсе исключают предсказуемость и порождают нестандартные события. Современный мир аккумулирует технические знания, однако будущее при этом парадоксальным образом делается все менее предсказуемым». Поэтому, несмотря на распространённое мнение, что история развивается по спирали, мир никогда не возвращается в прежнее состояние, он постоянно усложняется. Ностальгировать и ожидать, вернется или не вернется сладкое прошлое, бессмыслен-

но. В современных условиях выживут бизнесы и люди, способные приспосабливаться к новым условиям.

Сложившаяся ситуация замечательна для создания нового.

Необходимо работать здесь и сейчас, реагируя на сильные сигналы, посылаемые турбулентной окружающей средой, и обращая внимание на пока не очень явные, но перспективные сигналы будущих потребностей общества.

Необходимо незашоренным взглядом посмотреть на границы рынка и возможности их расширения. Предложить другие новые способы решения проблем человека и общества, тем самым радикально изменив представления о ценности. Подумать о продуктах завтрашнего дня, клиентах завтрашнего дня и, что наиболее важно, о необходимых компетенциях завтрашнего дня.

Выиграют те, кто поймет — именно сейчас время активных действий. Только преодолев трудности, можно стать сильнее.

**Антон Большаков, директор по маркетингу**

# В НОМЕРЕ

## НОВОСТИ

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 4 | ОТКРЫТИЕ ЦЕНТРА ТЕХНОЛОГИЙ КОНТРОЛЯ (ЦТК) В РАМКАХ III КОНФЕРЕНЦИИ ПО ТОМОГРАФИИ | 6 | ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3DP КОМПАНИИ VOXELJET В АВТОМОБИЛЕ IMPERIA GT |
| 4 | AMADA MIYACHI EUROPE ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВУЮ СИСТЕМУ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ NOVA 3         | 7 | НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ МАТЕРИАЛОВ И ЗАЛИВКЕ                    |
| 5 | V ЕЖЕГОДНЫЙ СЕМИНАР ПО КЕРАМИКЕ  |   |   |



ПЕРСПЕКТИВЫ стр. 8

## ПЕРСПЕКТИВЫ

**3D-MID — ЭТО НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ. В ШВЕЙЦАРИИ ЗАПУЩЕНО КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КОМПАНИИ MULTIPLE DIMENSIONS С РОССИЙСКИМ УЧАСТИЕМ. . . . . 8**

Автор: Илья Шахнович

## ТЕХНОЛОГИИ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ JTAG-ТЕСТИРОВАНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ. ЧАСТЬ 2 . . . . . 18**

Автор: Алексей Иванов

**«ПОТОК» — РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЖГУТОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ . . . . . 24**

Авторы: Андрей Голубьев, Роман Лыско

**ИНТЕРАКТИВНЫЙ СБОРОЧНЫЙ ПЛАЗ: ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ . . . . . 30**

Авторы: Роман Лыско, Дмитрий Максимов

**ПЯТИПОРШНЕВАЯ СИСТЕМА ВАКУУМНОГО ПЛАНАРНОГО ПРЕССОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ И ГИБРИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАГРЕВА ИЛИ КАК ГЛАВНОМУ ТЕХНОЛОГУ И НАЧАЛЬНИКУ ЦЕХА ПП НАВСЕГДА ИЗБАВИТЬСЯ ОТ ГОЛОВНОЙ БОЛИ ИЗ-ЗА УЧАСТКА ПРЕССОВАНИЯ? . . . . . 34**

Автор: Семен Хесин

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТОНКИХ СТРУКТУР. РАСТРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ. ЧАСТЬ 1 . . . . . 45**

Автор: Андрей Ляпин

**УТОНЕНИЕ И ОБРАБОТКА УЛЬТРАТОНКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН . . . . . 53**

Автор: Сергей Сафонцев



ТЕХНОЛОГИИ стр. 24

## КАЧЕСТВО

### ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ЗАПУСКА ПРОДУКЦИИ В ПРОИЗВОДСТВО ..... 60

Автор: Александр Антонов

### ЕСТЬ НА ЧТО ОПЕРЕТЬСЯ — ПРОМЫШЛЕННАЯ МЕБЕЛЬ GEFESD ..... 66

Автор: Николай Ливанов

### ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЖГУТОВ ..... 72

Автор: Антон Шейхо

## ОПТИМИЗАЦИЯ

### ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКУПОК КОМПОНЕНТОВ, КОМПЛЕКТУЮЩИХ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИБОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА НАЧАЛЬНИКА СЛУЖБЫ ЗАКУПОК ..... 78

Автор: Станислав Гафт

### КАК СОВРЕМЕННЫЕ ОТМЫВОЧНЫЕ ЖИДКОСТИ ВЛИЯЮТ НА ОХРАНУ ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАТРАТЫ. ПО МАТЕРИАЛАМ КОМПАНИИ ZESTRON ..... 85

Авторы: Роман Порядин, Денис Поцелуев

## ТЕХПОДДЕРЖКА

### ВОПЛОЩАЯ ИДЕИ. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ ASYS ..... 90

Автор: Денис Кулицкий

### ЕСТЬ КОНТАКТ! ЗАЛИВКА И ГЕРМЕТИЗАЦИЯ КАБЕЛЬНЫХ РАЗЪЕМОВ: КАК ИЗБЕЖАТЬ ТРУДНОСТЕЙ И «ПОДВОДНЫХ КАМНЕЙ» ..... 97

Автор: Максим Голубьев

### ВАКУУМНЫЕ МИКСЕРЫ — ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПАУНДОВ, КЛЕЕВ И ГЕРМЕТИКОВ ..... 104

Автор: Илья Усов



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 97

## АВТОРЫ НОМЕРА

- Илья Шахнович**  
Заместитель главного редактора журнала «Электроника: НТБ»  
journal@electronics.ru
- Алексей Иванов**  
JTAG Technologies  
russia@jtag.com
- Андрей Голубьев**  
Генеральный директор ООО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru
- Роман Лыско**  
Начальник отдела модернизации производств кабельных изделий ООО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru
- Дмитрий Максимов**  
Ведущий специалист отдела модернизации производств кабельных изделий ООО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru
- Семен Хесин**  
Старший инженер отдела технологического оборудования и материалов ООО «Остек-Сервис-Технология»  
ost@ostec-group.ru
- Андрей Ляпин**  
Главный специалист отдела технологического оборудования и материалов ООО «Остек-АртТул»  
info@arttool.ru
- Сергей Сафонцев**  
Старший сервис-инженер ООО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru
- Александр Антонов**  
Ведущий инженер отдела перспективных технологий ООО «Остек-СМТ»  
lines@ostec-group.ru
- Николай Ливанов**  
Менеджер по продукту ПО «Гефесд»  
market.inf@gefesd.ru
- Антон Шейхо**  
Главный специалист технического сопровождения ООО «Остек-Электро»  
nec@ostec-group.ru
- Станислав Гафт**  
Генеральный директор ООО «Остек-Инжиниринг»  
okp1@ostec-group.ru
- Роман Порядин**  
Старший инженер отдела технического сопровождения ООО «Остек-Интегра»  
materials@ostec-group.ru
- Денис Поцелуев**  
Начальник отдела продаж ООО «Остек-Интегра»  
materials@ostec-group.ru
- Денис Кулицкий**  
Ведущий специалист отдела комплексной автоматизации производств ООО «Остек-СМТ»  
lines@ostec-group.ru
- Максим Голубьев**  
Ведущий специалист группы финишной сборки ООО «Остек-Интегра»  
materials@ostec-group.ru
- Илья Усов**  
Ведущий специалист отдела автоматизации точных производств ООО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru

# НОВОСТИ

## ОТКРЫТИЕ ЦЕНТРА ТЕХНОЛОГИЙ КОНТРОЛЯ (ЦТК) В РАМКАХ III КОНФЕРЕНЦИИ ПО ТОМОГРАФИИ 2015

Востребованность изучения и применения технологий контроля в различных сферах производства послужила предпосылкой создания ЦТК Остек-СМТ – уникального исследовательского центра в области промышленной рентгенографии и компьютерной томографии. Центр создан с целью развития технологий неразрушающего контроля в России, обмена опытом между учёными и специалистами ведущих предприятий.

Инфраструктура Центра технологий контроля позволяет проводить научные исследования для ведущих российских институтов, прикладные исследования по заказу предприятий, демонстрационные исследования изделий. На базе ЦТК будут реализованы программы повышения квалификаций, специализированные обучения для предприятий. Центр станет площадкой для отраслевых мероприятий с воз-


можностью проведения прикладных мастер-классов и исследований на современном оборудовании.

Уже сейчас в ЦТК представлен широкий спектр оборудования:

- рентгеновская установка высокого разрешения nanotex |x, предназначенная для 2D и 3D инспекционных задач в сфере электроники и поверхностного монтажа;
- рентген-телевизионная система Seifert x-cube XL с опцией томографии, основная задача которой – 2D рентгеновская дефектоскопия продукции машиностроения;
- портативный 3D сканер Creaform MetraSCAN для проведения широкого спектра оптических измерений;
- портативная координатно-измерительная система Creaform HandyPROBE

Остек-СМТ планирует расширять круг задач Центра, предлагая все больше возможностей для исследований, внедрения технологий контроля на отечественных производствах.

8 апреля 2015 года – официальное открытие Центра технологий контроля в г. Владимире в рамках III Международной конференции по компьютерной томографии 2015.

Подробнее о Центре технологий контроля: +7 (495) 788-44-44, [info@ostec-ct.ru](mailto:info@ostec-ct.ru) и на сайте [www.ostec-ct.ru](http://www.ostec-ct.ru). 

## AMADA MIYACHI EUROPE ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВУЮ СИСТЕМУ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ NOVA 3


AMADA MIYACHI представила компактную и гибкую систему контактной сварки для применений в области медицинской техники, сварки аккумуляторных батарей, катушек, датчиков и прочих мелких деталей. Уникальная конструкция системы предлагает максимум пространства для надежного и эффективного размещения деталей.

Система NOVA 3 оснащена устойчивой платформой, которая позволяет получать высокое качество и точность сварки. Система совместима со всеми источниками питания и сварочными головами Miyachi, что делает платформу невероятно гибкой. Nova 3 дает возможность значительно снизить издержки и увеличить прибыль на единицу продукции.



## V ЕЖЕГОДНЫЙ СЕМИНАР ПО КЕРАМИКЕ

Преимущества системы контактной сварки Nova 3:

- Устойчивая и эргономичная платформа, идеально подходящая для длительной работы оператора.
- Модульность, позволяющая конфигурировать систему специально под требуемые изделия.
- Возможность оснащения различными типами дверец: ручными, пневматическими и моторизированными.
- Перемещение по осям, осуществляемое с помощью сервоприводов (X-Y, опционально по Z и вращение).
- Встроенная система контроля процесса с помощью цифровой панели управления AWS3 с сенсорным управлением. 



И снова есть серьёзный повод встретиться расширенным составом!

20 мая 2015 года Остек приглашает всех представителей российских предприятий, работающих в сфере производства или потребления компонентов на основе керамики — LTCC, NTCC, MLCC, PZT и т.д. — на пятый ежегодный семинар.


На четырёх предыдущих семинарах подробно рассматривалась тема производства керамических компонентов, включая оборудование, основные особенности технологических процессов, проблемы и их решения. Но в область нашей деятельности входит не только создание производств самих керамических компонентов — мы накопили многолетний опыт по сборке модулей на основе керамики.

Постоянно сталкиваясь с проблемами и вопросами заказчиков в про-

цессе сборки, такими как посадка кристаллов, разварка проволокой, герметизация и т.д., мы решили посвятить семинар именно этой теме. В качестве докладчиков приглашены представители SST International (США) — процессы пайки (рамки, выводы, BGA), AmadaMiyachi (Германия) — приварка расщеплённым электродом и шовно-роликовая сварка, Dage (Германия) — тестирование разваренных выводов и BGA.

Семинар позволит вам решить текущие задачи, получить новейшую информацию, задать нашим специалистам все интересующие вас вопросы и, конечно, обменяться знаниями и опытом с коллегами.

Семинар пройдёт 20 мая в офисе ГК Остек по адресу: Москва, ул. Молдавская, д. 5, стр. 2.

Дополнительная информация на сайте [www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru). 



## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D КОМПАНИИ VOXELJET В АВТОМОБИЛЕ ИМПЕРИЯ GT

Бельгийская компания Imperia выпустила эко-спортивный ретро-родстер, сочетающий удовольствие от вождения и гибридные технологии ([www.imperia-auto.be](http://www.imperia-auto.be)).

Гибридный двигатель с мощностью в 350 л.с. и отличный крутящий момент позволяют родстеру Imperia достигать характеристик супер кара: разгон от 0 до 100 км/ч займет всего четыре секунды. И это только начало — родстер имеет сенсационно низкие уровни выбросов CO<sub>2</sub> — 50 граммов на километр.

Новый автомобиль был воссоздан с применением совершенно новых технологий. Поставленные задачи проекта: концепт должен быть оснащен 1,6-литровым бензиновым двигателем с турбиной, выдающим мощность в 200 л.с., электрическим двигателем с мощностью 150 л.с. Также конструкция трансмиссии требовала разработки редуктора с колесной парой 4x2.

Разработчики Imperia обратились к французской литейной компании Sicta, которая специализируется на литье алюминия. В качестве базовой технологии создания моделей была выбрана 3D печать песчаных форм.

Сервисный центр Voxeljet является одним из крупнейших европейских поставщиков услуг по производству пластиковых моделей и песчаных форм для литья металлов. Более десяти высокопроизводительных 3D принтеров, в том числе широкоформатных, которые могут печатать пресс-формы размером со спортивный автомобиль, гарантируют быстрое и эффективное выполнение заказов — возможности ежемесячной печати составляют более 200 000 литров.

3D печать песчаных форм для изготовления прототипа коробки передач является одной из классических задач Voxeljet. Эти проекты

всегда считались основными в производстве небольших партий — быстро, эффективно и с высоким качеством. Именно этот тип продукта является наилучшим выбором для технологии печати. Ограниченность серии, точность и сложность литья делают 3D печать максимально эффективным способом изготовления оснастки.

В отличие от обычного изготовления пресс-форм, в которых только производство моделей или ящиков для литья может занять до нескольких недель, песчаные формы для литья коробки передач были изготовлены в течение нескольких дней. Формы создаются без громоздкой и дорогой оснастки и производятся в полностью автоматизированном процессе только на основе данных САПР.

Принтер селективно склеивает слои кварцевого песка толщиной 300 микрон слой за слоем, созда-






## НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ МАТЕРИАЛОВ И ЗАЛИВКЕ

вая точные литевые формы для литья металлов. Технология печати Voxeljet имеет еще одно преимущество: автоматы используют только просеянный кварцевый песок, который равномерно распределяется тонкими слоями по всему объему изделия. Соответственно готовые литые детали имеют более гладкую поверхность и отличаются безупречным качеством по сравнению с ручным способом изготовления песчаных форм. Высокопроизводительные печатающие головки новых машин имеют отличное разрешение и скорость печати, что позволяет печатать литейные формы даже для мелкосерийных производств.

Не менее важна экономическая составляющая. Стоимость изготовления с использованием 3D принтера по отношению к общей стоимости до определенного (небольшого) размера партии значительно дешевле, чем традиционные методы, благодаря отсутствию затрат на инструмент.


Imperia и Sicta высоко оценили исполнение печатных песчаных форм Voxeljet. В дополнение к экономическим преимуществам и срокам изготовления было отмечено высокое качество полученного изделия. Удалось произвести и поставить коробку передач отличного качества через три недели после получения заказа, что стало значительным шагом в возрождении Imperia. 

ООО «Остек-ЭТК» постоянно расширяя ассортимент своей продукции, представляет серию новинок в области решений для заливки электротехнических изделий — вакуумные миксеры для смешивания и дегазации материалов и многокомпонентную систему подготовки и дозирования материалов.

Вакуумные миксеры идеально подходят для высоковязких материалов, в том числе герметиков и паст типа Виксинт У-1-18 и особенно актуальны для мелкосерийных и опытных производств.

Многокомпонентная система дозирования минимизирует влияние человеческого фактора при отвесе компонентов смеси и позволяет

получать материал гарантированно высокого качества.

Более подробную информацию о решениях можно получить у специалистов ООО «Остек-ЭТК» и на сайте [www.ostec-cable.ru](http://www.ostec-cable.ru). 



## ПЕРСПЕКТИВЫ

# 3D-MID — ЭТО НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В Швейцарии запущено контрактное производство компании Multiple Dimensions с российским участием

Текст: **Илья Шахнович**

”

14 октября в швейцарском городе Брюгг состоялось официальное открытие производства новой компании Multiple Dimensions, специализирующейся на технологии 3D-MID. Эта технология — один из методов создания трехмерных литых пластиковых структур с токопроводящим рисунком. Примечательно, что одним из акционеров Multiple Dimensions стала российская компания Остек, а ее генеральный директор Александр Геннадиевич Разоренов вошел в совет директоров. В то время, когда многие говорят о технологии 3D-MID как об «опытной», «экспериментальной», ведущие эксперты в области промышленного инвестирования вкладывают в нее свои деньги. Подчеркнем, среди основателей Multiple Dimensions — именно профессиональные инвесторы, имеющие за плечами не один удачный производственный проект. И это — лучшее подтверждение перспективности технологии. Очень кратко расскажем о новом предприятии. Кратко — с одной стороны, потому что инженерную основу этой фирмы составляет группа под руководством Нухада Бачнака, до этого работавшего в компании Cisor, мы уже рассказывали об этом производстве. С другой стороны, лучшей иллюстрацией работы предприятия являются реализованные проекты, а они еще впереди.



**В** швейцарском городе Брюгг, в промышленной зоне на площадях порядка 1500 м<sup>2</sup>, расположилось производство новой компании Multiple Dimensions. Это контрактное производство, ориентированное на выполнение заказов сторонних клиентов. Оно реально создавалось за полгода — в марте здесь были лишь голые стены, а в октябре мы увидели полностью подготовленные производственные помещения с инженерной инфраструктурой, очистными системами и всем необходимым для 3D-MID оборудованием. На предприятии уже действуют участки литья под давлением, прямого лазерного структурирования, химической металлизации, оптического и электрического контроля. Есть отдел работы с проектами, собственная лаборатория, участок очистки воздуха и воды.

Очень заметно, что изначально предусмотрена возможность быстрого развития. Сейчас в Multiple Dimensions каждый участок представлен одной единицей технологического оборудования или одной производственной линией. Но все готово к тому, чтобы быстро нарастить производственные мощности, и сейчас оборудование в просторных помещениях выглядит как центры кристаллизации для будущего роста.

Впрочем, предоставим слово тем, кто создал это производство — своими руками, знаниями и инвестициями.

Безусловно, ведущим техническим специалистом Multiple Dimensions является соучредитель и технический директор компании Нухад Бачнак. Мы беседовали с ним год назад, когда он работал по соседству, в подразделении Cicorel группы компаний Cicor. А сейчас вся группа Н. Бачнака перешла в Multiple Dimensions. Он показал нам новое производство.

**Н. Бачнак:** Компания Multiple Dimensions была зарегистрирована в конце 2013 года. В январе-феврале мы активно работали с потенциальными инвесторами. Этот процесс завершился весной, в результате мы увеличили наш уставной капитал до 5 млн долларов. Все ведущие акционеры вошли в совет директоров компании. Непосредственно деятельностью фирмы руководит исполнительный директор д.-р. Роланд Кюпфер. Я, как технический директор, занимаюсь технологией.



**Нухад Бачнак (Nouhad Bachnak)**  
учился в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, Университете прикладных наук в Любеке (Германия), степень Executive MBA получил в Институте международного управленческого консультирования в Людвигсхафене. Работал в компаниях Siemens и Tусо Electronics, в 2007-2010 годах занимался развитием технологии 3D-MID в компании HARTING, с 2011 по 2014 – директор подразделения 3D-MID в компании Cicor Technologies

Мы только начинаем нашу деятельность, но у компании уже создана широкая сеть представительств — в США и Великобритании, в Германии, Швеции, России, Китае, Сингапуре, Новой Зеландии и Австралии.

В марте здесь было пустое помещение площадью 1500 м<sup>2</sup> и девять сотрудников. Зато мы обладали большим технологическим опытом, рядом успешно реализованных проектов, большим желанием создать новую фирму, полным доверием акционеров и, что немало важно, — интересом со стороны заказчиков. 3 марта мы получили ключи от нашего помещения, а через два месяца, в мае, заработала первая гальваническая линия. В середине мая мы уже подписали с заказчиками 24 соглашения о конфиденциальности (NDA) и приступили к работе.

Менее чем за полгода уже выпущено порядка 50 тыс. изделий — в основном это экраны с защитной токопроводящей линией для считывателей кредитных карт и в меньшей мере детали для электрических разъемов компании Fischer Connectors. Были и другие заказы. Однако по сути сейчас у нас лишь два серийных изделия, в проработке на стадии опытного производства — еще пять-шесть проектов, связанных с автоэлектроникой, антеннами, электрическим конструктором типа LEGO и т.д. Но основная работа начинается только сейчас. Многие потенциальные клиенты не размещали у нас заказы, поскольку ожидали официального открытия фабрики. Ведь серьезные заказчики с большими объемами сначала просят показать производство. И теперь нам есть что показать.

Создавая предприятие, мы с самого начала решили сконцентрировать все технологические процессы в одном месте. Это принципиально — чтобы достичь высокого качества, нужно владеть всеми процессами. Выполняя текущую операцию, необходимо учитывать специфику последующего процесса, иначе наверняка возникнут проблемы. Я это хорошо понимаю, поскольку занимаюсь технологией 3D-MID более восьми лет.

## Давайте посмотрим на само производство

Сегодня мы имеем полностью действующее производство. Процесс начинается с разработки пресс-форм для будущей 3D-детали. Их изготавливают наши партнеры. Это ответственный этап — как правило, допуск для пресс-формы составляет от ±10 до 20 мкм. Для литья под давлением мы используем термопластавтомат с электрическим приводом IntElect 50–80 компании Sumitomo (SHI) Demag. Его особенность по сравнению с гидравлическими системами — меньшее энергопотребление, экономия составляет от 10 до 40 %. Но самое для нас важное — точность. Процесс литья миниатюрных деталей длится порядка 0,1 с, в течение этого времени нужно изменять скорость потока пластмассы



Участок литья под давлением: **A** — термопласт-автомат IntElect 50–80 компании Sunitomo (SHI) Demag; **B** - пресс-формы. Сейчас установка одна, но подготовлено место для расширения **C**

как минимум один-два раза. Электрические термопластавтоматы позволяют делать это очень точно.

Для изготовления 3D-MID-деталей используются специальные полимерные материалы. В их составе содержится около 5 % специального металлоорганического комплекса (сейчас мы используем медьорганические соединения). Но с точки зрения процесса литья это совершенно непринципиально, практически никаких отличий от обычного материала нет. Такие компаунды выпускают практически все ведущие производители полимеров для литья под давлением, в частности, нидерландская компания DSM, с которой мы тесно сотрудничаем.

Готовые заготовки подвергаются прямому лазерно-

му структурированию (LDS) на следующем участке. Мы используем установку Microline 3D 160i компании LPKF. Здесь лазером на детали формируется токопроводящий рисунок. В точках воздействия лазера происходит разрушение металлорганической присадки. Крупинки металла высвобождаются и выступают центрами кристаллизации при химическом осаждении меди.

Участок химического осаждения оснащен двумя электрохимическими линиями — основной и небольшой экспериментальной. Основная линия химической металлизации полностью автоматизирована, снабжена всеми необходимыми средствами контроля растворов, предусмотрено восстановление золота и палладия из рабочих растворов. При химическом осаждении на активированных участках формируется слой меди толщиной 7–8 мкм. Но при желании его можно сделать более толстым, до 20–25 мкм. Если нужно, далее можно проводить гальваническое осаждение меди, достигая толщин свыше 100 мкм. Конечно, такой процесс приводит к снижению технологического разрешения — а сейчас технология позволяет достигать точности проводник/зазор до 80 мкм. Однако в ряде случаев, например, для теплоотвода, толстый слой меди необходим. И мы можем решить такую задачу.

После осаждения меди следует стандартная процедура химического осаждения никеля и финишная металлизация — золотом, серебром, палладием. Последний шаг — монтаж электронных компонентов. Этот участок пока не действует, но помещение полностью подготовлено и в ближайшем будущем мы оснастим его установками компании Häker Automation. Пока же монтаж компонентов выполняется непосредственно этой компанией.

Особо отмечу, что у нас действует замкнутая система рециркуляции воды. Вода очищается, а все твердые отходы накапливаются и вывозятся для последующей утилизации. Вообще, системам очистки воды и воздуха мы уделили самое серьезное внимание, в них вложено порядка полумиллиона долларов.



Д.-р. Роланд Кюпфер (Roland Kupfer) более 15 лет проработал в компании Ascom. С 2001 года — исполнительный вице-президент Schaffner Holding. С 2009 по 2013 — исполнительный директор Ciscor Technologies. Степень бакалавра, MBA и Executive MBA получил в Университете штата Нью-Йорк в Олбани, еще одну степень Executive MBA — в Высшей школе бизнес-администрирования (GSBA) в Цюрихе

Проверка готовой продукции происходит на участке визуального контроля и электрического тестирования. Есть и аналитическая лаборатория. Она оснащена установкой рентгенфлуоресцентного анализа FISCHERSCOPE X-RAY XDV компании Fischer Technology, предназначенной для прецизионного измерения толщин покрытий. Есть все необходимые инструменты для металлографических исследований — отрезной станок, пресс заливки образца в пластик, установка полировки, микроскоп с камерой. Лаборатория очень важна для нас. Она позволяет не только контролировать качество технологических процессов, но и помогает развивать и совершенствовать технологию.

**Насколько перспективны технология 3D-MID и предприятия Multiple Dimensions? Не уготоваана ли ей роль нишевой технологии? Каково будущее компании Multiple Dimensions? Вот вопросы, которые сегодня волнуют многих, в том числе и те компании, которые задумываются о применении 3D-MID при производстве своих изделий.**

**Исполнительный директор компании Multiple Dimensions д.-р. Роланд Кюпфер:** Спектр будущих применений 3D-MID очень широк. Оглянемся назад — бизнес печатных плат начался в 1949 году, а в 2013 году объем их рынка превысил 56 млрд долл. Технология 3D-MID — новая составляющая этого бизнеса, причем крайне быстрорастущая. Рынок 3D-MID уже достигает порядка 500 млн долларов и растет со скоростью свыше 10 % в год. Эта технология найдет применение везде, где необходимо оптимизировать объем, снизить массогабаритные характеристики изделий и их себестоимость. Ее можно использовать во многих направлениях — в автомобильной индустрии, при создании средств связи, в промышленной электронике, медицинской технике — словом, это очень большой рынок.

**Н. Бачнак:** Любая технология начинается как нишевая. Оглянитесь на 60 лет назад — тогда и обычные печатные платы были нишевой технологией. Вместе с технологией развиваются и оборудование, и материалы, и ноу-хау, но самое главное — открывается все больше и больше областей применения. А потенциал у 3D-MID очень велик. Ее можно применять везде, где встречаются пластик и электроника.

Важно понимать, что мы не ставим задачу заменить традиционные печатные платы — мы открываем новые области применения. Иногда нет смысла отказываться от печатных плат. Но там, где на трехмерное пластиковое основание можно интегрировать более чем одну функцию, стоит присмотреться к 3D-MID — возможно, решение будет более эффективным.



Участок лазерного структурирования. Установка Microline 3D 160i компании LKPF выглядит в просторном цеху как точка роста будущего массового производства



Не случайно сегодня 3D-MID нашла массовое применение в медицинской технике, автомобильной индустрии, промышленной электронике, бытовой технике: сенсоры, исполнительные устройства, разъемы, переключатели, антенны и т.д. Более того, есть примеры изделий, которые просто невозможно изготовить по другой технологии.

Конечно, сегодня объемы производства изделий 3D-MID едва ли превышают 1 % от общего рынка печатных плат. Но тенденция развития 3D-MID очень обнадеживающая, и через определенное время этот рынок может достичь объема, сопоставимого с рынком традиционных печатных плат — не меньше.

**Председатель совета директоров компании Multiple Dimensions Фриц Гантерт — известный инвестор, обладающий богатым опытом руководства высокотехнологичными компаниями:** На мой взгляд, технология 3D-MID очень привлекательна для инвестиций. Во-первых, это технология, которая может быть использована во всех высокотехнологичных прило-

жениях электроники. Во-вторых, 3D-MID уже готова для внедрения в массовое производство. И это принципиально — мы говорим не об опытных работах, не о прототипировании, а именно о крупносерийном производстве. Есть все необходимые материалы и оборудование, позволяющие серийно производить продукцию с высоким выходом годных, свыше 98 %. И при этом возможно обеспечивать очень высокие технические характеристики процесса — например, ширину линии 80 мкм.

Соответственно, рынок 3D-MID обладает серьезным потенциалом роста, поскольку эта технология позволяет заменить печатные платы во множестве традиционных применений, снижая стоимость и сложность конечных изделий, позволяя делать их все более компактными, малогабаритными и дешевыми. Ключевые драйверы роста — автомобильная индустрия, телекоммуникации, медицина, системы безопасности. Вот четыре рынка, где могут проявиться все достоинства 3D-MID. Я полагаю, что продукция 3D-MID займет существенную долю рынка печатных плат в следующие пять лет. Поэтому 3D-MID — именно та технология, в которую сегодня можно — и нужно — вкладывать деньги.



Д.-р. Фриц Гантерт (Fritz Gantert) получил степень PhD в федеральном технологическом институте (ETH) в Цюрихе. 10 лет проработал в компании Ascom. В 1998 году занял пост исполнительного вице-президента компании Sarna Polymer Holding, с 2001 по 2006 год — президент и исполнительный директор группы компаний Schaffner, с 2007 по 2012 — исполнительный вице-президент компании Ascom. Соучредитель и председатель совета директоров компаний Sitasys и Multiple Dimension AG, частный инвестор

### **Когда технологии 3D-MID будут столь же обычными, как и технологии плоских печатных плат?**

**Р. Кюпфер:** Это происходит уже сейчас. Скажем, для антенн применение 3D-MID — обычная практика. Все больше и больше пользователей осознает преимущества, которые дает 3D-MID. Ведь эта технология — ответ на реальные запросы многих производителей. Приведу простой пример. Экраны мониторов сегодня плоские. Но ряд компаний, в частности — Samsung, уже представили изогнутые экраны. Они открывают новые



Участок электрохимической металлизации: экспериментальная линия (слева), основная линия с автоматической системой перемещения плат (справа)

возможности всем компаниям на рынке телевизионного оборудования. Однако для производства таких систем необходима технология 3D-MID.

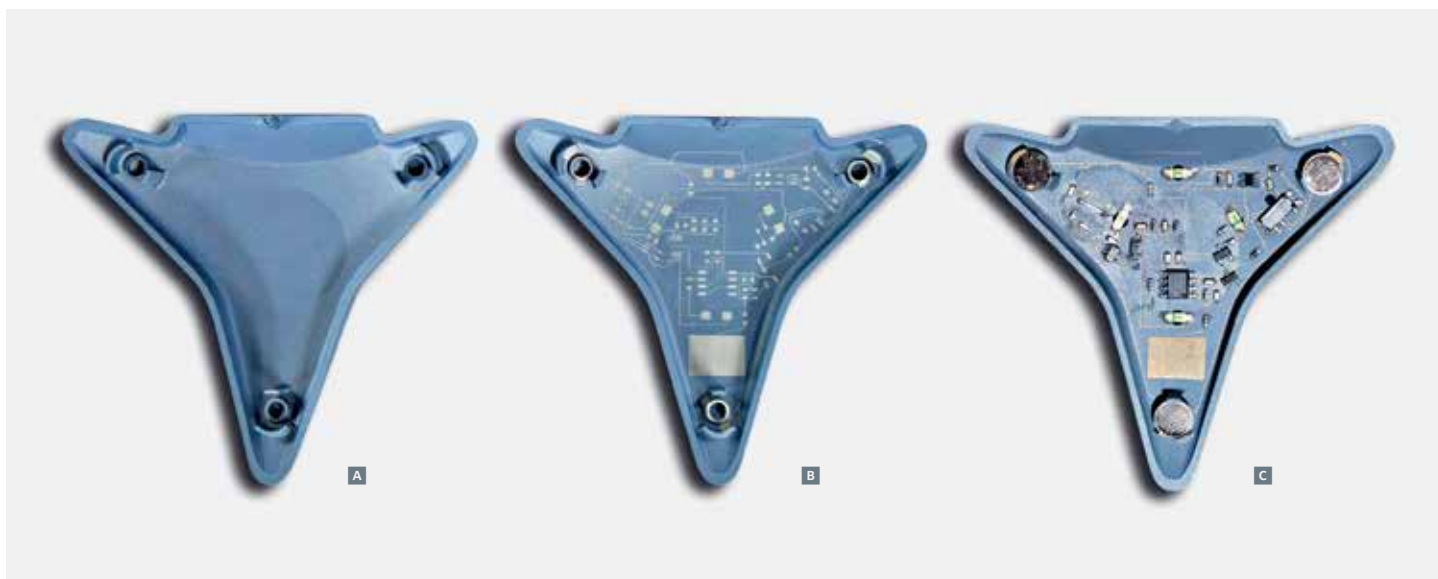
**Н. Бачнак:** Уже сейчас многие производители используют достоинства 3D-MID. Ведь эта технология предоставляет конструкторам и разработчикам изделий большую свободу. Например, она позволяет придать осветительным приборам в автомобиле любую форму — на что хватит фантазии дизайнера.

Снижется и сложность изделий. Например, светодиодный указатель поворота на основе традиционных технологий содержит пять-шесть элементов — корпус, система охлаждения, несущая гибкая плата (или несколько жестких плат) и т.д. В случае 3D-MID все интегрировано на одной детали. Решается и задача теплоотвода — для этого можно применять теплопроводящие пластики,

использовать металлизацию дополнительных поверхностей, в том числе — толстыми слоями меди, при необходимости — устанавливать дополнительные радиаторы.

Для сенсоров, в частности — для датчиков положения руля, очень важна точность. И в случае 3D-MID она оказывается выше по сравнению с традиционными методами монтажа на гибкую печатную плату, поскольку мы в едином технологическом цикле сразу формируем систему сенсоров.

Применение 3D-MID в электрических разъемах позволило достичь очень высокой компактности и надежности. В частности, в разъемах серии Fischer MiniMax компании Fischer Connectors при трехкратном увеличении числа контактов удалось достичь снижения массы на 75 % и объема на 40 %. Внешний диаметр коннектора с 24 контактами составляет лишь 13 мм.



Деталь после отливки **А**, прямого лазерного структурирования **В** и монтажа компонентов **С**



Участок оптической инспекции и электрического тестирования



В случае сложных трехмерных антенн применение 3D-MID дает такие преимущества по сравнению с традиционными методами (проводным монтажом), как высокая стойкость к механическим воздействиям и воспроизводимость, снижение роли человеческого фактора.

Открываются и неожиданные области применения. Например, концерн Audi, с которым мы сотрудничаем, захотел оснастить свои автомобили панелью управления с сенсорными кнопками, которые выглядели бы как металлические. Мы выполнили такую работу: на пла-

стике формируется рисунок кнопки, поверх меди просто наносится слой никеля. Это уже чисто дизайнерское решение, но и оно находит своих потребителей.

Таким образом, 3D-MID — это не замена печатных плат, а принципиально новые возможности и, соответственно, — новые рынки. Наша задача — найти новые эффективные применения. Когда мы приходим к клиентам, показываем примеры продуктов, у них появляются новые идеи — и постепенно, итерационно, создается новое решение.



Аналитическая лаборатория: установка рентгенфлуоресцентного анализа FISCHERSCOPE X-RAY XDV компании Fischer Technology **A**, оборудование для металлографических исследований: микроскоп с видеокамерой **B**, установка полировки **C**, пресс заливки образца в пластик **D**, подготовленный для исследований срез 3D-MID-детали, залитой в пластик **E**



## Как вы планируете развивать предприятие?

**Р. Кюпфер:** Сейчас мы сформировали некий базовый уровень, позволяющий в среднем выпускать 5 млн изделий в год. Однако мы изначально предусмотрели место для наращивания парка оборудования — еще одной линии химической металлизации, новых термопластавтоматов, дополнительных установок лазерного структурирования и т.д. Таким образом, мы подготовились к быстрому росту в нашем бизнесе.

**Ф. Ганерт:** Я уверен, мы очень быстро станем одной из ведущих компаний в мире в области 3D-MID. Мы хотим выступать общепризнанными экспертами в сфере 3D-MID, входить в TOP3 на этом рынке.

## Любая новая технология должна завоевать свое место в сознании разработчиков. Насколько эта задача актуальна для 3D-MID?

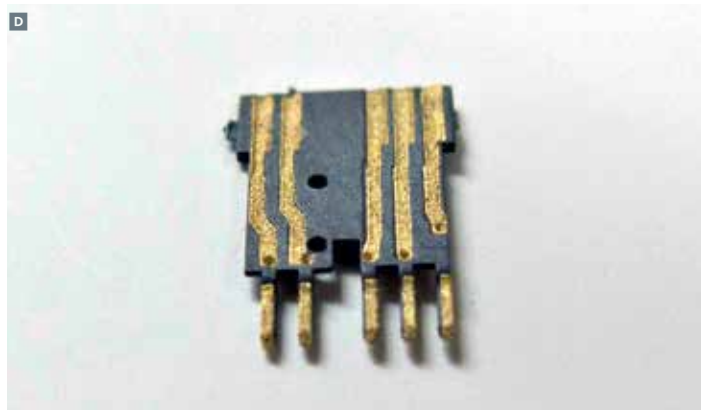
**Н. Бачнак:** Для нас эта фаза уже позади. Да, еще несколько лет назад всем нужно было объяснять, что такое 3D-MID, приходилось ломать стереотипы мышления конструкторов. Но по крайней мере в Европе это уже пройденный этап. Однако в России такая задача сейчас актуальна. Но она проще, поскольку уже есть примеры практических приложений 3D-MID. Можно показывать не потенциальные возможности, а реальное серийное производство.

**Ф. Ганерт:** У нас уже есть пользователи, которые хорошо представляют себе возможности данной технологии. И надо сказать, что потребовалась буквально пара лет, чтобы идея 3D-MID проникла в сознание инженеров. Этот процесс продолжается, сообщество 3D-MID растет очень быстро, чему в большой мере способствует Интернет.

**Н. Бачнак:** Конечно, мы продолжаем активно продвигать 3D-MID. В частности, проводим технические конференции с пользователями. Например, при участии компании Остек в России прошла первая 3D-MID-конференция, до этого 3D-MID была посвящена секция на конференции Асолд. Мы посещаем клиентов и приглашаем их к себе, публикуем статьи, участвуем в выставках — все традиционно.

## Насколько для компании Multiple Dimensions важен российский рынок?

**Н. Бачнак:** Россия — индустриальная страна, и ее рынок так же важен для нас, как и европейский. Это огромный рынок. Тем более что в России у нас очень сильный партнер. И мы думаем, что через несколько лет займем очень прочное положение в России.



Разъем серии Fischer MiniMax компании Fischer Connectors A B C, собранный из 3D-MID-деталей D

**Ф. Гантерт:** Мы надеемся на активное развитие технологии 3D-MID в России, поскольку видим большой потенциал этого рынка. Мы тесно сотрудничаем с компанией Остек, обмениваемся информацией. Более того, наш ведущий специалист и учредитель Нухад Бачнак свободно говорит по-русски, что делает сотрудничество с российскими заказчиками еще более простым.

Один из учредителей Multiple Dimensions — российская компания Остек. Почему было принято подобное решение, насколько важно для Остека участвовать в развитии бизнеса 3D-MID? С этими вопросами мы обратились к **генеральному директору Предприятия Остек, члену совета директоров компании Multiple Dimensions Александру Геннадиевичу Разоренову.**

Тема 3D-MID очень интересна для Остека. Мы, как и создатели компании Multiple Dimensions, увлечены этой новой и очень перспективной технологией. Ведь она открывает новые возможности, порой захватывающие воображение. С помощью 3D-MID можно создавать изделия, которые невозможно изготовить другим способом, посредством традиционных технологий электроники.

Изначально мы не входили в состав акционеров Multiple Dimensions. Однако в начале 2014 года учредители решили увеличить уставной капитал и предложили ряду потенциальных акционеров сделать соответствующие инвестиции. Мы приняли это предложение. Ведь участие в работе Multiple Dimensions дает нам бесценный опыт создания глобальных международных компаний, причем с самого начала. Объем наших инвестиций, 20% капитала, позволил нам получить место в совете директоров. Мы активно участвуем в работе этого органа, что дает знание работы в международном масштабе, в области понимания технологий бизнеса и развития инновационных проектов.

Кроме того, участие в деятельности Multiple Dimensions — это возможность получить доступ к новой прорывной области, знаниями в которой обладает не так много компаний в мире. Ведь 3D-MID, как передовое направление, базирующееся на технологических компетенциях, ноу-хау, достаточно закрыто. Но не для нас.

Помимо доступа к технологии, вместе с Multiple Dimensions мы открываем для себя больше возможностей участия в крупных международных проектах. Все это позволяет нам быть на передовом рубеже развития современных технологий, шагать в ногу со всем миром.

### **Какие основные области применения технологии 3D-MID вы видите в России?**

В России основные рынки для 3D-MID — те же, что и во всем мире. Прежде всего, это телекоммуникации, поскольку самое массовое применение 3D-MID сегодня — это ан-



**Александр Разоренов**

закончил Московский авиационный технологический институт им. К. Э. Циолковского. С 1986 по 1991 годы работал в Центральном научно-исследовательском технологическом институте (ЦНИТИ), пройдя путь от инженера до начальника сектора. В 1991 году был одним из организаторов компании Остек, занимал должности от коммерческого директора до генерального директора и председателя совета Группы компаний Остек. Бизнес этих предприятий сосредоточен в сфере промышленно-технологических задач производства радиоэлектронной аппаратуры, электронных и электротехнических компонентов, включая химико-технологические решения, технологические материалы и оборудование, а также научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области создания и трансфера новых технологий

тенны. В России выпускается достаточно много изделий, связанных с современными технологиями беспроводного обмена информацией, для которых нужны антенны. Очень перспективен российский рынок промышленной электроники. Здесь масса сложных задач, сложных изделий, где требуются нетрадиционные подходы и решения. В России много проектов в области автомобильной электроники, немало производителей комплектующих для автопрома. Отмечу и еще одно направление, активно развивающееся в России — это светодиодное освещение. И здесь тоже весьма перспективны технологии 3D-MID.

Принципиально, что изначально в плане работы Multiple Dimensions предусмотрена нарастающая активность в России. Сейчас мы сосредоточены на развитии производства в Швейцарии, следующий этап — возможность прототипирования 3D-MID-изделий в различных странах мира, в том числе — в России. В перспективе, по мере расширения рынка, речь может идти о создании отдельной производственной площадки в России, с соответствующим трансфером технологий.

Сегодня все возможности компании Multiple Dimensions открыты для российских заказчиков — предприятия работают по схеме контрактного производителя. С нашей стороны поддержку проекта обеспечивает дочернее предприятие Остека — Научно-исследовательский институт инновационных технологий (НИИИТ). Там есть специальный конструктор-технолог, задача которого — оказывать помощь российским заказчикам в области 3D-MID.

Работа с российскими заказчиками в области 3D-MID уже началась. Для двух наших клиентов в России выпущены опытные партии, по 400 изделий. Но это — только начало большого пути.

Как один из камней преткновения в развитии технологии 3D-MID многие называют сложности с автоматизированным монтажом компонентов, особенно в условиях массового производства. Основные пробле-

мы, которые отмечают специалисты — долго и дорого. Создатели Multiple Dimensions намерены преодолеть эти сложности, используя оборудование компании Häcker Automation. За счет чего это возможно, нам рассказал **Уве Шульц (Uwe Schulz), технический менеджер по продажам этой фирмы.**

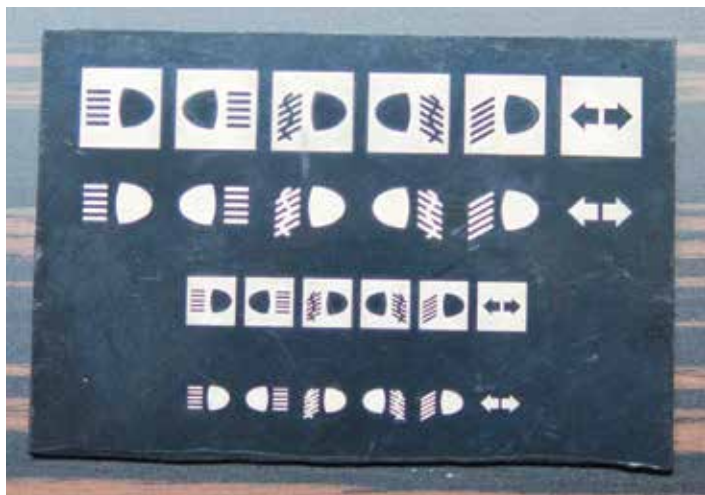
3D-MID — хороший пример миниатюризации и интеграции различных функций на малой площади. Это типичная составляющая микросистем. А наша компания как раз специализируется на микросборке в области микросистем и микросенсорики. Конечно, мы не создаем оборудование специально для 3D-MID, у нас есть единая базовая платформа, на которую мы можем добавлять различные функции посредством набора дополнительных модулей. Однако технологии 3D-MID — одна из возможных областей применения нашего оборудования.

Все наши автоматы могут проводить оптическую инспекцию (2D и 3D), оснащены конвейерами, системами питателей, средствами дозирования различных материалов — не только паяльной пасты, но и всех типов клеев, подкорпусных заполнителей, защитных материалов. Автомат позволяет устанавливать очень широкий диапазон компонентов. Причем это могут быть не просто SMT-элементы, но и другие виды комплектующих, например, держатели батарей, пластиковые детали, электроакустические и механические компоненты и т.д. — все это может быть установлено одной машиной. Наконец, предусмотрена опция селективного лазерного оплавления для термочувствительных устройств. Все это — в одной установке. Такую технологическую систему можно с успехом использовать для производства продуктов 3D-MID.

По запросам пользователей мы видим, что технология 3D-MID готова к приходу на рынок. Конечно, для этого требуется найти ответы на ряд технологических вызовов, и основной из них — монтаж компонентов на трехмерные поверхности. В прошлом этот процесс существенно увеличивал стоимость изделий в массовом

производстве. Но мы нашли решение, разработав новую машину VICO Base, которая так же быстра, как стандартный SMT-автомат. В случае наших систем сложно говорить о скорости в таких единицах, как число компонентов в час. Поэтому мы рассчитываем эквивалентную производительность в технологических шагах. Так вот, быстродействие нашей системы составляет порядка 40 тыс. технологических шагов в час. Помимо непосредственной установки компонентов, процесс включает дозирование паяльной пасты и пайку стандартным встраиваемым модулем с инфракрасным лазером. Пару лет назад себестоимость процесса установки, включавшего 40 технологических шагов, составляла от 40 до 50 центов на компонент. В этом году нам удалось достичь уровня 2,5 цента на компонент в том же самом процессе. Это, безусловно, прорыв в области монтажа компонентов для 3D-MID в массовом производстве.

**Таким образом, мы стали свидетелями успешного старта очень перспективного проекта. Конечно, только время покажет, насколько оправданы ожидания его инициаторов и инвесторов. Но все говорит за то, что технология 3D-MID, которая сегодня в России известна далеко не всем, через не слишком продолжительное время займет весьма достойное место среди других методов производства электроники. И немалую роль в этом процессе может сыграть компания Multiple Dimensions. Подтверждение тому — технические и маркетинговые компетенции ее руководителей, квалификация сотрудников, масштабность подхода к решению проблемы и, что не менее важно, технологическая готовность рынка. А самое главное — с открытием Multiple Dimensions технология 3D-MID стала реально доступной российским заказчикам. Поэтому не ограничивайте полет своей фантазии плоскостью печатной платы!** □



Изображения сенсорных кнопок на пластике — применение 3D-MID в декоративных целях

# ТЕХНОЛОГИИ

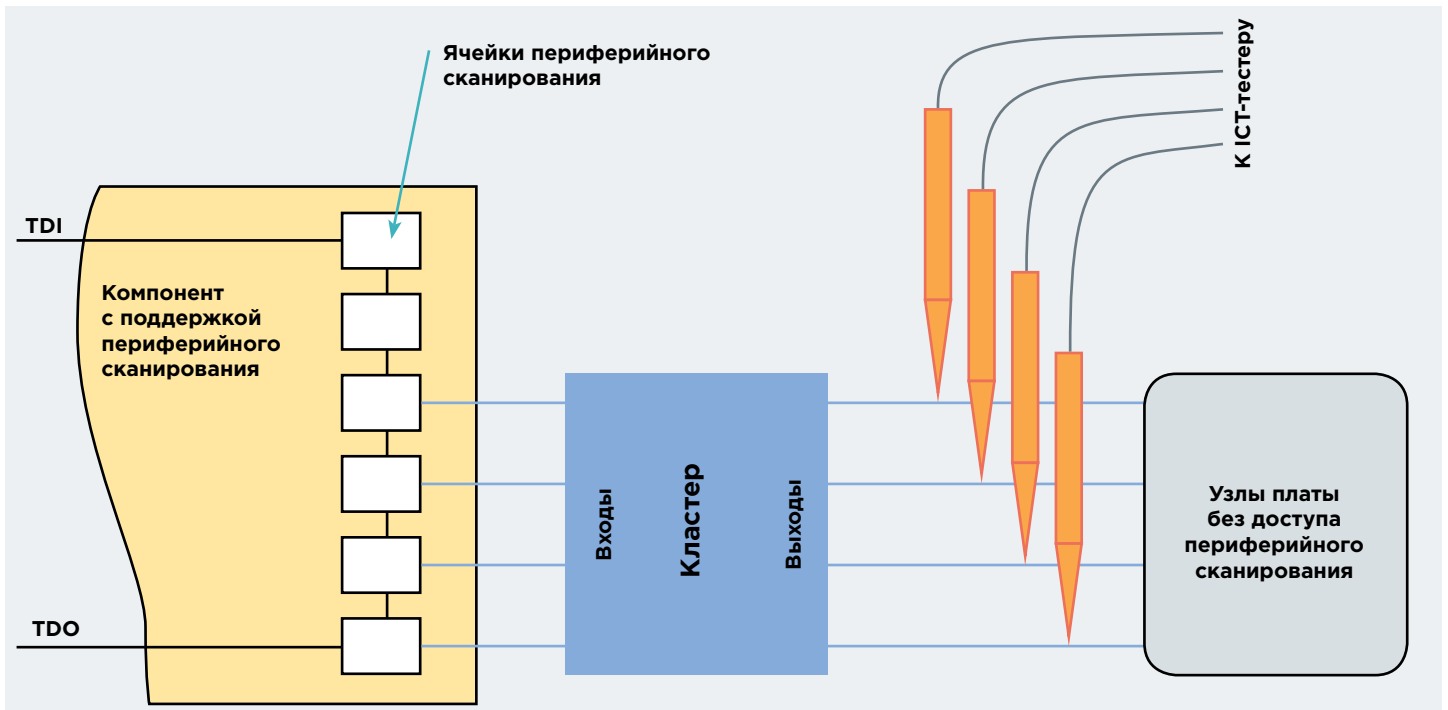
## Использование JTAG-тестирования и программирования на производстве.

### Часть 2

Текст: **Алексей Иванов**



В предыдущем выпуске журнала «Вектор высоких технологий» мы обсудили тему использования технологии периферийного сканирования непосредственно на производстве, при тестировании серийных изделий. Были рассмотрены варианты в виде автономной станции и решений, интегрированных в системы функционального контроля изделий. В продолжение статьи мы расскажем об интеграции периферийного сканирования во внутрисхемные тестеры и установки с летающими щупами, а также расширенных опциях программно-аппаратных средств периферийного сканирования, полезных для производственных нужд.



1

Чтобы протестировать некоторые логические микросхемы, требуется тестовый доступ ко всем их портам

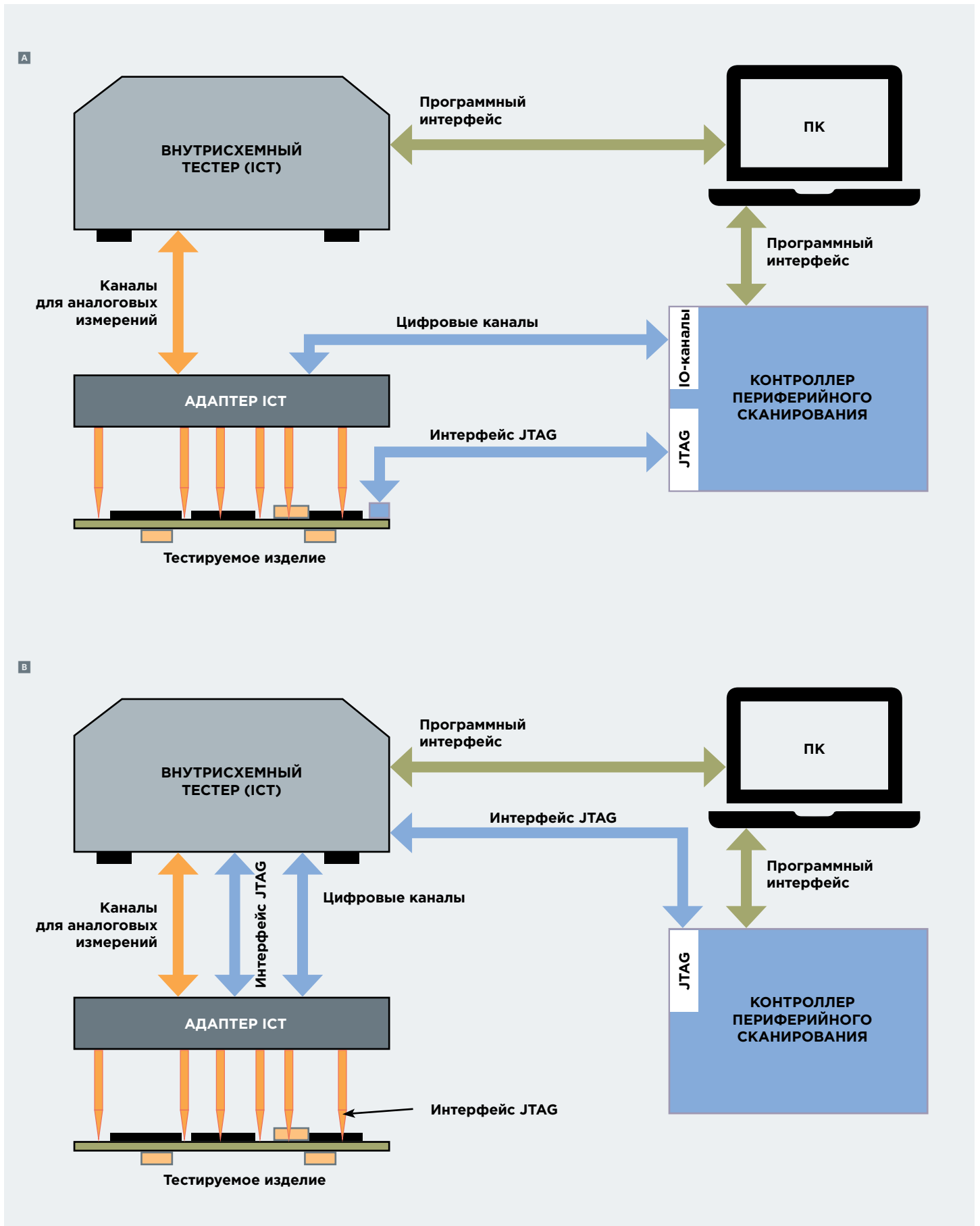
## Интеграция периферийного сканирования во внутрисхемный тест (ICT и Flying Probe)

Под внутрисхемным тестом понимается вид структурного тестирования собранных печатных плат с использованием физического контакта тестовых пробников с проводниками платы. Это общий принцип. Далее внутрисхемный тест подразделяется на два вида: адаптерные системы со стационарным полем пробников (адаптером) и системы с «летающими» пробниками. Хотя это и не совсем корректно, исторически так сложилось, что именно тестеры с адаптером называются аббревиатурой ICT, хотя «ICT» расшифровывается как «In-Circuit Test», то есть «внутрисхемный тест», к которому можно отнести и системы с «летающими» пробниками. Мы не станем отходить от данной традиции и будем называть адаптерные системы ICT-тестерами, а установки с «летающими» пробниками — «Flying Probe».

Принципиальная разница внутрисхемного теста и периферийного сканирования заключается в том, что первый требует контакта измерительного пробника с проводниками изделия (выводами компонентов, площадками, проводниками и т.д.), а второе — это метод, использующий встроенную JTAG-логику установленных на плату микросхем. Таким образом, периферийное сканирование не нуждается в контакте пробников с платой. Нужен только JTAG-интерфейс, который состоит максимум из пяти сигналов и чаще всего выведен на внешний разъем платы. В современных цифровых изделиях данное свойство очень востребовано, так как при наличии процессоров, ПЛИС, памяти и прочих сложных ИМС

доступ посредством электрического контакта ко всем цепям невозможен. Эти цепи спрятаны в слоях платы, под корпусами BGA и другими компонентами. Поэтому технология периферийного сканирования на сегодняшний день очень востребована. А некоторые цепи, даже если они лежат на поверхности, просто не допускают организации контактных площадок, например, шины динамической памяти, где любое изменение топологии грозит нарушением высокочастотных характеристик работы ОЗУ. Предположим, что SDRAM даже имеет корпус типа TSOP и можно осуществить контактирование с выводами с помощью летающего пробника, не организовав контактных площадок. Но если процессор или ПЛИС, к которому подключена память, имеет корпус BGA, то как в таком случае протестировать целостность проводников от ножки процессора/ПЛИС до SDRAM? Внутрисхемный тест здесь позволит лишь проконтролировать отсутствие КЗ. А если и ИМС памяти имеет корпус BGA, то шансов у внутрисхемного теста нет. И здесь на помощь приходит периферийное сканирование.

В то же время может быть так, что к каким-то участкам платы доступ периферийного сканирования отсутствует (например, к аналоговым). И тогда поможет как раз внутрисхемный тест. Бывает так, что к JTAG-компоненту подключена микросхема «кластера», а доступ регистра периферийного сканирования есть не ко всем выводам этого «кластера», что делает невозможным его тестирование рис 1. Скажем, имеется



2 Варианты интеграции ICT и JTAG тестеров. **A** Использование собственных каналов IO JTAG-контроллера и прямое подсоединение JTAG-интерфейса; **B** Использование аппаратных возможностей ICT-тестера для цифровых IO и подача JTAG-сигналов с ICT-тестера.

только доступ к входам логического элемента, а выходы подключены к узлам платы, где периферийное сканирование не применить, иными словами — ответ кластера «нечем принять». Если обеспечить к выходам кластера доступ пробников ICT-тестера или Flying Probe, то проблема тестирования решается. Узлами без доступа периферийного сканирования могут являться самые разные компоненты: дешевый китайский процессор, не соответствующий IEEE 1149.1, компонент, у которого JTAG-интерфейс не выведен на внешние цепи, аналоговое устройство и т. д.

Не всегда соблюдаются правила тестопригодной разработки, и память типа SDRAM, подключенная к JTAG-компоненту, имеет все связи с этим компонентом за исключением сигнала синхронизации. Предположим, что данный сигнал приходит с неуправляемого, отдельно установленного на плату кварцевого генератора. Для того чтобы тестировать данную микросхему памяти при помощи JTAG, необходимо обеспечить доступ к цепи синхросигнала вывода любого компонента, поддерживающего периферийное сканирование. Или же использовать для подачи недостающего сигнала пробник внутрисхемного тестера, что уже будет означать, по сути, интеграцию двух методов тестирования.

Существуют и другие примеры, когда требуется одновременное использование внутрисхемного теста и периферийного сканирования, но в данной статье мы не будем их рассматривать. Факт остается фактом: часто, особенно при серийном производстве (не говоря уж о крупносерийном), возникает потребность в интегрированном решении. Щупы тестера могут использоваться для приема или генерации тестовых сигналов, а иногда и для подключения к JTAG-интерфейсу установленных на тестируемом изделии микросхем (в случае, когда отсутствует JTAG-разъем и есть только площадки). Задачи возникают разные, одна не похожа на другую.

Как же реализовать подобную интеграцию? С механической точки зрения все ясно. Подпружиненные пробники в отдельности, адаптеры, установки с «летающими щупами» и просто роботизированные зонды — все это сейчас можно закупить. Интересна электрическая и программная части интеграции. Для того чтобы разобраться в механизмах, рассмотрим рис 2. Предположим, мы заставляем JTAG-микросхему выдавать цифровые тестовые сигналы со своих ножек с помощью периферийного сканирования, а принимаем физически эти сигналы с помощью пробников. При этом существует несколько вариантов того, куда принятые с пробников сигналы пойдут дальше. Например, контроллер периферийного сканирования может иметь свои собственные цифровые тестовые каналы, тогда сигналы с пробников могут быть направлены непосредственно на них. На рис 2А показан вариант интеграции, при котором JTAG-интерфейс контроллера подключается напрямую (с помощью шлейфа) к тестируемому изделию, пробники для тестирования



3 Трансивер QuadPOD. а) Настольный вариант исполнения; б) В форм-факторе инструментальной карты для SPEA 3030

цифровых цепей подключены к IO-каналам того же самого контроллера. Тестер ICT электрически применяется только для тестирования аналоговых цепей (если таковые есть), присутствующих на тестируемом изделии, при этом используется один общий адаптер. Это довольно простой способ интеграции, так как требуется лишь проводная оснастка, подводящая сигналы контроллера периферийного сканирования к адаптеру.

На рис 2Б показан другой вариант, который предполагает отсутствие разъема JTAG на тестируемом изделии, а также отсутствие собственных каналов IO в контроллере периферийного сканирования. Вследствие этого JTAG-интерфейс контроллера подается непосредственно на иголки адаптера. Более того, на рисунке он проходит через ICT-тестер, хотя не исключен вариант прямой подачи. Однако следует помнить, что TAP-сигналы (JTAG-интерфейса) чувствительны к разного рода помехам и не очень сохраняют целостность на длинных линиях с большим количеством стыковок. Поэтому производители оборудования для периферийного сканирования часто создают модификации контроллеров, которые можно аппаратно интегрировать в наиболее популярные ICT-тестеры, системы Flying Probe и роботизированные пробы.

Возьмем, например, контроллер JT37x7/TSI. Он состоит из двух частей: самого контроллера и отдельного трансивера JTAG-сигналов QuadPod, который располагается уже на минимальном расстоянии к тестируемому изделию. Трансивер имеет четыре синхронных JTAG-порта. На рис 3 показаны два варианта исполнения трансивера QuadPod: обычный настольный вариант

```

JTAG Functional Test Editor - Application: 5V_measure
6 import jft
7 import jftdaf
8 import time
9
10 # Initializing DAF
11 jftdaf.DAF_Initialize("jt2149/daf SCIL033_1")
12 # Measuring voltage on channel #1
13 a=jftdaf.DAF_MeasureVoltage(1)
14 print ("Channel 1 value =", a[0], "V")
15 prec=(abs(5 - a[0])/5)*100
16 print ("Unaccuracy of 5V setting:", prec, "%")
17
18 if (prec > 1):
19     print ("Measured voltage out of range!")
20     exit (1)

```

4  
Пример скрипта для измерения напряжения 5В на тестируемой плате

и его модификация в виде инструментальной карты для установки ICT-теста SPEA 3030. Сигналы JTAG-интерфейса (4 канала) генерируются непосредственно с такой карты, установленной в тестер, и идут на тестируемую плату через пробники адаптера. Можно заметить, что в варианте, предназначенном для интеграции, значительно больше электронной начинки, чем могло бы поместиться в вариант «а». Дело в том, что в инструментальную карту на фотографии добавлены изоляторы TAP-портов для гальванической развязки тестера ICT и контролера периферийного сканирования.

Вернемся к рис 2. Можно заметить, что в построенной архитектуре не используются каналы IO контроллера периферийного сканирования. Для того, чтобы снимать цифровые тестовые данные, используется «начинка» ICT тестера, что вносит некоторые дополнительные сложности. Если тест-инженер хочет, чтобы ИМС с поддержкой сканирования выставляли тестовые данные на цепи платы, а пробники ICT «принимали» их (или наоборот), то здесь уже потребуются синхронная работа обоих тестеров. А это требует еще и программной интеграции. Ведь и то, и другое должно работать синхронно. Для решений такого рода задач производителями как средств периферийного сканирования, так и внутрисхемных тестеров предлагаются различные программно-аппаратные пакеты интеграции. Результатом, как правило, является запуск всех тестов (цифровых и аналоговых) из программной оболочки ICT-тестера или машины Flying Probe. Причем первоначальная разработка тестов периферийного сканирования ведется как обычно — в среде, предназначенной для этого, например, в JTAG ProVision. При разработке тестов учитывается и то, что для тех или иных сигналов будет использоваться внутрисхемный тестер. Для этого нужно импортировать в ProVision некоторые

дополнительные файлы, относящиеся к архитектуре используемого тестера. Затем, по аналогии с интеграцией в функциональный тест, используются драйверы из программного пакета интеграции, позволяющие запускать тесты периферийного сканирования из ПО внутрисхемного тестера.

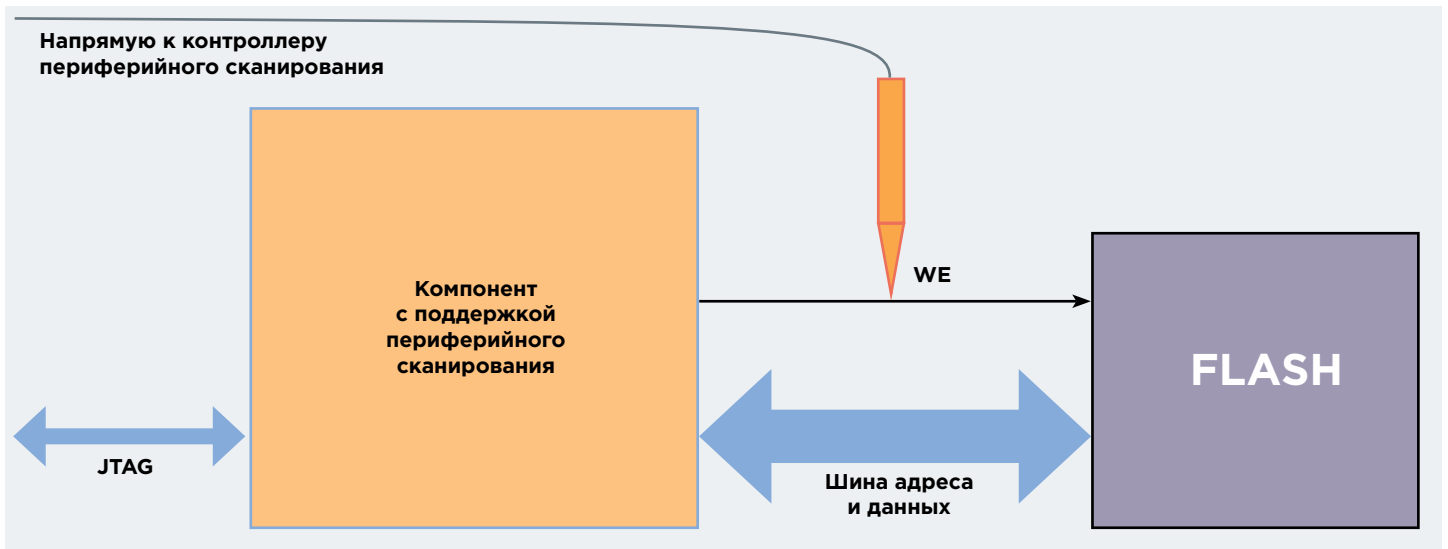
Архитектура тестовой системы, конечно же, не обязательно должна повторять варианты, представленные на рис 2. Данные варианты показаны как примеры. В реальности все будет зависеть от изделия, типа тестеров, оснастки и других факторов. Порой бывает, что из всего оборудования нужны только JTAG-контроллер и игольчатый адаптер, так как необходимость интеграции вызвана только отсутствием доступа периферийного сканирования к некоторым цифровым цепям. Если станция периферийного сканирования оснащена IO-модулями, то сигналы от этих модулей можно подать напрямую на адаптер.

## Дополнительные возможности систем периферийного сканирования

Впрочем, даже потребность дополнить систему периферийного сканирования некоторыми аналоговыми измерениями не всегда требует включения в общую архитектуру внутрисхемного тестера. К примеру, у нас есть тестируемое изделие, подавляющая часть узлов которого — цифровая. Но для законченного тестового решения необходимо измерить напряжение в нескольких точках платы (будь то тестовые площадки или выводы разъемов). В этой связи не всегда удобно покупать дополнительный тестер ICT. Чтобы решить проблему, в системы периферийного сканирования сейчас часто встраивают не только цифровые тестовые каналы, но и аналоговые. Примером может послужить опять-таки контроллер JT37x7 с трансивером QuadPod. Каждый из четырех JTAG-портов трансивера может быть отсоединен и заменен на аналоговый измерительный модуль JT2149/DAF, позволяющий тестировать напряжения до 32 В и частоты до 128 МГц.

Если аналоговые сигналы, которые нужно измерить/проконтролировать, выходят на внешние разъемы, то задача предельно проста: изготавливается кабельная оснастка, которая, наряду с JTAG-интерфейсом, подключается к тестируемому изделию. Если требуется протестировать напряжения и частоты на контактных точках, то каналы модуля JT2149/DAF можно подключить к плате с помощью игольчатого адаптера, как покупного, так и самодельного. Сегодня на рынке можно приобрести подпружиненные пробники отдельно, в наборе с заготовкой адаптера или заказать готовый адаптер. На рис 4 показан рабочий скрипт в JTAG ProVision, который проверяет наличие напряжения 5 В на разъеме тестируемой платы с помощью модуля JT2149/DAF. Также скрипт проверяет, что напря-





5

Прямой доступ к сигналу WriteEnable микросхем флэш-памяти ускоряет их программирование с помощью периферийного сканирования в разы

жение укладывается в требуемый диапазон. В переменную «а» записывается значение напряжения на первом из двенадцати каналов измерительного модуля. В дальнейшей работе данный скрипт в виде цельного приложения включается в общую тестовую последовательность, а флаг exit позволит получить статус «не прошел» в итоговом отчете по плате.

Если помимо тестирования цифровой части вам требуется более тщательный контроль аналоговой составляющей, например, измерение номиналов конденсаторов и резисторов, проверка КЗ в аналоговых цепях и т. д., то следует все же рассмотреть интеграцию периферийного сканирования с полноценным внутрисхемным тестером. Контроллером периферийного сканирования в комплексе с игольчатым адаптером в таком случае уже не обойтись.

## Заключение

Не нужно заниматься «интеграцией ради интеграции». Вполне жизнеспособно и решение в виде отдельной автономной системы периферийного сканирования и отдельного ИСТ-тестера или установки Flying Probe в особенности в отечественной электронной отрасли, где чаще всего изделия являются штучными и сложными. Интегрированные решения в условиях небольших серий могут быть полезны в том случае, когда для обеспечения проверки жизненно важных узлов требуется синхронная работа ИСТ и периферийного сканирования — когда JTAG-микросхема может выставлять на своих ножках тестовые векторы, а принять их нечем. Или в случае, когда тестирование какого-либо кластера требует дополнительных сигналов,

которые по тем или иным причинам невозможно получить с выводов JTAG-компонентов, используя периферийное сканирование. Если более подробно изучить правила тестопригодной разработки, то можно также увидеть, что прямой (не через выходы JTAG-компонентов) доступ к некоторым сигналам микросхем флэш-памяти рис 5 в разы ускоряет скорость их программирования, и это является важным фактором при любом производстве, будь то мелко- или крупносерийное. Такой прямой доступ можно организовать с помощью игольчатых пробников ИСТ-адаптера или «летающего щупа». Конечно, можно и вывести требуемый сигнал на разъем, к которому подключается JTAG-контроллер, но это не всегда выполнено, а изделия могут иметь статус, не подлежащий изменениям.

Также интеграция внутрисхемных и JTAG-тестеров может оказаться выгодной в случае крупносерийного производства. При больших сериях большую роль играет исключение человеческого фактора при проверках, время тестирования и программирования и количество выполняемых операций. Если требуются одновременно и внутрисхемный тест, и периферийное сканирование, то порой бывает выгодно совместить эти методы в одной установке. Это позволит избежать перемещения тестируемых плат, использовать одну программную оболочку для запуска тестов и, как следствие, сократить количество операций.

В статье речь, в основном, шла о внутрисхемных тестерах адаптерного типа. Но установки Flying Probe используют при тестировании плат тот же принцип, только щупы там — подвижные. Поэтому физические принципы интеграции в такие тестеры не отличаются, разнятся только технические детали. □

# «ПОТОК» — решение проблем жгутовых производств

Текст: **Андрей Голубьев**  
**Роман Лыско**

ЕСЛИ НАХЛЫНЕТ НЕУДЕРЖИМЫЙ ПОТОК, С НИМ НЕ СРАЖАЙСЯ, СИЛЫ НАПРАСНО НЕ ТРАТЬ, ЛУЧШЕ ДОВЕРЬСЯ ВОЛНАМ.

**И. Содзюн**

В наших публикациях, посвященных жгутовым производствам, мы неоднократно говорили о проблемных вопросах, актуальных для абсолютного большинства российских предприятий. Если обобщить, то это использование устаревших методов проектирования и хранение данных на бумажных носителях. Постоянно растущая степень интеграции жгутовых заготовок с электронными блоками требует повышения качества изделий и соблюдения требований ГОСТов и ОСТов. На большинстве предприятий применяется морально устаревшая технология с высокой степенью зависимости от влияния человеческого фактора и квалификации сотрудников, и дефицит квалифицированных молодых специалистов очевиден.

В статье мы расскажем о новом комплексном решении «Поток», которое поможет изменить существующее положение дел на жгутовом участке производства.

В массовых производствах, когда все процессы выстроены и автоматизированы, принято говорить, что производство поставлено на поток. Для потокового производства характерны:

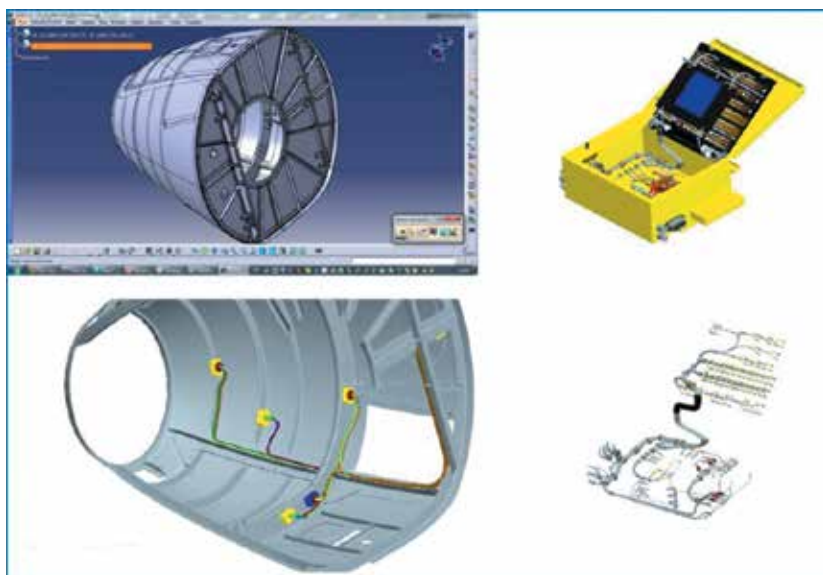
- единые технологические процессы;

- современные автоматизированные и роботизированные технические решения;
- минимизация брака и влияния человеческого фактора;
- жесткое соответствие нормам и требованиям;
- и т. д.

Производство жгутовых сборок и жгутов для изделий специальной техники, как правило, сложно отнести к крупносерийному или массовому производству. Для жгутового производства характерен большой объем ручных операций, которые не всегда поддаются автоматизации. Несмотря на то, что за последние годы производителями оборудования для обработки проводов и кабелей на рынок выведено множество решений по автоматизации производственных процессов, удельная доля ручного неавтоматизированного труда остается высокой.

Комплексное решение «Поток», разработанное сотрудниками Группы компаний Остек, решает обозначенные проблемы и выводит существующие жгутовые производства на принципиально новый уровень.

Многие составляющие решения были разработаны с учетом специфики российских производств специальной техники и направлены на автоматизацию наиболее зависимых от влияния человеческого фактора процессов. В статье мы рассмотрим главный принцип работы комплекса «Поток» и его основные составляющие.



1  
Пример 3D проектирования бортовой кабельной сети в автоматизированной системе

Технологический процесс начинается еще на стадии проектирования жгутовых заготовок. Преимущества автоматизированных систем проектирования очевидны рис 1:

- сокращение временных затрат на проектирование;
- сокращение временных затрат на подготовку производства и передачу данных в автоматизированные системы;
- возможность проектирования жгутовых сборок с учетом имеющихся в изделии электронных и механических узлов;
- возможность построения в 3D оптимальной геометрии жгута;
- снижение вероятности возникновения ошибок и влияния человеческого фактора;
- возможность интегрировать систему проектирования в общую систему прослеживаемости.

Несмотря на очевидные преимущества использования автоматизированных систем проектирования жгутовых заготовок, их внедрение и полноценное использование на этапе проектирования затруднено из-за большого количества конструкторской документации, хранящейся на бумажных носителях. И перевод такой информации в систему — трудоемкий процесс. Программное обеспечение, входящее в комплексное решение «Поток», позволяет минимизировать процесс передачи информации с бумажных носителей в систему проектирования, что значительно расширяет возможности работы с исходными данными и сокращает время их ввода.

Ядро комплекса «Поток» — уникальный роботизированный комплекс по обработке проводов (РКОП) рис 2.

Это оборудование было специально разработано под задачи российских заказчиков. Одним из ключевых элементов РКОП является модуль лазерной зачистки рис 3, который позволяет обработать провода сечением 0,03-6,0 мм<sup>2</sup> со 100 % гарантией неповреждения жилы провода.

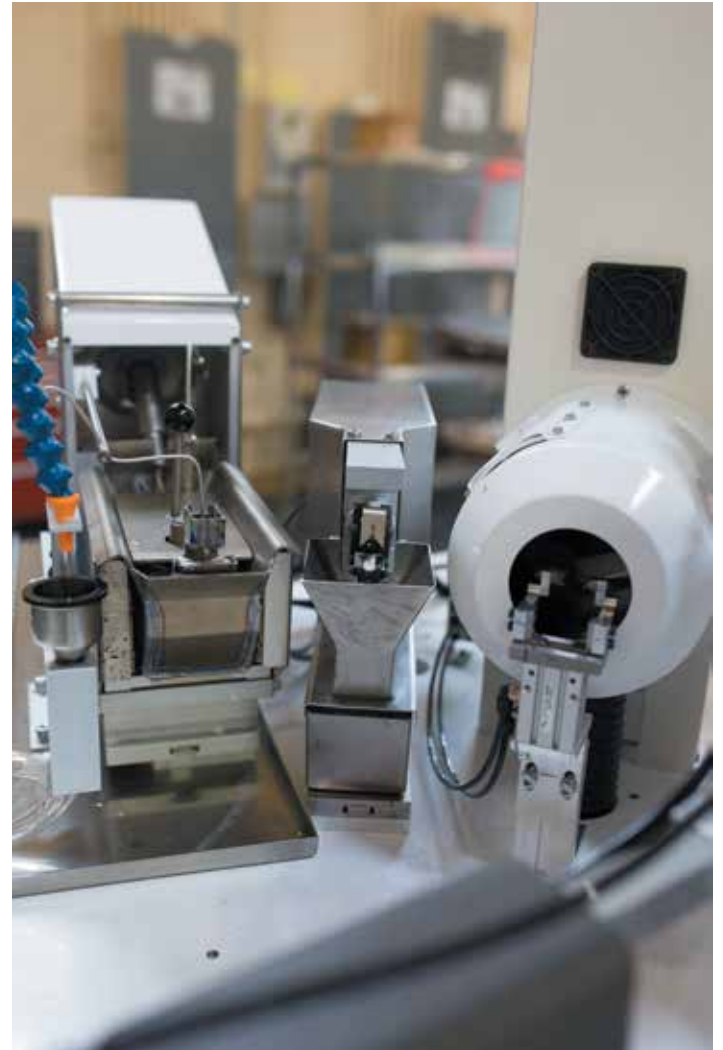
При создании РКОП разработчики и производители оборудования опирались на номенклатуру проводных материалов, используемых на российских предприятиях: провода МГТФ, МС, МГШВ. Помимо модуля лазерной зачистки проводов в РКОП интегрированы модуль подкрутки жилы провода, модуль флюсования и лужения рис 4.



2  
Роботизированный комплекс по обработке проводов (РКОП)



3  
Модуль лазерной зачистки проводов в РКОП



4  
Функциональные модули РКОП

Учитывая, что в отечественной специальной технике основная масса проводных соединений идет под распайку, функционал РКОП позволяет обработать и подготовить провода к дальнейшей пайке в разъем. Интеграция РКОП в технологический процесс снижает трудозатраты на подготовку проводных материалов к сборке в жгут более чем в 5 раз.

В РКОП также интегрированы системы маркировки проводных заготовок рис 5, что дает возможность в дальнейшем проследить движение заготовок при межоперационном хранении и в процессе сборки.

Помимо автоматизации процесса непосредственно обработки проводов в комплексном решении «Поток» существует «Интеллектуальная система хранения проводных заготовок (ИСХ)» рис 6.

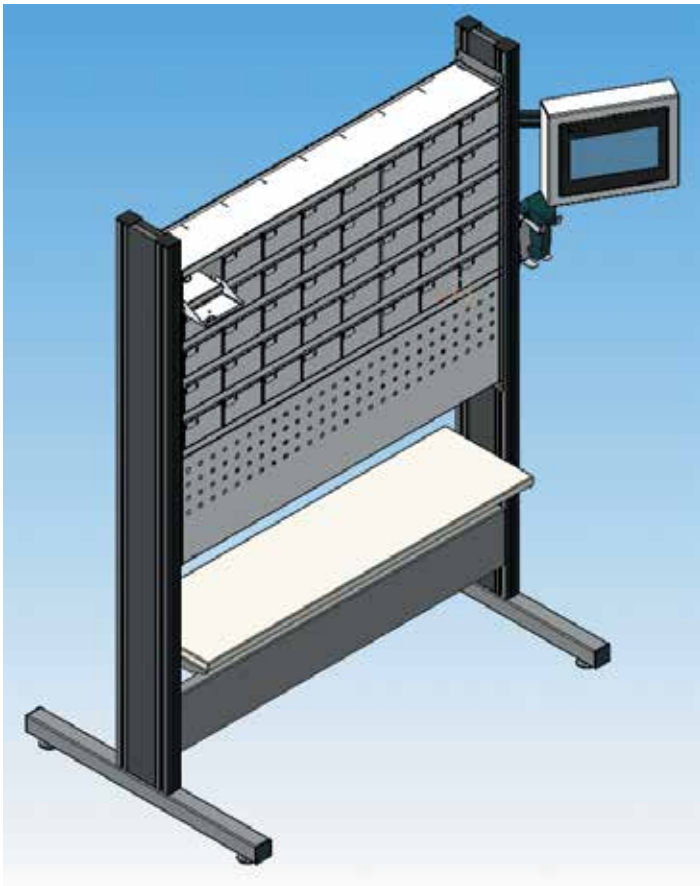
ИСХ обеспечивает:

- выдачу жгутовых заготовок как с заданной последовательностью, так и по запросу нужного элемента;
- сокращение временных затрат на идентификацию жгутовых заготовок;

- учет рабочего времени и контроль доступа к жгутовым заготовкам;
- систематизацию процесса промежуточного хранения жгутовых заготовок;
- учет готовых к сборке элементов;



5  
Образец «флажковой» маркировки проводной заготовки



6  
Интеллектуальная система хранения жгутовых заготовок (ИСХ)

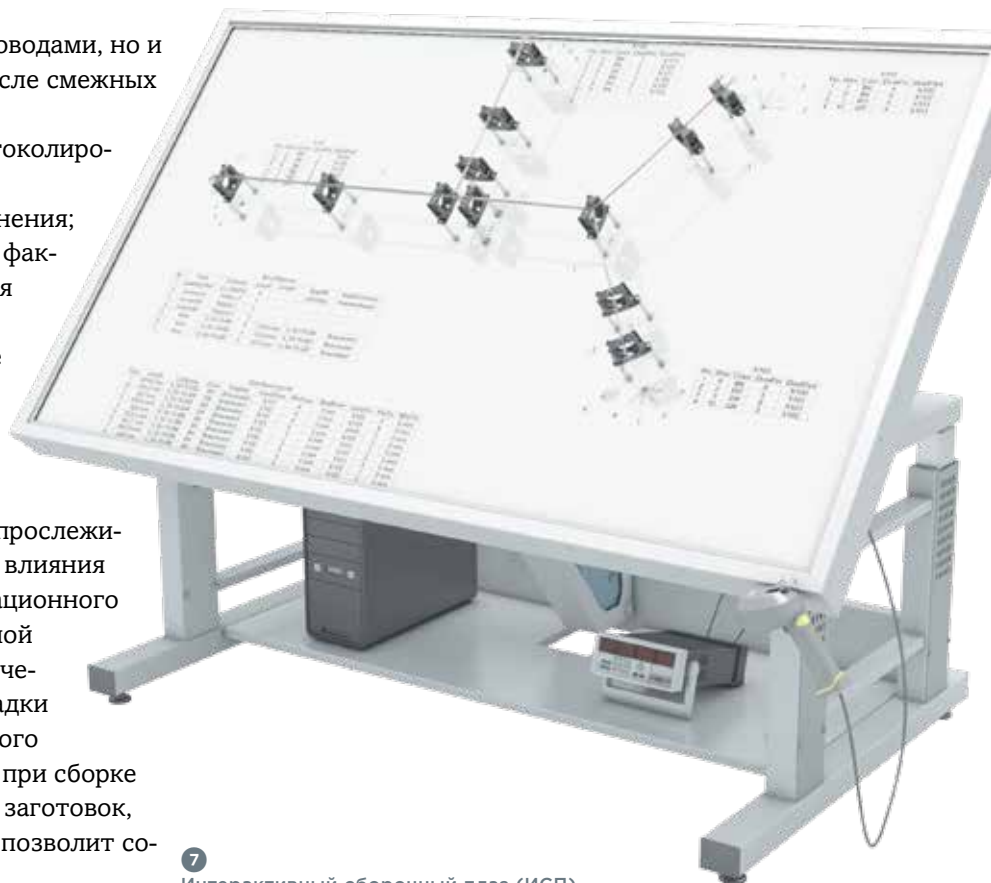
- возможность работы не только с проводами, но и со сборочными единицами, в том числе смежных производств;
- идентификацию сотрудников и протоколирование вносимых изменений;
- оптимизацию пространства для хранения;
- исключение влияния человеческого фактора в процессе закладки/получения проводов для сборки жгута;
- интеграцию в комплексное решение автоматизации производства «Поток» и систему прослеживаемости процесса производства.

Использование интеллектуальных систем хранения и комплексной системы прослеживаемости ощутимо влияет на уменьшение влияния человеческого фактора на этапе межоперационного хранения проводных заготовок. Но основной эффект — это отсутствие необходимости человеческого контроля очередности раскладки проводов, когда в жгуте есть провода разного сечения. Для жгутового производства, где при сборке жгута применяется множество проводных заготовок, именно сквозная система идентификации позволит сократить трудоемкость процесса сборки.

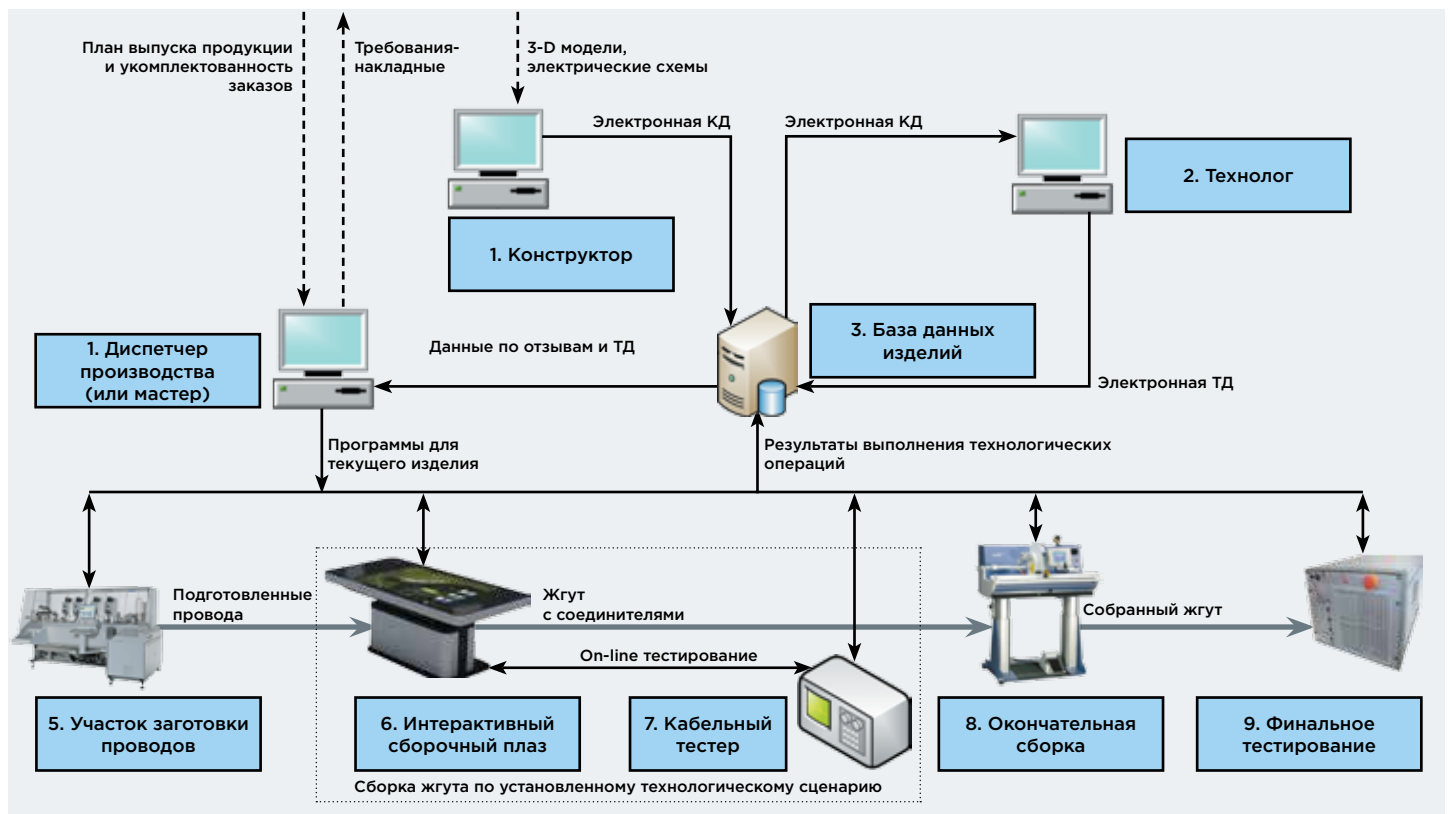
В комплексном решении «Поток» автоматизация этапа сборки реализована в интерактивном сборочном плазе РИС 7.

На интерактивном плазе отображается информация обо всех этапах сборки жгута и подсвечивается трасса раскладки. Каждая операция пошагово контролируется. Влияние человеческого фактора сведено до минимума: при возникновении ошибки на любом шаге сборки система мгновенно отследит её, и оператор или монтажник не сможет продолжить сборку до устранения этой ошибки. Важно, что на одном рабочем месте можно выполнять целый комплекс технологических операций: раскладку, сборку, распайку, промежуточное тестирование, частичное бандажирование. По оценкам технологов, вероятность возникновения технологических дефектов значительно ниже, если жгутовую заготовку реже перемещают с места на место и больше операций выполняют на одном рабочем месте. Система промежуточного тестирования, когда в режиме реального времени жгут тестируется на правильность раскладки проводов и распайки разъемов, значительно снижает трудоемкость процессов.

Интерактивный сборочный плаз также может быть интегрирован в общую систему прослеживаемости и управления производственным процессом сборки жгутов «Поток».



7  
Интерактивный сборочный плаз (ИСП)



8

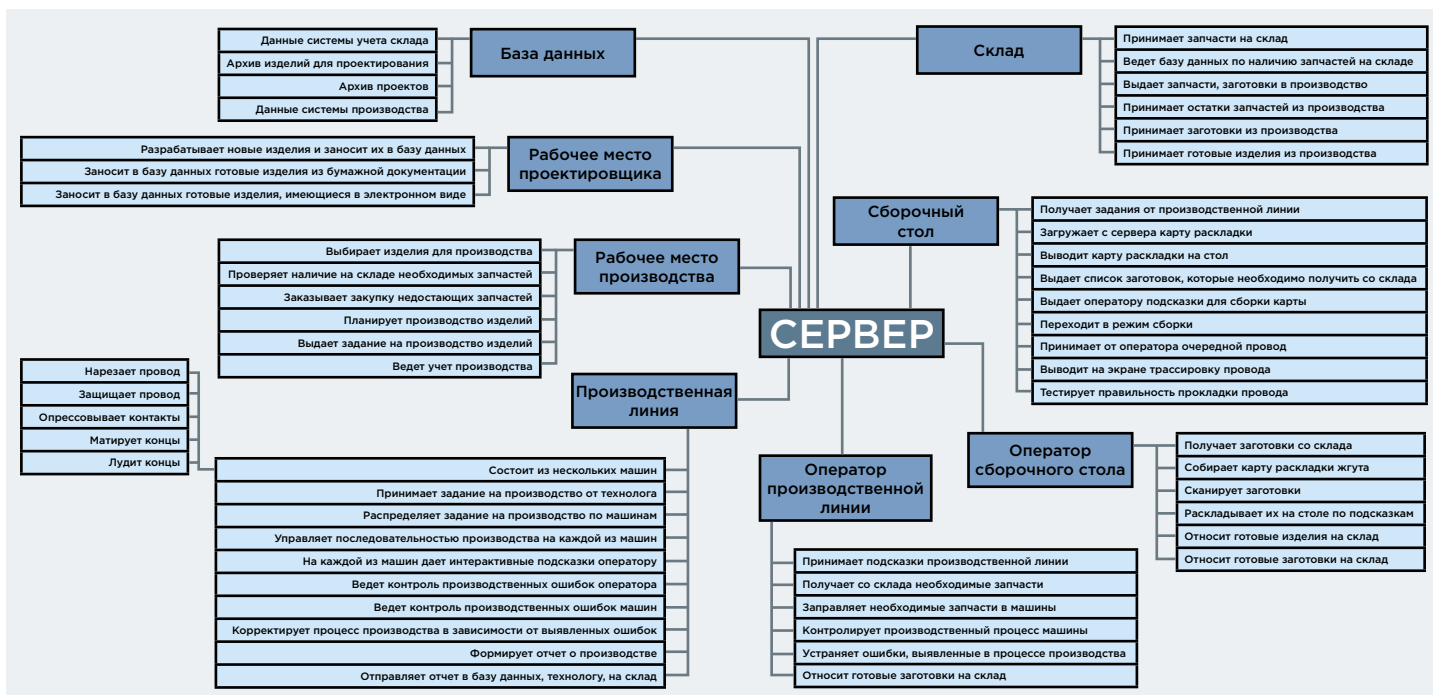
Структура ИСУТП

Комплексность решения «Поток» заключается не только в комплектации производственного жгутового участка уникальным высокотехнологичным оборудованием, но и возможностью объединения всех технологических решений и этапов жгутового производства в Интеллектуальную систему управления технологическим процессом (ИСУТП). Структура ИСУТП представлена на рис 8.

ИСУТП включает в себя систему сквозной прослеживаемости и контроля каждого этапа технологического процесса сборки жгутов и дает возможность формировать потребность в комплектующих и материалах для выпуска изделия или партии изделий. Это позволяет планировать закупки комплектующих и материалов


и оптимизировать их складские остатки под производственную программу. Контроль движения товарно-материальных ценностей является важнейшим элементом эффективной производственной системы.

Система прослеживаемости рис 9 сводит до минимума ошибки визуальной идентификации проводов и других комплектующих, используемых в процессе производства, позволяет контролировать доступ сотрудников к выполнению той или иной операции, дает возможность отслеживать текущее состояние производства, выполнение производственных планов и внесение изменений в производственные планы.



9 Система прослеживаемости на жгутовом производстве

**Решение «Поток» — это интегрированный комплекс оборудования и Интеллектуальной системы управления технологическим процессом (ИСУТП), позволяющий создать современный высокотехнологичный жгутовой участок. На таком участке влияние человеческого фактора сведено до минимума, снижена зависимость производства от опыта и квалификации персонала, новейшее оборудование и специализированное ПО позволяют обеспечить высокое качество выпускаемой жгутовой продукции, отвечающее жестким требованиям ГОСТов и ОСТов.**

**«Поток» уже показал эффективность внедрения даже на предприятиях с малой серией и широкой номенклатурой выпускаемых жгутов благодаря комплексному и системному решению проблемных вопросов. Большинство операций, которые сейчас разделены во времени и пространстве, «Поток» объединяет в единую систему. «Поток» — это новый уровень организации производственного процесса. **

# Интерактивный сборочный плаз: вопросы и ответы

Текст: Роман Лыско  
Дмитрий Максимов

На прошлогодней международной выставке ЭлектронТехЭкспо-2014 посетителям впервые был представлен интерактивный плаз для сборки жгутов **рис 1** — новейшая запатентованная разработка Группы компаний Остек, которая является частью комплексного решения «Поток». Система позволяет минимизировать влияние человеческого фактора и обеспечить безошибочную сборку жгутов.

Новинка вызвала большой интерес у посетителей выставки и специалистов предприятий, где имеются участки по сборке жгутов. Однако выход любого нового продукта помимо интереса вызывает еще и ряд вопросов у специалистов. Особенно, если учесть, что новинка — принципиально новый продукт, не имеющий аналогов на рынке. В данной статье приведены наиболее часто задаваемые вопросы и ответы на них.

## **В какой момент производится тестирование жгута: до пайки, во время пайки или после пайки в разъеме?**

Система тестирования, интегрированная в интерактивный сборочный плаз, позволяет проводить тестирование жгутов на любом этапе сборки, что дает возможность

своевременно определить дефекты на каждой технологической операции. Принцип «чем раньше обнаружен дефект, тем проще и дешевле его устранить» действителен и для этой системы. Тестер позволяет проводить тестирование как отдельных проводов, так и жгута в целом

## **Как происходит процесс написания тестовых программ?**

В тестере, применяемом в интерактивном сборочном плазе, используется опция «Smart Light», которая позволяет ускорить процесс написания тестовой программы для нового жгута с разъёмом, использованным ранее. Благодаря этой опции время, необходимое для переналадки тестовой системы, минимально. Соединение раскладываемого жгута с тестером производится через специальные ответные части, которые на одном конце распаяны на разъём пользователя, а на другом — на специальный универсальный программируемый разъём тестера. На этапе создания сценария для раскладки жгута в этот разъём запоминается метка. По периметру сборочного стола (сверху, снизу, по бокам) будут располагаться выходные разъёмы тестера для подключения ответных частей. Когда сборщик подготавливает стол к сборочному процессу, он подключает





1 Демонстрация интерактивного сборочного плаза на выставке ЭлектронТехЭкспо-2014

ответные части к ближайшему разъему тестера. Тестер же, в свою очередь, благодаря записанной в разъем метке, корректно определяет схему прозвонки жгута.

### Что будет, если на плаз уронить тяжелые предметы?

Это один из наиболее часто задаваемых вопросов.. Рабочая поверхность стола ударопрочная. В настоящий момент мы используем для поверхности стола триплекс толщиной 8 мм (состав: два каленых стекла по 4 мм + смола между ними). Была рассчитана величина прогиба при различных нагрузках на рабочую поверхность стола, в результате получены следующие значения для стекла размером 1880 x 1130 мм:

- при приложенной нагрузке в 30 кг (при горизонтальном расположении) прогиб 1,1 мм;
- при приложенной нагрузке в 50 кг (при горизонтальном расположении) прогиб 1,7 мм;
- максимальная приложенная нагрузка, при которой стекло не лопнет, составила 300 кг, предельный прогиб 11 мм.

Использование триплекса значительно улучшает все прочностные характеристики. Точка нагрузки будет

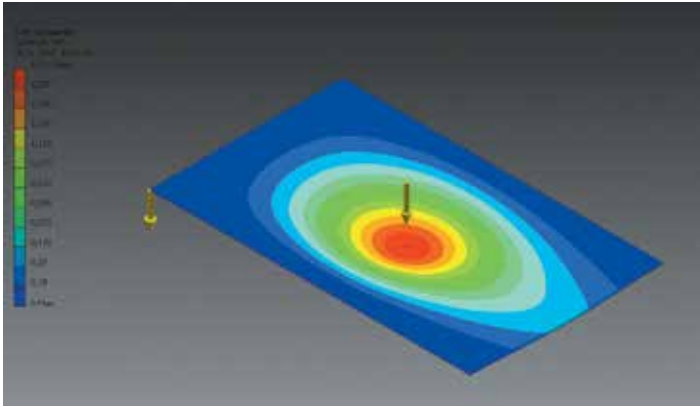
«расползаться» в овал в направлении большей стороны стекла рис 2. Указанные величины показывают хороший запас прочности поверхности к воздействию ударных нагрузок. Однако не рекомендуется специально испытывать поверхность стола на ударопрочность.

### Является ли поверхность рабочего стола сменной?

Несмотря на высокие прочностные характеристики поверхности интерактивного плаза необходимо учитывать человеческий фактор. В связи с этим была предусмотрена возможность замены поверхности стола. Процесс замены не представляет сложности.

### Имеется ли техническая возможность установки стационарного сканера взамен ручного?

Действительно, такая возможность существует. В настоящее время в стадии реализации находится проект, когда рядом со сборочным столом установлен универсальный сканер, который может применяться как



2 Диаграмма распределения нагрузки 50 кг на поверхность интерактивного плаза. Нагрузка приложена по центру

в стационарном, так и ручном режиме. В ряде случаев удобнее использовать стационарные сканирующие системы, а не ручные.

### Сколько времени занимает идентификация одной проводной заготовки?

Считывание сканером одной этикетки, используемой для идентификации проводной заготовки, составляет доли секунды. Эта операция занимает гораздо меньше того времени, которое монтажники затрачивают на визуальную идентификацию бирок на проводных заготовках.

### Насколько сокращается время сборки при использовании интерактивного сборочного стола?

Если брать непосредственно операцию сборки, то пользователю понадобится в 3-4 раза меньше времени. Однако следует учитывать, что значительное время при сложных жгутовых сборках уходит на поиск и устранение дефектов и ошибок сборки. Учитывая, что в данном решении визуализируется процесс сборки и может использоваться система прослеживаемости, вероятность возникновения ошибки сводится практически к нулю. Иными словами, при возникновении ошибки на любом шаге сборки система остановит процесс сборки жгутов. Соответственно, время на обнаружение и устранение дефектов будет близко к нулю, а это, в свою очередь, приведет к многократному сокращению времени сборки.

### Возможно ли изготовление стола длиной 6 или 12 метров?

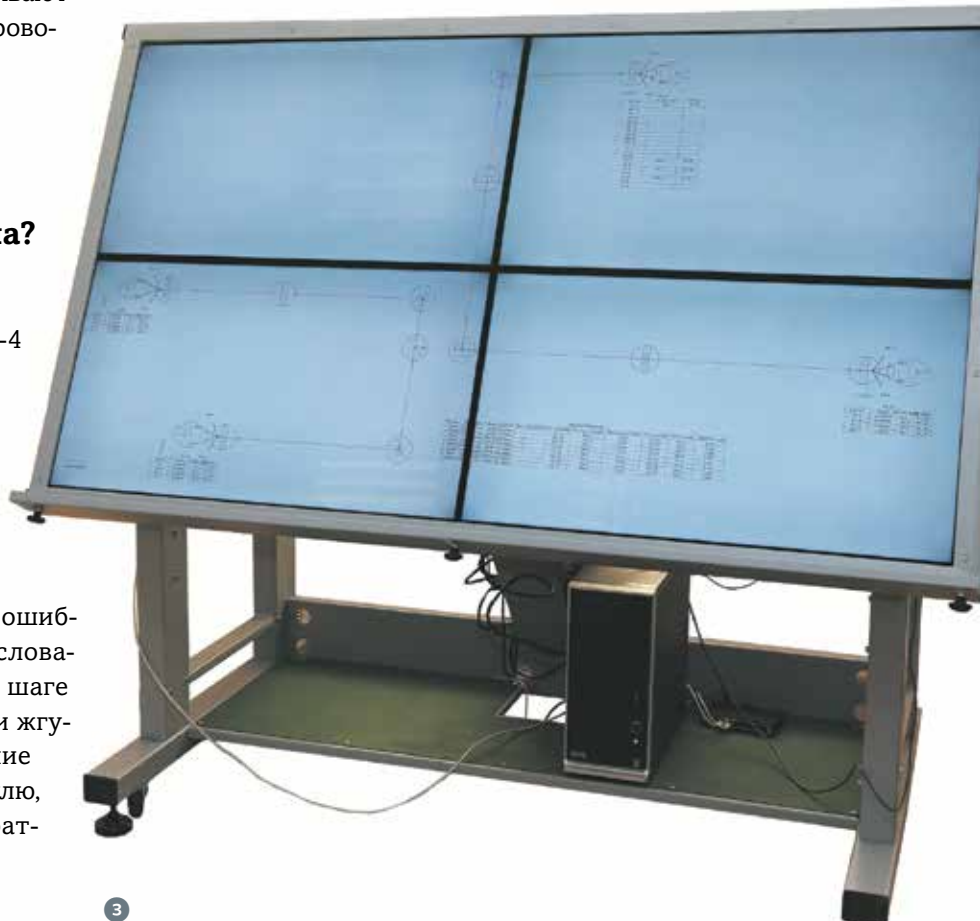
Благодарю модульности конструкции стола наращивание размеров плаза возможно. При этом рекомендуем максимально эффективно использовать имеющуюся поверхность плаза. Например, можно расположить жгут не во всю длину, а «змейкой», что позволит сэкономить рабочее пространство.

### Каким количеством мониторов укомплектован сборочный стол?

В настоящее время плаз может комплектоваться как одним большим монитором, так и несколькими мониторами меньшего размера рис 3.

### Можно ли проводить частичное бандажирование на интерактивном плазе?

Использование специальных крепежей на интерактивном плазе позволяет провести частичное бандажирование непосредственно на поверхности плаза. При этом жгут находится над поверхностью стола, что упрощает операции по сборке жгута.



3 Интерактивный плаз, укомплектованный 4 мониторами

Column1	WireName	Length	LibName	OutsideDiamet	CoreDiameter	ConnectorFrom	PinFrom	StripLengthFrc	NonCoveredW	ConnectorTo	PinTo
1	w_00001	1605 mm	МГТФ 1x0.35ен	1.1 mm	0.35 mm2	XS_01	Pin.1	3 mm	31.66 mm	XS_02	Pin.1
2	w_00002	1603 mm	МГТФ 1x0.35ен	1.1 mm	0.35 mm2	XS_02	Pin.3	3 mm	30.74 mm	XS_01	Pin.3
3	w_00003	1514 mm	МГТФ 1x0.35ен	1.1 mm	0.35 mm2	XS_01	Pin.7	3 mm	31.85 mm	XS_04	Pin.1
4	w_00004	1512 mm	МГТФ 1x0.35ен	1.1 mm	0.35 mm2	XS_04	Pin.3	3 mm	30.75 mm	XS_01	Pin.5
5	w_00005	1684 mm	МГТФ 1x0.35ен	1.1 mm	0.35 mm2	XS_02	Pin.7	3 mm	31.66 mm	XS_03	Pin.1
6	w_00006	1682 mm	МГТФ 1x0.35ен	1.1 mm	0.35 mm2	XS_03	Pin.3	3 mm	30.74 mm	XS_02	Pin.5
7	w_00007	1593 mm	МГТФ 1x0.35ен	1.1 mm	0.35 mm2	XS_04	Pin.7	3 mm	31.64 mm	XS_03	Pin.7
8	w_00008	1591 mm	МГТФ 1x0.35ен	1.1 mm	0.35 mm2	XS_03	Pin.5	3 mm	30.74 mm	XS_04	Pin.5

Для работы раскладочного стола в таблице соединений достаточно указать для каждого провода Разъем и пин, откуда идет провод Разъем и пин, куда приходит провод также можно указать вспомогательное поле - название провода

4 Алгоритм записи графической части сценария

## Имеются ли конкурентные аналоги на рынке?

Сегодня на рынке конкурентами представлены решения, которые реализуют только часть функционала интерактивного сборочного плаза, разработанного сотрудниками Группы компаний Остек. Полного функционального аналога, адаптированного под российское производство специальной техники, на рынке на данный момент не существует. Следует учитывать, что наше решение разрабатывалось под специфику российских жгутовых производств, позволяя реализовывать практически весь комплекс задач по сборке жгута.

## Какова должна быть квалификация сотрудников, работающих за интерактивным сборочным плазом?

Система изначально спроектирована так, чтобы сборку жгутов мог освоить сотрудник с минимальным опытом и квалификацией. Благодаря визуализации процесса сборки специалист последовательно выполняет операции, которые отображаются на мониторе. Работа на обычных фанерных плазах требует от работников существенно большего опыта и квалификации.

## Кто разрабатывает алгоритм раскладки и технологию раскладки жгута?

Для первой опытной партии это делают сотрудники Остека. В процессе запуска интерактивного сборочного стола проводится обучение сотрудников заказчика.

## Сколько времени занимает подготовка чертежа для вывода на плаз?

В зависимости от сложности жгута и наличия исходных данных запись сценария для раскладки жгута посредством специализированного ПО, интегрированного в сборочный плаз, может занимать от 10 минут до нескольких часов. Сюда входят создание таблицы соединений жгута и графического отображения на сборочном столе рис 4. Это делается однократно, в дальнейшем информация сохраняется в системе.

## Как осуществляется перенос данных из различных программ на интерактивный сборочный плаз?

Для создания сценария раскладки жгута в интерактивный сборочный плаз интегрировано специализированное ПО. Исходный чертеж может быть выполнен как на бумажном носителе, так и в любой CAD-программе. В случае с бумажным носителем его необходимо отсканировать и импортировать в ПО. Специализированное ПО распознает следующие графические форматы: jpg, png, tiff, gif. Чертежи в форматах AutoCAD, КОМПАС, EPLAN, PDF необходимо сохранить как рисунок, после этого они могут быть загружены в ПО.

По желанию заказчика в состав ПО для сборочного стола может быть включена специализированная программа для проектирования жгутов. Таким образом, становится возможным проектирование жгутов, а затем импорт результатов расчетов напрямую в ПО.

Для получения более подробной информации об интерактивном сборочном плазе приглашаем посетить демонстрационный зал в головном офисе Группы компаний Остек, где специалисты продемонстрируют возможности работы с интерактивным столом, а также ответят на все интересующие вас вопросы.

# Пятипоршневая система вакуумного планарного прессования печатных плат и гибридная технология нагрева

**или**

как главному технологу  
и начальнику цеха ПП навсегда  
избавиться от головной боли  
из-за участка прессования?



Текст: Семен Хесин



Увеличивающийся спрос на высокотехнологичные многослойные печатные платы (МПП) с заданным импедансом, где важно строго соблюдать зазор между слоями, обеспечивать минимальный разброс толщин, а также особенности работы с различными типами препрегов вынуждают производителей печатных плат предъявлять все более высокие требования к участку прессования. В данной статье описаны запатентованные технологии, разработанные фирмой Fusei Menix, которые позволяют производителям печатных плат комфортно выполнять требования, предъявляемые техпроцессом.

## Введение

Для того чтобы понять, с какими дефектами прессования периодически сталкиваются производители многослойных печатных плат, обратимся к действующему ГОСТу 23661-79 «Платы печатные многослойные. Требования к типовому технологическому процессу прессования», в приложении 9 которого приведен список характерных дефектов:

- разнотолщинность спрессованной заготовки;
- просматривание проводящего рисунка внутренних слоев на поверхности фольги спрессованной заготовки;
- белесость, непропрессовка, вздутие и расслаивание спрессованной заготовки при большом облое;
- белесость, непропрессовка, вздутие и расслаивание спрессованной заготовки при незначительном облое;
- вздутие и отслоение фольги на поверхности спрессованной заготовки;
- вмятины на поверхности фольги;
- вздутие и расслаивание спрессованной заготовки после воздействия термоудара.

Когда обнаруживают коробленую плату с непропрессовками/вздутиями/расслоениями, возникает традиционный вопрос: кто виноват и что делать?

Причин множество, но основных пять:

- человеческий фактор;
- оборудование, несоответствующее современным требованиям производства прецизионных МПП 5-7 класса точности по ГОСТ Р 53429-2009;
- базовые материалы (препрег, фольга, стеклотекстолит);
- вспомогательные материалы (термобуфер, антиадгезивная пленка) и оснастка (пресс-формы);
- подготовительные операции (компоновка плат, технологическое поле и т.д., подготовка слоев и препрега перед прессованием).

В этой статье мы постараемся дать ответ на вопрос о том, какие современные технологии должны присутствовать в процессе прессования МПП, отвечающих современным требованиям.

Для начала определим факторы, которые связаны с оборудованием и влияют на качество операции прессования:

1. Равномерность давления:
  - насколько плоскопараллельны плиты прессы и насколько равномерно они оказывают давление на заготовку?
2. Равномерность теплопередачи:
  - насколько равномерно нагрета каждая плита прессы и, соответственно, насколько равномерно передается тепло от плит к заготовкам?
3. Возможность контроля скорости охлаждения и нагрева:
  - есть ли такая возможность? В каком диапазоне регулируется и контролируется скорость нагрева или охлаждения?

4. Степень разряжения (вакуум):
    - заполняются ли пустоты в заготовках? Есть ли возможность отключения вакуума?
    - эффективно ли удаляются «летучие»?
  5. Программирование и работа автоматики:
    - какими возможностями обладает система управления прессом, и насколько слаженно работает автоматика?
- Также необходимо упомянуть о ряде факторов, которые не влияют на качество операции, но, тем не менее, являются немаловажными при выборе прессы:
6. Эргономичность:
    - насколько оператору удобно работать на прессы? Насколько дружелюбен интерфейс управления системой?
  7. Экономичность:
    - будет ли пресс окупать себя с экономической точки зрения?
    - является ли пресс небольшим по габаритам?
  8. Производительность участка прессования.

**Лидером мирового производства высокотехнологичных систем вакуумного ламинирования является компания Fusei Menix**, которая поставляет прессы рис 1 таким гигантам производства электронной техники как Foxconn, Samsung, LG, SIMMTECH и др. Количество работающего оборудования достигает 560 комплектов. Fusei Menix является обладателем 28 патентов по конструкции прессов для производства МПП и постоянно инвестирует в развитие новых уникальных технических решений.

Рассмотрим наиболее важные особенности традиционных прессов и прессов фирмы Fusei Menix в разрезе вышеописанных факторов.



1 Внешний вид 5-поршневого прессы Fusei Menix

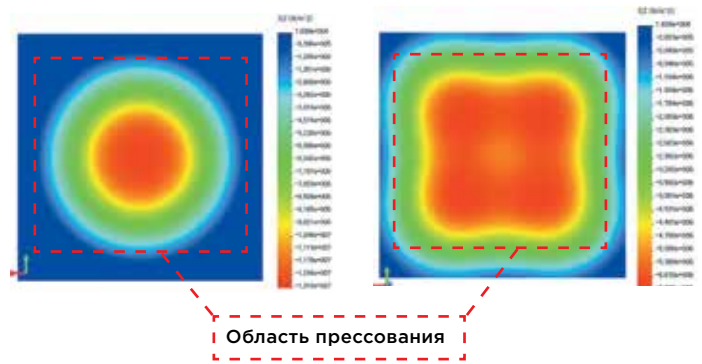
## Системы приложения давления

Традиционные прессы имеют один поршень и несколько стальных плит пресса. Благодаря гидравлической системе поршень поднимает нижние плиты и смыкает их с верхней. Поршень по площади всегда меньше плиты пресса, из-за чего давление на центр плиты больше, а на края, по законам физики, меньше. Как следствие, на краях заготовок могут возникнуть дефекты из-за разных условий прессования.

Недавно появилась новая четырехпоршневая система сжатия плит пресса рис 2. Четыре поршня оказывают равномерное давление на нижнюю плиту и, соответственно, на заготовку, значительно уменьшая количество дефектов, возникающих из-за неравномерности давления.

Благодаря постоянному поиску идей и совершенствованию оборудования компания Fusei Menix разработала пятипоршневую систему, сравнение которой с традиционной приведено в Т 1.

В производстве печатных плат в настоящее время часто используется много типоразмеров заготовок. Чем меньше размер заготовки, тем больше риск погнуть пресс-формы или повредить плиты пресса. Чтобы избе-

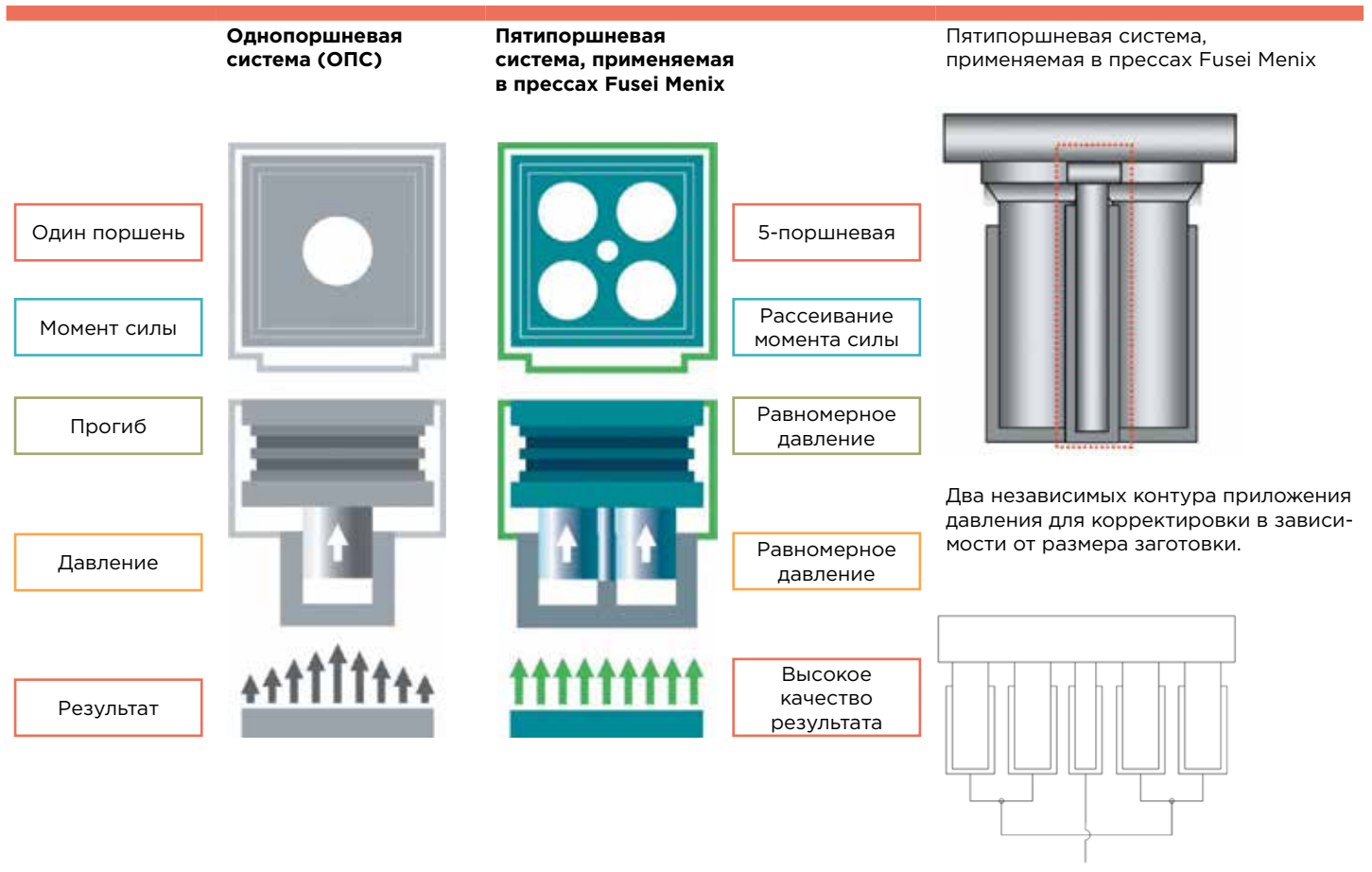


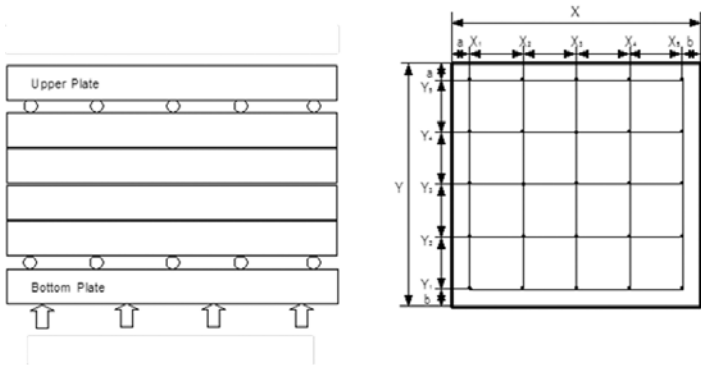
2 Равномерность приложения давления при разных системах

жать этого, пятипоршневые прессы фирмы Fusei Menix имеют два независимых контура приложения давления Т 1 (первый контур регулирует давление центрального поршня, а второй — четырех оставшихся поршней) и встроенное программное обеспечение, которое позволяет прессу корректировать давление по центру и по краям в зависимости от размера заготовки. Например, в случае малого размера заготовки большее давление будет прикладываться на центральный поршень, что обеспечит более высокую равномерность распределения давления на всю площадь заготовки.

Т 1

Сравнение систем приложения давления





3 Схема эксперимента по определению плоскопараллельности

Также на прессах Fusei Menix был проведен эксперимент по определению плоскопараллельности плит в условиях постоянного изменения температуры и воздействия высокого давления РИС 3:

Последовательность действий в эксперименте:

1. Нарезаем на части фиксированной длины прутки припоя Ø 3 мм.
2. Куски припоя аккуратно укладываем вдоль контрольных точек в соответствии с эскизом.
3. Прессуем припой при температуре 30~40 кг/см<sup>2</sup> в течение 2 мин.
4. Измеряем толщину припоя Т 2.

Здесь мы видим явное преимущество пятипоршневой системы. Статистика говорит сама за себя. С цифрами не поспоришь.

Т 2 Результаты эксперимента по определению плоскопараллельности плит прессы

Пятипоршневая система Fusei Menix после 7 лет эксплуатации					
Точка	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5
Y 1	1,405	1,391	1,392	1,388	1,417
Y 2	1,392	1,378	1,371	1,377	1,398
Y 3	1,393	1,372	1,369	1,369	1,398
Y 4	1,391	1,374	1,372	1,373	1,392
Y 5	1,398	1,382	1,385	1,385	1,394

Разброс толщин T = 36 мкм

Однопоршневая система на новом прессе					
Точка	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5
Y 1	1,429	1,418	1,382	1,402	1,414
Y 2	1,422	1,401	1,361	1,371	1,408
Y 3	1,411	1,366	1,355	1,358	1,391
Y 4	1,412	1,392	1,363	1,383	1,411
Y 5	1,439	1,414	1,398	1,417	1,422

Разброс толщин T = 84 мкм

## Системы нагрева

Во время процесса прессования базовый материал (пре-прег) полимеризуется и затвердевает под воздействием температуры. При неравномерном распределении температуры по поверхности плиты прессы пре-прег также прогревается неравномерно и, как следствие, какие-то его отдельные области могут полимеризоваться раньше, а какие-то — позже, что приводит к производственному браку (коробление и непропрессовки).

Существует несколько систем нагрева заготовок во время прессования, рассмотрим кратко преимущества и недостатки каждой из них.

### 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НАГРЕВА ПЛИТ ПРЕССА. ТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД

Данная система — традиционная и на текущий момент наиболее распространенная. Нагрев системы происходит за счет так называемых ТЭНов, которые интегрируются в плиту прессы. Это позволяет обеспечить быстрый нагрев и охлаждение. В результате многочисленных экспериментов на различных прессах было выявлено, что различия температуры между центром плиты и ее краем могут достигать 5-7°C в пределах одной плоскости. Если при этом происходит прессование одновременно нескольких заготовок в одном пресспакете, то разница температуры в одних точках между центральной заготовкой и заготовками, расположенными ближе к плитам, может быть 12-17°C.

Таким образом, максимальное различие температур на заготовках во время прессования может достигать 24°C и более при увеличении числа заготовок и габаритов плит. Смола в некоторых типах препрегов начинает течь при температуре 120-130°C, а рекомендуемая температура полимеризации — 160-170°C. Это означает, что в каких-то заготовках процесс полимеризации будет близок к завершению, а в каких-то смола только начнет течь. Эти состояния смолы являются определяющими для подбора режимов прессования. Следовательно, качество прессования при использовании прессы во многом зависит от использования буферных материалов, позволяющих обеспечивать равномерное распределение нагрева, и от подбора режимов прессования, а значит от опыта технологов (человеческого фактора).

## 2. НАГРЕВ ПЛИТ ПРЕССА МАСЛЯНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ. ТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД

В данной системе нагрева помимо прессы должна присутствовать специальная масляная станция (бойлер), которая нагревает/охлаждает масло и подает его в плиты прессы, обеспечивая условно равномерный нагрев. Это достигается за счет того, что в плите прессы отсутствуют трубки с хладагентом и в масляной станции есть два резервуара:

- первый содержит масло, нагретое до температуры примерно на 60°C больше максимальной температуры плит прессы;
- второй содержит холодное масло.

Холодное и горячее масла смешиваются в пропорциях, соответствующих программе прессования, и только после этого подаются в плиту прессы, обеспечивая равномерный нагрев.

Масляный пресс обладает большей скоростью нагрева и охлаждения по сравнению с электрическим, но для его работы необходим предварительный нагрев масла до требуемой температуры в течение 20-30 минут.

Минусом данной системы нагрева является необходимость затрачивать огромное количество воды

и электроэнергии для охлаждения и нагрева масла, потребность в крупногабаритном бойлере, а также ограничение по максимальной температуре нагрева, так как температура масла в бойлере должна быть на 50-60°C выше максимальной температуры плит прессы.

## 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НАГРЕВА ПОСРЕДСТВОМ РАЗОГРЕВА МЕДНОЙ ФОЛЬГИ ДЖОУЛЕВЫМ ТЕПЛОМ

Альтернативой традиционным методам нагрева на текущий момент является электрическая система нагрева через медную фольгу. Принцип работы системы показан на рис. 4.

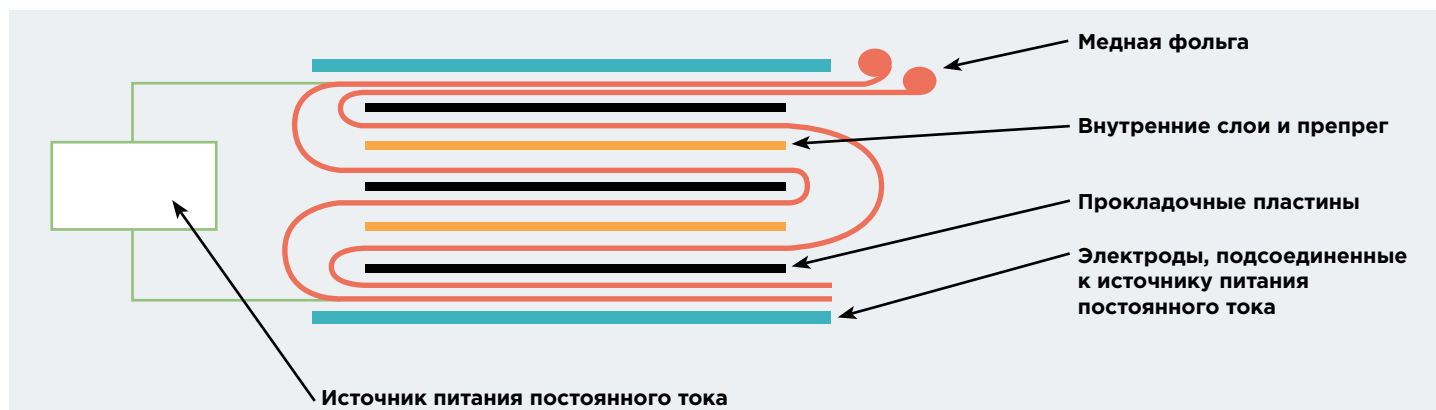
Решение, бесспорно, является оригинальным, но по нескольким причинам абсолютно далеким от многоменклатурного мелкосерийного производства печатных плат и непригодным для прессования препрегов, требующих большого удельного давления. Главный минус такой конструкции в том, что прессы не имеют гидроцилиндра большой мощности, поэтому пресс не может развивать большое давление на полный размер заготовки.

Использование подобной системы прессования в производстве печатных плат целесообразно при серийности выпуска продукции. Также система не позволяет обеспечивать охлаждение заготовок в цикле прессования, что ведет к деформации печатных плат и микрорасслоениям.

Из-за таких особенностей систему применяют на предприятиях по выпуску ламинатов и очень ограничено в производстве МП П.

## 4. ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА НАГРЕВА

Производители прессов десятилетиями пытались найти конструктивное решение по созданию системы нагрева, которая совмещала бы преимущества электрической и масляной. И это удалось компании Fusei Menix. Конструкция была запатентована и носит название Red Wave (англ. Красная волна). Это название разработчики присвоили системе за быстроту и равномерность на-



4

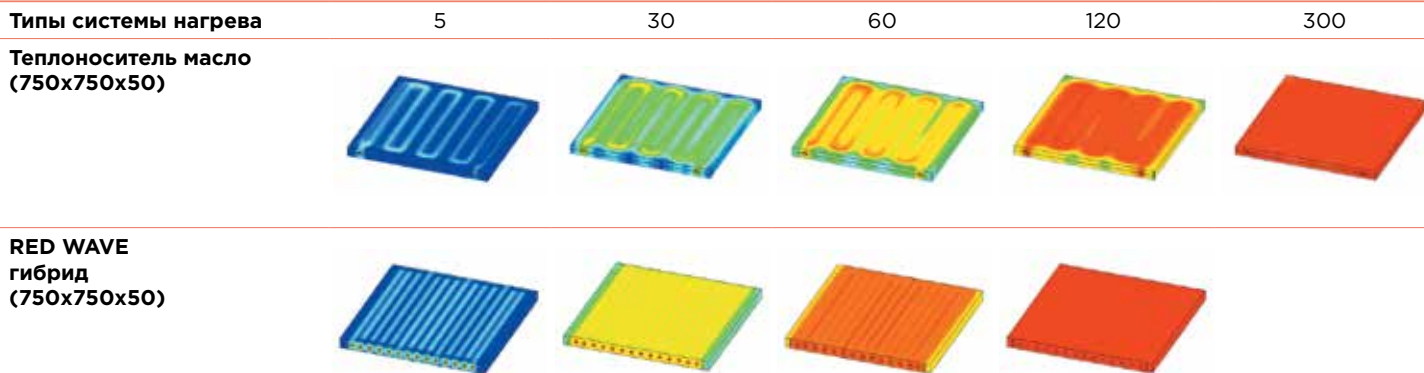
Принцип действия электрической системы нагрева посредством разогрева медной фольги джоулевым теплом



ТЗ

Сравнение термомасляного пресса и гибрида RED WAVE по времени

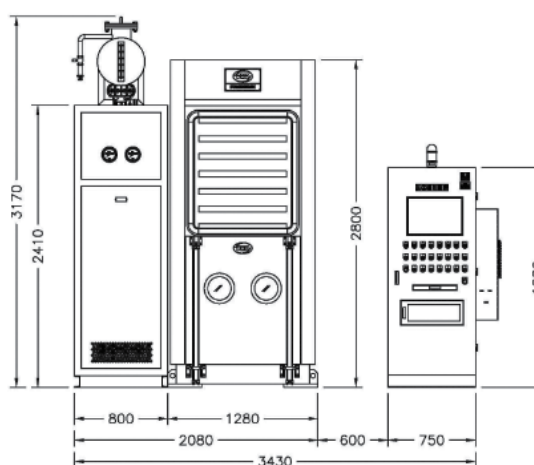
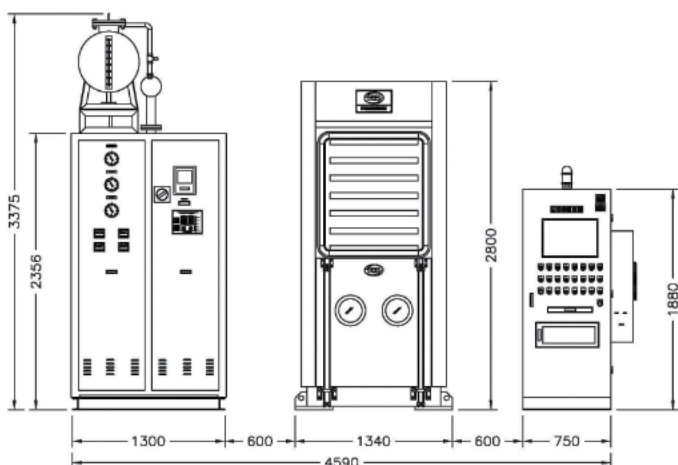
**1. Время выхода на рабочий режим и достижение равномерности температуры (сек.)**



**2. Требуемая площадь**

Термомасляный пресс

Гибрид RED WAVE



грева плиты пресса до высоких температур, необходимых для прессования высокотехнологичных материалов. А решение, как оказалось, лежало на поверхности. Как совместить преимущества двух систем? Их нужно объединить. В гибридной системе присутствуют и ТЭНы, и специальные каналы внутри плит пресса, по которым проходит масло.

Давайте сравним традиционные системы нагрева и систему нагрева RED WAVE ТЗ.

**Основные преимущества гибридной системы нагрева RED WAVE:**

- 1. Быстрый нагрев** благодаря электрическому и масляному нагреву. В процессе прессования есть этапы, когда скорость нагрева / охлаждения не влияет на качество прессования. Для того, чтобы сэкономить время и уменьшить цикл прессования, на таких этапах от пресса требуется максимальная скорость нагрева или охлаждения.
- 2. Стабильное и равномерное распределение температуры** благодаря теплопереносу маслом. Отклонение температуры  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$  на плитах пресса.

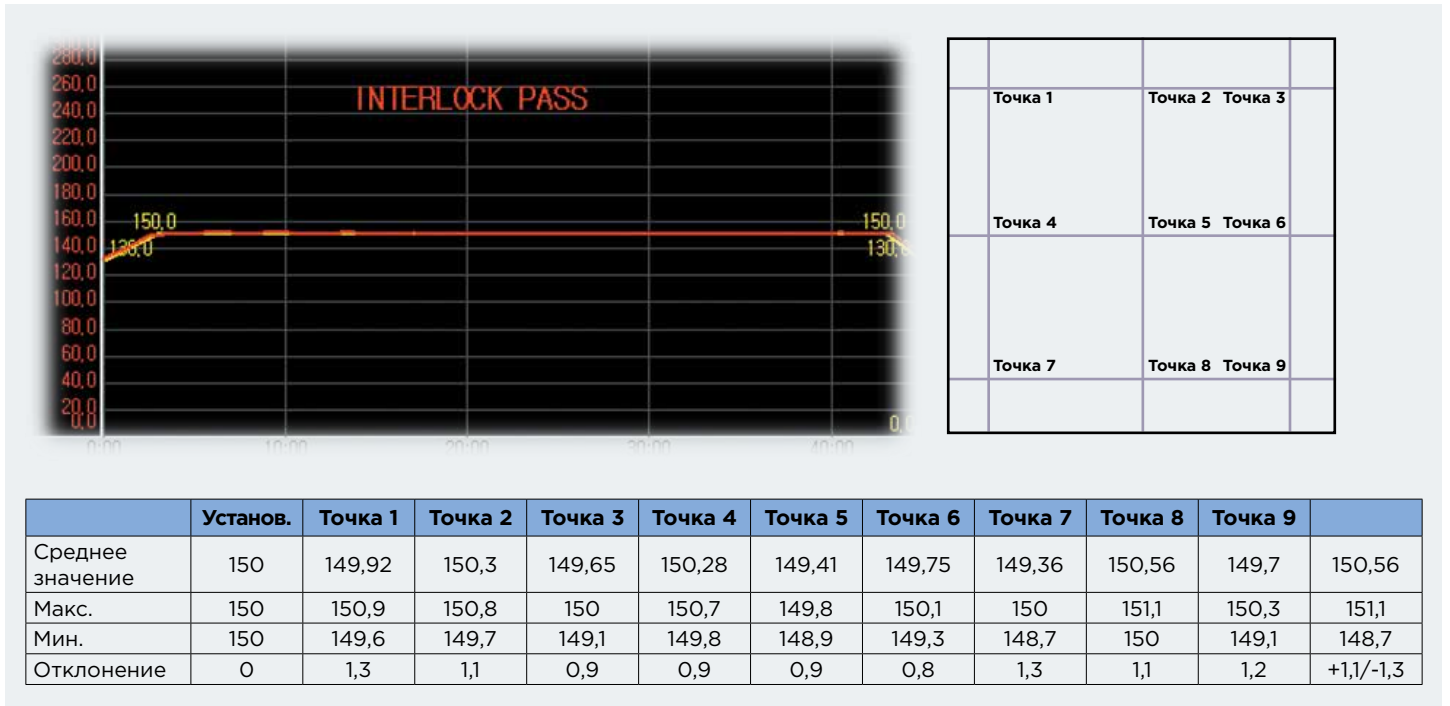
**3. Экономия площади** по сравнению с масляной системой нагрева за счет уменьшения размера бойлера, что является очень актуальным для предприятий, которые не располагают большими производственными площадями.

**4. Экономия электричества и воды охлаждения.** Экономия воды (хладоносителя) и электроэнергии достигается за счет уменьшения количества нагреваемого/охлаждаемого масла.

Для подтверждения высокой равномерности нагрева плит пресса системой RED WAVE был проведен эксперимент рис 5:

Последовательность действий в эксперименте:

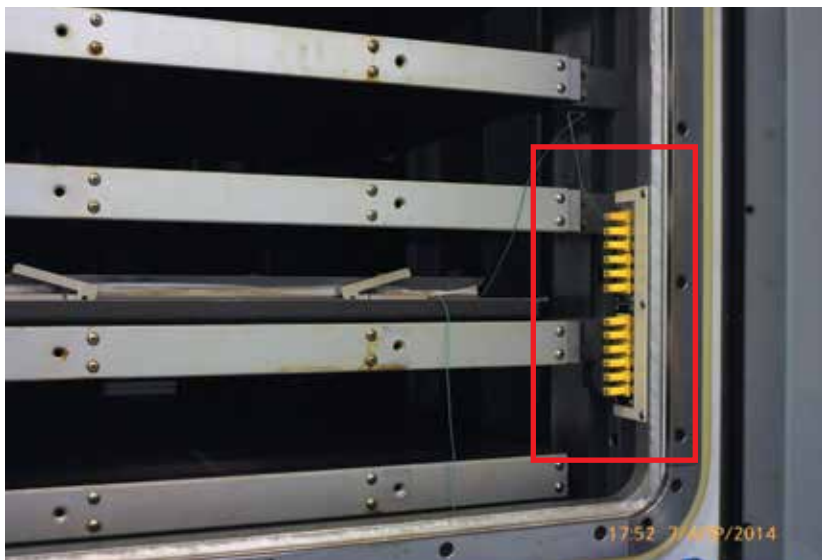
- Выбираем девять точек на плите для проверки температуры.
- Начинаем проверять температуру спустя 20 мин ( $150^{\circ}\text{C}$ , 30 мин).
- Замеряем температуру: максимальную, минимальную, вычисляем среднее значение и отклонение.
- Убеждаемся, что отклонение температуры не превышает  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ .



**5** Эксперимент по определению равномерности нагрева плит пресса системой RED WAVE

Одной из важных особенностей прессов Fusei Menix является наличие в прессе контактной группы для подключения термопар, расположенной внутри вакуумной камеры, и программного обеспечения для вывода температуры внутри заготовки МПП на экран монитора рис 6, что является «мощным инструментом» технолога при определении момента гелеобразования для определения момента приложения

основного давления. Благодаря этому больше нет необходимости самостоятельно придумывать, как именно подключать термопары и следить за температурой в заготовках. Этот «инструмент» позволяет комфортно отслеживать состояние препрега в пресуемом пакете МПП и очень важен при работе с препрегами, имеющими большое время гелеобразования и требующими прессование в «две ступени».



Контактная группа для подключения термопар

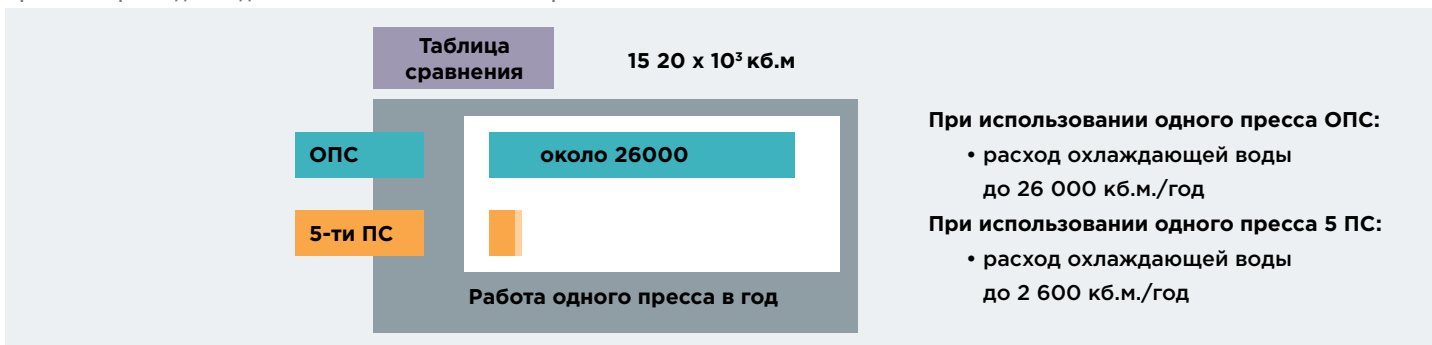


Отображение показаний температуры на термопарах

**6** Возможность подключения термопар

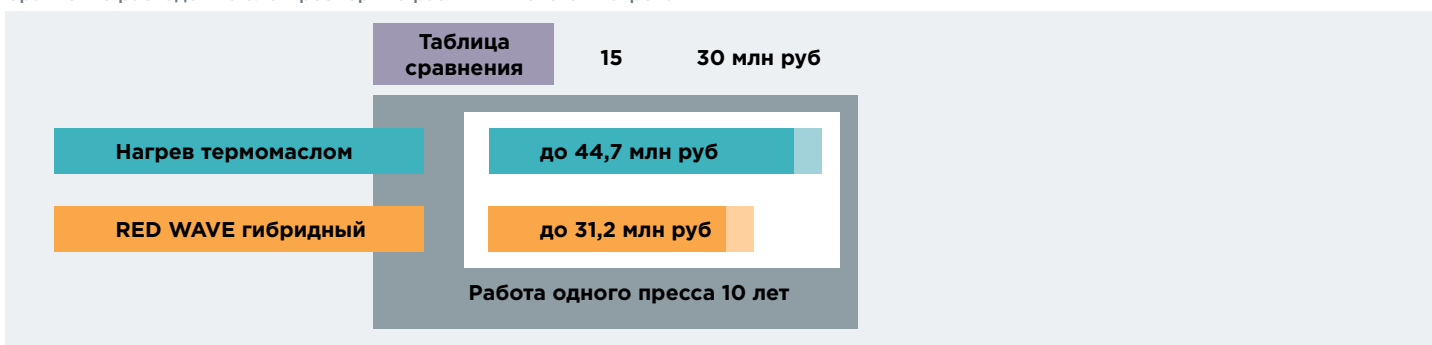
Т 4

Сравнение расходов воды в зависимости от систем нагрева



Т 5

Сравнение расходов на электроэнергию различных систем нагрева



**Экономия охлаждающей воды при применении гибридной системы нагрева Red Wave**

Количество потребляемой охлаждающей воды Т 4:

- термомасляный вакуумный пресс = 100 л/мин => до 72 000 л/день => до 2 160 000 л/месяц => до 25 920 000 л/год;
- гибридный вакуумный пресс = 10 л/мин => до 7 000 л/день => до 216 000 л/месяц => до 2 592 000 л/год.

Эффект снижения затрат => снижение расхода охлаждающей воды и потребляемой энергии.

**Экономия электроэнергии при использовании гибридной системы нагрева Red Wave**

Расходы на электроэнергию, требуемую для нагрева пресса Т 5:

- термомасляный вакуумный пресс: 132,9 кВт в цикл. Расходы на электроэнергию на 10 лет = 132,9 кВт x 10 лет x 200 дней x 24 часа (3-сменный график работы) x 7 руб./кВт\*час = 44,7 млн руб.
- гибридный вакуумный пресс: 92,9 кВт в цикл. Расходы на электроэнергию на 10 лет = 92,9 кВт x 10 лет x 200 дней x 24 часа (3-сменный график работы) x 7 руб./кВт\*час = 31,2 млн руб.

**Комплексное решение для участка прессования «под ключ»**

Производительность участка прессования зависит не только от пресса, но и от системы сборки/разборки пресс-форм. В настоящее время есть много ручных или полуавтоматических систем сборки/разборки пресс-форм, но компания Fusei Menix пошла еще дальше и разработала полностью автоматическую систему рис 7, которая позволяет собирать до 162 пресс-форм в час. Если нет необходимости в автоматической системе сборки/разборки пресс-форм или если такая система уже имеется, то прессы могут быть доукомплектованы устройствами рис 8 для увеличения производительности, а также удобства пользования и соблюдения техники безопасности.



7

Высокопроизводительная система сборки/разборки пресс-форм с конвейерной роликовой системой перемещения



8

Тележка для загрузки и разгрузки пресс-форм из пресса, буфер, холодный пресс



9

Шестиэтажный вакуумный горячий пятипоршневый пресс с полуавтоматической системой разгрузки/загрузки прессов и с входным и выходным буфером (фотографии сделаны на предприятии в г. Москва)

## Заключение

В качестве заключения приведена общая сравнительная таблица традиционных прессов и прессов компании Fusei Menix.

Параметр	Традиционные прессы	Прессы Fusei Menix	Комментарий
Система приложения давления	Однопоршневая	Пятипоршневая	Применение пятипоршневой системы, плит пресса с толщиной 50 мм и плоскопараллельностью 0,02 мм на метр позволяет обеспечить максимальную равномерность давления и достигнуть минимального коробления плат
Толщина плит пресса, мм	35-50	50	
Плоскопараллельность плит пресса	0,05 мм на метр	0,02 мм на метр	
Система нагрева заготовок	1. Электрическая 2. Масляная 3. Электрическая система нагрева посредством разогрева медной фольги джоулевым теплом	Запатентованная технология гибридного нагрева Red Wave	Применение технологии Red Wave позволяет добиться максимально равномерного и быстрого нагрева заготовок, высочайшего качества пропрессовки, а также сэкономить электроэнергию и воду охлаждения. Технология Red Wave позволяет контролировать скорость нагрева и охлаждения и не препятствует выходу летучих
Максимальная температура на плитах пресса, °C	220-350	220-400	Максимальная температура 400°C на плитах пресса и давление 250 тонн позволяют прессовать все типы современных материалов для производства высокотехнологичных плат, в том числе и СВЧ диапазона.
Давление прессования, тонн	125-150	150, 200, 250	
Вакуумная система	Обычная: давление менее 50 торр	Оптимизированная: давление менее 30 торр	Благодаря оптимизированной вакуумной системе вакуум в камере прессования может быть выше 30 торр, что позволяет эффективно удалять летучие
Производительность	Опционально: 1. ручной разгрузчик/загрузчик 2. система автоматизированной загрузки/разгрузки без буферов	Опционально: 1. ручной разгрузчик/загрузчик 2. система автоматизированной загрузки/разгрузки из буферов 3. полностью автоматическая система сборки/разборки пресс-форм 4. ручная система сборки/разборки пресс-форм	Компания Fusei Menix разработала полностью автоматическую систему сборки/разборки пресс-форм, а также загрузки/разгрузки в пресс, благодаря чему производительность участка прессования сборки/разборки может достигать 162 пресс-формы МПП в час
	Кол-во этажей: 1-4	Кол-во этажей: 1-8	
Экономичность	1. Расход охлаждающей воды до 26 000 куб.м./год 2. Расходы на электроэнергию на 10 лет = 44,7 млн руб. 3. Большие габаритные размеры	1. Расход охлаждающей воды до 2 600 куб.м./год 2. Расходы на электроэнергию на 10 лет = 31,2 млн руб. 3. Средние габаритные размеры	1. Использование прессов Fusei Menix позволяет ежегодно экономить воду охлаждения: до 23 400 куб.м. 2. Использование прессов Fusei Menix позволяет экономить до 13,5 млн руб. в 10 лет. 3. Прессы Fusei Menix позволяют экономить производственные площади.
Эргономичность, система управления прессом и безопасность	Неудобное и неоптимизированное программное обеспечение и система управления прессом	Удобное и интуитивно понятное программное обеспечение на русском языке, разработанное компанией Fusei Menix; наличие в комплекте пошаговой инструкции оператора на русском языке (подготовлена инженерами Остек-СТ); защита от ошибки оператора	Удобная и безопасная работа оператора. Программное обеспечение на русском языке. Один оператор может обслуживать до 4 горячих и 4 холодных прессов одновременно

Статья написана на основе личного опыта работы автора на прессе Fusei Menix. Во время эксплуатации пресса проводилось прессование сложных МПП, в том числе и СВЧ диапазона, создавались различные программы прессования, контролировались результаты прессования. Нареканий к оборудованию Fusei Menix (его про-

граммированию, системе нагрева RED WAVE, пятипоршневой системе приложения давления, автоматизации, эргономике и т.д.) не возникло.

**Мировые производители печатных плат уже сделали свой выбор, а Вы?**



Пример участка прессования на предприятии в Южной Корее

### Используемая литература:

1. С. Новокрещенов. Коробление многослойных печатных плат. «Электронные компоненты» №02, 2004.
2. ГОСТ 23661-79 Платы печатные многослойные. Требования к типовому технологическому процессу прессования
3. ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры конструкции
4. <http://www.fusei.co.kr/>
5. <http://lauffer.de/en/company>
6. <http://www.buerkle-gmbh.de/en.html>
7. <http://www.hml-hm.com/indexeng.htm>
8. <http://www.cequi.it/AboutUs.htm>

# Современные технологии визуализации тонких структур.

## Растровая электронная микроскопия Часть 1



Текст: Андрей Ляпин, к.г.-м.н.



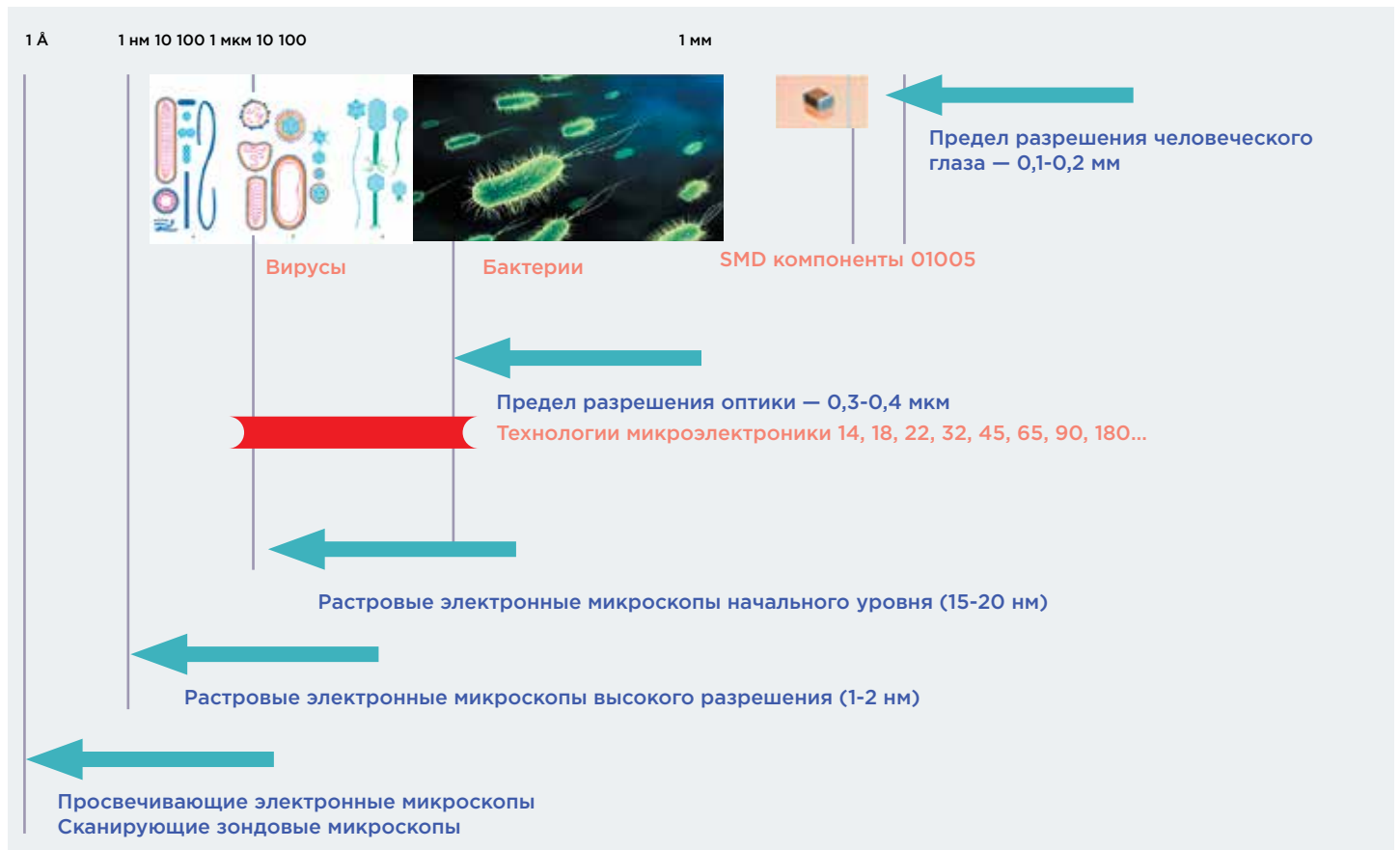
В современном электронном приборостроении широко используются и интегрируются друг с другом электронные, механические и оптические компоненты, применяются новые материалы и технологии. Помимо распространённых и давно отработанных технологий используются и новые эффективные процессы массового производства печатной и органической электроники. Общей тенденцией развития остаются миниатюризация и функциональное усложнение изделий и их компонентов. Тонкие электронные и механические структуры невозможно контролировать невооружённым глазом, поэтому для визуального контроля в производственном процессе, как и при отработке технологии, широко используются различные методы микроскопии.

По мере все большей миниатюризации электронных изделий и компонентов возрастают и потребности в получении изображений с большим увеличением. Обычные микроскопы не в состоянии обеспечить необходимое разрешение для исследования мелких структур, для их визуализации требуются более мощные системы. Например, практически невозможно получить качественное изображение субмикронных структурных элементов топологии современной микросхемы средствами традиционной оптической микроскопии. Через обычную оптику неразличимы объекты размером меньше 0,3-0,4 мкм из-за дифракции в видимом диапазоне электромагнитного излучения. Теоретический предел разрешения (примерно 200 нм) фактически не достигаем в обычных системах со световой оптикой. Для разрешения субмикронных и наноразмерных структур используют неоптические методы микроскопии или же сложные узкоспециализированные оптические техники.

К неоптическим методам визуализации относятся системы, использующие ультразвук (акустический микроскоп), ИК, СВЧ, рентгеновское излучение и излучение в радиочастотном диапазоне. Сконструированы микроскопы, которые способны строить изображение,

анализируя атомные силы взаимодействия поверхности образца с тонким зондом, сканирующим поверхность. Наиболее мощный и все более востребованный вид неоптической микроскопии основан на электронно-лучевых методах, использующих энергию электронов для формирования увеличенного изображения и проведения микроанализа.

Многообразие существующих видов микроскопии усложняет выбор оптимального решения для визуальных исследований и контроля. В статье мы рассмотрим наиболее распространенные методы визуализации микрообъектов и принципы растровой электронной микроскопии как все более актуального метода исследования особо тонких структур и получения визуальной информации на высоком уровне детализации. На рис. 1 показаны пределы разрешения различных систем визуализации и характерные размеры некоторых традиционных объектов микроскопического анализа. Современные проектные нормы изделий кристалльного производства составляют десятки нанометров и разглядеть такие тонкие структуры в обычный оптический микроскоп практически невозможно. Для получения качественного изображения полупроводниковых структур на кристалле потребуется мощный электронный микроскоп.



1

Пределы разрешения различных средств визуализации



## Классическая оптическая микроскопия

Это самый технически развитый и наиболее распространенный традиционный метод микроскопии, появившийся в оформленном виде в середине XVII века. Появление оптических микроскопов связано с именами Янсена, Галилея, Дреббеля, Гюйгенса, Гука и Левенгука. Базовый элемент таких микроскопов — пара объектив-окуляр рис 2. Современные микроскопы также обязательно имеют объектив с окуляром и дополнительно могут включать несколько десятков разнообразных оптических элементов рис 3.

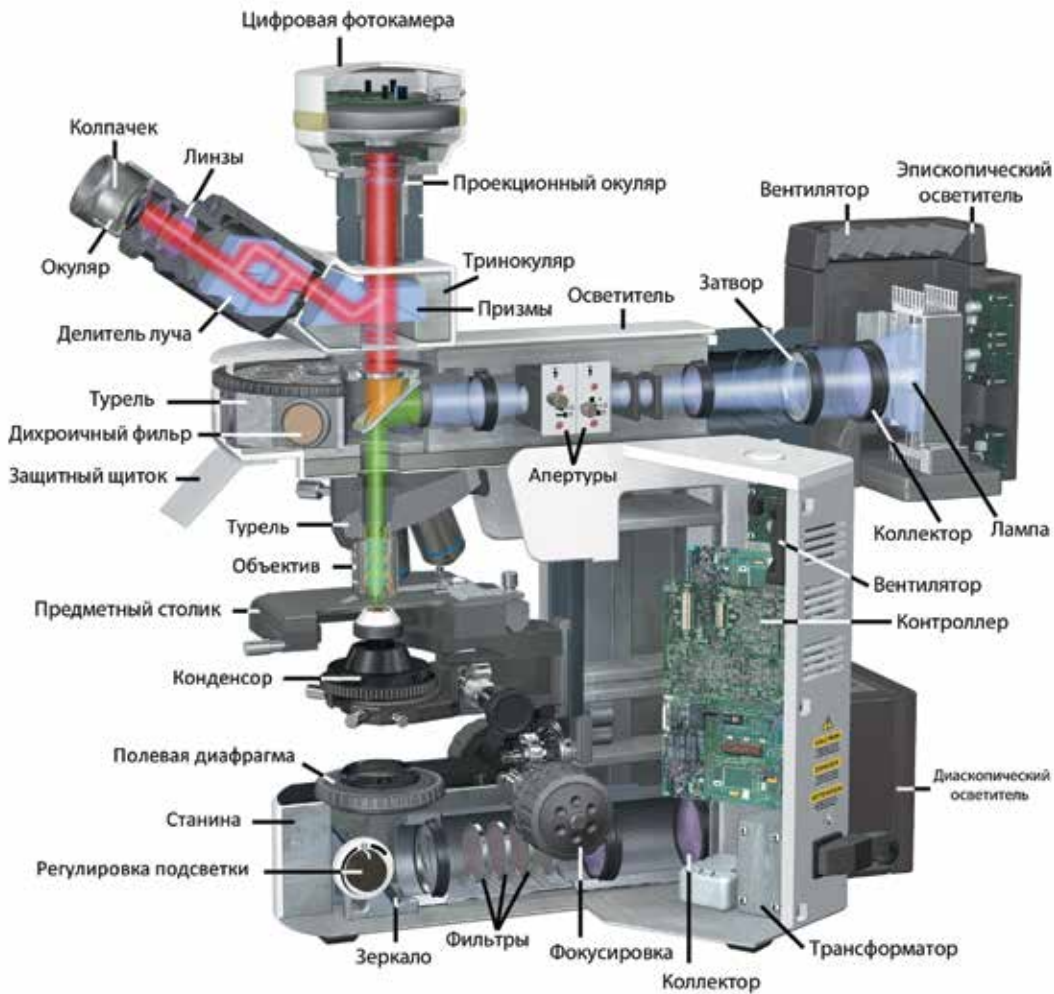
Во второй половине XX столетия появились, так называемые безокулярные микроскопы, у которых функцию окуляра выполняет небольшой оптический экран. Достоинством безокулярной оптики является эффект естественного зрения, минимальный уровень сферических аберраций, возможность работать в линзах и очках. За почти 500-летнюю историю оптические микроскопы значительно прогрессировали по эргономическим характеристикам и качеству изображения, но мало добавили в разрешении и возможностях исследования субмикронных структур.

Хороший оптический микроскоп способен разрешить объекты, имеющие размер порядка 0,3-0,4 мкм. Получить на нем изображение более тонких структурных деталей невозможно в силу физических ограничений, связанных с волновой природой видимого излучения. Одними из основных показателей разрешающей силы оптического микроскопа являются характеристики и качество объектива. Базовой характеристикой считается значение числовой апертуры (NA), при этом высокие значения показателя свидетельствуют и о высоком качестве изготовленного объектива. Обычно значение числовой апертуры хороших объективов для работы в воздушной среде составляет 0,92-0,95. Для работы в иммерсионной среде существуют объективы с более высокими величинами числовой апертуры, например, объектив со значением NA 1,42 для работы с масляной иммерсией. В задачах поляризационной микроскопии используются объективы с числовой апертурой 1,6 для работы с йод-метиленовой иммерсией. За использование объективов с высоким значением NA приходится расплачиваться очень маленькой глубиной фокуса. На увеличениях порядка 1000x — 1500x даже при изучении мазков, шлифов и тонких срезов бывает трудно найти необходимый слой для фокусирования, когда образец имеет рельеф и толщину по Z большую, чем глубина фокуса. Практика показывает, что наиболее востребованными увеличениями в оптической микроскопии являются диапазоны средних (100x — 300x) и небольших увеличений (4x — 80x).

Традиционно, наблюдения в оптическом микроскопе проводят либо в отраженном (эпископическое освещение), либо в проходящем (диаскопическое освещение)



2 Оптический стереомикроскоп конца XIX века (Москва, Политехнический музей)



3  
Устройство современного  
оптического микроскопа

свете, иногда комбинируя оба типа освещения. В зависимости от задачи используют различные методики освещения. Наиболее распространенные — исследования в светлом поле, темном поле и поляризованном свете. Относительно новые методы: исследования в свете люминесценции, фазовом контрасте, дифференциально-интерференционном контрасте (ДИК по Номарскому) и более экзотичные методики косоугольного освещения — модуляционный контраст Хофмана и переменный рельефный контраст (VAREL).

Кроме традиционных методик существуют виды микроскопии, основанные на существенно иных принципах формирования изображения. Некоторые из них описаны ниже как отдельные виды микроскопии. Развитие оптической микроскопии в последние десятилетия связано с широким применением вычислительной техники, точной механики и математической обработки оцифрованных изображений. С применением компьютера и прецизионных систем позиционирования стало возможным трехмерное моделирование рельефных объектов и существенное улучшение глубины фокуса на больших увеличениях. Однако математические методы никоим образом не улучшают разрешающую способность классической оптики в плоскости.

## Оптическая микроскопия ближнего поля

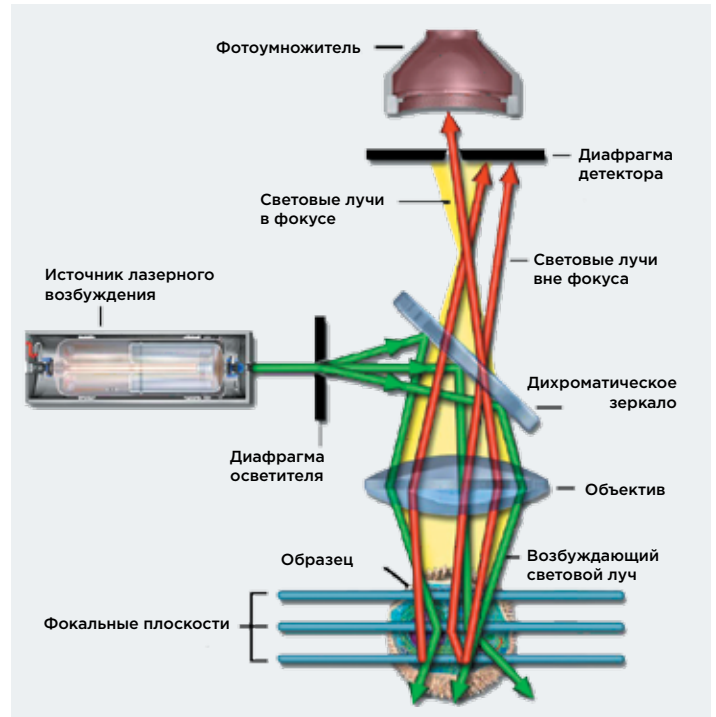
Существенно улучшить оптическое разрешение можно путём построения изображения с использованием сильно локализованных затухающих (эванесцентных) электромагнитных полей (ближнее поле). Получить визуализацию в ближнем поле можно, например, если разместить очень маленький оптический зонд с апертурой меньшей, чем длина волны на чрезвычайно близком расстоянии от изучаемого объекта, в так называемом, ближнем поле. Под ближним полем понимается зона над поверхностью объекта размером меньше длины волны падающего света. В пределах ближнего поля затухающие световые волны не ограничены дифракцией и позволяют получить информацию об объектах нанометрового порядка. Пространственное разрешение такого микроскопа определяется апертурой зонда. Изготовление тонких апертур с диаметром в десятки и сотни нанометров представляет сложную технологическую задачу и стало возможным лишь в последние десятилетия.

В 2010 году усилиями ученых манчестерского и сингапурского национальных университетов совместно с сингапурским институтом хранения данных был соз-

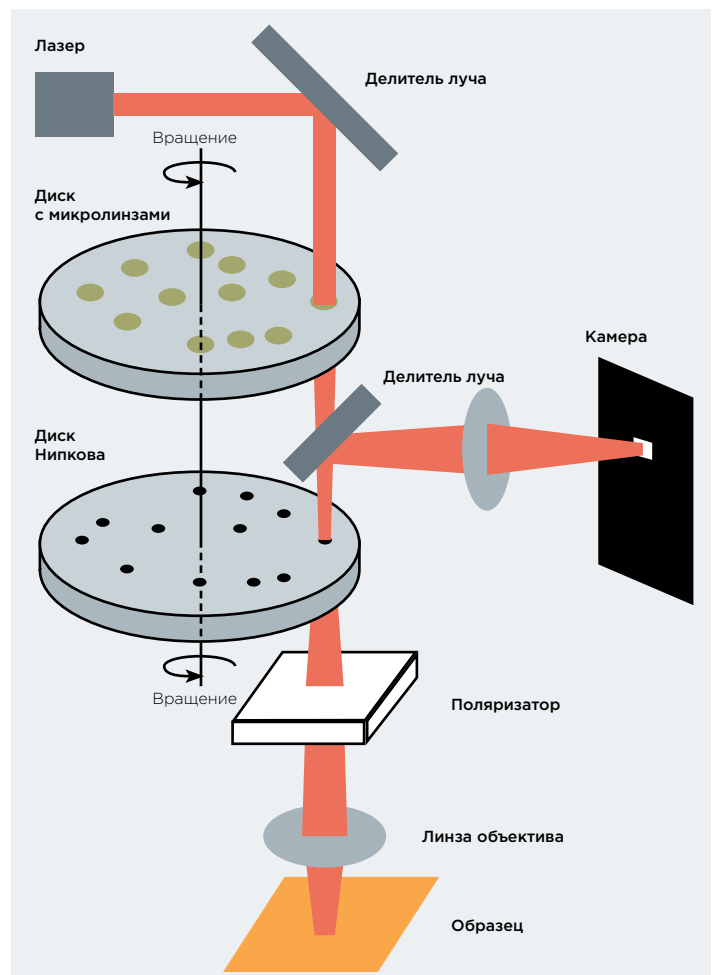
дан интересный микроскоп, работающий с ближним полем. Этот микроскоп позволяет получить изображение с разрешением порядка 50 нм в обычном белом свете. Для сбора эванесцентных волн используются прозрачные микросферы из диоксида кремния диаметром от 2 до 9 мкм. Сферы исполняют роль суперлинз, собирая затухающие колебания из ближнего поля с необыкновенно высоким разрешением. Изображение, собираемое микросферой, рассматривают через объектив обычного микроскопа. Ученые считают, что в ближайшем будущем можно будет использовать такой микроскоп для изучения внутренностей живых клеток и получения изображения вирусов и крупных молекул, не подвергая их разрушению, как, например, при растровой электронной микроскопии.

### Конфокальная лазерная (сканирующая) микроскопия

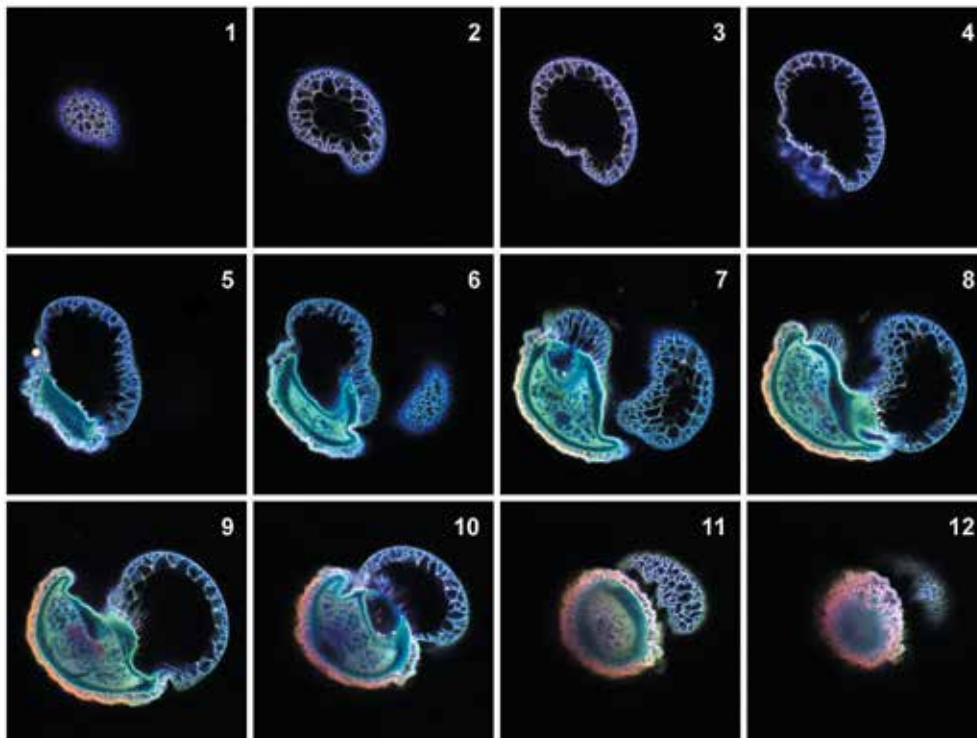
Конфокальная лазерная микроскопия — это разновидность оптической микроскопии, однако по сравнению с классической схемой в ней обеспечивается значительно лучший контраст, более высокое латеральное разрешение, примерно в 1,5 раза лучше, чем в классическом микроскопе, и высокое разрешение вдоль оптической оси. Патент на конфокальную схему микроскопа был выдан в 1961 году в США профессору Марвину Минскому (Marvin Minsky). Рассматривая оптическую схему формирования микроскопического изображения, отметим, что любой объектив имеет в фокальной плоскости образец и в конфокальной (с противоположной стороны объектива) его проекцию — изображение, видимое в окуляр. В конфокальном микроскопе в фокусе проекции (в конфокальной плоскости) размещается диафрагма, пропускающая свет только от малой области, лежащей в фокусе **рис 4**. Все участки, находящиеся вне фокуса, не принимают участия в формировании изображения, так как свет от них подавляется диафрагмой. В такой конструкции фоновый рассеянный свет от размытых (несфокусированных) областей не мешает формированию изображения. Сразу за диафрагмой размещается фотодетектор, преобразующий излучаемый образцом или отраженный им свет в электрические сигналы для дальнейшей обработки. В конфокальном микроскопе в каждый момент времени можно видеть изображение только одной, довольно малой области (точки). Полноценное изображение строится в результате зеркального сканирования поверхности образца. На практике этот механизм чаще реализован так, что оптическая часть микроскопа, включая диафрагму и детектор, остается неподвижной, а движется лишь образец по заданной схеме сканирования. Очевидно, что здесь проявляется еще одно преимущество конфокального микроскопа — возможность расширить поле зрения. В другом способе



4 Оптическая схема конфокального микроскопа



5 Конфокальная схема с диском Нипкова



6 Пример визуализации оптических сечений по оси Z. Nathan S. Claxton, Thomas J. Fellers, and Michael W. Davidson. Department of Optical Microscopy and Digital Imaging, National High Magnetic Field Laboratory, The Florida State University, Tallahassee, Florida

построения изображения используются сложные оптические схемы с вращающимися пластинами, на которые по определенному алгоритму нанесены апертуры (диск Нипкова) рис 5. В конфокальном микроскопе можно сканировать образец как в плоскости, так и по оси Z (вдоль оптической оси), что позволяет осматривать объекты со всех сторон и создавать трехмерные реконструкции рис 6.

### Сканирующая многофотонная флуоресцентная микроскопия

Данный метод является производным от лазерной сканирующей конфокальной микроскопии. Он связан с использованием лазерных импульсов инфракрасного или длинноволнового видимого диапазона фемтосекундной длительности для возбуждения в образце флуорофоров. Используется метод преимущественно в биологии для наблюдения живых образцов и требует сложной предварительной подготовки, введения в ткани специфических флуоресцентных препаратов — флуорофоров. Далее флуорофоры в образце несколькими фотонами с низкой энергией переводятся в возбужденное (светлое) состояние, при котором они излучают энергию — люминесцируют. Излучаемый свет фиксируется камерой, формируя изображение объекта.

### Сканирующая зондовая микроскопия

Сканирующая зондовая микроскопия (SPM) — группа относительно новых методов исследования поверхности с высоким (атомным) разрешением, теоретические основы которой были сформулированы физиками во второй половине двадцатого столетия. С появлением сканирующей зондовой микроскопии многие связывают начало развития нанотехнологий. Начало практического применения нового метода отсчитывают с 1981 года, когда Гердом Карлом Биннигом и Генрихом Рорером в лаборатории IBM в Цюрихе был сконструирован сканирующий туннельный микроскоп (STM) для изучения рельефа проводящих поверхностей. Там же в начале 80-х группой ученых был сконструирован сканирующий ближнепольный микроскоп (SNOM или NSOM). Через несколько лет, в 1986 году в США Гердом Биннигом, Кельвином Куэйтом и Кристофером Гербером был создан атомно-силовой микроскоп (AFM), который позволял исследовать непроводящие образцы. Принцип работы сканирующих зондовых микроскопов основан на регистрации с последующей программной визуализацией сил взаимодействия очень тонкого механического или оптического зонда с исследуемой поверхностью. Размер тонкого зонда в зоне анализа поверхности может достигать ширины в несколько атомов (в идеале один атом). Изготовление такого зонда — сложная технологическая задача. На рис 7 показан зонд из золота для ближнепольного сканирующего микроскопа с размером тонкой части в несколько десятков нанометров, изготовленный методом травления ионным пучком.

**Сканирующий туннельный микроскоп** работает следующим образом. К поверхности на расстояние в несколько ангстрем подводится иглообразный зонд, на который подается небольшое напряжение. Потенциал между зондом и образцом приводит к возникновению туннельного тока. Величина этого тока экспоненциально зависит от расстояния от конца зонда до образца. Типичные значения контролируемых величин в туннельном микроскопе — это десятки и сотни пикоампер на расстоянии порядка одного ангстрема. Игла сканирует поверхность образца, а для обработки результатов используют один из двух вариантов реализации метода:

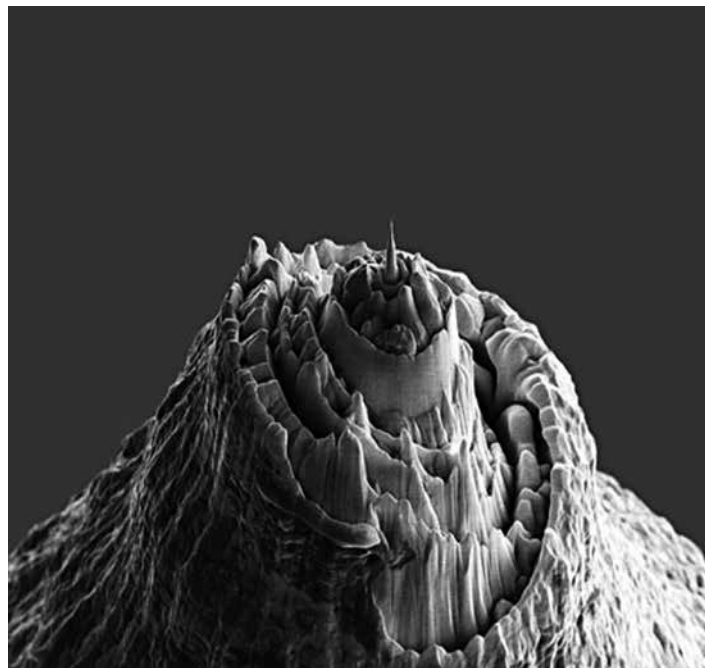
- с помощью системы обратной связи величина туннельного тока поддерживается постоянной, а показания снимаются со следящей системы, чутко реагирующей на изменения топографии поверхности в процессе сканирования;
- зонд движется на фиксированной высоте над поверхностью образца, а изменения величины туннельного тока интерпретируются программой как значения высоты.

При использовании туннельного микроскопа существует множество ограничений, особенно когда проводят исследования не в среде глубокого вакуума. Тем не менее, именно на туннельном микроскопе можно манипулировать отдельными атомами.

В атомно-силовом микроскопе наноразмерный зонд закреплен на длинной упругой консоли, называемой кантилевер. При сближении зонда с образцом начинают проявляться межатомные (преимущественно вандерваальсовы) силы взаимодействия зонда с поверхностью, приводящие к изгибанию тонкого кантилевера. Пространственные отклонения кантилевера регистрируются оптической системой с лазером, позволяя получать информацию о рельефе отсканированной поверхности. Существует несколько разновидностей этого вида микроскопии: магнитносиловая, электросиловая, силовая микроскопия пьезоотклика. Используются частотные и фазовые возбуждения кантилевера, расширяющие диапазон регистрируемых сигналов.

**Сканирующий ближнепольный микроскоп** (NSOM или SNOM) сочетает в себе элементы оптического и сканирующего зондовых микроскопов. Теоретические возможности такой микроскопии были сформулированы еще в 1928 году Е. Х. Сингхом, однако технически реализовать эту идею в то время не представлялось возможным.

Изначально оказавшийся в тени туннельного и атомно-силового микроскопов сканирующий микроскоп ближнего поля постепенно набирал популярность по мере того, как открывались его новые возможности для решения задач биологии, материаловедения и физики поверхности. С середины 90-х годов прошлого века в США начался промышленный выпуск ближнепольных сканирующих микроскопов. В настоящее время суще-



7 Зонд из золота для ближнепольного сканирующего микроскопа, полученный методом травления ионным пучком. Gian Carlo Gazzadi, Pietro Gucciardi, Lucia Covi. S3 National Research Center (INFM-CNR), Modena, Italy

ствует порядка 20 их типов, использующих различные оптические схемы, однако сохраняющие общий принцип получения информации о поверхности. Принципиальная схема большинства таких приборов включает тонкий оптоволоконный зонд с металлическим экраном и апертурой на конце. Диаметр апертуры должен быть меньше длины волны. Зонд с апертурой сближается с исследуемой поверхностью на расстоянии, меньшее длины волны, и, попадая в область ближнепольного контакта, освещает лазером (обычно гелий-неоновым или аргоновым) поверхность в одной малой точке. Проходящие или отраженные из точки фотоны через микрообъективы передаются средствам обработки сигнала. В некоторых схемах для сбора фотонов используется тот же оптоволоконный зонд, что и для освещения. Информация об участке поверхности образца создается сканированием с небольшим шагом с помощью ультразвукового мотора (пьезодвигателя). Помимо апертурных существуют и безапертурные ближнепольные микроскопы, составляющие, однако, немногочисленный класс подобных систем. Основной характеристикой ближнепольного микроскопа является величина пространственного разрешения. Ориентировочно предельное разрешение апертурного ближнепольного микроскопа около 15 нм. Разрешение безапертурного микроскопа может достигать величины порядка 1 нм.



8  
Просвечивающий электронный микроскоп

## Электронно-лучевые методы микроскопии

Электронно-лучевые методы микроскопии можно разделить на два больших класса, различающиеся аппаратной реализацией исследовательских систем:

- более простые и менее дорогие системы визуализации относятся к растровым (сканирующим) электронным микроскопам (РЭМ);
- сложные и наиболее дорогие приборы — к классу просвечивающих электронных микроскопов (ПЭМ).

Некоторые РЭМ умеют работать в просвечивающем режиме, с другой стороны, выпускаются ПЭМ, в которых реализована схема сканирования. Однако принципиальные отличия этих двух классов микроскопов связаны с величиной ускоряющего напряжения, со стабильностью и размером электронного зонда и реализацией схемы взаимодействия электронного зонда с образцом. Современные РЭМ обеспечивают ускоряющее напряжение до 30 кВ (иногда до 40-50 кВ) и имеют диаметр зонда 70-200 Å.

Класс просвечивающих микроскопов обычно начинается с систем, обеспечивающих ускоряющее напряжение от 100 кВ. Выпускаются и упрощенные ПЭМ

с низкой стабильностью электронного зонда и пониженным ускоряющим напряжением порядка 60-80 кВ. Современный ПЭМ обеспечивает субангстремное разрешение и может работать с ускоряющим напряжением до 1000 кВ, например JEM-1000 производства JEOL (Япония). На рис. 8 показан один из популярных просвечивающих электронных микроскопов японского производства.

Помимо визуализации, электронные микроскопы умеют собирать различные диагностические сигналы от образца и с помощью специальной аппаратуры, вмонтированной в колонну микроскопа, получать информацию о химическом и фазовом составе поверхности, измерять наведенный ток, проводить испытания, выполнять травление и электронно-лучевую литографию. Электронно-лучевые методы микроскопии повсеместно внедряются в исследовательскую и производственную практику и находят применение для самых разнообразных задач. В технологии микроэлектроники, а также в новых технологических направлениях, таких как микромеханика и наносенсорика, электронно-лучевые методы тоже играют значительную роль. В настоящее время минимальные размеры структурных элементов микросхем уменьшились до 14 нм, а к 2018 году ожидается появление процессоров выполненных по технологии 10 нм. Вполне естественно, что дальнейший прогресс микроэлектроники, а также развитие нанотехнологий во многом определяются состоянием средств диагностики, визуализации и контроля.

В этой сфере технологий на первых ролях выступает растровая электронная микроскопия, использующая электронный зонд размером в единицы нанометров и практически не оказывающая разрушающего воздействия на объект. Растровый электронный микроскоп позволяет получать от образца разнообразные сигналы и контролировать широкий спектр электрофизических свойств микро- и нанoeлектронных устройств, в том числе на разных стадиях их изготовления. В частности, большой интерес представляет новый метод бесконтактной неразрушающей диагностики — электронная микротомография. В следующей статье мы более подробно рассмотрим наиболее распространенный электронно-лучевой метод микроскопии — растровую электронную микроскопию. ▢

ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ.

# Утонение и обработка ультратонких полупроводниковых пластин



Текст: Сергей Сафонцев

В статье рассматривается тема обработки и утонения тонких полупроводниковых пластин, описывается технология утонения и применяемые материалы, методы классификации тонких пластин, влияние топологии на процесс утонения.

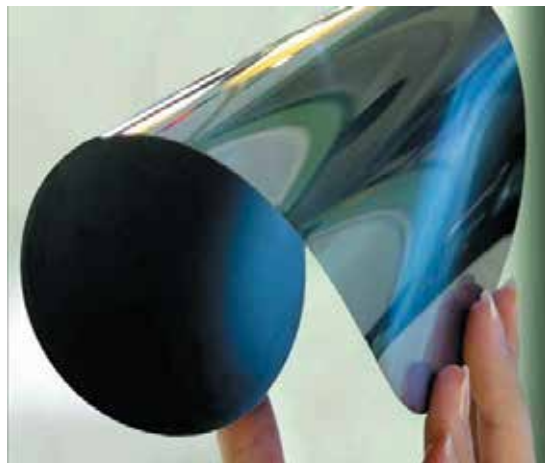
## 1 Технология утонения пластин разной толщины

Технологический процесс утонения пластин находится в промежутке между операцией нанесения топологии и операцией резки. Окончательная толщина пластины и кристалла зависит от размера корпуса, рассеивания тепла, электрических характеристик устройства, механической и температурной стабильности и гибкости. В производстве микроэлектроники в большинстве случаев используются пластины толщиной 150 мкм, пластины такой толщины могут быть получены на стандартном оборудовании. Но при производстве пластин менее 150 мкм уже необходимо соблюдать специальные требования.

В зависимости от параметров плоскостности, структуры и состава активных слоев, включая топологию и профиль края, пластины могут утоняться на пленке до толщины 30 мкм. Пластины толщиной меньше 30 мкм должны утоняться на специальных жестких

подложках для предотвращения повреждения. Однако дополнительные операции, необходимые для монтажа и демонтажа пластин, значительно увеличивают стоимость конечного изделия.

Когда толщина кремниевых пластин достигает 150 мкм, они становятся очень гибкими рис 1. С одной стороны, гибкость чипов увеличивает стойкость к меха-



1 Гибкая пластина 50мкм

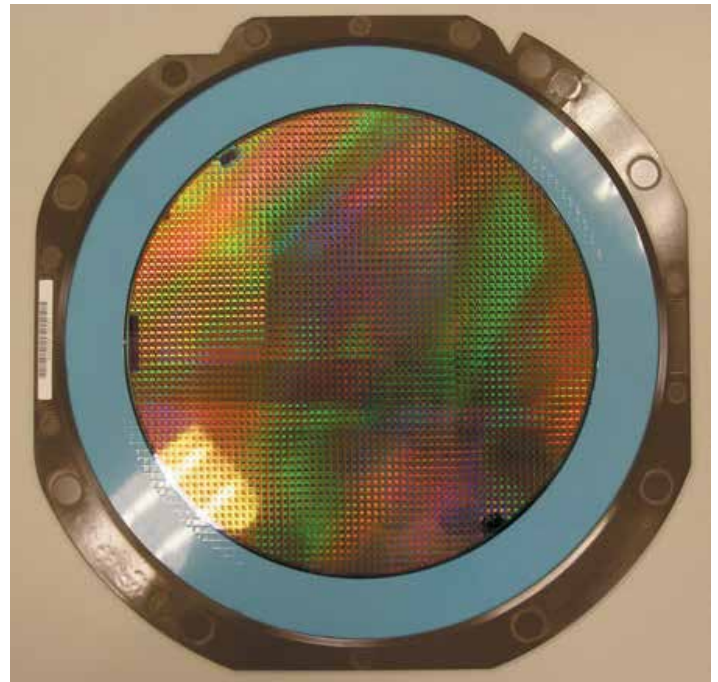
ническим повреждениям, когда они используются в пластиковых картах или на платах, с другой стороны, это усложняет процесс обработки и последующий производственный процесс. По умолчанию, пластины тоньше 150 мкм транспортируются на специальной пленке с рамкой **рис 2**.

Пластины должны быть закреплены не только в течение процесса утонения, но и при транспортировке между операциями. Процесс утонения насчитывает несколько шагов: нанесение пленки на активный слой пластины (защита от химического и механического воздействия), утонение (грубая и чистовая обработка), снятие внутренних остаточных напряжений (химическая и механическая полировка или, как альтернатива, жидкостное или сухое травление), монтаж пластины на пленку с рамкой для резки и удаление пленки для утонения. Технологический процесс утонения пластин представлен на **рис 3**. Он также включает в себя такие операции, как тестирование пластины и разделение на установках дисковой резки либо лазером.

## 2 Характеристики утоненных пластин

Для достижения высокого уровня выхода годной продукции процесс утонения пластин должен отвечать следующим требованиям:

- утонение после нанесения топологии;
- наименьшая возможная толщина и наименьшее значение разброса значений толщины по пластине;
- бездефектность пластин;
- высокая механическая прочность чипов.



2

Пластина толщиной 50мкм на пленке с рамкой

На **рис 4** показано влияние неоднородности пленки для утонения (верхний левый рисунок) на толщину пластины (верхний правый рисунок). Погрешность толщины пленки может превышать значения точности систем для утонения и полировки.

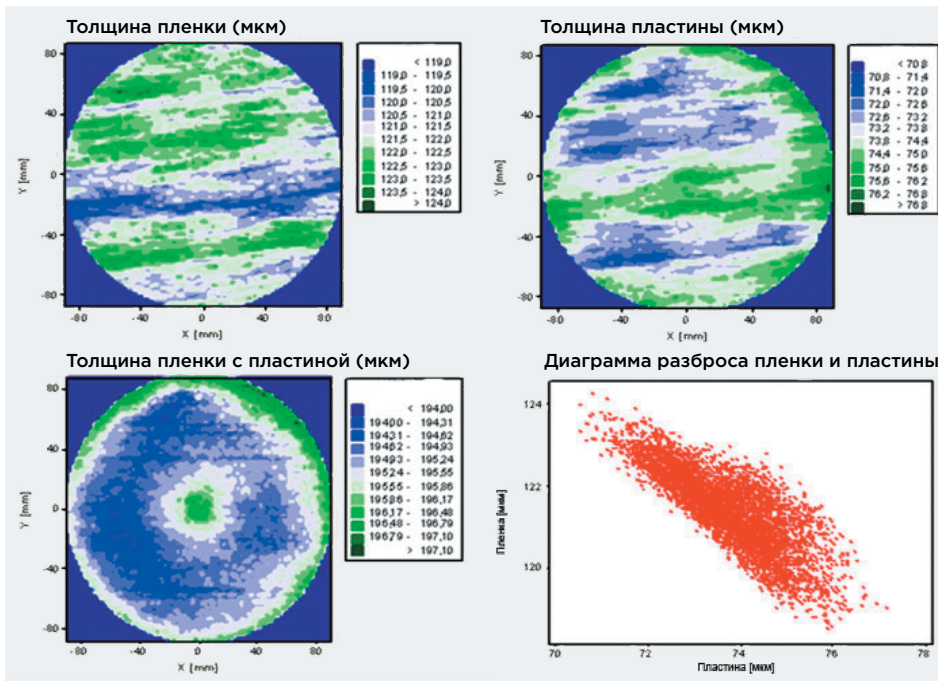
Применяемая для утонения пленка состоит из двух слоев: жесткая полимерная основа и мягкий олигомерный или мономерный (чувствительный к ультрафиолетовому (УФ) излучению) адгезионный слой.



3

Процесс обработки тонких пластин от тестирования до разделения на чипы



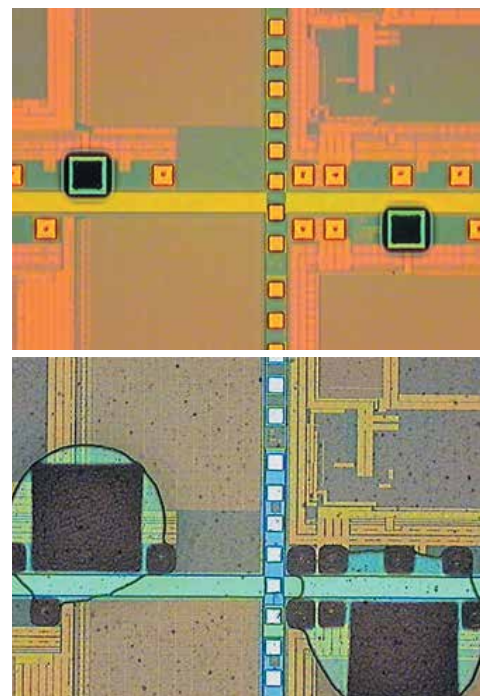


4 Влияние толщины пленки для утонения на толщину пластины

Толщина и вязкость адгезионного слоя определяет возможность монтажа пластин с выступающими структурами рис 5, а также влияет на характеристики процесса утонения и поведение пленки при снятии с пластины.

Для определения качества процесса утонения пластин с толщиной менее 100 мкм применяется метод оптической когерентной интерферометрии в ИК спектре света. Этот бесконтактный метод позволяет измерять толщину пластины с микронным разрешением, что дает возможность контролировать и вести статистику разброса толщины в критических зонах, таких как край пластины и соседние с топологией области.

На рис 6 изображен разброс толщин пленок для утонения, включая адгезионный слой. Правый верхний график показывает разброс толщины выбранной пленки менее 2 мкм. При радиусе пластины более 85 мм разброс толщин после утонения может достигать 2 мкм. Точность систем для утонения доходит до 1 мкм. Механическая прочность утоненных пластин и чипов — ключевой фактор для возможности их применения в гибких модулях и пластиковых картах. Для определения качества процессов утонения проводится испытание на изгиб, при помощи которого определяется качество поверхности после утонения и полировки. Для определения качества последующих процессов, включая разделение пластин, проводится тест на изгиб с тремя точками опоры рис 7. С помощью специального модуля прикладывается усилие в центр чипа, который, в свою очередь, лежит двумя гранями на подставках. Этот тест имитирует механическое воздействие внутри пласти-



5 Незавершенное внедрение 400 мкм структуры (сверху) и завершённое внедрение 100 мкм структуры в адгезионный слой пленки для утонения (снизу)

ковой карты в реальных условиях. Измеренная нагрузка разрушения преобразуется в статистические данные. Датчик силы измеряет усилие разрушения фронтальной или обратной стороны образца. Эти данные могут быть преобразованы в значения сопротивления разрушению и представлены в виде графика статистического распределения Вейбулла. Модуль Вейбулла и характеристика усилия — это действующие значения, которые зависят от процесса обработки, но не от толщины образца. Однако расчетное соотношение, которое определяет максимальную нагрузку, предшествующую разрушению, применимо до деформации пластины, примерно, на толщину чипа. Для чипов с толщиной менее 100 мкм возможно сравнение только по-разному обработанных образцов, поэтому может быть выведена только абсолютная характеристика напряжения. Результаты моделирования методом конечных элементов (МКЭ) показывают значительно более низкие значения напряжения изгиба ультратонких кремниевых чипов.

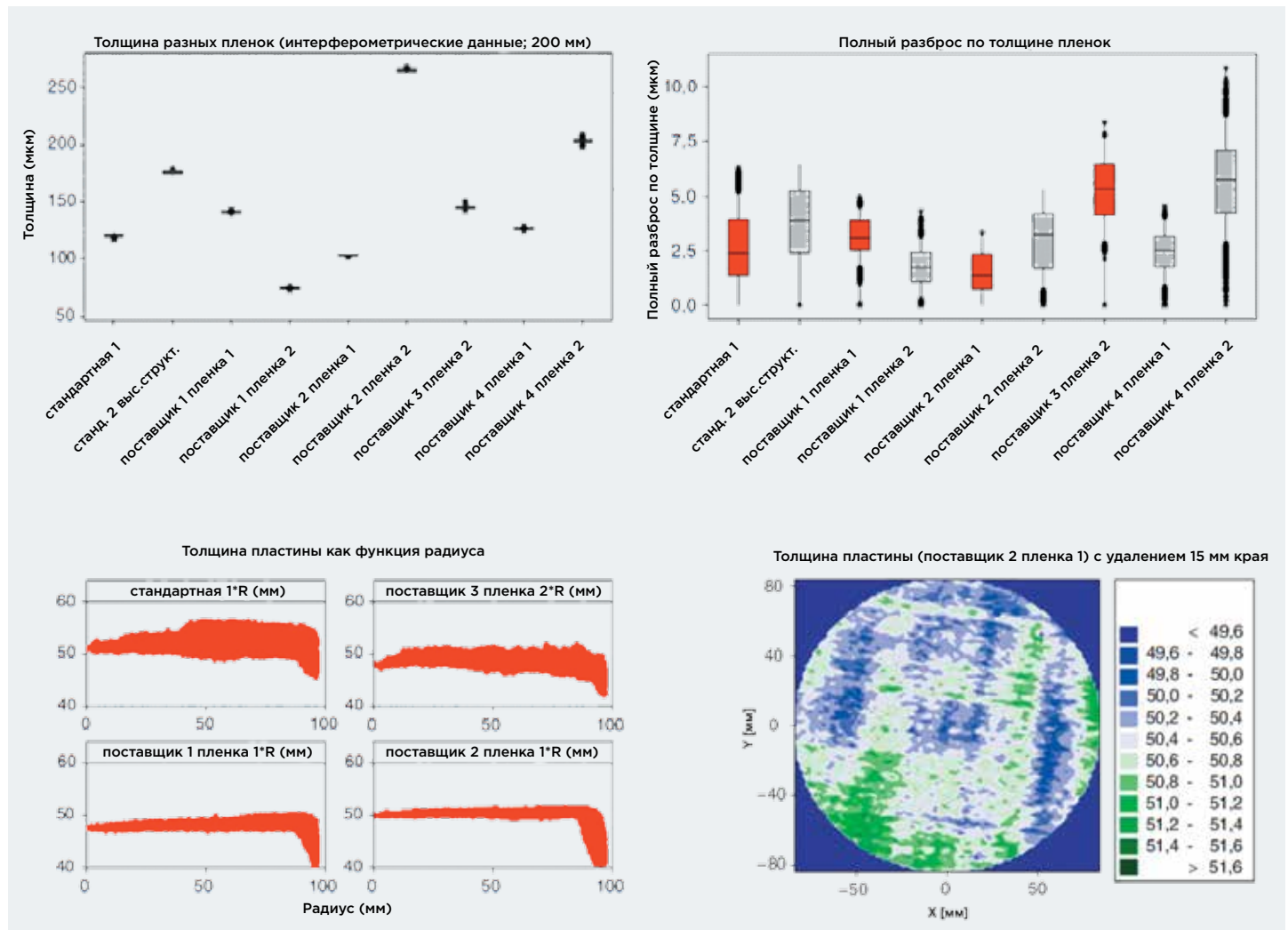
Чем тоньше кремниевые пластины, тем выше риск микроскопических дефектов, например трещин по

причине попадания частичек материала в процессе утонения. Система автоматической оптической инспекции необходима для контроля высокого уровня выходной годной продукции и исключения процессов, приводящих к отказу оборудования.

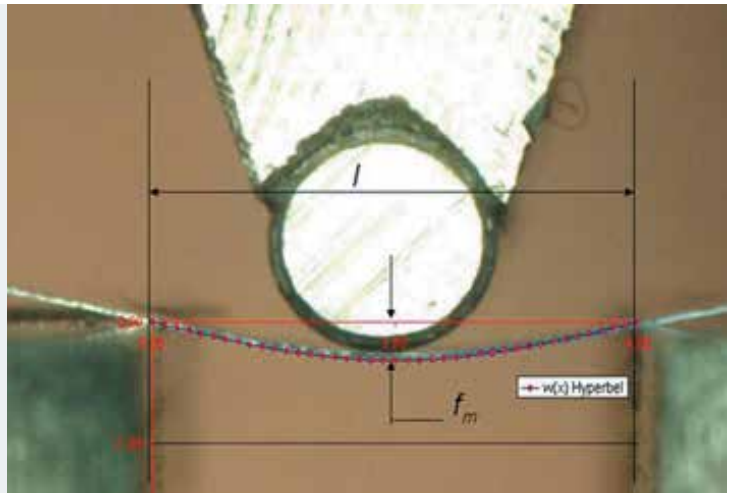
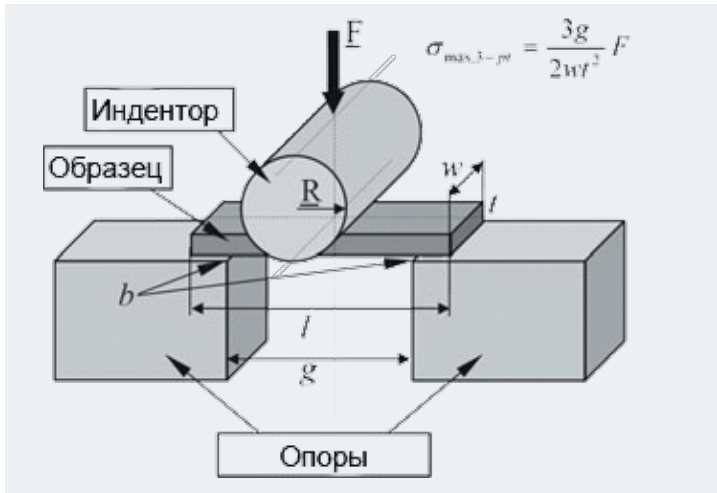
### 3 Влияние топологии на утонение

Обработка полупроводниковых пластин — не единственная сложная задача. Процесс нанесения топологии также имеет свои «подводные камни». Контакты с большой площадью и выступы представляют собой дополнительные сложности при утонении. С одной стороны, это требует погружения топологии в мягкий адгезионный слой пленки, но с другой стороны — служит механической основой для ультратонких пластин.

Материалы и конфигурация топологии (металлы, материалы с высокой и низкой диэлектрической проницаемостью, многослойные структуры и т.д.) не только вызывают напряжение и служат причиной неравномер-



6 Разброс измеренной толщины и неоднородность толщины пленок для утонения (верхний ряд) и неоднородность утонения 50 мкм пластины (нижний ряд)



7 Трехточечный тест на изгиб с отношением напряжения разрушения и силы (слева) и деформацией 75 мкм пластины (справа)

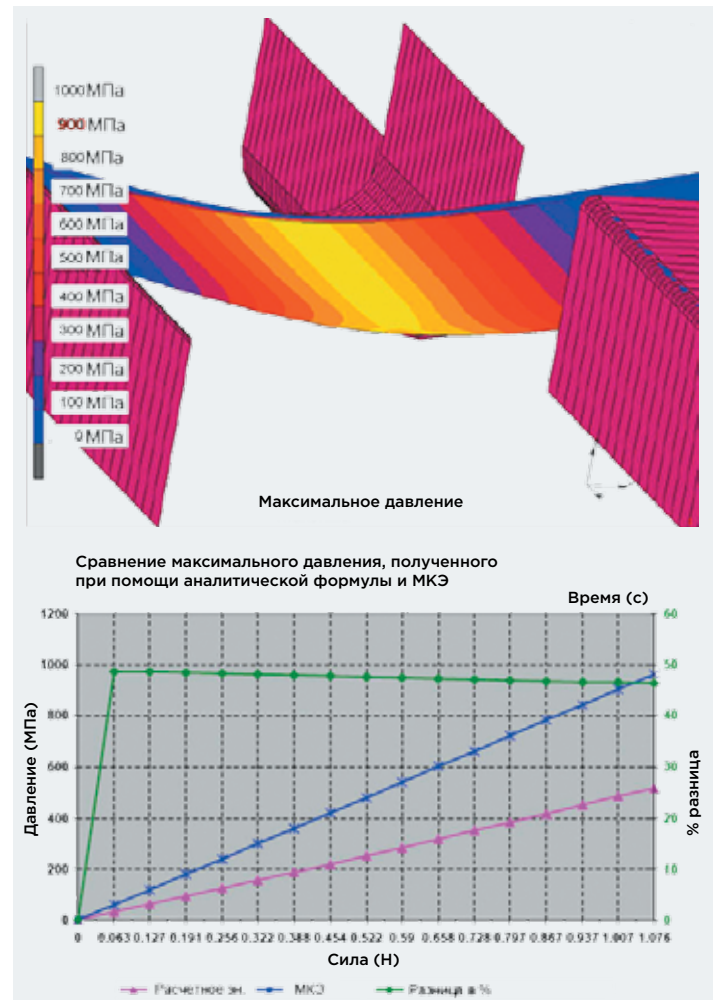
ной обработки образца, но также оказывают значительное воздействие на механическую прочность ультратонких пластин и чипов. В то время как чип может быть подвержен нагрузкам в конечном изделии, ультратонкая пластина будет испытывать высокие нагрузки на протяжении всего процесса утонения и полировки.

Частички материала на вакуумном рабочем столике могут быть причиной поперечных трещин и подвергать обратную сторону пластины разрушительному напряжению. Демонтаж пленки с лицевой стороны пластины также подвергает ее разрушительному напряжению, которое может привести к отламыванию кромки.

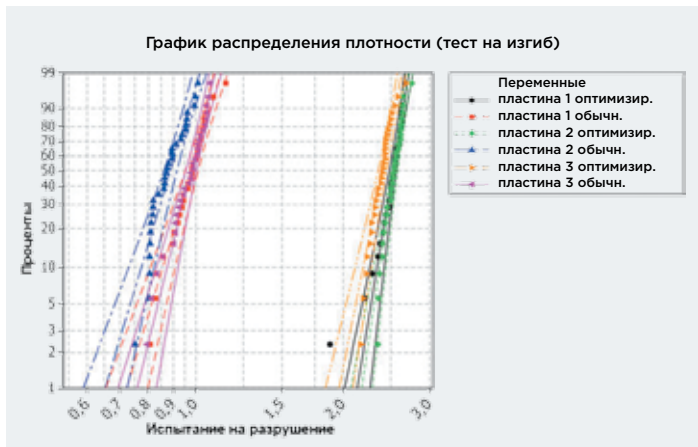
Частички на обратной стороне пластины, которые появляются во время дополнительных процессов, таких как разделение пластин, подвергают фронтальную часть пластины высоким нагрузкам. Поэтому процесс нанесения топологии должен быть оптимизирован для достижения схожей жесткости на обеих сторонах.

В трехточечном тесте было показано, что механическая прочность фронтальной стороны может быть сильно увеличена за счёт нанесенной топологии РИС 9. Трехточечный тест на изгиб предварительно подготовленной 75 мкм пластины показывает одинаковую жесткость для обеих сторон пластины.

Оптимизация технологии нанесения топологии и технологии утонения пластин — это не последний шаг на пути изготовления ультратонких надежных чипов. Также для повышения качества чипов используется метод резки в два шага. Предварительный разрез удаляет не кремниевые структуры с линии реза и снимает остаточные напряжения. Второй раз обеспечивает четкое разделение оставшегося кремния. Однако чем тоньше становится продукт, тем выше толщина топологии от-

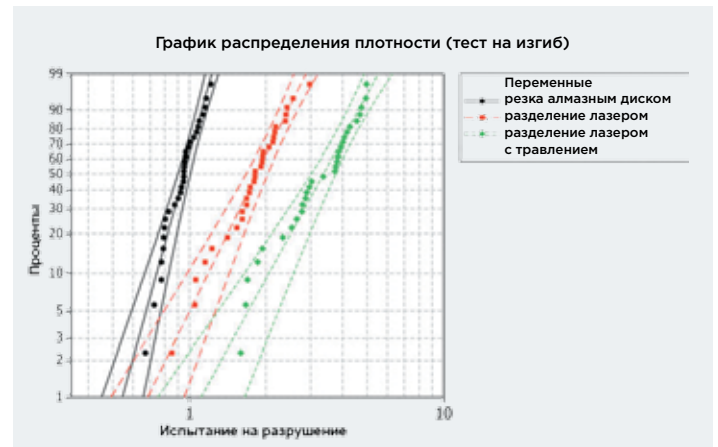


8 Трехточечный тест на изгиб, построенный методом конечных элементов (верхний рисунок); график сравнения максимального напряжения, полученный при помощи аналитической формулы и метода конечных элементов (нижний рисунок)



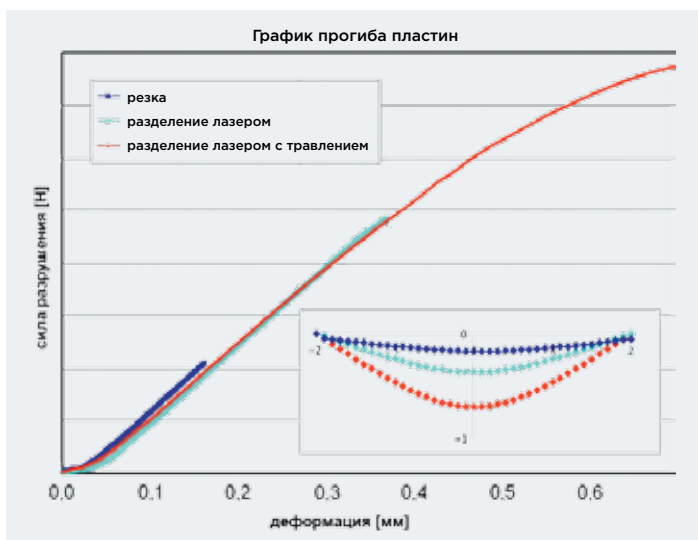
9

Результаты трехточечного теста фронтальной стороны стандартной и оптимизированной КМОП пластины



10

Трехточечный тест на изгиб для образцов, разрезанных алмазным диском, лазером и лазером на пластине со снятыми механическими напряжениями



11

График силы изгиба с соответствующим максимальным прогибом (включённый график показывает величину прогиба образца на стороне чипа)

носителем кремниевой основы. Пластины с толщиной ниже 75 мкм необходимо резать с заниженными параметрами скоростей, иначе металлические структуры не будут правильно удалены с линии реза. Как следствие, могут возникнуть сколы на верхней и нижней стороне реза. Метод разделения пластин лазером также поможет решить эту проблему.

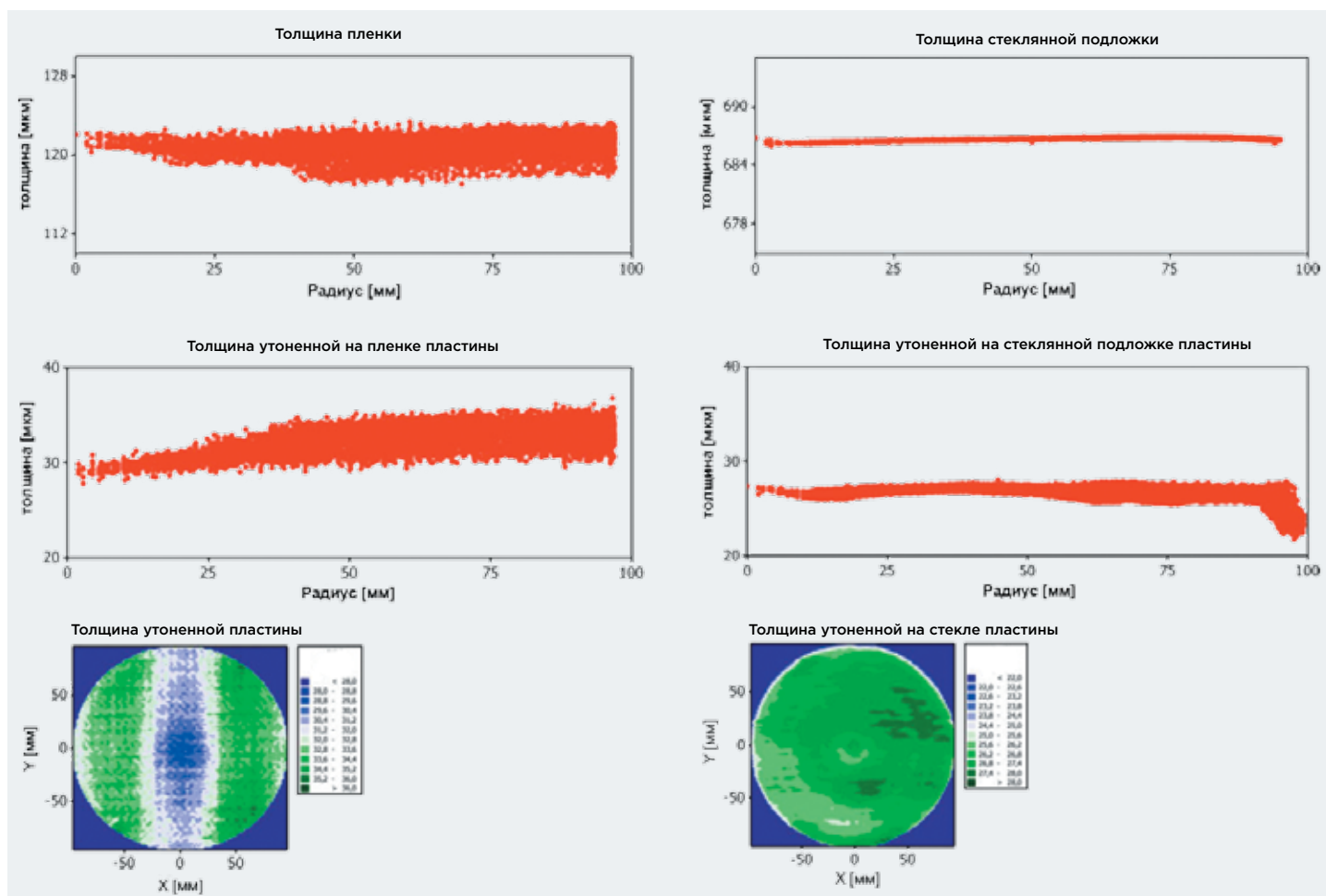
Дополнительная операция для последующего увеличения механической стабильности пластины — снятие механических напряжений методом химического травления или полировки. За счет этого может быть значительно оптимизирована не только жесткость чипа рис 10, но также увеличена гибкость чипов под нагрузкой рис 11.

Тест на разрушение показывает, что улучшение поверхности пластины увеличивает прочность чипа, а также позволяет получить радиус изгиба до 2,5 мм.

#### 4 Утонение пластин под экономическими ограничениями


Как далеко может зайти обработка пластин при использовании стандартных пленок? Состав и конфигурация электронной схемы, включая выступы (топология) и форму края пластины, ограничивают возможности обработки ультратонких пластин. В настоящее время доступные виды пленок имеют разброс по толщине в несколько микрон. Уменьшенная величина давления при полировке полупроводниковых пластин ограничивает скорость их обработки. Появление частичек во время процесса утонения добавляет дополнительные риски (появление поперечных трещин или других механических повреждений). Не принимая во внимание специфические свойства продукта, конечная цель в 30 мкм считается контролируемой рис 12, слева. Пленки для утонения с лучшей однородностью толщины рис 6 позволяют достигнуть лучших характеристик разброса толщины пластины.

Использование жестких носителей открывает дополнительные возможности для снятия остаточных напряжений без механического воздействия на пластину (химическое травление). Однако стоимость двухступенчатого процесса резки увеличивает стоимость утонения по сравнению с обычным процессом. Технические сложности, такие как разброс толщины края пластины рис 12, справа, могут быть решены обрезкой края пластины или оптимизацией адгезионного слоя между пластиной и носителем.



12 Утонение 200 мм пластины до 30 мкм на пленке (слева) и на стеклянной подложке (справа)

Чипы толщиной 50 мкм и ниже обладают высокой механической прочностью и гибкостью и могут быть использованы в устройствах систем безопасности. Такие чипы удовлетворяют промышленным технологическим стандартам на этапе последующей сборки. Они могут быть смонтированы в корпуса или на платы при помощи современных высокоскоростных установок монтажа.

**Правильная обработка полупроводниковых пластин — это ключевой момент для максимального выхода годной продукции и оптимальной стоимости производства.** 

# КАЧЕСТВО

## Программное решение вопросов запуска продукции в производство

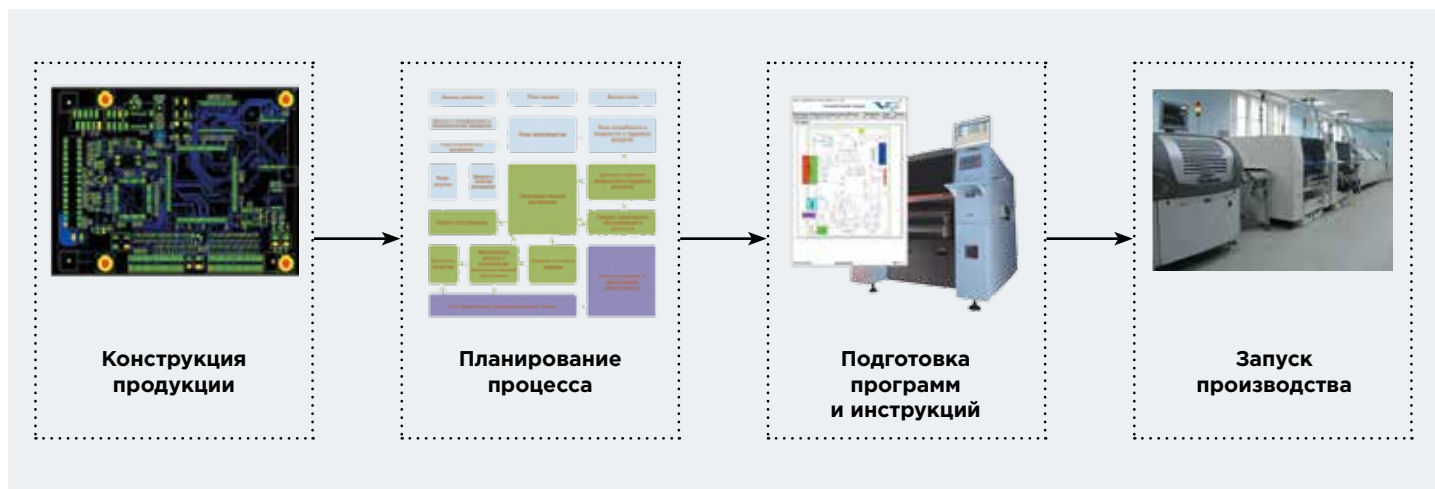


Текст: Александр Антонов

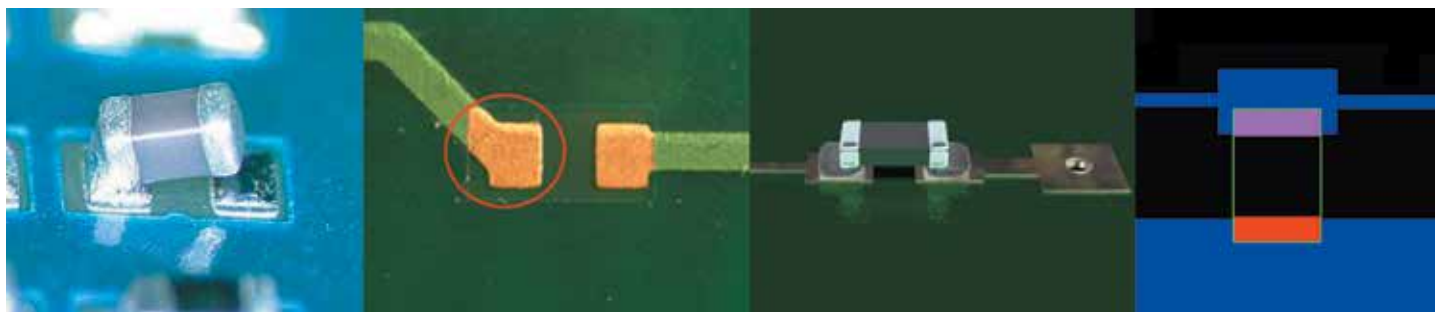
Как известно, выпуск новой продукции и подготовка производства зависят от многих факторов. В зарубежной литературе такой процесс подготовки производства получил название NPI (англ. New Product Introduction — внедрение в производство нового изделия). Процесс проходит несколько стадий и включает в себя все этапы работ от проработки конструкции изделия, планирования технологического процесса, подготовки оборудования и инструкций до непосредственного запуска самого процесса сборки рис 1.

В условиях глобальной конкуренции стоимость, качество и скорость выхода продукции на рынок являются залогом успеха компаний, поэтому крайне важно при подготовке производства учитывать множество факторов. Нужно понимать, что ошибки, недочеты конструкции и процесса, влияние человеческого фактора, качество подготовки данных, рабочих инструкций и программ и прочие моменты в конечном итоге скажутся на общей трудоемкости, уровне дефектности, издержках в процессе внедрения и, в конечном итоге — на качестве и надежности выпускаемого продукта.

Именно поэтому необходимо задавать и качественно прорабатывать следующие вопросы: технологична ли конструкция, есть ли возможность ее сборки при имеющихся ресурсах и оборудовании, как наиболее оптимально организовать сам процесс сборки.



1 Этапы внедрения новой продукции для производства



2 Причины появления дефекта «надгробный камень»

В конечном итоге от качества подготовки всех этапов будет зависеть, насколько дорогим и трудозатратным окажется сам процесс внедрения изделия и его производство, что скажется не только на скорости попадания продукции на рынок, но и на ее себестоимости.

И в данном случае на всех этапах не самую последнюю роль играет непосредственно сама конструкция изделия, которая будет определять весь технологический процесс и возможность оптимальной сборки имеющимися мощностями компании-производителя. Ведь одно дело сборка малой партии относительно простого изделия с небольшим количеством компонентов, когда, по сути, можно обойтись только ручным трудом. И совсем другое дело — подготовка предприятия к серийному выпуску сложной продукции с большим количеством компонентов штыревого и поверхностного монтажа, наличием компонентов QFN, BGA, LGA, ИМС с мелким шагом, крупногабаритных компонентов и пр.

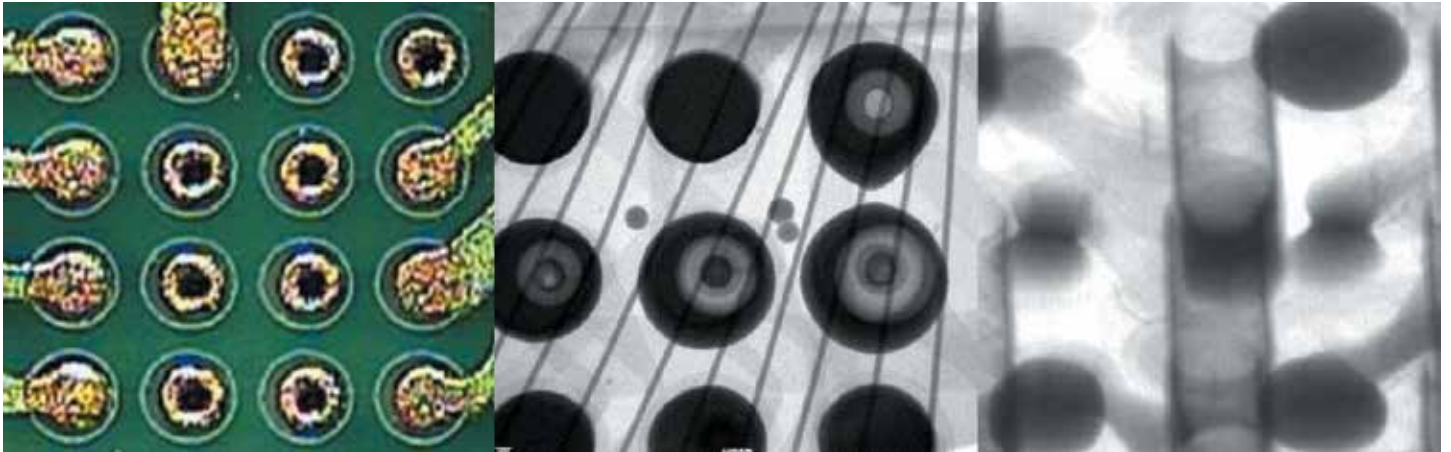
В этом случае разработка изделия, подготовка и организация производства — это сложная задача, требующая более тщательного подхода и привлечения большего количества ресурсов и автоматизированного оборудования. В идеале, конструкция изделия должна учитывать не только возможности используемого оборудования и позволять выполнять автоматизированную

сборку, но и учитывать технологические требования и рекомендации (например, к размеру контактных площадок, взаимному расположению компонентов и элементов платы и пр.).

Возьмем, например, такой известный дефект как «надгробный камень». Как известно, вызывать возникновение данного дефекта может не только разница в нанесенных объемах пасты, точность установки компонентов и используемая технология и профиль оплавления, но и размер и конструкция контактных площадок и окон в паяльной маске компонента. Разница в теплоемкости площадок и площади открытой металлизации также могут способствовать образованию данного вида дефекта пайки рис 2.

Еще одним примером служит расположение открытых переходных отверстий в непосредственной близости от контактных площадок компонента BGA или даже на них, что провоцирует изменение формы шариков, утеkanie припоя и образование пустот в пайке выводов BGA рис 3, обнаружить которые можно только на рентгеновском оборудовании. Наличие подобных эффектов при низкой надежности образующихся паяных соединений ставит под вопрос надежность и длительность работы всего изделия в целом.

При серийной сборке и привлечении автоматизированного оборудования конструкция должна учиты-



3  
Образования дефектов при пайке BGA

вать не только общие требования — наличие реперных знаков, технологических полей для транспортировки по конвейеру — но и возможности и ограничения используемого оборудования и технологического процесса. Например, производители установок для автоматизированной селективной пайки дают определенные рекомендации по расстоянию и размерам до компонентов от точек пайки рис 4. Несоблюдение этих рекомендаций приведет либо к невозможности качественной автоматизированной сборки (повреждение компонентов или повышенное дефектообразование), либо к введению дополнительных ручных операций по допайке проблемных участков.

Только грамотное проектирование изделий с учетом технологии изготовления (англ. DFM — Design For Manufacturing) или, иными словами, учет всех технологических требований и рекомендаций по процессу сборки и его планирование помогут упростить процесс наладки и подготовки производства и запустить выпуск продукции в минимальные сроки.

Немаловажную роль в подготовке производства после проработки конструкции изделия будут играть и все последующие этапы и действия. Нужно грамотно организовать сам процесс сборки и его отладки, подготовить подробные ясные инструкции, проработать и распределить рабочую нагрузку, организовать своевременную передачу информации о внесении возможных изменений, качественно и тщательно подготовить программы и данные для автоматизированного оборудования и пр. От этого будет зависеть, насколько быстро и безболезненно пройдет этап запуска и насколько стабильным и предсказуемым окажется процесс сборки изделия в итоге.

Упростить задачу организации и запуска процесса сборки нового изделия предлагает компания Vayo (Шанхай), фокус деятельности которой направлен на разработку продвинутого комплекса программного обеспечения VayoPro, упрощающего и оптимизирующего все процессы, связанные с внедрением новой продукции

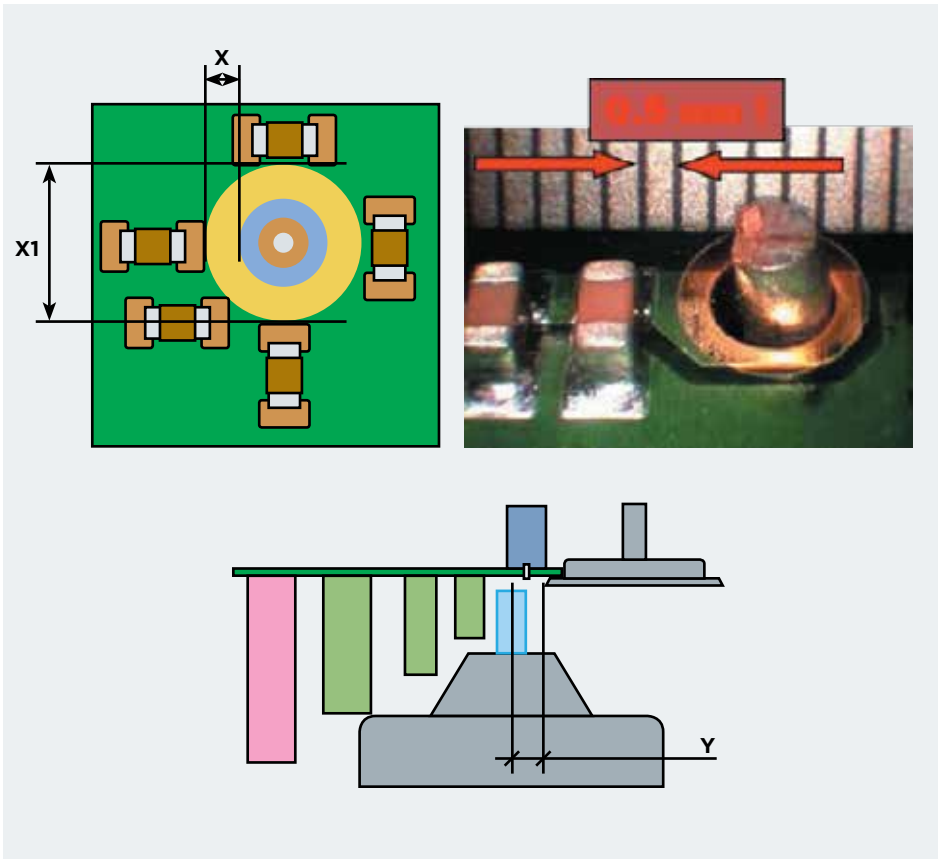
для производства. Компания располагает программными продуктами для большинства этапов внедрения, начиная с автоматического анализа технологичности конструкции изделия и последующего планирования процесса сборки, генерирования и подготовки рабочих инструкций и заканчивая подготовкой данных и программ для автоматизированного оборудования рис 5. На сегодняшний день подобными пакетами программ уже пользуются многие крупнейшие компании-производители электроники.

В своем программном обеспечении компания Vayo делает упор не только на максимально простое выполнении всех операций и действий и оказании своевременной технической поддержки, но и на возможностях, функционале и гибкости своих продуктов при их приемлемой стоимости и возможности бесплатного тестирования.

Отличительными особенностями программ VayoPro являются возможность работы с герберами и почти всеми популярными форматами CAD-данных (Cadence, Zuken, Altium/Protel, Mentor, PowerPCB и т. д.), импорт и анализ содержимого BOM-файлов разных форматов, интуитивный и понятный интерфейс пользователя на разных языках.

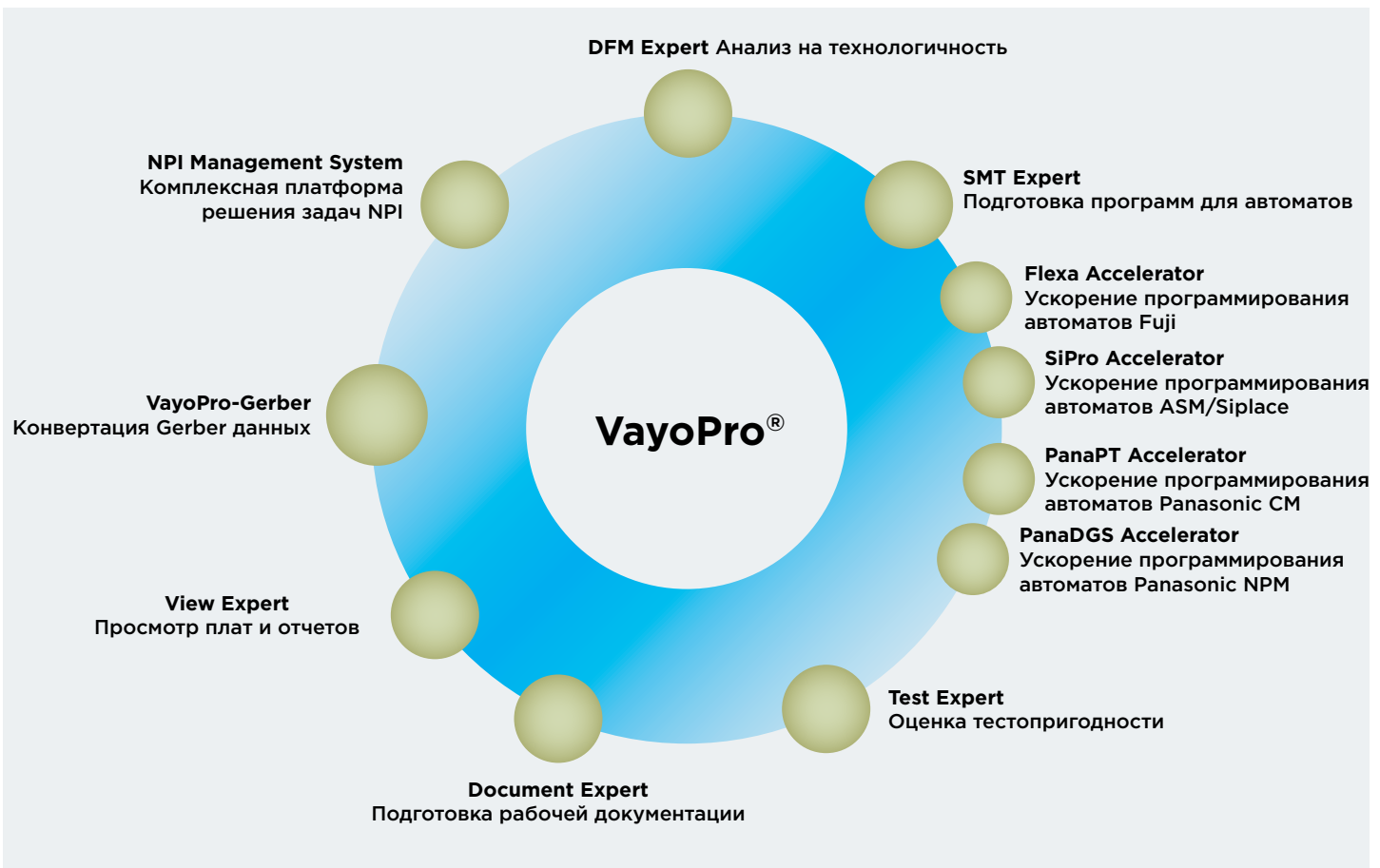
Программное обеспечение DFM Expert служит для проведения анализа конструкции изделий в автоматическом режиме. DFM Expert позволяет анализировать не только конструкцию элементов платы (размер и положение реперов, дорожек, термобарьеров и шелкографии, апертур трафарета), но и выполнять так называемую «виртуальную сборку изделия». Это значит, что программа выполняет анализ конструкции платы во взаимосвязи со всеми устанавливаемыми компонентами и тестовыми площадками. Благодаря этому появляются широкие возможности по определению технологичности конструкции, то есть выявлению в конструкции всех узких участков с точки зрения возможных проблем сборки, ремонта и тестопригодности изделий.





4

Примеры ограничений при селективной пайке



5

Программные решения компании Vayo



7 Пример графических инструкций по пайке



7 Пример графических инструкций по пайке

автоматическую подготовку и «обучение» компонентов на плате с проверкой и корректировкой полярности и углов поворота при установке. Все это возможно благодаря осуществляемому программой автоматическому графическому анализу и сравнению компонентов из CAD-данных с моделями и параметрами компонентов в библиотеке рис. 8. Это избавляет от необходимости ручного поиска соответствия в библиотеке или описания новых компонентов на плате: программа сама автоматически установит соответствие компонентов, откорректирует углы поворота или предложит список аналогичных похожих компонентов из библиотеки с возможностью редактирования их параметров прямо из интерфейса программы.

Такой автоматизированный интеллектуальный подход позволяет упростить и оптимизировать один из самых сложных и трудоемких этапов подготовки программы и ее отладки для автоматов установки, связанный с обучением новых компонентов и проверкой полярности и углов их установки. На выходе программа генерирует подготовленные данные и рабочие файлы для последующей их загрузки в автоматы установки.

Таким образом, возможности ПО SMT Expert и Vayo Accelerator позволяют не только ускорить процесс программирования автоматизированного оборудования, уменьшить время его простоя, но и свести к минимуму все издержки, связанные с человеческим фактором и оптимизацией программ установки компонентов.



8 Графический автоматический анализ компонентов в ПО Vayo

### Вывод

Процесс успешного и быстрого внедрения новой продукции для производства или New Product Introduction (NPI) в общем случае представляет собой непростую задачу, когда учесть и проработать необходимо действительно многое, начиная от обеспечения технологичности изготавливаемой продукции и заканчивая грамотной подготовкой и организацией самого технологического процесса. Именно поэтому в мире разрабатываются и набирают всю большую популярность программные продукты для решения задач NPI, использование которых помогает упростить и ускорить процесс подготовки производства к выпуску продукции и избежать возможных проблем при запуске и отладке. □

# Есть на что опереться — промышленная мебель GEFESD



Текст: Николай Ливанов

«О, БОЖЕ! МЫ ОСТАЛИСЬ БЕЗ ИСПАНСКОГО ХАМОНА! ОПЯТЬ ПРИДЕТСЯ ЕСТЬ РОССИЙСКУЮ ИКРУ...»

**Из юмористического шоу**

## Осталась ли в России красная икра...

С введением санкций тема импортозамещения вновь стала очень популярна. Но есть ли чем замещать? Выбирая требуемую продукцию сегодня, многие размышляют так:

- все, что сделано на Западе стоит дорого, потому что обладает лучшим качеством и характеристиками;
- все что сделано в России очень низкого качества, потому что промышленность развалена и у нас ничего нет, сплошной импорт;
- все сделанное в Азии, значительно хуже того, что сделано в Европе или Америке.

Для меня, как маркетолога, нет загадки, почему потребители продолжают переплачивать за зарубежные бренды, лишая отечественную промышленность необходимых заказов и стимулов для развития. Технологии рекламы мне известны и понятны. Но для меня до сих пор удивительно, что при современном уровне развития информационных технологий зарубежная реклама остается настолько эффективной. Ведь простой поиск в интернете показывает аналоги российского произ-

водства, цена/качество которых куда более приемлемы, чем у зарубежных товаров, а «сарафанное радио», доказывающее их качество, работает в нашей стране не первый год.

Конечно, нужно объективно оценивать ситуацию: технологии навязчивой рекламы развиты на Западе несравнимо лучше, также как бизнес-процессы, маркетинг, технологическая, ресурсная и производственная базы и прочее. Но если спросить: «почему до сих пор, при всех наших возможностях, потенциале и ресурсах, они, а не мы?», то ответ примитивен: западные предприятия имеют десятки, а часто и сотни лет непрерывной истории, постоянного стабильного развития, тогда как в России таких единицы. Понять причины можно, не углубляясь в детали. Достаточно вспомнить и перечислить революции и восстания, мировые и гражданские войны, системные кризисы России. Все эти события последовательно разрушали производственный потенциал России, и оправиться от последствий сложно до сих пор.

Переход на рельсы сырьевой экономики в середине двадцатого века стал серьезным фактором разрушения отечественного производства. Перестали производить многие важные и широко распространенные товары, собственные торговые марки, обладающие продолжительной историей, были забыты или уничтожены. Исключением не стала и профессиональная промышленная мебель, и как логическое следствие — антистатическая. К началу двадцатого века на рынке России



1  
Модели рабочего места серии АТЛАНТ

фактически остался один единственный всем известный финский производитель. Были утрачены национальные конструкторские школы, потеряны перспективные разработки, забыты отечественные учебники по эргономике, развитие которой как науки началось в России раньше, чем на Западе, и все время шло параллельно.

Задача выживать, строить заново, накапливать ресурсы, отсутствие десятилетий равномерного развития, наработанных мощностей, отсутствие интеллектуальных запасов, доверия и внимания покупателей к отечественной продукции — основные сдерживающие факторы национального производства сегодня.

Тем не менее, сегодня в России уже есть немало собственных предприятий и достойных продуктов, особенно в сфере оснащения профессиональных производств. Отечественная промышленная мебель вернулась на рынок более 15 лет назад. Пионером и ключевым игроком рынка все эти годы было и остается ООО ПО «ГЕФЕСД», входящее в настоящее время в Группу компаний Остек. Начав с подробного изучения и адаптации зарубежных конструктивных решений для российского рынка, сегодня предприятие производит изделия, не уступающие западным по своим характеристикам и дизайну. Все предлагаемые решения созданы с учетом специфики российского производства, тщательно продуманы, а их стоимость соответствует реальным возможностям отечественных потребителей.

ПО «ГЕФЕСД» производит современную промышленную и антистатическую мебель и нестандартные изделия из металла под одноименной торговой маркой GEFESD. С ассортиментом и решениями, которые предлагает предприятие сегодня, знакомит эта статья.

## От ассортимента к решениям

Сложно убедить профессионала, что причиной большого количества брака является не плохой инструмент и неграмотно организованный технологический процесс, а отсутствие золотых рук и их четкой связи с платиновой головой. Вера в то, что отечественный профессионал из любого материала может сделать пулю и подковать блоху, используя только зубило — наша национальная идея, но она перестает работать, если сознательно устранимся от мирового прогресса. Даже у персонажа рассказа Лескова «Левша» был современный герою инструмент.

Промышленная мебель — такая же основополагающая часть производственного процесса, как качественный инструмент или высокоэффективная паяльная станция. Это фундаментальная часть рабочего места. Нельзя требовать современного качества, оптимальных сроков и высокой эффективности, если рабочее место и все его составляющие элементы морально устарели даже не вчера, а уже двадцать, тридцать, а то и пятьдесят лет назад.

Для большинства жителей нашей страны современные пластиковые окна, установленные у них дома или на работе — привычное явление. Вопрос: вы хотите вернуться к старым двойным деревянным рамам, скрепленным между собой четырьмя болтами М6 длиной 10 см и гайками с внешней стороны? К тем самым, между которыми копились мертвые мухи и паутина, а зимой через щели помещение вымораживало до инея, и тонны заложенной в щели ваты от этого не спасали? Конечно, ответ будет — нет. Пластиковый и алюминиевый профиль — это быстро,



2  
Рабочее место Стандарт

удобно, красиво. То же касается и производственной мебели. Алюминиевый профиль сегодня — это безграничные возможности по созданию цеховой инфраструктуры, оснастки, интеграции рабочих мест в производственные линии. Да, это дороже, но в краткосрочной и долгосрочной перспективе окупается сторицей. Так почему мы, применяя передовые технологии в установке окон, продолжаем работать за рабочими местами, не соответствующими современным потребностям?

Рабочие места на алюминиевом профиле широко используются на современных зарубежных производствах. На сегодняшний день подобные модели являются передовыми с точки зрения функциональных возможностей и характеристик. Именно поэтому основную роль в ассортименте промышленной мебели GEFESD играет рабочее место серии АТЛАНТ, построенное на алюминиевом профиле нескольких типоразмеров. Следует подчеркнуть, что алюминиевый профиль, применяемый в данных моделях, специально разработан с учетом высоких прочностных и эксплуатационных требований и производится в России только для предприятия ГЕФЕСД **рис 1**.

В ассортименте продукции представлены и экономичные модели из стального холоднокатаного профиля с возможностью регулировки, выдерживающие распределенную нагрузку на столешницу более 300 кг, что соответствует максимальному весу большинства крупногабаритного настольного оборудования. Конструкция стола обладает повышенной жесткостью и устойчивостью без малейшего риска прогибания столешницы или разрушения конструкции стола **рис 2**.

Специализированная продукция четко разделена по видам операций, что позволяет найти в ассортименте идеально соответствующие запросам решения. А выверенное соотношение цена/качество и соответствие бюджету российского потребителя — значительно увеличивают конкурентные преимущества отечественной продукции **рис 3**.

Обширный ряд комплектующих и опций дает возможность гибко конфигурировать рабочее место под актуальные требования заказчика **рис 4**.

Особое место в ассортименте занимает нестандартная продукция, изготовленная по текстовому ТЗ, эскизам или чертежам заказчика. Нестандартные изделия — самый эффективный способ решения сложных уникальных задач **рис 5**.

Рабочие поверхности — ключевой элемент рабочего места. Предприятие предлагает широкий ассортимент столешниц с различными эксплуатационными характеристиками. Для антистатических столов используют два типа столешниц:

- столешницы собственного производства с антистатическим бумажно-слоистым пластиком высокого давления, обладающие высочайшими прочностными и эксплуатационными характеристиками (не подвержены царапинам и структурным повреждениям, обладают высокой термоустойчивостью);
- немецкие столешницы THERMOPAL, обеспечивающие рассеивание и объемную проводимость. Стеkanie заряда на шину антистатического заземления обеспечивается креплением столешницы к каркасу стола.



3  
Рабочее место МОНОЛИТ

Также имеются столешницы с металлическим, резиновым и другими покрытиями.

Не менее важный элемент рабочего места — качественное освещение. С 2004 года под торговой маркой GEFESD выпускаются профессиональные люминесцентные и светодиодные светильники собственной разработки. Продуктовая линейка включает общее, локальное и боковое освещение. Профессиональные светильники позволяют снизить утомляемость работников и повысить концентрацию внимания. Такой результат достигается за счет высокого качества освещения объекта труда, отсутствия мерцания, сфокусированного светового потока с низким уровнем потерь, цветовой температурой дневного света. Высокие эксплуатационные характеристики обеспечены низким энергопотреблением, высоким качеством сборки, использованием лучших российских и иностранных комплектующих. Собственное производство, расположенное там же, где идет производство рабочих мест, обеспечивает полную совместимость с рабочим местом, строгий контроль качества и надежность продукции.

Помимо светильников предприятие поставляет современные электропанели различных типов. Некоторые модели производятся эксклюзивно под заказ только для ООО ПО «ГЕФЕСД» на российских предприятиях, другие — производятся непосредственно на собственных мощностях. Современные электропанели по заказу могут быть укомплектованы коммутационными модулями, USB-входами и другими элементами. Все электропанели торговой марки GEFESD полностью соответствуют требованиям не только по антистатической защите, но и по электробезопасности.

С начала своей деятельности предприятие производит металлические тумбы и другие системы хранения (стеллажи, шкафы) для комплексного оснащения предприятий мебелью. Разнообразный модельный ряд и широкий диапазон нагрузок позволяют решать любые сложные задачи по организации хранения компонентов, комплектующих и инструмента на производстве.

Важные элементы рабочего места — профессиональные кресла оператора, антистатические и промышленные. От комфортности кресла, диапазона регулировок напрямую зависит эффективность сотрудника, проводящего в сидячем положении большую часть рабочего времени. Нудобные кресла приводят не только к снижению качества работы, но и к тяжелым профессиональным заболеваниям. Разнообразие кресел GEFESD позволяет подобрать оптимальное соотношение комфорта и стоимости.

Комплексность поставок обеспечена не только продуктами собственного производства, но и широким ассортиментом товаров: элементы персональной антистатической защиты, пластиковая антистатическая тара, дополнительное оборудование и комплектующие к рабочим места (полки для клавиатуры, держатели мониторов) и многое другое.

## Почему профессиональная промышленная мебель GEFESD, а не все остальное?

Все рабочие места GEFESD обладают возможностями для регулировки рабочей поверхности по высоте. Как известно, для каждого типа работы — стоячая, сидячая или с габаритными изделиями — необходима своя высота рабочей поверхности. Следует отметить, что ни один бытовой или офисный стол не обеспечивает требуемые прочностные характеристики и возможность регулировки на требуемую для работы высоту одновременно. Регулировка по высоте позволяет не только идеально приспособить высоту рабочей поверхности под антропометрические параметры работника (индивидуальная эргономика), но и сделать производство гибким, способным многократно изменять конфигурацию производственной линии в любой момент времени.

Все металлические изделия производятся из холоднокатаного металла, обеспечивая отсутствие ржавчины внутри деталей, после чего обязательно очищаются с помощью гидроабразива для высокой адгезии поверхности и красочного слоя. Финальное покрытие выполняется порошковой эпоксидно-полиэфирной краской, что гарантирует долговечность внешнего вида изделия. Высокое качество изготовления и покраски, высокая прочность красочного слоя гарантируют первозданный вид продукции на срок интенсивной эксплуатации более 10 лет. Для антистатических изделий применяется специальная порошковая антистатическая краска, обеспе-



4

Пример комплектации рабочего места АТЛАНТ

чивающая стекание заряда с металлического каркаса. Обычная краска, которой покрывают офисные столы, является диэлектриком и может накапливать заряд, приводя к неблагоприятным последствиям при работе с чувствительными компонентами.

Конструктивные решения, положенные в основу стандартных моделей продукции, обуславливают высокую надежность и устойчивость рабочего места. Полностью исключены риски получения травм при эксплуатации. В качестве примера: уникальный алюминиевый профиль увеличенной ширины, позволяющий получить самую стабильную конструкцию боковых стоек на российском рынке, был разработан конструкторами предприятия специально для серии АТЛАНТ, прошел испытания и опытную эксплуатацию в условиях реального производства.

Боковые стойки серии АТЛАНТ могут быть доработаны с использованием стандартного ряда алюминиевых профилей и крепежных элементов других производителей. Это позволяет заказчику создавать нестандартные конструкции собственными силами.

Модульность и взаимозаменяемость дополнительных элементов — это возможность формировать индивидуальные рабочие места, точно отвечающие задачам предприятия и эргономическим требованиям работника.

## Подробнее о качестве

ПО «ГЕФЕСД» — это отечественный производитель, с более чем 15 летней историей, обладающий собственным конструкторским отделом, высокоэффективным производством, широкой сбытовой сетью. Все это создает условия для производства качественного товара, способного решить поставленные клиентами задачи в установленный срок.

Многолетний опыт поставок продукции на предприятия России позволил сформировать профессиональный коллектив, эффективный парк оборудования, необходимый ассортимент. Уровень предприятия позволяет предлагать индивидуальные условия покупки и поставки продукции.

Интеграция предприятия в Группу компаний Остек — это гарантия сочетания продукции и современного технологического оборудования, технологий, процессов.

Предприятие внимательно следит за отзывами потребителей о своей продукции, оперативно вносит доработки и улучшения. Отлажены процессы по обработке и фиксации всех замечаний, претензий и рекламаций, после фиксации замечания устраняются в максимально короткие сроки.

Вся продукция предприятия сертифицирована и проходит регулярный строгий контроль качества. На постоянном контроле находятся такие работы, как: отбор





5

Пример нестандартного рабочего места

и закупка материалов, производство изделий, испытания, поставка продукции, оказание дополнительных услуг. Особое внимание уделяется вопросам антистатической защиты. Соблюдены все существующие ГОСТы и требования, российские и международные стандарты по антистатической защите, необходимые для успешной работы с российскими потребителями. Предприятие сертифицировано в системе качества ГОСТ ISO 9001-2011.

Удобное расположение и транспортная доступность во Владимирской области позволяют производить бесперебойные поставки во все регионы РФ, страны СНГ, ближнее и дальнее зарубежье.

## В заключение

Трудные времена всегда стимулировали нашу страну к великим свершениям, примеров слишком много, чтобы их приводить. Причем, чем хуже было, тем быстрее и выше удавалось подняться. Сегодняшний кризис — это очередная возможность для производителей продукции сломать стереотипы, мобилизоваться и вытеснить иностранных конкурентов с рынка. Для потребителей это возможность оценить преимущества национальной продукции, убедиться в её высоком качестве.


Как было сказано в начале статьи, многие потребители сегодня думают о российской продукции определенным образом. Но давно пора взглянуть правде в глаза:

- на Западе уже давно многое не производится, а то, что поступает под известными брендами, не всегда хорошего качества независимо от стоимости и страны происхождения;
- в России многое производится, но люди этого либо не знают, либо боятся покупать российское по причине низкой осведомленности потреби-

лей о качестве и возможностях отечественной продукции. Многие уже забыли, а новые поколения не знают, что советские и российские товары в своё время превосходили зарубежные аналоги. Многолетнее засилье зарубежной продукции и слепая вера в их качество заставила отечественных производителей «прятать» российские бренды под иностранными названиями, внося путаницу в сознание потребителей;

- Азия одна из первых восприняла прямую связь суверенитета и национального производства. Уже несколько десятилетий развитие собственного производства и стимулирование внутреннего спроса является в азиатских странах первоочередной государственной задачей. На данный момент в Азии производятся практически все необходимые бытовые товары, средства производства, передовые продукты. Качество продукции в определенных сегментах полностью соответствует мировым стандартам. Азия не только покупает азиатское, но и планомерно наращивает экспорт в Европу, Америку, Россию. Поэтому для развития страны и собственной национальной продукции российским потребителям жизненно необходимо обратить внимание на отечественных производителей.

Только внимание потребителей, их преданность национальной продукции, стабильный спрос и постоянное общение производителей и пользователей позволят лидировать не только на национальном, но и на мировом рынках. Без поддержки отечественных товаров невозможно развиваться и побеждать, поэтому так важно замещать не только продукцию, но и сознание, сложившийся образ мышления, укоренившиеся стереотипы.

Решение оставаться в рамках стереотипов или выйти за них, безусловно, принадлежит читателю. Задача предприятия ГЕФЕСД куда проще: делать то, что оно умеет лучше всего — производить высококачественную продукцию мирового уровня под маркой GEFESD по доступным ценам с пониманием актуальных потребностей отечественных и зарубежных потребителей. Производить её быстрее и лучше, чем мировые бренды, так как в рамках глобальной экономики остановка, малейшее отставание ведут к полной потере конкурентоспособности не только предприятия, но и страны в целом. 

# Эволюция подходов к организации контроля жгутов



Текст: Антон Шейхо

Увеличение объема гособоронзаказа потребовало проведения автоматизации процессов производства изделий, содержащих проводной монтаж. Под проводным монтажом подразумеваются жгуты, кросс-платы со связями, выполненными проводами, а также шкафы управления.

На предприятиях стандартно используются следующие типы проверок монтажа:

- проверка соответствия электрической схеме («прозвонка»);
- измерение сопротивления изоляции;
- испытание диэлектрической прочности.

Контроль жгутов проходит в три этапа: до заливки, после заливки и после климатических испытаний; или на рабочем месте, перед ОТК и, наконец, перед ПЗ, т.е. работник выполняет одну и ту же проверку три раза! Чаще всего испытатель в качестве приборов использует мультиметр, мегомметр и пробойную установку.

Такой подход к испытанию имеет ряд недостатков:

- не исключен человеческий фактор — проверку выполняет оператор;
- низкий уровень определения дефектов схемы — методика дает высокий процент пропуска коротких замыканий, ложных цепей, т.к. проверка проводится по схеме ЭЗ и неиспользуемые контакты не проверяются;
- выдержка под напряжением при испытании прочности изоляции может выполняться с нарушением ТУ на изделие при срочности работы;

- пропуск скрытых дефектов — мультиметр фиксирует факт наличия связи, а для поиска некоторых дефектов требуется точное значение (например, холодная пайка или другое сечение проводника).

Еще в советский период были разработаны системы, которые проводили контроль жгутов после сборки: системы КУСТ, АСК, Лиана, СПК и т. д. Многие из них все еще эксплуатируются на предприятиях, хотя морально и физически давно устарели. Производители провели некоторую модернизацию этих систем, однако столкнулись с такими сложностями, как отсутствие современной отечественной элементной базы (в первую очередь, реле) и высокими издержками производства (в основном калько-держателями были предприятия, выпускающие специзделия). Эти факторы снижают привлекательность данных систем, особенно в сравнении с импортными аналогами, которые зачастую обладают лучшими техническими характеристиками и значительно дешевле.

Определенное признание на рынке получили системы, построенные на модульных приборах, они спроектированы в стандартах VXI, PXI и т. д. Их успех базируется на следующих стереотипах:

- высокая гибкость модульных систем за счет возможности конфигурации из блоков разных производителей;
- широкие возможности программного обеспечения, которые можно дополнять собственными силами без обращения к производителю оборудования;



1  
Варианты архитектуры исполнения систем. а) подключение на одном посту в одном месте, б) распределенное исполнение

- низкая стоимость изменения конфигурации за счет создания виртуальных приборов под конкретную измерительную задачу;
- возможность получения любых характеристик системы и высокая плотность каналов.

Давайте разберемся, так ли это на самом деле.

Использование модульных приборов определенного стандарта в теории позволяет не «подсесть» на одного производителя. Стандартами жестко регламентируются архитектура приборов, ЭМС и другие параметры, но написание драйверов и методики контроля выходных параметров у всех производителей разные, это делается сознательно для увеличения сложности интеграции.

На тематических конференциях по модульным приборам часто дискутируют о нюансах, связанных с интеграцией продуктов разных производителей. В настоящий момент производителями не преодолены ограничения стандартов по высокому напряжению и мощности, что не позволяет коммутировать высокие напряжения продолжительное время (в первую очередь, это вызвано высокой плотностью каналов).

Программное обеспечение любой универсальной архитектуры дает широкие возможности по подготовке программ. С одной стороны, это позволяет быстро переконфигурировать систему при изменении технических требований путем создания нужных виртуальных приборов, с другой стороны — требует высокой квалификации тестового инженера, и зачастую потребитель все равно обращается к производителю за помощью в подготовке программ контроля. Стоит учитывать и другой момент:

«виртуальный» прибор — это большая метрологическая проблема! Любой метролог, который хоть раз работал с модульными системами, знает, сколько нервов и бумаги необходимо потратить, чтобы объяснить представителю заказчика «легальность» нового виртуального прибора, а в случае неуспеха все закончится повторным внесением в реестр «новой» конфигурации системы.

В то же время системы контроля жгутов спроектированы для конкретной задачи и дают возможность проводить испытания по действующим методам (прописанным в ГОСТах), их базового функционала достаточно для выполнения 95 % всех возникающих задач:

- коммутаторы таких систем спроектированы под высоковольтные задачи, что позволяет проверять цепи на напряжении до 5 кВ;
- открытая архитектура позволяет применять приборы из реестра СИ РФ, что упрощает метрологические процедуры;
- программное обеспечение написано под конкретную задачу испытания и позволяет реализовать все необходимые испытания;
- существует возможность построения распределенных систем — это актуально для крупногабаритных изделий; применение такой архитектуры позволяет снизить стоимость оснастки для подключения к изделию за счет снижения ее сложности.

Все вышеперечисленное свидетельствует о том, что для обеспечения тестирования изделий в промышленных условиях необходимо использовать специализированные системы.

## Т 1

Типы дефектов и способы их обнаружения

Тип дефекта	Способ диагностики			Расширенные методики контроля
	Измерение омического сопротивления жилы	Проведение испытания диэлектрической прочности	Измерение сопротивления изоляции	
Короткие замыкания	x			
Ложные цепи	x	x	x	
Обрывы цепей	x			
Остатки флюса на изоляторе разъема		x	x	
Оплавление изоляции при пайке		x	x	
Другое сечение проводника	x			
Неправильный номинал компонента, встроенного в жгут				x
Перепутанные витые пары				x
Целостность экранирования				x
Перепутанная полярность PN переходов				x

Давайте более подробно рассмотрим, какие проверки могут проводить тестовые системы. Первая проверка — это проверка целостности цепей. В современных системах они выполняются путем измерения сопротивления и отбраковки в соответствии с установленным пределом. При измерении сопротивления проводника можно использовать две схемы измерения — двух- или четырехпроводную. В чем их отличие? При подключении двухпроводной схемы измеряется не только искомая величина  $R_{\text{проводника}}$ , но и паразитные сопротивления, обусловленные подключением:

$R_{\text{измеренное}} = R_{\text{проводника}} + R_{\text{контакта}} + R_{\text{изм. цепи}}$ , где:  
 $R_{\text{контакта}}$  — сопротивление контакта (подключения)  
 $R_{\text{изм. цепи}}$  — сопротивление переходного интерфейса и сопротивление измерительной шины.

С этой проблемой можно бороться двумя способами: вычитать определенную величину программным способом или снизить за счет изменения способа подключения. Многие системы вычитают из измеренного значения поправочный коэффициент, однако значения паразитных сопротивлений не постоянны и зависят от множества факторов (наработка реле, температура и т. д.). Используя четырехпроводную схему измерения, можно добиться физической компенсации паразитных сопротивлений путем подключения стабилизированного источника тока через два провода, который независимо от паразитных сопротивлений стабилизирует заданный ток, а измеритель подключается двумя другими проводами. За счет собственного высокого входного импеданса ток через измеритель не течет, а генератор тока стремится установить заданное значение. Таким образом, измеряется точное значение сопротивления проводника. Для реализации четырехпроводной (Кельвиновской) схемы измерения на тестовых системах применяется следующий принцип: необходимо подключить два канала тестера к одному выводу разъема.

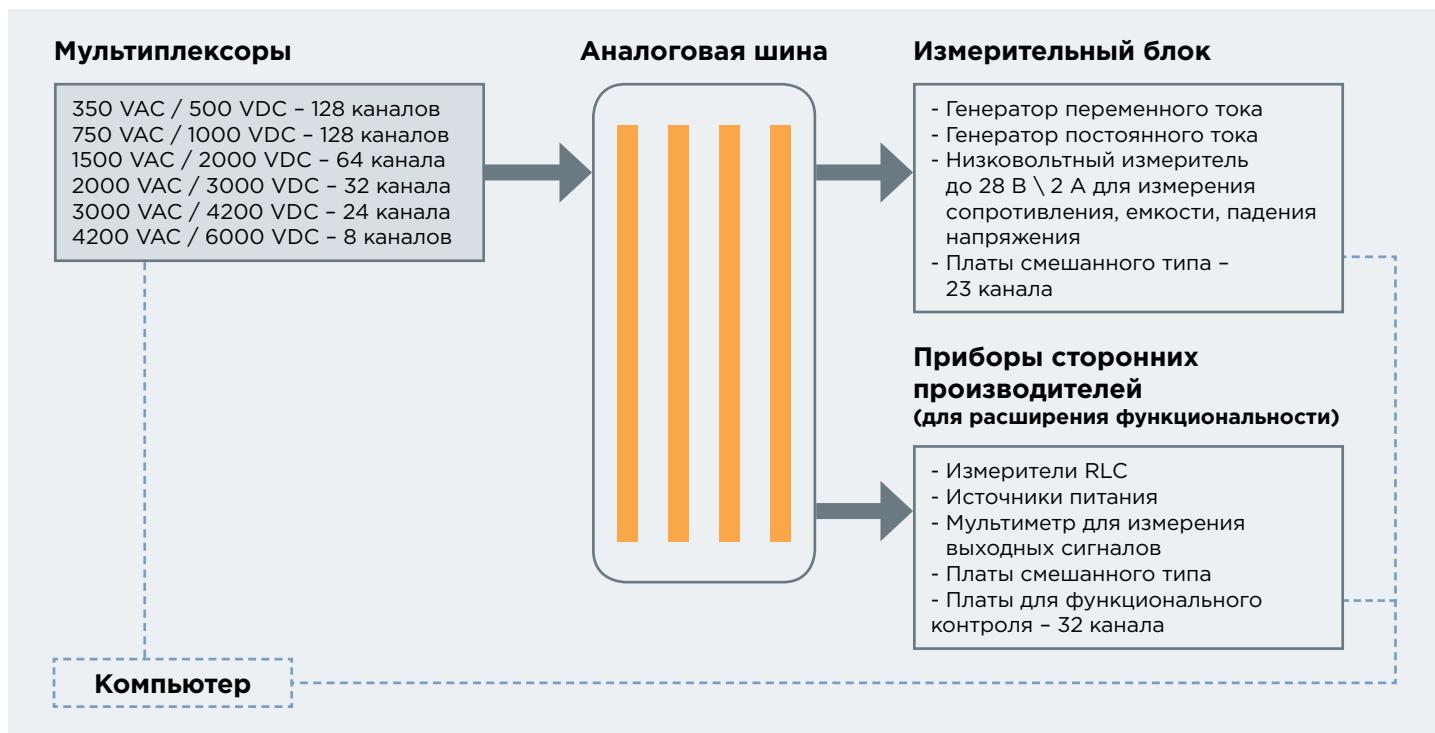
После проверки электрической схемы выполняются высоковольтные проверки. Проводится измерение сопротивления изоляции и испытание ее диэлектрической прочности (проверка на пробой) на переменном токе. В соответствии с требованиями ТУ на жгут они могут проводиться по следующим алгоритмам: каждый проводник и корпус, проводники между собой. Важно учитывать, что в жгуте могут быть цепи различного назначения, например, сигнальные и силовые. Требования к испытательному напряжению у них будут разные, поэтому важно, чтобы коммутатор мог настраивать испытания группы точек против группы точек. Это позволит провести проверки за одно подключение разными напряжениями и при этом не повредить сигнальную часть (подразумевается наличие двух реле на одном канале коммутатора).

Всем известно, что театр начинается с вешалки, значит тестер жгутов — с коммутационной платы. Номенклатура коммутационных плат производства компании Sefelec — производителя тестеров электробезопасности, тестеров жгутов и кабелей, тестеров коммутационных плат, высоковольтных кабельных тестеров — представлена в Т 2.

## Т 2

Номенклатура коммутационных плат производства компании Sefelec

Напряжение постоянного тока, В	Напряжение переменного тока, В	Количество каналов
500	350	128
1 000	750	128
2 000	1 500	64
3 000	2 000	32
4 200	3 000	24
6 000	4 200	8



2 Классическая архитектура тестовых систем контроля проводного монтажа.



3 Пример высоковольтной платы на 6 кВ

Обычно выходные разъемы тестовых систем жгутов — это разъемы коммутационных плат. На них установлены массовые разъемы DIN41612. Эти разъемы — самые популярные в системах автоматического контроля благодаря высоким эксплуатационным характеристикам и широкой номенклатуре. Однако у любого разъема есть такой параметр как количество сочленений. Поэтому переходники, необходимые для стыковки испытываемых изделий, не рекомендуется изготавливать на сами выходные разъемы — необходимо делать промежуточ-

ную оснастку. Суммарное количество типов разъемов, используемых в изделиях, охватывает практически всю номенклатуру как советской, так и российской промышленности. Это обусловлено тем, что при проектировании изделия по кооперации задействовано множество предприятий и все используют свои «любимые» соединители. Ситуация усугубляется еще и тем, что в новых разработках используются импортные соединители, а на многих российских предприятиях уже были в эксплуатации тестовые системы жгутов и от них сохранилось большое количество переходников.

Рассмотрим варианты оснастки, которые используются нашими заказчиками для тестовых систем.

1. Интерфейсы на разъемах заказчика интересны с точки зрения сохранения существующего техпроцесса. Из нашего опыта: мы устанавливали на лицевую панель тестера разъемы 6P-150, 6P-100, их применение позволило нашим заказчикам сохранить переходники, которые они использовали для работы с системой АСК МКИ, и максимально быстро ввести оборудование в эксплуатацию рис 4. Однако в настоящий момент существуют определенные риски, связанные с нестабильностью поставок этих разъемов с предприятия, находящегося в г. Полтава.



4  
Пример оснастки — интерфейс под разъемы заказчика

2. Другой заказчик самостоятельно разработал несколько панелей, подключение которых позволило проводить контроль определенной номенклатуры изделий. Интересным техническим решением стала разбивка жгутов на группы, анализ соединителей и разбивка на панели по следующему принципу: если разъемы не используются вместе (в одном жгуте), они спаяны в параллели и выведены на каналы тестера рис 5. Это позволило на 256 тестовых каналах разместить количество соединителей, суммарно в три раза превышающее количество подключенных выводов разъемов.

Систематизировав накопленный опыт, конструкторский отдел ООО «Остек-Электро» разработал универсальное рабочее место для контроля кабельно-жгутовой продукции и проводного монтажа. Первый образец панели был введен в эксплуатацию в 2013 году, а в 2014 начался серийный выпуск этого изделия.

Из чего же состоит универсальная панель? Базой служит рабочее место регулировщика серии «Атлант» производства ООО ПО «ГЕФЕСД». На столешницу уста-

навливаются колонны рис 6, которые подключаются к тестовой системе. Таким образом, панель представляет собой наборное поле из разъемов, необходимых для подключения испытываемых жгутов.

Для быстрого поиска разъемов и формирования тестовых программ было разработано специальное программное обеспечение. Если проектирование жгутов выполняется в САПР, то можно создавать тестовую программу в автоматическом режиме. Для этого в ПО загружается схема в виде таблицы и спецификация. Далее алгоритм автоматически подберет правильные ответные части, к которым необходимо подключить проверяемый жгут, а по схеме ЭЗ составит программу тестирования. Формат данных может настраиваться под конкретную систему проектирования. Заложенный функционал позволяет работать не только в автоматическом, но и в ручном режиме. При работе в ручном режиме оператор задает название разъема, а ПО отображает, какой из разъемов можно использовать для подключения к жгуту. Когда разъемы выбраны и жгут подключен, оператору остается только запустить процедуру автообучения, и программа контроля будет сформирована тестовой системой с эталонного жгута рис 7.

Такой подход к организации испытаний жгутов дает следующие преимущества:

- простота управления оснасткой — вся оснастка уже подключена к тестеру, а светодиодная индикация показывает, к какому из разъемов необходимо подключиться;
- снижение требований к испытателю — оператор выбирает готовую программу из списка и, следуя инструкциям, выполняет испытание, по результатам контроля получает «Протокол» и приступает к следующему изделию;




5  
Вариант оснастки — «запараллеливание»

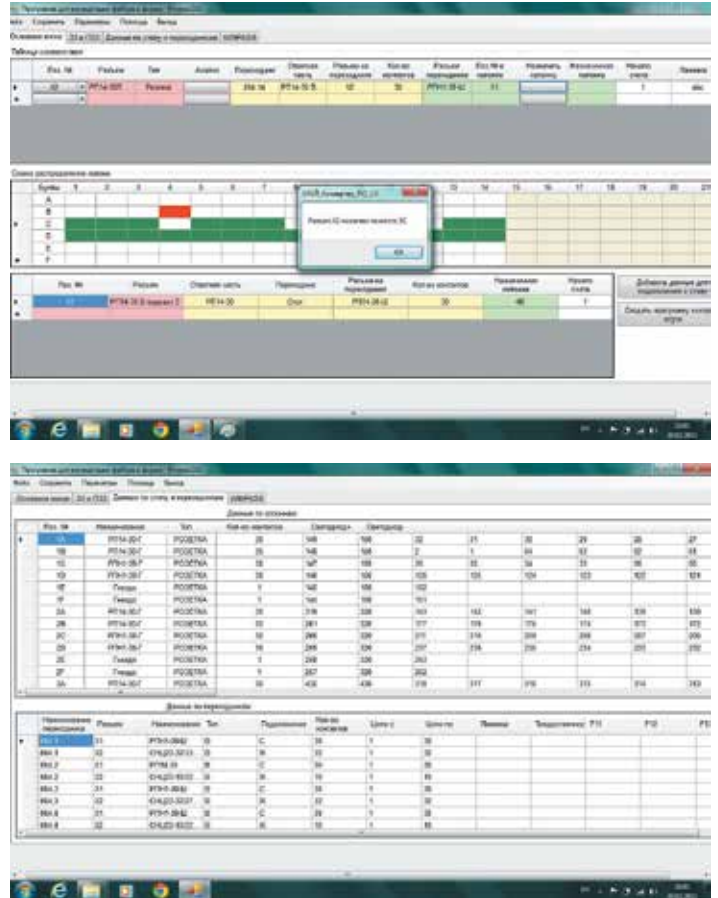




6 Пример колонны

- наращиваемость — при необходимости универсальный комплекс можно дополнить еще одним рабочим местом;
- использование в качестве тестовой системы тестера SYNOR5000 (Sefelec), который внесен в Госреестр СИ РФ.

На протяжении последних пяти лет Остек активно работает с французской компанией Sefelec и уже внедрил на производствах более 30 систем контроля жгутов серии SYNOR5000, которые хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации. В прошлом году компании заключили соглашение о расширении сотрудничества и приступили к совместному производству тестеров на территории России. Наши конструкторы и технологи прошли обучение на заводе-изготовителе и подготовили техническую документацию, необходимую для производства. В апреле мы планируем получить первый образец тестера, изготовленный на нашем производстве, и будем рады продемонстрировать его работоспособность в нашем демонстрационном зале. 



7 Программное обеспечение универсальной панели для контроля кабельно-жгутовой продукции и проводного монтажа



8 Вариант оснастки — рабочее место контроля жгутов



# ОПТИМИЗАЦИЯ

## Оптимизация закупок компонентов, комплектующих и материалов для приборного производства



Текст: **Станислав Гафт**



На страницах журнала в статьях, посвященных организации управления, неоднократно отмечалась исключительная важность процесса закупок для приборного производства. Именно этот процесс обеспечивает запланированный уровень себестоимости (а, значит, и конкурентоспособности) выпускаемой продукции, так как стоимость компонентов, комплектующих и материалов составляет, как правило, до 70 % себестоимости выпускаемых приборов. Вопросу автоматизации процесса оптимизации закупок посвящена данная публикация.



## Определение цели оптимизации закупок

«МЫ СЛИШКОМ БЕДНЫЕ ЛЮДИ,  
ЧТОБЫ ПОЗВОЛИТЬ СЕБЕ РОСКОШЬ ПО-  
КУПАТЬ ДЕШЁВЫЕ ВЕЩИ»

На первый взгляд, цель оптимизации закупок компонентов, комплектующих и материалов (ККМ) ясна и понятна: обеспечение запланированного уровня себестоимости и поддержание конкурентоспособности выпускаемой продукции. Но это только для непосвящённых. Ведь что может быть проще: для снижения себестоимости выпускаемой продукции нужно купить ККМ по минимальной цене. Но встречаются и «подводные камни». Вот только некоторые виды ловушек, в которые часто попадают неискушённые руководители:

- Если «дешево» купить компоненты несоответствующего качества, то затраты на проведение ремонтов в процессе производства могут резко возрасти, тем самым увеличив в несколько раз себестоимость выпускаемой продукции.
- Если «дешёвые» компоненты будут иметь «скрытые» дефекты, которые обнаружатся только у конечного потребителя, затраты на проведение гарантийных ремонтов возрастут на порядок и могут поставить под угрозу торговую марку (а, значит, и весь бизнес) предприятия, как поставщика некачественной продукции.
- Если получить компоненты с задержкой на неделю, затраты от простоя автоматической линии, как правило, перекроют всю полученную от «дешевизны» компонентов выгоду.
- Если получить «дешёвые» компоненты с задержкой на несколько месяцев, штрафные санкции, которые предъявят заказчики продукции, также могут «съесть» всю прибыль.

Итак, **цель оптимизации закупок заключается в обеспечении ритмичных поставок компонентов, комплектующих и материалов в оговоренные сроки с запланированными уровнями качества и цены.**

Могут быть приняты следующие ключевые параметры, по которым проводится оптимизация:

- **Минимальная (оптимальная) цена.** Традиционно применяемый для оптимизации параметр, когда специалист по закупкам анализирует стоимость спецификаций к рамочным договорам. При этом, в первую очередь, он рассчитывает на закупки у квалифицированных поставщиков с фиксированными сроками поставки, условиями платежа и ценами. Критериями эффективности оптимизации можно будет считать стоимость полного комплекта ККМ и приемлемость сроков поставки — для производства и заказчика сроки начала обработки наряд-заказа.

- **Минимальный, т.е. наиболее близкий к требуемому, срок поставки.** Традиционно применяемый для оптимизации закупок метод сокращения сроков поставки отдельных компонентов либо при срыве (угрозе задержки) поставок. При этом критерием эффективности оценки оптимизации будет срок поставки полного комплекта. Опытный специалист по закупкам и в этом случае постарается работать с проверенными квалифицированными поставщиками, чтобы не получить непредсказуемый результат.

В качестве критериев оценки эффективности проведения оптимизации могут быть выбраны следующие параметры:

- Стоимость полного комплекта ККМ для исполнения наряд-заказа, месячной, квартальной, годовой программы. Например, далеко не всегда с экономической точки зрения необходимо «упираться» при переговорах с поставщиком исключительно в стоимость того или иного недорогого компонента, особенно, если его срок поставки является критичным и/или определяет минимальный срок начала запуска партии изделий. Гораздо важнее сконцентрировать усилия на согласовании выгодных условий оплаты, например, в течение двух месяцев после поставки без предоплаты (или с минимальным авансовым платежом). Нужно понимать, что с точки зрения ценообразования и конкурентоспособности выпускаемой продукции, условия платежа за ККМ играют важнейшую, а иногда и решающую роль, так как позволяют обходиться минимумом собственных оборотных средств, без использования заёмных. *Небольшой пример расчета полной стоимости компонентов, в случае их приобретения на заемные средства в условиях нестабильного, а точнее, стабильно растущего курса валют и драконовской учетной ставки ЦБ. В общем, в условиях, «приближенных к боевым». Итак, примером послужит закупка партии ККМ стоимостью в 10 млн руб. и сроком поставки в 4 месяца. Приобретая их по 100 % предоплате на заемные средства, производитель будет вынужден обслуживать краткосрочный банковский кредит. Если договором поставки определена стопроцентная оплата товара заказчиком по готовности изделий, период обслуживания кредита составит 6 месяцев при цикле производства в 2 месяца. С «льготной» кредитной ставкой в 19,59 % полная стоимость заказа составит 10 979 500,00 руб. А это уже почти 10 % переплаты, возросшие финансовые риски и долговая нагрузка на предприятие.*

При изменении условий оплаты ККМ и условий оплаты изделий баланс эффективности будет меняться. Т.к. большинство ККМ на российский рынок так или иначе поступает из-за рубежа и приобретается компаниями-поставщиками за валютные средства, при заключении договора стоит обращать внимание на то, в какой валюте и по какому курсу заключается сделка, кто несет валютные риски.

- Время поставки полных комплектов компонентов, комплектующих и материалов (минимальный срок начала обработки наряд-заказа). Минимальный срок поставки нельзя рассматривать как самоцель, а лишь как необходимость обеспечения начала обработки наряд-заказа в запланированные сроки. Просрочка поставки даже одного типоминимала, положим 5 000 шт. резисторов по цене 2,5 USD за тысячу, может привести к весьма ощутимым финансовым потерям и упущенной выгоде. Например, вынужденный простой автоматизированной сборочной линии производительностью 20 000 шт./час в течение 1 недели приведет к потерям, эквивалентным 800 000 шт. установленных компонентов. При цене в 0,3 руб. за точку пайки это выливается не менее чем в 500 000 рублей упущенной выгоды (недополученных денежных средств). И всё из-за несвоевременной поставки компонентов на 12,5 долларов.
- Время простоя оборудования, связанное с несвоевременной поставкой ККМ. Время простоя дорогостоящего основного технологического оборудования и персонала — основные, наиболее часто используемые критерии оценки эффективности при оптимизации. Нужно только понимать и учитывать, что если загрузить производство нетехнологичной продукцией с большой долей ручного труда, то коэффициент загрузки оборудования будет низким при высоком коэффициенте

загрузки персонала. Но это решение правильным назвать никак нельзя, так как оно предполагает продажу «дорогих рук по невысокой цене». Гораздо выгоднее продать время загрузки высокопроизводительной автоматической линии, выпускающей современный высокотехнологичный продукт: можно ожидать адекватно высокой оплаты за оказание качественных высококвалифицированных услуг.

- Время вынужденного простоя персонала, связанное с несвоевременной поставкой ККМ.
- Снижение, по сравнению с запланированным, уровня качества выпускаемой продукции, связанное с нарушением ритмичной работы предприятия и/или вынужденным отклонением от установленной технологии. К сожалению, фраза «Выпускающим является отдел снабжения» часто является горькой правдой, определяющей работу многих электронных производств, когда из-за нерадивости, нерасторопности, недостаточной добросовестности работников подразделений закупок и поставщиков возникают проблемы со своевременными ритмичными поставками ККМ на предприятия. Соответственно, неизбежно возникают вынужденные простои персонала и оборудования и «срочный запуск» наряд-заказов немедленно после получения дефицитных ККМ. При этом, как правило, часто нарушаются установленные процедуры входного контроля и комплектования ККМ для наряд-заказов. Главным становится запуск наряд-заказа как можно скорее. Поэтому в цех попадают несоответствующие компоненты, например:
  - ♦ Керамические многослойные конденсаторы с отклонениями:
    - по типу диэлектрика;
    - по размерам корпуса;
    - с превышением допустимого срока хранения.



Ориентировочная стоимость проведения ремонта прибора, связанная с установкой компонента с отклонениями

№ п.п.	Тип дефекта	Ориентировочная стоимость проведения ремонта при диагностике дефекта на этапе, руб.					Примечание
		Входного контроля	Производства печатных узлов	Приёмки прибора	Приёмки системы	В период эксплуатации у потребителя	
1	Многослойный керамический чип-конденсатор с несоответствующим (КД) диэлектриком	3,5	170	2007	6015	>20 000	При расчёте принята стоимость нормо-часа электро-монтажника — 3000 руб. Трудоёмкость проведения ремонта на этапе печатных узлов — 5 минут, на этапе готового прибора — 1 час, на этапе готовой системы- 3 часа, у потребителя — 1 день
2	Чип-резистор с превышением допустимого срока хранения	1	168	2005	6014	>20 000	
3	Соединитель с отклонением по материалу покрытия выводов	100	267	2012	6012	>20 000	

- ◆ Чип-резисторы, чип-индуктивности с отклонениями:
  - по допуску;
  - по размеру;
  - с превышением допустимого срока хранения.
- ◆ Установочные изделия, например, соединители с отклонениями:
  - по материалу покрытия выводов;
  - по размерам;
  - с превышением допустимого срока хранения.

Использование ККМ с отклонениями неизбежно приведёт к отказам выпускаемых приборов на более позднем этапе производства, что вызовет необходимость проведения дополнительных ремонтов в процессе производства **Т 1**.

- Дополнительная, по сравнению с учтённой в типовом технологическом процессе, стоимость проведения ремонтов в процессе производства. Это значит, что если на этапе (уровне) входного контроля стоимость обнаружения компонента с отклонениями соизмерима с его стоимостью, то при пропуске такого компонента на этап (уровень) собранных печатных узлов стоимость проведения ремонта возрастает на порядок. А при обнаружении потенциально дефектного компонента на этапе (уровне) готового прибора (блока) — на два порядка. При этом затраты на проведение ремонта могут быть соизмеримы со стоимостью прибора **Т 1**.

- Дополнительная (по сравнению с запланированной и/или учтённой при расчёте себестоимости) стоимость проведения ремонтов в гарантийный период. Это самые неприятные «скрытые дефекты», которые могут быть и не обнаружены при проведении испытаний и приёмки в процессе производства, а проявят себя в процессе эксплуатации. Стоимость проведения гарантийного ремонта, включая выезд к потребителю, проведение ремонта в полевых условиях, если это возможно, как правило увеличивается ещё на один-два порядка **Т 1**. При этом производитель несёт ещё и серьёзные репутационные потери. А если потенциально дефектный компонент был установлен в электронный блок (прибор) космического или летательного аппарата, то ущерб может составлять огромные суммы.

Оптимизация закупок — важнейший процесс, определяющий во многом себестоимость выпускаемой продукции, её качество и надёжность. Корректная организация процесса закупок и его автоматизация позволят пользователям:

- обеспечить ритмичную работу производства за счёт чёткого планирования поступления компонентов, комплектующих и материалов;
- снизить затраты на закупку ККМ за счёт увеличения периода и объёмов закупки;
- снизить количество необходимых оборотных средств на закупку ККМ;
- увеличить прибыль.

**Руководитель отдела материально-технического снабжения, руководитель отдела закупок, планово-диспетчерский отдел и руководство предприятия должны эффективно и точно планировать закупочную деятельность. Про инструменты планирования, позволяющие минимизировать риски и сроки составления планов закупок, читайте далее.**

# Организация автоматизированного рабочего места начальника службы закупок

**Стоимость комплектующих, компонентов и материалов (ККМ) составляет, как правило, до 70 % себестоимости прибора. Сроки поставки ККМ, особенно отдельных единиц, без которых невозможно и нерационально начинать сборку печатных узлов, соизмеримы с циклом производства приборов. Организация закупок ККМ – важнейший процесс, в значительной мере определяющий срок поставки, себестоимость и конкурентоспособность выпускаемой продукции.**

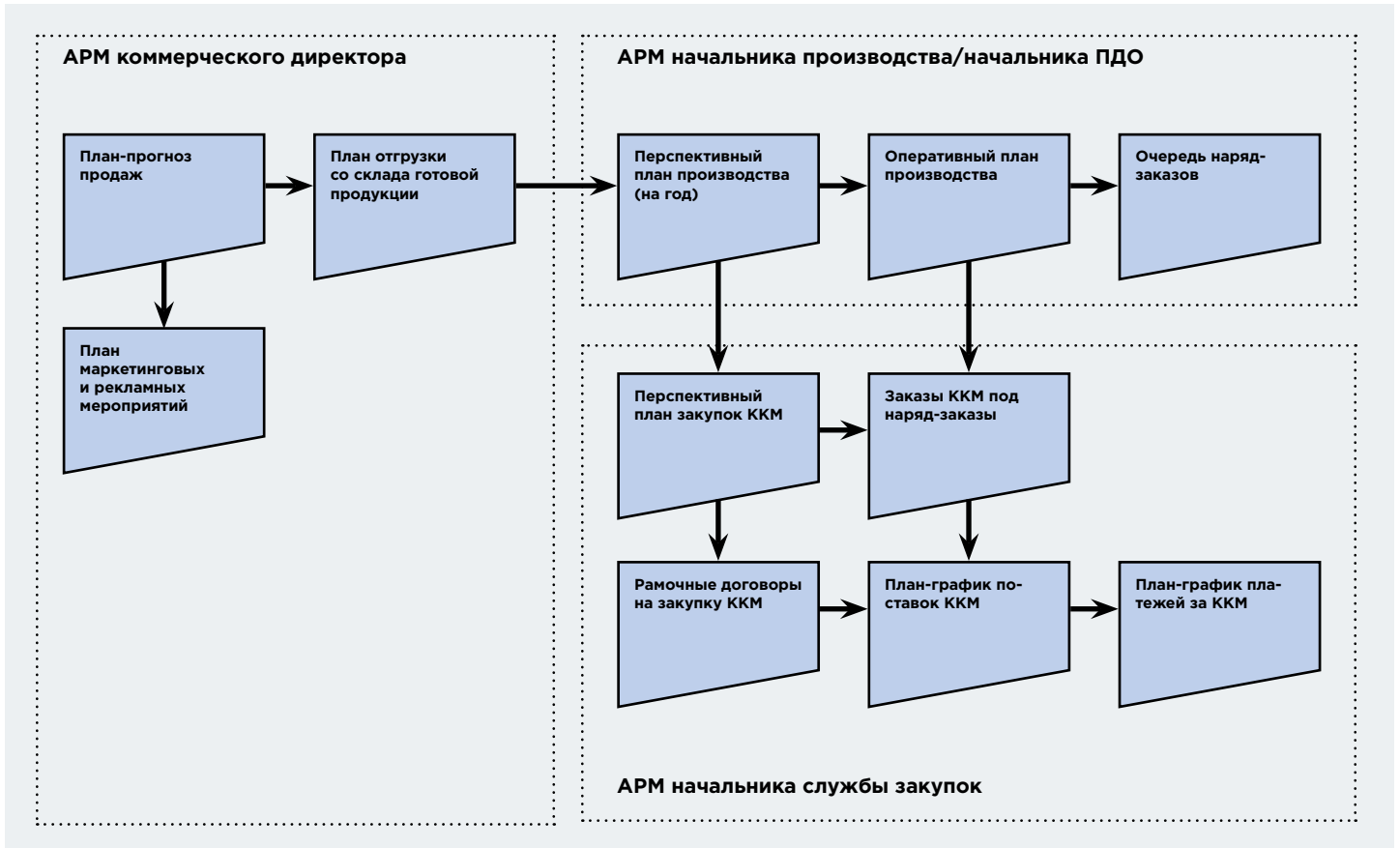
Исходя из этого, закупкой ККМ должны заниматься специалисты высокой квалификации, обеспечивающие:

- Своевременность поставок ККМ:
  - ◆ для обеспечения ритмичной работы предприятия;
  - ◆ для поддержания качества и надёжности выпускаемой продукции на запланированных уровнях при сохранении утверждённой себестоимости;
  - ◆ для поддержания существующего уровня среднемесячного дохода рабочих и служащих предприятия.
- Оптимальную цену закупаемых ККМ.
- Оптимальные условия платежа (например, в течение двух месяцев после поставки для минимизации количества оборотных средств предприятия).

Цифровая система управления приборным производством «Логос», программное приложение «Автозакупка» и программное приложение «Автопланировщик» реализуют все указанные функции, обеспечивая комфортные условия работы начальника службы закупок в соответствии с блок-схемой генерации документов рис 1.

На основании прогноза продаж система генерирует план отгрузок со склада готовой продукции рис 2. Для обеспечения своевременных отгрузок готовой продукции рассчитывается перспективный план производства, на основании которого, разрабатывается перспективный план закупок ККМ рис 3 и заключаются рамочные договоры с поставщиками (как правило, на год с возможной пролонгацией в случае успешной работы). Оперативный план производства и очередь наряд-заказов формируются с учётом реальной ситуации на рынке, требованиями заказчиков и подтверждёнными (подписанными и частично оплаченными) заказами (договорами) на поставку готовой продукции. На основании оперативного плана производства формируются спецификации к заказам на поставку ККМ под конкретные наряд-заказы.

Для обеспечения ритмичной и непрерывной работы предприятия необходимо создать (и поддерживать) неснижаемый запас сырья (ККМ) на складах. Как правило, для приборных предприятий по большинству позиций это запас составляет 2...3 месяца (но возможен и другой срок как по всем (большинству), так и специальный срок по отдельным позициям).



1 Порядок формирования планирующих документов в системе управления производством



2 План отгрузки готовой продукции на год

На основании подтвержденных дополнительными соглашениями договоров закупки по спецификациям, связанным с наряд-заказами, формируется и модифицируется план-график поставок ККМ и план-график платежей поставщикам РИС 4.

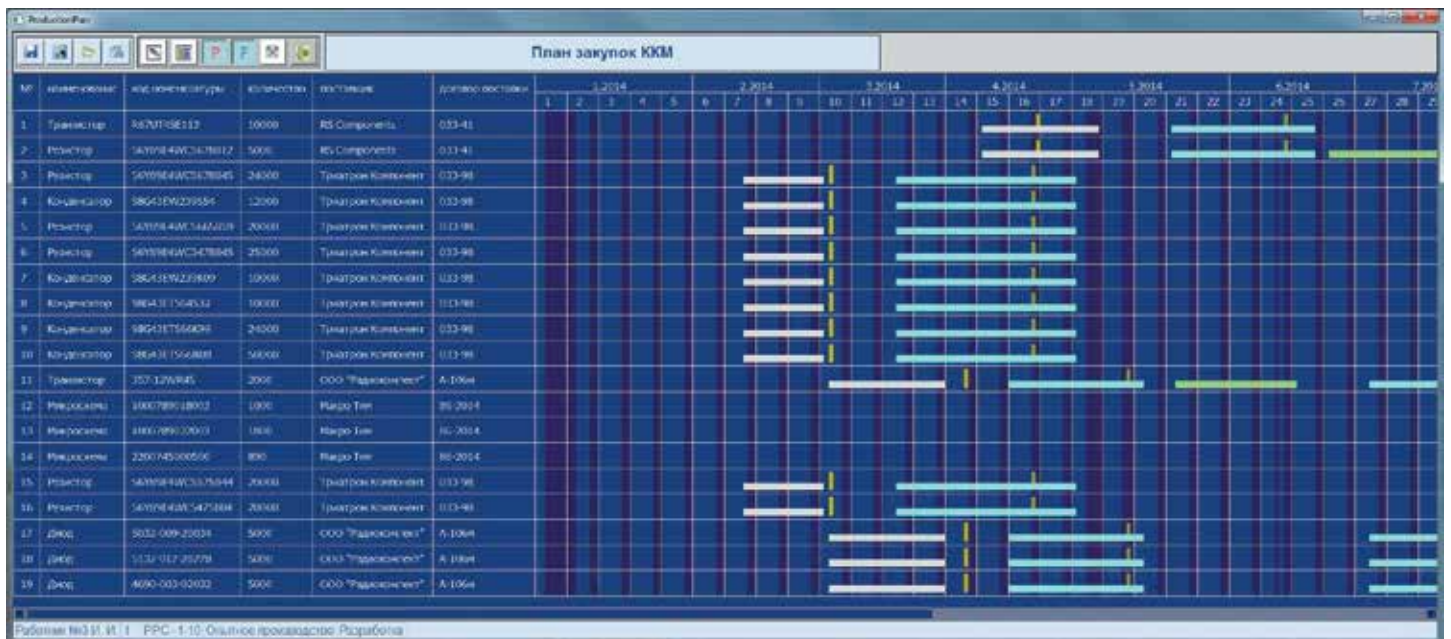
Скриншот программы "СальдоFinEXM" с заголовком "План-прогноз закупок на 2015 г.". Таблица содержит следующие столбцы: "Идентификатор", "Обозначение", "ККМ", "Обозначение", "Код номенклатуры", "Код производителя", "Код поставщика", "Количество", "Единица измерения", "Цена", "Сумма", "Валюты", "Срок поставки", "Срок на доставку".

Первая строка таблицы:

1	Конденсатор	ГРД-12002.004	Конденсатор SMD C0603 10K ±0.5 E 47R	C0603 10K ±0.5 E 47R	100-3497	MF-0002578876	MF-0002578876	3000	шт	10.50	3150.00 руб.	15.04.2015	31.07.2015	Р5
---	-------------	---------------	--------------------------------------	----------------------	----------	---------------	---------------	------	----	-------	--------------	------------	------------	----

Внизу таблицы указано: "Автор: Андрей Вятрович 1 - 12-033. План перспективный на 2015 год. Разработка".

3 Перспективный план-прогноз закупок ККМ на год




4 Планируемое подписание договоров      Планируемая оплата      Планируемая поставка

4 План-график платежей и поставки ККМ на год

Внедрение современной цифровой системы управления приборным производством позволит начальнику службы закупок предприятия обеспечить:

- Современную гибкую систему перспективного и оперативного планирования закупок ККМ.
- Оптимальное расходование оборотных средств предприятия.
- Ритмичную и бесперебойную работу предприятия без авралов и простоев.

- Достижение и поддержание для выпускаемой продукции запланированных значений:
  - ◆ себестоимости;
  - ◆ качества и надёжности.
- Производство всей номенклатуры выпускаемой продукции в необходимых объёмах и в оптимальные сроки.
- Отгрузку готовой продукции в расчётные сроки. 

Пример из практики:

# Как современные отмывочные жидкости влияют на охрану труда и производственные затраты

Текст: **Роман Порядин**  
**Денис Поцелуев**

По материалам компании ZESTRON



Поиск экономически выгодных решений, забота о здоровье и безопасности сотрудников, а также снижение негативного влияния процессов производства на окружающую среду — важные задачи для любого производственного предприятия. В частности, в Европе в электронной промышленности использование экологически чистых и безопасных материалов обязательно для успешного завершения производственного процесса и соблюдения требований регламентов REACH (технический регламент ЕС «Порядок государственной регистрации, экспертизы и лицензирования химических веществ») и RoHS (правила ограничения содержания вредных веществ). Подобная практика является хорошим ориентиром для отечественных производителей. Компания Panasonic (Южная Азия), базирующаяся во Вьетнаме, является производителем оригинального оборудования, такого как домофоны, телефоны, INFOX-терминалы и телефонные станции Panasonic. Компания начала сотрудничество с ZESTRON, мировым лидером в области разработки и реализации технологий отмывки, для поиска экономически выгодных и безопасных альтернативных способов очистки пальцев конвейеров установок для пайки волной припоя. После формулировки технического предложения были проведены многочисленные исследования с целью подтвердить желаемые результаты.

В статье рассмотрен практический пример внедрения современных отмывочных жидкостей Zestron и показаны результаты влияния процесса отмывки на повышение экологичности и снижение производственных затрат. В рамках обмена международным опытом компания Zestron регулярно публикует научно-практические статьи, посвященные увеличению эффективности производства в области отмывки. Группа компаний Остек на протяжении многих лет является проверенным и надежным партнером Zestron и постоянно способствует внедрению и совершенствованию технологий отмывки на российских предприятиях.

ZESTRON и Panasonic ведут долгую историю успешного сотрудничества: среди выполненных проектов решение таких задач, как отмывка трафаретов и палет с использованием технологических решений ZESTRON.

Активное развитие сотрудничества Panasonic с ZESTRON связано и с тем, что в число приоритетных целей этой компании входит подтверждение сертификата ISO 14001, значительное снижение выбросов летучих органических соединений (далее VOC — volatile organic compound) и выход на первое место среди компаний электронной промышленности по инновациям в отношении сохранения чистоты окружающей среды.

## Анализ ситуации и требования к новому продукту

В компании Panasonic эксплуатируются семь установок пайки волной припоя, каждая установка оснащена 10-литровым резервуаром для хранения растворителя, применяемого в процессе очистки пальцев конвейера. Через двенадцать часов работы каждый резервуар с растворителем пополняется изопропиловым спиртом (далее IPA), который затем в течение часа прокачивается через систему очистки. Включая потери в результате испарения, потребление IPA для данного процесса составляло примерно 1 200 литров в месяц или 15 000 литров в год на сумму \$32 700 (годовые затраты на изопропанол).

Кроме того, необходимо учитывать воздействие на окружающую среду используемых в процессе продуктов, в частности тех, что содержат летучие органические соединения VOC. В изопропиловом спирте содержание таких соединений составляет 100 % из-за чего их выброс в атмосферу максимален. Таким образом, для

снижения до минимума выбросов в атмосферу замещающий продукт должен иметь более низкое содержание VOC и более низкую норму расхода с сохранением того же качества очистки или получения еще более высокой степени чистоты.

На основании подробных данных о применении, предоставленных компанией Panasonic, инженеры ZESTRON предложили VIGON® RC 101 в качестве наиболее подходящего решения задачи очистки. VIGON® RC 101 — это отмывочная жидкость на водной основе, предназначенная для удаления всех типов полимеризованных остатков флюса с установок пайки волной припоя и печей оплавления. Инженеры ZESTRON и Panasonic провели оценку совместимости материала VIGON® RC 101 и материалов печи, а также его способности растворять остатки флюса. Данный продукт поставляется в виде готового к использованию раствора и его не требуется разбавлять.

## Эксперимент

Совместимость материала была испытана путем погружения пальцев конвейера с последующей выдержкой в лабораторном стакане с раствором VIGON® RC 101 при комнатной температуре; время выдержки составило 15 минут. Параметры процесса подробно представлены в **Т 1**.

В соответствии с требованиями заказчика результаты исследования чистоты и совместимости материалов

**Включая потери на испарение, затраты при использовании изопропанола (IPA) из расчета годовой стоимости для данного процесса составили около \$32 700**



**T 1**

Параметры процесса очистки

<b>Оборудование</b>	Лабораторный стакан
<b>Очищающий реагент</b>	VIGON® RC 101
<b>Концентрация</b>	100 %
<b>Механизм агитации</b>	Погружение с выдержкой
<b>Время выдержки</b>	15 мин
<b>Температура выдержки</b>	Комнатная температура

оценивались путем визуального осмотра с использованием тринокулярного микроскопа производства Radiant с оптической системой высокого разрешения RadOptic, увеличение 10-45 крат. Методика анализа, определенная заказчиком, подробно описана в **T 2**.

**Результаты**

Оценка качества очистки и совместимости показала превосходные результаты. В ходе визуального осмотра выявлено, что пальцы конвейера не имеют повреждений и флюс полностью удален. Испытание с погружением в лабораторный стакан с раствором показало, что раствор VIGON® RC 101 полностью совместим с материалом пальцев конвейера, а также способен растворять

**T 2**

Анализ качества очистки

Требования заказчика	Методика
Визуальный осмотр	Визуальный осмотр Тринокулярный микроскоп производства Radiant с оптической системой высокого разрешения RadOptic, увеличение 10-45 крат

флюс. Результаты исследования совместимости материала и качества очистки приведены в **T 3**.

Позже на заводе Panasonic были проведены дополнительные испытания, в ходе которых на одной установке пайки волной припоя IPA был заменен на VIGON® RC 101. После испытаний пальцы конвейера сняли с установки и подвергли визуальному осмотру. Анализ подтвердил, что флюс полностью удален без негативного воздействия на поверхность материала пальцев. В **T 4** приведены результаты оценки качества очистки и совместимости материала.

**T 3**

Совместимость материалов и результаты очистки после лабораторных испытаний



Методика	Результаты очистки
Визуальный осмотр	+
Результаты	Обнаружено, что пальцы конвейера не имеют повреждений, флюс полностью удален

+: совместим;  
O: небольшие изменения;  
-: несовместим

**T 4**

Совместимость материалов и результаты очистки после заводских испытаний



Методика	Результаты очистки
Визуальный осмотр	+
Результаты	Обнаружено, что пальцы конвейера не имеют повреждений, флюс был полностью удален

+: совместим;  
O: небольшие изменения;  
-: несовместим

## Заключение

В результате данных исследований компания Panasonic заменила используемый на установках пайки волной припоя изопропанол (IPA) на раствор VIGON® RC 101. При переходе на VIGON® RC 101 выбросы VOC в атмосферу значительно снизились. Кроме того, полностью устранено вредное воздействие, оказываемое на окружающую среду при использовании IPA, а также связанные с использованием этого вещества риски для здоровья и безопасности операторов. Поскольку в соответствии с классификацией HMIS VIGON® RC 101 имеет рейтинг 0-0-0, данный продукт является пожаробезопасным и не представляет угрозы для операторов, что позволяет компании Panasonic соответствовать строгим требованиям стандарта ISO 14001.

Также исследования показали, что VIGON® RC 101 по сравнению с IPA более эффективно удаляет скопившиеся отложения с пальцев конвейера. Такие отложения захватывают частицы пыли и прочие загрязнения, которые переносятся на поверхность печатных плат в процессе пайки, что может привести к загрязнению по толщине платы. VIGON® RC 101 минимизирует этот эффект, тем самым повышая эффективность процесса и надежность работы оборудования. Общие сравнительные характеристики VIGON® RC 101 и IPA представлены в **Т 5**.

Благодаря успешному сотрудничеству Panasonic и ZESTRON были выбраны отмывочная жидкость и технология процесса отмывки, которые соответствуют

**Т 5**


Сравнительные характеристики VIGON® RC 101 и IPA

	VIGON® RC 101	IPA
Температура вспышки	нет	53 °F / 12 °C
Классификация по HMIS (Система идентификации опасных материалов)	0-0-0	2-3-1
Токсичность	Легкий раздражитель	Раздражитель
Запах	Легкий	Сильный
Перевозка и хранение	Без ограничений	Опасное вещество
Содержание VOC	49,5 %	100 %

**Заменив изопропанол, завод получил возможность добиться значительной экономии средств (> 53 % согласно оценке)**

целям, поставленным в ходе исследования. С переходом на VIGON® RC 101 завод получил возможность добиться значительной экономии материальных средств (> 53 % согласно оценке): расход отмывочной жидкости сократился примерно до 85 литров в месяц (или до 1020 литров в год). Общий объем выбросов VOC снижен на 95 % благодаря более низкому содержанию летучих органических соединений в VIGON® RC 101 и сниженной норме потребления. Сравнительные параметры применения VIGON® RC 101 и IPA подробно представлены в **Т 6**.

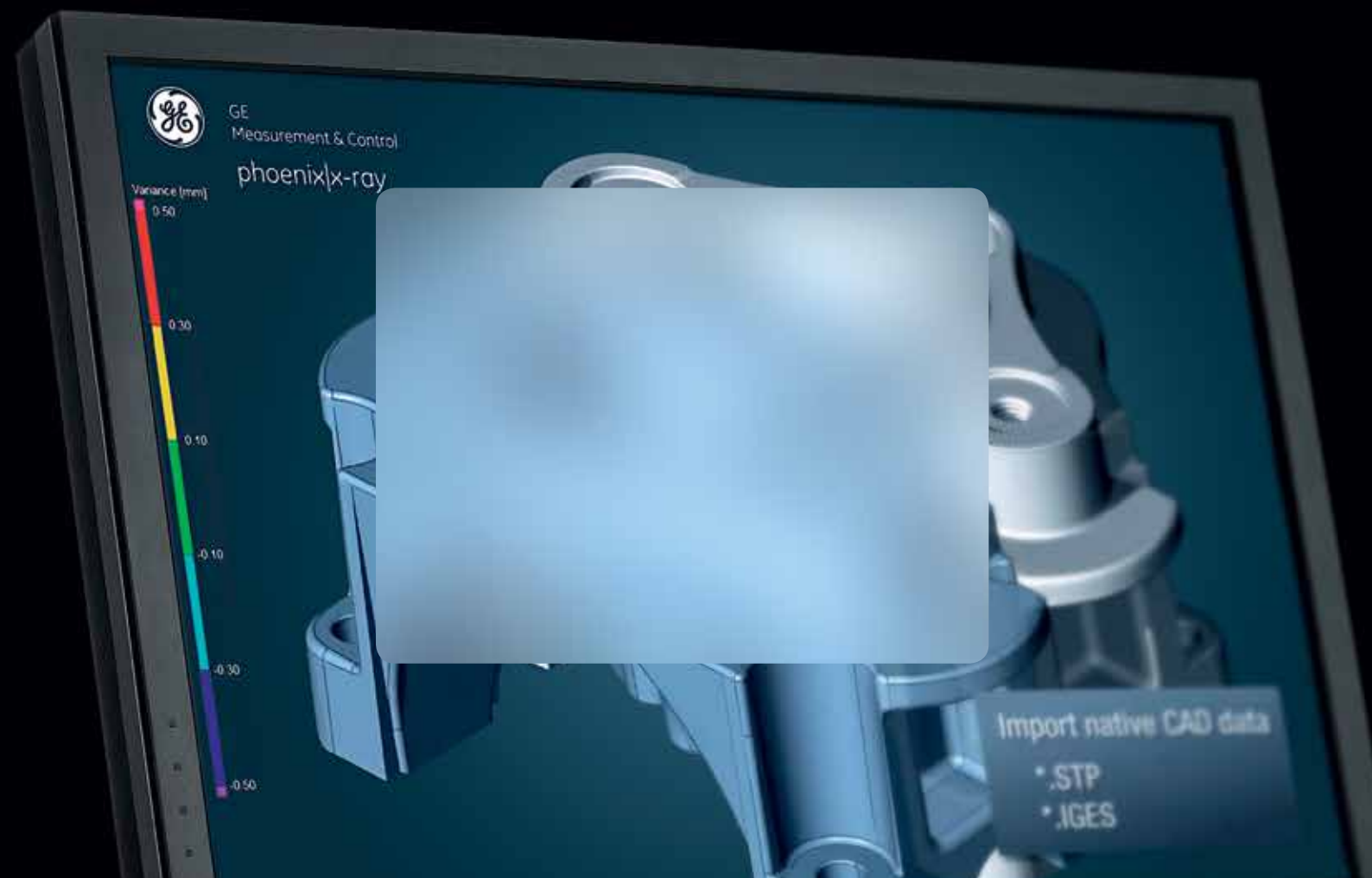
Подобные расчеты несложно применить и к российским условиям. Из исследования очевидно, что уже при разнице более чем в семь раз стоимости одного литра изопропанола и VIGON® RC 101 итоговая выгода очевидна — как в стоимостном выражении, так и в качестве очистки.

Данное совместное практическое исследование явно свидетельствует о том, что поддержка со стороны поставщика отмывочных жидкостей, готового сотрудничать с потребителем, является неотъемлемой частью успеха компании-производителя в сфере электронной промышленности. 

**Т 6**

Сравнительные параметры применения VIGON® RC 101 и IPA

	VIGON® RC 101	IPA
Расход	85 л. в месяц	1 200 л. в месяц
Безопасность для оператора	Безопасен	Пожароопасный
Понижение концентрации VOC	95 %	0 %
Стоимость (по оценочным данным)	\$17 400 в год	\$32 700 в год



Видеть сегодня устройство изделий  
будущего невозможно, **НО ТЕХНОЛОГИИ  
КОНТРОЛЯ  
ИХ КАЧЕСТВА —  
НЕОБХОДИМО**



### **Phoenix x-ray v|tome|x L300**

Промышленный компьютерный томограф

- Поиск скрытых дефектов в изделиях, в том числе микронных размеров
- Работа с крупными заготовками с линейными размерами до 800 мм и более
- Измерение размеров внутренних полостей и толщины стенок
- Обратное проектирование: измерение всех размеров объекта с последующим построением CAD-модели

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



# ТЕХПОДДЕРЖКА

## Воплощая идеи.

Автоматизированные решения компании

# ASYS



Текст: **Денис Кулицкий**

- А РАЗВЕ ПСИХОЛОГИЯ РОБОТОВ ТАК ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ?
- ОГРОМНАЯ РАЗНИЦА. — ОНА ПОЗВОЛИЛА СЕБЕ ХОЛОДНО УЛЫБНУТЬСЯ.
- ПРЕЖДЕ ВСЕГО, РОБОТЫ ГЛУБОКО ПОРЯДОЧНЫ.

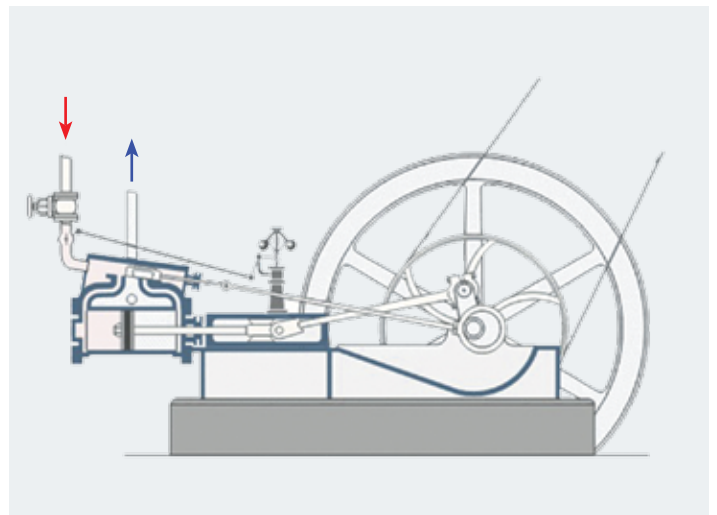
**Айзек Азимов «Я, робот»**

**А**втоматизация производства служит основной движущей силой технического прогресса. Степень автоматизации определяет конкурентоспособность бизнеса через качество выпускаемой продукции, уровень производительности, эффективности использования основных ресурсов предприятия. Комплексный подход к автоматизации — залог успеха на конкурентном рынке. В его основе лежит выявление так называемых «узких мест» на производстве и их устранение путем автоматизации процессов. Внедрение программных продуктов управления производством, конвейерных систем, оборудования, выполняющего различные технологические операции, позволяют увеличить производительность, повысить эффективность использования пространства, рабочего времени, снизить количество дефектов.

### Немного об истории автоматизации

Человек всегда стремился облегчить свой труд, начиная с древнейших времен — это первые орудия труда, колесо, первые механические станки.

С изобретения паровой машины началась первая индустриальная революция, определившая новый уровень развития. Увеличилась производительность труда, улуч-



шилось качество, стали доступны возможности, немислимые до этого. Затем были вторая и третья революции, связанные с открытием электричества и изобретением ЭВМ — так началась эпоха автоматизации. Человек уже не создавал предметы и ценности своими руками, а все больше контролировал и управлял процессом. Сейчас сложно себе представить отрасль промышленности, не имеющей тех или иных элементов автоматизации. Развитие сетевых технологий и коммуникаций, проникновение интернета во все сферы деятельности человека ознаменовало начало четвертой индустриальной революции, о которой было заявлено на Ганноверской промышленной ярмарке в апреле 2013 года.

## Виды автоматизации

Различают частичную, комплексную и полную автоматизации.

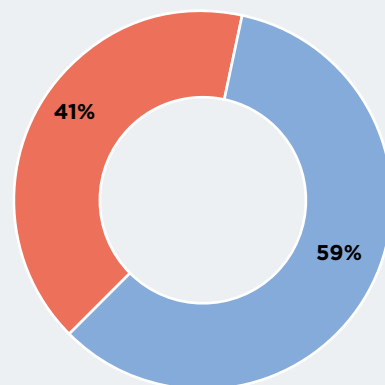
При частичной автоматизации некоторые функции по управлению производством автоматизированы, а некоторые выполняются рабочими-операторами (полуавтоматические комплексы). Как правило, такая автоматизация требуется в случаях, когда управление процессами из-за их сложности или скоротечности человеку практически недоступно или нецелесообразно, например, это автоматические загрузчики и разгрузчики печатных плат в специализированную тару.

Комплексная автоматизация — все функции по управлению автоматизированы, рабочие-операторы только налаживают технику и контролируют ее работу (автоматические комплексы). При комплексной автоматизации должна использоваться такая система машин, оборудования и вспомогательной техники, при которой процесс превращения исходного материала в готовый продукт происходит без физического вмешательства человека. Примером комплексно-автоматизированного производства может служить производство подшипников качения, где изготовление, начиная от заготовки и заканчивая контролем и упаковкой, выполняется комплексом оборудования.

При комплексной автоматизации обеспечивается возможность непрерывной работы в едином потоке. Отпадает потребность в промежуточных складах, сокращается длительность цикла производства, упрощаются планирование и учет производимой продукции. Здесь наиболее полно и эффективно сочетаются два принципа: автоматизация и непрерывность производственного процесса. Комплексная автоматизация производства —

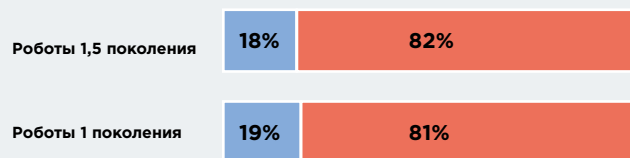
### Программное обеспечение для управления производством и моделирования производственных процессов

■ используется  
■ не используется



### Поколение используемых на производстве промышленных роботов

■ используется  
■ не используется



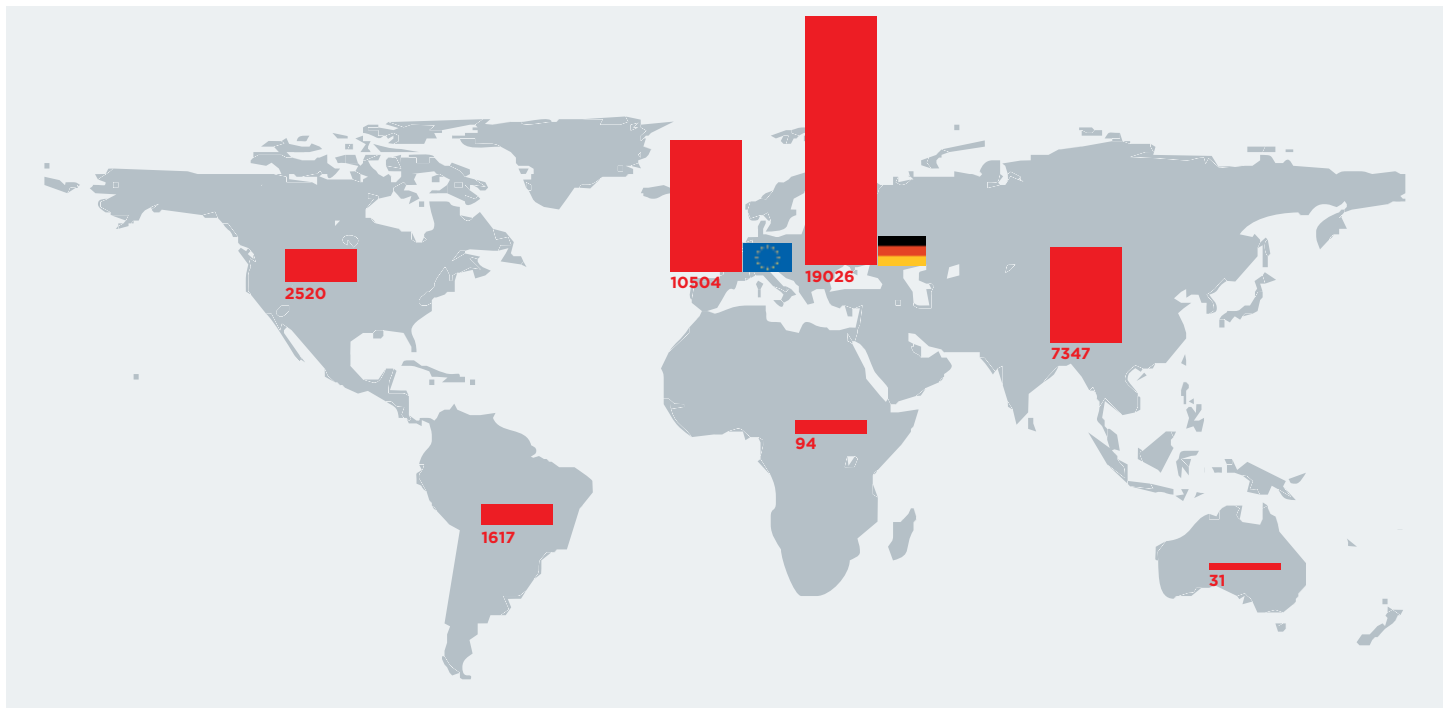
1 Использование систем управления производством и промышленных роботов предприятиями России

действенное средство увеличения производительности труда, повышения качества продукции, снижения себестоимости.

Полная автоматизация производства — высшая ступень автоматизации, которая предусматривает передачу всех функций управления и контроля автоматическим системам управления.

Автоматизация производства в машиностроении и радиоэлектронном приборостроении развивается в направлении создания автоматизированных и автоматических станков и агрегатов, поточных линий, участков, цехов и даже заводов.

Что мы видим сейчас на российском рынке? Результаты опроса российских промышленных компаний, представленного в рамках проекта «Промышленный



2

Реализованные проекты ASYS Group

и технологический форсайт Российской Федерации на долгосрочную перспективу», организованного Минпромторгом, показали, что хотя большинство предприятий использует программное обеспечение для управления производством, обычно речь идет об ERP-системах, которые имеют весьма опосредованное отношение к производству. Еще хуже ситуация обстоит с промышленными роботами — они используются менее чем на трети опрошенных предприятий **рис 1**.

В рамках комплексного и системного подхода к автоматизации ГК Остек заключила партнерское соглашение с группой компаний Asys, работающей на рынке автоматизации с 1992 года. На сегодняшний день компания имеет 10 различных направлений деятельности, 12 представительств в различных странах и более 40 000 реализованных проектов по всему миру **рис 2**.

Компания Asys предлагает многочисленные решения по автоматизации производственных процессов, такие как: винтовая и финишная сборка, упаковка, разделение групповых заготовок, внутри- и межцеховая логистика, функциональный и электрический контроль, маркирование, этикетирование и другие **рис 3**. Поговорим о некоторых направлениях более подробно.

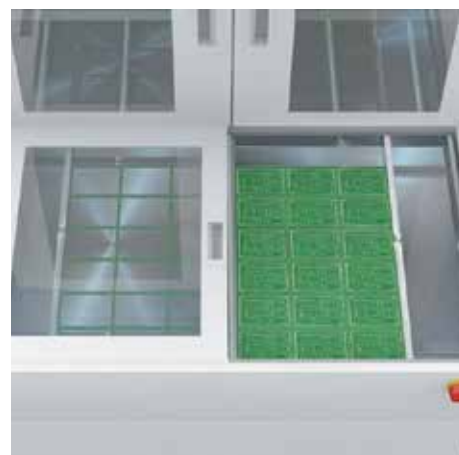
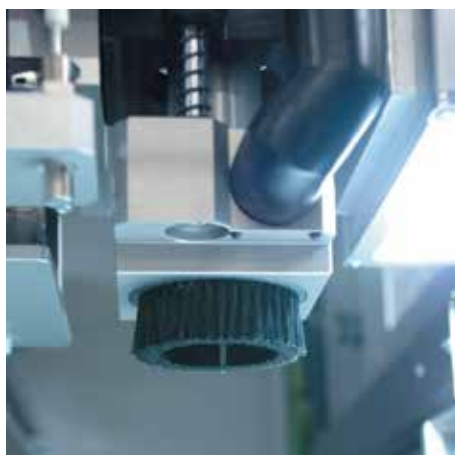
### Системы разделения групповых заготовок DIVISIO

Группа компаний ASYS поставляет на рынок универсальные автоматизированные решения для разделения групповых заготовок: DIVISIO 1000 и DIVISIO 2000 ERGO. DIVISIO 1000 — это полуавтоматическая установка, позволяющая исключить механическое воздействие на печатную плату при разделении заготовки **рис 4**. Особенно это актуально в тех случаях, когда заготовка выполнена не с использованием скрайбирования, а технологическими перемычками, которые приходится вручную выламывать, обрабатывать слесарным инструментом.



3

Направления автоматизации ASYS



4 Система разделения групповых заготовок DIVISIO 1000

Установка DIVISIO 2000 ERGO — универсальный автомат для разделения групповых заготовок **рис 5**. В отличие от DIVISIO 1000 может быть оснащен двумя различными модулями разделения: прецизионной фрезерной головкой и высокоскоростной дисковой пилой. Использование специализированного инструмента с алмазным напылением обеспечивает высокое качество обработки поверхности и износостойкость инструмента. Кроме того, система DIVISIO 2000 также поставляется в исполнении DIVISIO 2100, где обрабатываемый инструмент может располагаться с верхней и нижней стороны мультиплицированной заготовки печатных плат.

Все установки способны обрабатывать печатные заготовки толщиной от 0,5 до 4,5 мм и весом до 4,5 кг, оснащены камерой высокого разрешения для распозна-

вания реперных знаков, системой вакуумной очистки заготовки от пыли, а также специализированной оснасткой, позволяющей сократить время переналадки и организовать параллельно обработку изделия и подготовку очередной заготовки.

- Габариты рабочей области: 360–460 мм
- Толщина заготовки: 0,5–4,5 мм
- Масса заготовки: до 4,5 кг
- Максимальное ускорение:
  - ◆ XY — 20 мм/с;
  - ◆ Z — 15 мм/с.
- Точность позиционирования: 0,01 мм
- Точность обработки: до 0,08 мм при использовании видеоцентрирования
- Повторяемость: 0,005 мм



5 Система разделения групповых заготовок DIVISIO 2000 ERGO

### Нанесение этикеток и лазерная маркировка. Модули INSIGNUM LABEL и INSIGNUM LASER

Организация современного высокотехнологичного производства в настоящее время немыслима без организации единого информационного пространства предприятия и организации прослеживаемости выпускаемой продукции. Нанесение идентификационных меток является основой и первым шагом к прослеживаемости и формированию прозрачности всех протекающих производственных и бизнес-процессов на предприятии. Для решения этой задачи группа компаний ASYS предлагает следующие варианты автоматизации.

Установки семейства INSIGNUM LABEL **рис 6** предназначены для нанесения этикеток на различные изделия, узлы и сборочные единицы. Они оснащены принтером этикеток, системой технического зрения для считывания реперных знаков, а также контроля правильности наклейки этикеток. Рабочая область позволяет обрабатывать изделия размером до 460x460 мм, толщи-



6  
Модуль INSIGNUM LABEL 3000



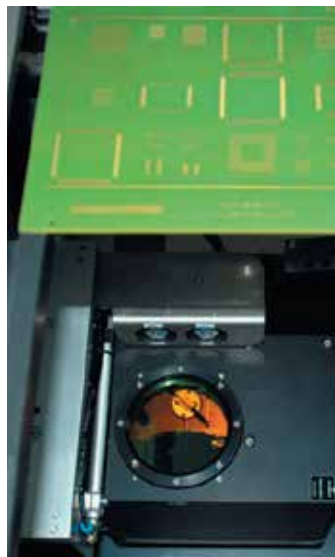
ной до 4,5 мм и массой до 3 кг. Трехосевое устройство захвата этикеток оснащено системой быстрой смены инструмента и позволяет выполнять операцию в любой плоскости относительно обрабатываемого изделия.

Лазерная маркировка применяется в тех случаях, когда размер наносимого изображения очень мал, проводится высокотемпературная или химическая обработка изделия. В этом случае ASYS предлагает использовать установку INSIGNUM LASER рис 7. Семейство INSIGNUM LASER состоит из пяти установок, отличающихся габаритами, размерами рабочей зоны, мощностью лазерной установки.

Наиболее интересная модель — INSIGNUM LASER 2000 TWIN. Особенностью данного оборудования являются две установки лазерного излучения, расположенные сверху и снизу от конвейера, что позволяет одновременно наносить маркировку на две стороны обрабатываемого изделия, например, на TOP и BOT сторону печатной платы. Это существенно экономит время и повышает эффективность выполнения данной технологической операции.



7  
Установка лазерной маркировки изделий INSIGNUM LASER 2000 TWIN



- Две установки лазерного излучения сверху и снизу транспортировочного конвейера.
- Встроенная камера высокого разрешения для распознавания реперных знаков и контроля качества нанесения маркировки.
- Встроенная система очистки поверхности изделия после обработки лазером.
- Использование специализированной системы зеркал увеличивает площадь покрытия лазерным лучом: до 350 x 350 мм.
- Минимальная ширина луча и, как следствие, минимальный размер точки — 0,195 мм.

## Модульные системы INVENTUS

В основе всего предлагаемого оборудования рис 8 лежит модульная ячейка ASYS Assembly Cell рис 9, доступная в трех различных исполнениях по размеру: 800, 1000 и 1200 мм в длину.



8  
Модульные системы ASYS INVENTUS





9 Модульная ячейка ASYS Assembly Cell

Отличительная особенность модулей — масштабируемость и возможность максимально подстроиться под особенности технологического процесса. Гибкая платформа и габариты позволяют разместить на ней различные механизмы обработки изделия: многокоординатный манипулятор для сборки или упаковки, маркировщик для нанесения штрихкода, систему разделения групповых заготовок или систему электрического или функционального контроля. Исполняемые модули могут быть как обособленными единицами, так и встраиваться в конвейер для обеспечения высокой производительности и эффективности рис 10. Модули оснащены системой технического зрения с камерой высокой четкости, что позволяет качественно позиционировать обрабатываемое изделие в рабочей зоне, контролировать ход выполнения операции.

Перемещение рабочих узлов и механизмов происходит при помощи сервомоторов с ШВП, что обеспечивает высокую точность и повторяемость перемещений. Огромный перечень опций, реализуемых в устройстве, дает возмож-



10 Объединение нескольких модулей INVENTUS в линию

ность расширить набор выполняемых функций, например, добавить встраиваемый модуль одно- или двухстороннего внутриплатного или функционального тестирования. Пользовательский интерфейс, выполненный на базе ОС Windows, обеспечивает удобную работу с оборудованием как в режиме отладки, так и в режиме управления.

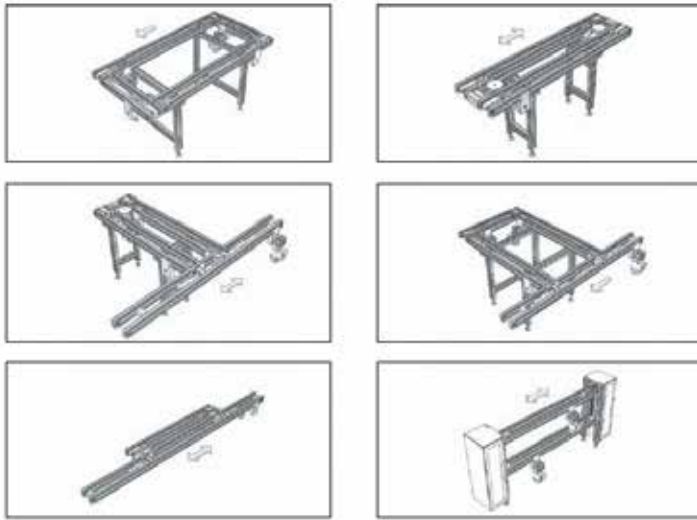
## Конвейеры ТЕСТОН MOTUS

Без использования различных конвейерных систем невозможно обеспечить автоматизацию перемещений рис 11. На предприятиях изделия перемещаются из цеха в цех бесчисленное количество раз, что отнимает значительную часть производственного времени. Также производство сталкивается с проблемой отсутствия площадей для размещения дополнительных рабочих мест и сохранения пространства для внутри- и межцеховой транспортировки.



11 Конвейерные системы ASYS TECTON MOTUS





12

Ячейки конвейеров ASYS TECTON

Конвейеры ASYS позволяют не только организовать эффективное перемещение того или иного изделия из точки А в точку В, но и целую логистическую многоуровневую интеллектуальную систему, учитывающую и технологический маршрут, и загруженность транспортировочной линии. Для этого используются транспортеры:

- различной ширины — 160, 240 и 320 м;
- различной скорости перемещения — до 15 м в минуту;
- стыковочные модули и секции для разворота конвейера на 90 и 180 градусов;
- разветвления на два-три параллельных конвейера;
- и т. д.

Все узлы конвейеров выполнены из анодированного алюминиевого профиля, устойчивого к агрессивным факторам производственной среды, что позволяет использовать их во всех отраслях промышленности **рис. 12**.

И это лишь немногие решения, предлагаемые компанией ASYS. В процессе реализации индивидуального проекта автоматы можно дооснащать различными модулями, объединять в системы и линии, учитывая все особенности производства и пожелания заказчика.

**Только комплексный и системный подход к организации производства может обеспечить гибкость, вариантность, высокую экономическую привлекательность и устойчивость развития бизнеса в условиях современного конкурентного рынка. Использование передовых технологий, принципов и опыта работ мировых лидеров машиностроения и автоматизации необходимо для достижения целевых показателей качества, производительности и эффективности «предприятия, ориентированного на будущее». ▽**

# ЕСТЬ КОНТАКТ!

## Заливка и герметизация кабельных разъемов: как избежать трудностей и «ПОДВОДНЫХ КАМНЕЙ»



Текст: **Максим Голубьев**



Во время визитов на предприятия по производству изделий специального назначения мы неоднократно получали от специалистов линий заливки и герметизации запросы на решение задач в области герметизации кабельных разъемов. Надежность и сложные эксплуатационные условия изделий специального назначения устанавливают жесткие рамки к качеству их производства и не позволяют допускать ошибки на технологических этапах изготовления. До недавнего времени не было решений в области автоматизации отечественных материалов из-за неудобного коэффициента смешивания, относительно невысокой технологичности и высокой вязкости компонентов многокомпонентных компаундов. ГК Остек и компания Dorag провели совместные исследовательско-практические работы в этом направлении. Результатом стали разработанные решения по автоматизации основных применяемых отечественных материалов (статья «Русские идут! Невозможное возможно. Автоматизация применения отечественных двухкомпонентных материалов», журнал «Вектор высоких технологий» № 3 (8) апрель 2014). О применении данных решений для герметизации и заливки кабельных разъемов пойдет речь в данной статье.

## Подводные камни и способы их избежать

Основные трудности на участках заливки возникают еще на этапах приготовления многокомпонентного компаунда. Для обеспечения полной герметичности кабельного разъема в компаунде должны отсутствовать воздушные включения и полости. Достичь этого при ручном перемешивании компонентов трудно, а для некоторых материалов, например, Виксинт У-1-18 — бывает просто невозможно.

Для демонстрации разницы в качестве материала, приготовленного с использованием технологических решений компании Dorag и вручную, мы использовали часто применяемый материал — эпоксидно-полиамидный клей ВК-9 (без наполнителя). Приготовив двумя способами — на оборудовании Dorag Eldomix рис 2 А и вручную — одинаковое количество клея, мы поставили образцы в вакуумную камеру рис 1.

Как видно на рис 1 образец № 2 при разряжении воздуха в камере и достижении незначительного вакуума значительно изменился в размере, что свидетельствует о начале дегазации (наличии воздушных пор, полостей и включений) конечного компаунда. **Наличие пор и включений в материале приводит к ухудшению качества и степени герметичности конечного изделия.** Аналогичная картина наблюдается с материалами относительно невысокой вязкости, такими как Виксинты К-68, ПК-68 и их аналогами (различными пентэластами, эпоксидными и полиуретановыми компаундами).

Вакуумизировать уже готовый компаунд в условиях производства не всегда возможно из-за его ограниченного времени жизни, вероятностей «закипания» и ускоренного испарения одного из компонентов, из-за чего изменяются пропорции смешивания. **Все это может привести к изменению свойств материала и нарушению технологического процесса, непредсказуемой работе всего изделия или сокращению гарантированного эксплуатационного периода.**



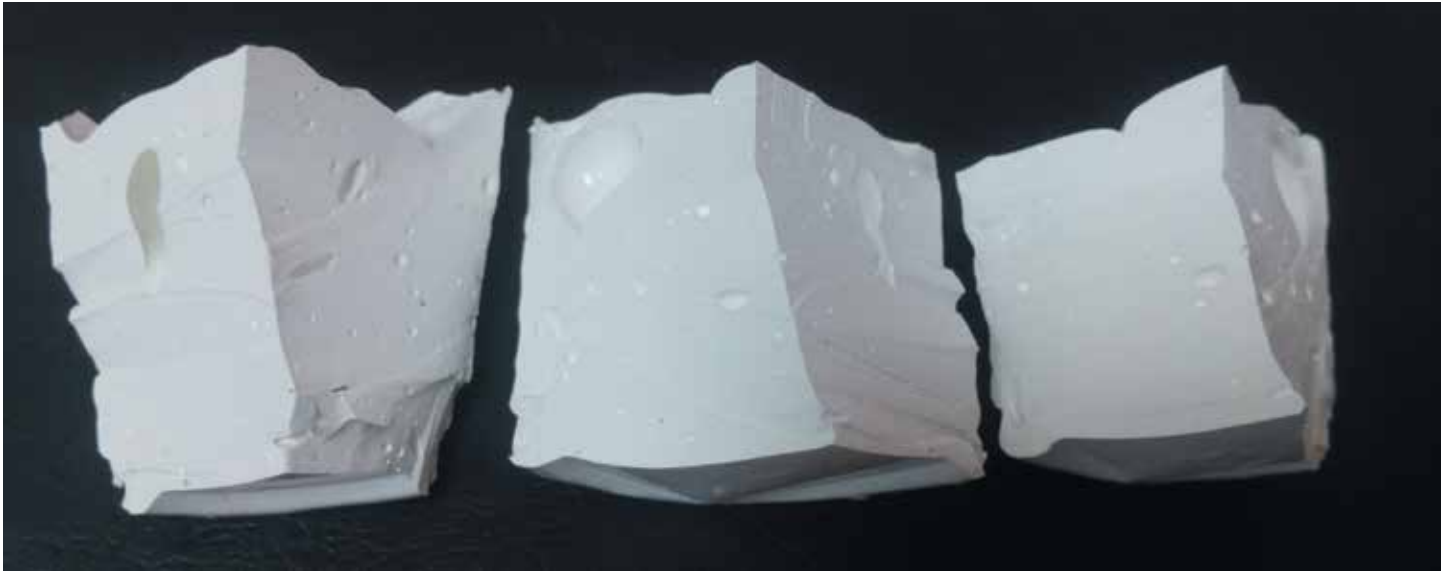
1 Процесс вакуумизации образцов ВК-9, полученных на оборудовании Dorag Eldomix (№ 1) и вручную (№ 2)  
Образец № 1 — клей ВК-9. Приготовлен на оборудовании Dorag Eldomix с предварительной дегазацией компонентов в баках системы. Образец № 2 — клей ВК-9. Приготовлен ручным перемешиванием компонентов, взятых непосредственно из заводской упаковки.



2 Оборудование Dorag — Eldomix и Metamix

**Трудности также могут возникнуть в процессе перемешивания компаунда. Из-за сложных коэффициентов смешивания материалов и колоссальной разности вязкостей компонентов выполнить вручную эту, казалось бы, простую задачу качественно, не всегда получается.** Рассмотрим, например, один из самых распространенных материалов для герметизации кабельных разъемов — кремний-органический компаунд Виксинт У-1-18. Пропорция смешивания по массе — 400:1, а вязкость компонентов: пасты У-1 — более 1000000 сП, катализатора 18 — порядка 1 сП.

В технологическом центре ГК Остек был проведен эксперимент по получению материала Виксинт У-1-18



3 Образцы Виксинт У-1-18, смешанные вручную

двумя способами: перемешиванием компонентов вручную и в автоматизированном режиме с использованием оборудования Dorag Metamix рис 2 в. Задача: двумя способами получить качественный материал (образец порядка 100 гр.).

После полимеризации компаундов их разрезали для проведения внутренней и наружной инспекции. На рис 3 виден результат ручного приготовления компаунда.

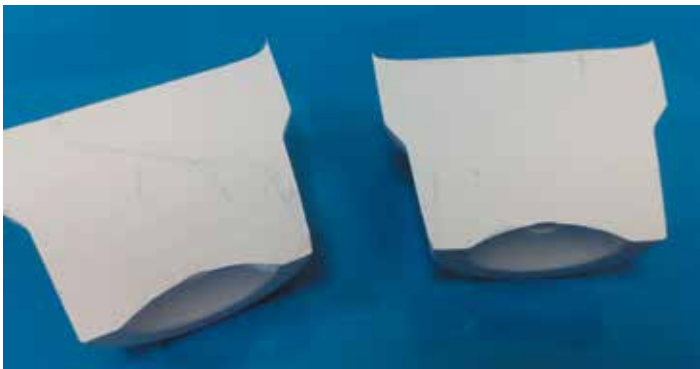
Большое количество полостей и воздушных включений в материале, полученном при ручном смешивании, ставят под сомнение герметичность, работоспособность и надежность всего изделия. Неравномерная полиме-

ризация, области «сырого» материала в образце свидетельствуют о сложности и, зачастую, невозможности качественно и стабильно вручную подготавливать материал для герметизации. А если учесть, что от партии к партии соотношение смешивания компонентов может меняться, то подготовить качественный материал, отвечающий всем технологическим требованиям — задача далеко не начального уровня и требует к себе повышенного внимания.

Попытки вакуумировать смешанный вручную Виксинт У-1-18 не привели к желаемому результату. Произвести дегазацию материала не позволила его большая вязкость. Таким образом, для качественной герметизации кабельных разъемов необходимо иметь готовый компаунд изначально максимального качества.

Чтобы проверить, возможно ли улучшить процесс герметизации кабельных разъемов по разработанной технологии, на оборудовании Dorag Metamix были получены и протестированы пробные образцы основных высоковязких материалов, применяемых для герметизации кабельных разъемов рис 4.

Для тестирования и контроля качества материала полученные пробные образцы были разрезаны и проинспектированы. В объеме полученных образцов полностью отсутствовали воздушные включения, полости и неоднородные по своим свойствам области, так как принцип работы оборудования полностью исключает возможность попадания воздуха внутрь готового компаунда. Полностью заполимеризовавшийся материал подтверждает однородность перемешивания компонентов компаунда.



4 Образцы Виксинт У-1-18 и У-4-21, полученные на оборудовании Dorag Metamix



5  
Распайка и обработка разъема серии ШР



7  
Поверхностная инспекция качества герметизации разъема

## Переходим к главному

Главной целью эксперимента было не только получение максимально качественных образцов материалов, а решение задачи по безошибочной герметизации кабельных разъемов, исключения брака на этом этапе производства изделий специального назначения. Чтобы окончательно убедиться в необходимости применения разработанных решений была произведена пробная заливка ряда разъемов серии ШР материалом Виксинт У-1-18 непосредственно из оборудования Dorag Metamix.



6  
Заливка разъема серии ШР Виксинтом У-1-18 из Dorag Metamix

Чтобы полностью воспроизвести технологический цикл производства жгутового изделия и герметизации кабельного разъема, разъемы были распаяны [рис 5](#), затем все внутренние поверхности обезжирены Нефрасом С2 и обработаны подслоем П-11 (в соответствии с технологическими этапами герметизации кабельных разъемов).

Выдержав необходимое время для сушки подслоя, в автоматизированном режиме произвели заливку ряда разъемов [рис 6](#).

После полимеризации компаунда разъем вскрыли и проинспектировали его содержимое на предмет герметичности и наличия воздушных пор, полостей и пузырей [рис 7](#).

Заполимеризовавшийся компаунд имеет характерную гладкую поверхность с отсутствием различного рода пор и полостей. Отсутствуют области «сырого» (непромешанного) материала, что исключает вымывание компаунда при попадании влаги в разъем. Все это гарантирует наружную защиту кабельного разъема от внешних факторов.

Немаловажным является состояние компаунда во всем объеме кабельного разъема. На следующем этапе проверки качества герметизации компаунда и его полимеризации из разъема вырезали произвольный сектор и проинспектировали внутреннюю часть залитой области [рис 8](#).

**Внутреннее состояние компаунда, подготовленного и залитого на оборудовании Dorag, характеризуется полной полимеризацией и отсутствием воздушных полостей. Полученные данные свидетельствуют о максимально возможной герметизации кабельного разъема, которая предохранит изделие от внешних воздействий среды (влаги, грязь и т.д.) и тяжелых эксплуатационных условий (перегрузки, вибрации, механические воздействия и т.д.).**



8 Внутренняя инспекция качества герметизации разъема

### Несколько слов о технологическом решении

Принципиальная схема работы решения по подготовке, смешиванию и дозированию многокомпонентных компаундов представлена на рис 9.

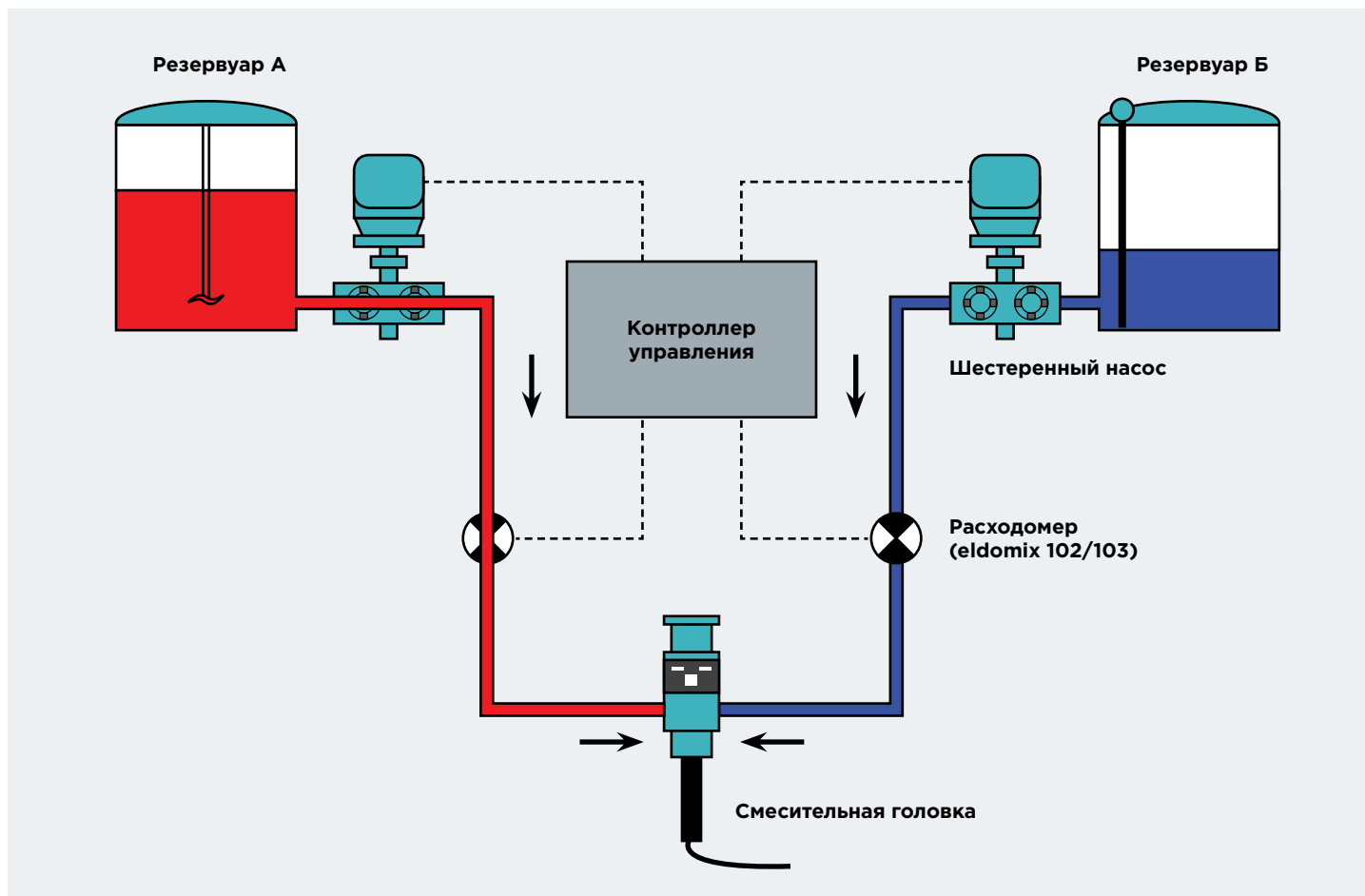
Особенностями всей линейки технологических решений по автоматизации многокомпонентных материалов являются возможность производить дегазацию материала и система агитации, поддерживающая материал в гомогенном состоянии. А отсутствие контакта компонентов материала внутри оборудования исключает регулярную промывку систем после каждого использования.

Технологические решения по автоматизации процессов подготовки, смешивания и дозирования материалов для герметизации кабельных разъемов можно разделить на два направления:

- высоковязкие материалы (пастообразные типа Висксинт У-1-18, У-2-28, У-4-21);
- текучие материалы (эпоксидные материалы типа ВК-9 и КДС-174, Висксинты К-68, ПК-68).

Для каждого из направлений характерно свое оборудование и необходимые дополнительные опции, обеспечивающие корректную работу системы и гарантирующие получение однородного безвоздушного материала.

Для высоковязких материалов характерно использование оборудования класса Metamix. Для подачи высоковязкой пасты дополнительно применяется экструдер рис 2.



9 Общая схема работы оборудования




10 Современный участок вакуумной заливки на базе Dorag Eldomix 103

При автоматизации процесса приготовления текучих материалов разработка и конструирование системы в основном происходят на базе оборудования класса Eldomix, в большинстве случаев с дополнительными опциями дегазации и агитации материала **рис 2в**.

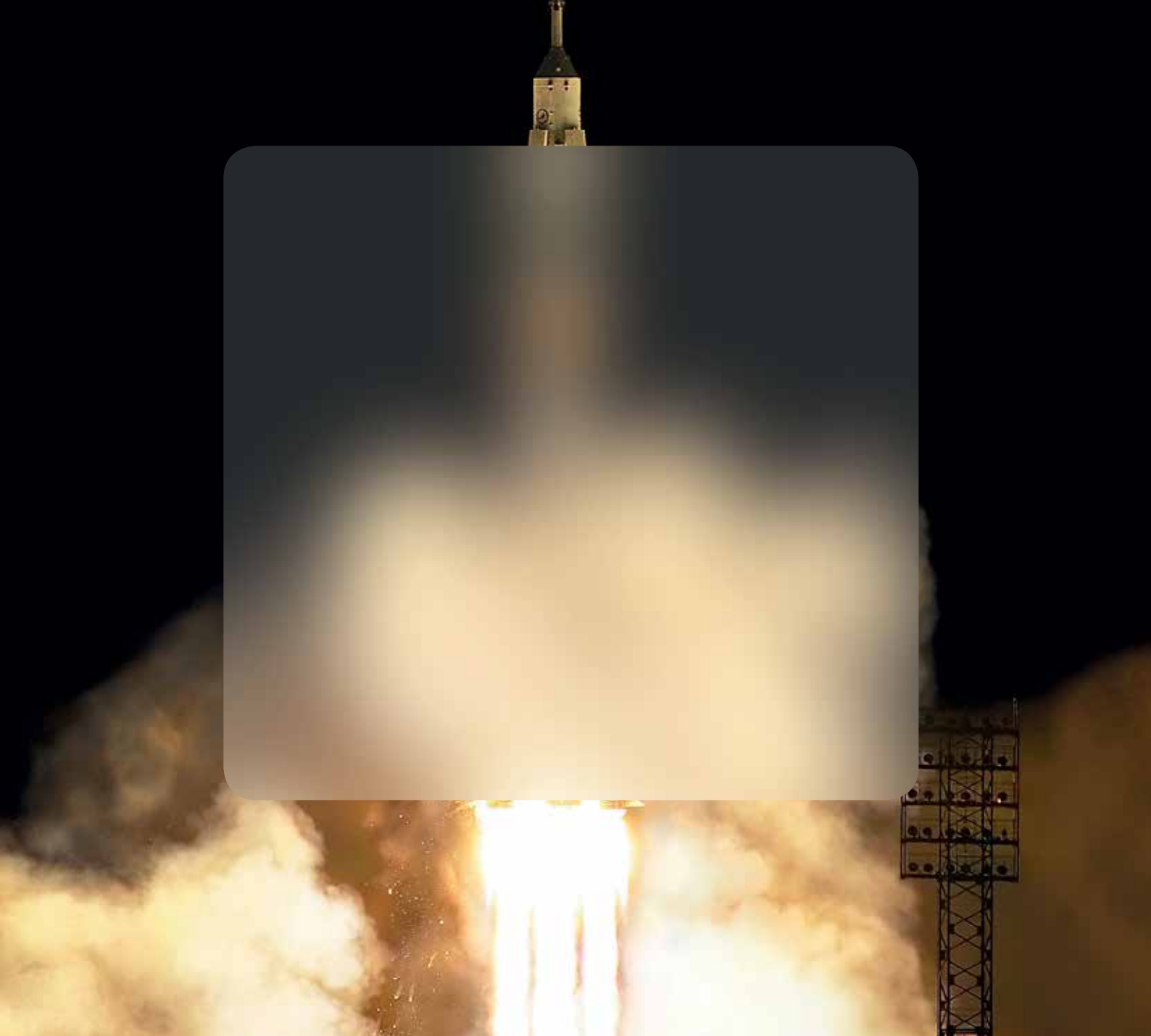
В настоящее время активно ведется работа по вне-

дрению технологических решений на производственные предприятия. Уже сегодня на участках заливки можно видеть системы подготовки, смешивания и дозирования материала — пример современного участка вакуумной заливки на базе Dorag Eldomix 103 на одном из отечественных предприятий показан на **рис 10**.

**Задачи по безошибочной герметизации кабельных разъемов всегда вызывали интерес и требовали новых технологических решений, минимизирующих ошибки на каждом из этапов данного технологического процесса.**

**ГК Остек приглашает желающих в свой технологический центр для демонстрации автоматизированных решений в области герметизации кабельных разъемов и проведения экспериментальных работ с изделиями заказчиков. **





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

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



будущее  
создается

[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)  
(495) 788 44 44  
[info@ostec-group.ru](mailto:info@ostec-group.ru)



# Вакуумные миксеры —

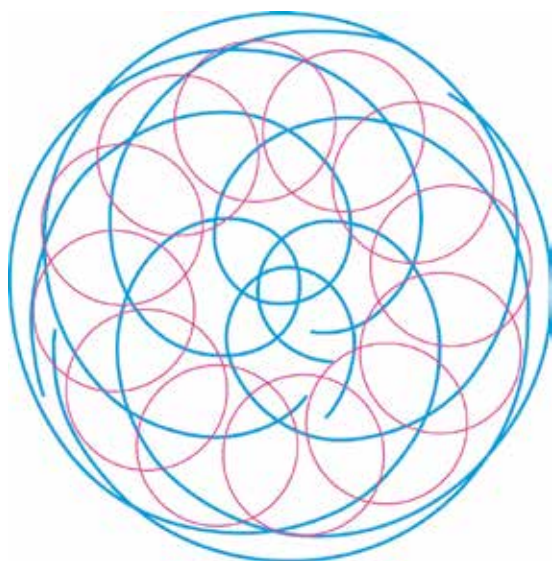
оборудование  
для приготовления  
отечественных  
компаундов, клеев  
и герметиков



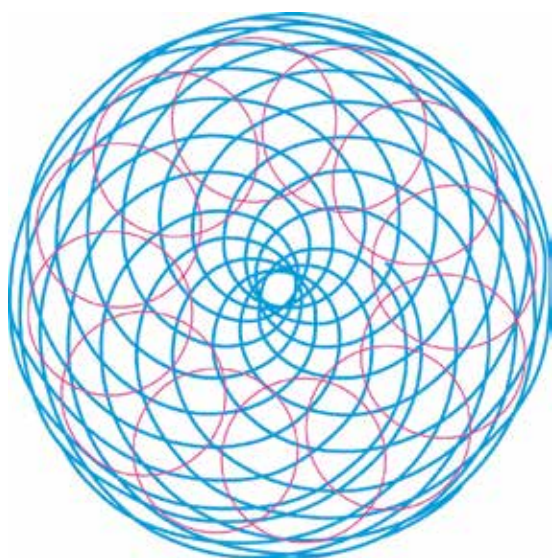
Текст: **Илья Усов**



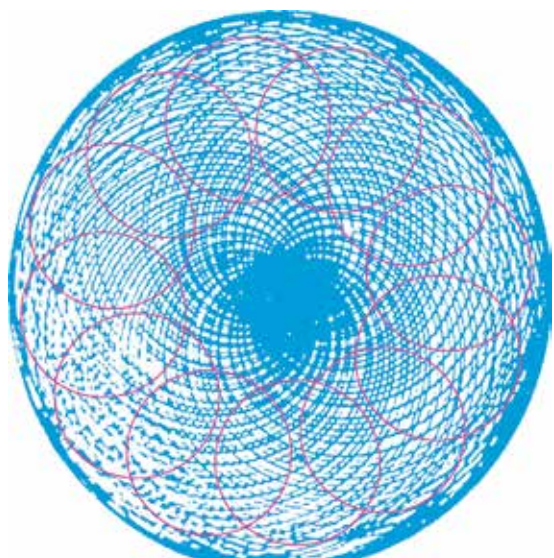
В «арсенале» Остека имеется оборудование для автоматизации процессов подготовки материала и дозирования, в том числе в вакууме. Это оборудование представлено ведущими мировыми производителями, их продукция покрывает бóльшую часть потребностей современного производства: от смешивания отечественных нетехнологичных материалов (например, Висксинт У-1-18, Висксинт У-2-28, Висксинт К-68) до крупносерийной заливки изделий в вакууме. Но этого оказалось недостаточно.



1  
Один оборот миксера



2  
Три оборота миксера



3  
Тридцать шесть оборотов миксера

На встречах с клиентами нам часто задавали такие вопросы: «А что у вас есть для непопулярных в производстве материалов?», «Есть ли у вас оборудование для опытного производства?», «Мы представители Научно-исследовательского института, нам нужна небольшая лабораторная установка для смешивания материалов и проведения опытов. Что вы можете предложить?». И в ответ мы предлагали оборудование из существующей продуктовой линейки, которое, безусловно, подходило по всем параметрам и требованиям для подготовки и смешивания материалов. Но порой перед нашими клиентами вставал вопрос срока окупаемости автоматической системы: кто-то использует непопулярные материалы, которые могут быть востребованы только несколько раз в месяц; кто-то проводит опыты с различными материалами и нужна «универсальность» и простота промывки системы. А кого-то попросту не устраивали габариты оборудования. Для решения этих задач в нашей линейке оборудования появились вакуумные миксеры японской фирмы HAVIS MIX, способные восполнить «пробел» в подготовке и смешивании многокомпонентных клеев, герметиков и компаундов для малой серии и опытного производства.

Вакуумные миксеры дают возможность при смешивании компонентов отказаться от ручного труда в пользу автоматического. Также они позволяют дегазировать компоненты смеси. Дегазированный и гомогенизированный материал снижает риски несоответствия конечных свойств материала требуемым эксплуатационным характеристикам (адгезия, прочность, эластичность, твердость), а также уменьшает количество воздуха в полимеризованном материале, повышая качество выпускаемых изделий.

Вакуумные миксеры HAVIS MIX предназначены для гомогенного смешивания и дегазации высоковязких, высоконаполненных и высокоабразивных материалов. Вязкость может достигать значений  $\sim 1000 \text{ Па}\cdot\text{с}$ , а соотношение смешиваемости весовых частей при этом составляет  $\sim 1000:1$ . Для продления срока службы миксера при смешивании высокоабразивных материалов на лопасти и внутреннюю поверхность резервуара нанесено керамическое покрытие.

Планетарный механизм вакуумного миксера состоит из двух вращающихся вокруг своей оси лопастей и высокоскоростного турбомиксера, которые орбитально передвигаются на общей оси. Данная технология обеспечивает гомогенное смешивание продукта во всем объеме сосуда, а система управления с обратной связью позволяет сохранять скорость смешивания неизменной независимо от изменения вязкости продукта. Траектории движения лопастей (синий цвет) и турбомиксера (красный цвет) в резервуаре показаны на рис 1, рис 2 и рис 3.

Итак, исходя из пожеланий наших клиентов, нам был необходим миксер, способный гарантировано «замешать» материал в лабораторных условиях.



4  
Вакуумный миксер  
HIVIS MIX® Model 2P-1

Для испытаний был выбран материал Висксинт У-1-18 как наиболее сложный (соотношение смешиваемости 400:1 по весу) и «капризный» (не допускает перегрева в процессе смешивания) среди отечественных герметиков. Висксинт — силиконовый двухкомпонентный герметик, выпускается в виде пастообразного вещества, окрашенного в белый цвет. При температуре, равной температуре окружающей среды, герметик способен вулканизироваться и переходить в состояние, схожее с резиной. Это позволяет использовать его при герметизации различных металлических соединений: из титановых, алюминиевых сплавов, нержавеющей стали. Материал идеально подходит для аппаратуры, эксплуатируемой при непосредственном воздействии ударных и вибрационных нагрузок, его работоспособность сохраняется при температурах от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Благодаря своим свойствам герметик широко используется на предприятиях для производства спецтехники.

После тестирования нескольких моделей был выбран вакуумный миксер HIVIS MIX® Model 2P-1 рис 4.

Преимущества миксера HIVIS MIX® Model 2P-1:

- компактные размеры (габариты Ш x Г x В: 210 x 397 x 666 мм; вес: 35 кг);
- оптимальный объем рабочего резервуара (рабочий объем: 1 л.);


- возможность работы с отечественными материалами;
- возможность подключения к системе подогрева/охлаждения резервуара;
- возможность дегазирования материала;
- интеллектуальная система контроля скорости смешивания;
- свободный доступ к рабочим поверхностям миксера для облегчения процесса очистки;
- наличие информационного дисплея для контроля температуры, скорости вращения лопастей смесителя, времени цикла;
- современный контроллер для создания отчетов о работе с текущими материалами для переноса настроек на промышленное оборудование большего объема.

Таким образом, вакуумный миксер HIVIS MIX® Model 2P-1 — это эффективное решение для небольших объемов материала, которое позволит значительно повысить надежность и качество производимых изделий.

Благодаря своим характеристикам вакуумные миксеры могут применяться не только в лабораторных условиях, но и во многих отраслях промышленности, таких как: электротехническая, химическая, пищевая, медицинская и другие.

## Краткий обзор моделей вакуумных миксеров японской торговой марки HAVIS MIX®

Рассмотренное оборудование не исключает влияния человеческого фактора на технологический процесс приготовления материала, так как количество загружаемых компонентов в рабочий резервуар отвешивается оператором вручную. Однако оно позволяет получить гомогенную смесь и минимизировать количество воздуха в полимеризованном материале. Вакуумные миксеры способны решать задачи научно-исследовательской

деятельности за счет своей универсальности и простоты промывки, а также вопросы «непопулярности» и «многокомпонентности» материалов, используемых в отечественной радиоэлектронной промышленности. Вакуумный миксер можно рассматривать в качестве промежуточного решения между ручным и полностью автоматическим процессом приготовления, смешивания и дозирования материала. 



5  
HAVIS MIX®  
Model HM-3D-5



6  
HAVIS MIX® Model  
HM-3D-20

**Т 1**  
Габариты моделей

		РАЗМЕРЫ					
		A, мм	B, мм	C max, мм	L, мм	T max, мм	W, мм
МОДЕЛЬ	HM-3D-20	350	290	550	2470	2505	750
	HM-3D-50	480	390	550	2690	2650	850
	HM-3D-125	650	530	900	3050	3740	1280
	HM-3D-250	800	670	900	3135	3830	1280
	HM-3D-500	1000	850	950	4800	4600	1560
	HM-3D-800	1150	1000	1100	5200	5200	1800
	HM-3D-1250	1350	1150	1300	5500	5700	2000

**Т 1**  
Основные технические характеристики моделей

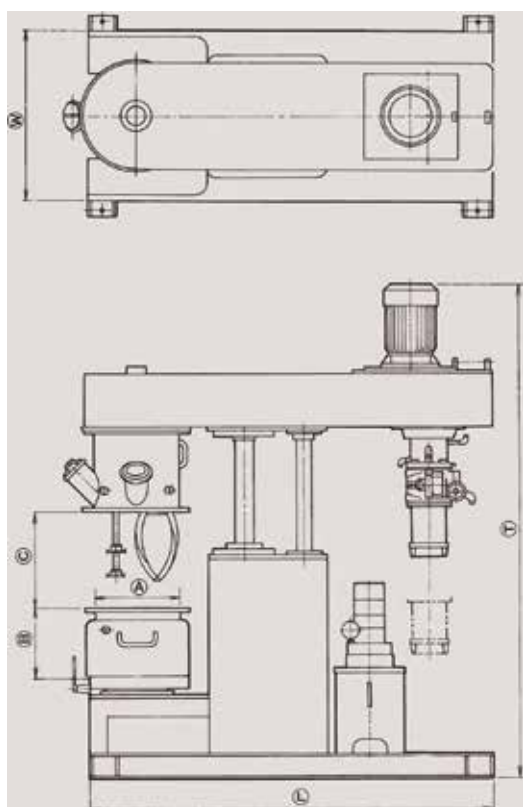
Модель	Объем, л.	Планетарный миксер				Вес миксера, кг
		Мощность двигателя, кВт		Скорость вращения, об/мин.		
		Стандартный тип	Повышенной мощности	Вокруг орбиты	Вокруг оси	
HM-3D-5	5	1,5	-	5 — 75	12 — 187	340
HM-3D-20	20	0,75	1,5	55	140	1700
HM-3D-50	50	1,5	2,2	42	108	2000
HM-3D-125	125	3,7	5,5	34	88	4500
HM-3D-250	250	5,5	7,5	28	72	5500
HM-3D-500	500	11	15	24	63	10000
HM-3D-800	800	15	22	22	56	12000
HM-3D-1250	1250	22	30	20	52	16000



7  
HIVIS MIX® Model HM-3D-50



8  
HIVIS MIX® Model HM-3D-1250



9  
Зависимость размеров установки от модели T L

Видеть сегодня  
формы  
изделий будущего  
невозможно,

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

Полный цикл  
от проектирования  
до производства  
изделий

## на основе технологии 3D-MID

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



### **Автоиндустрия**

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



### **Телекоммуникации**

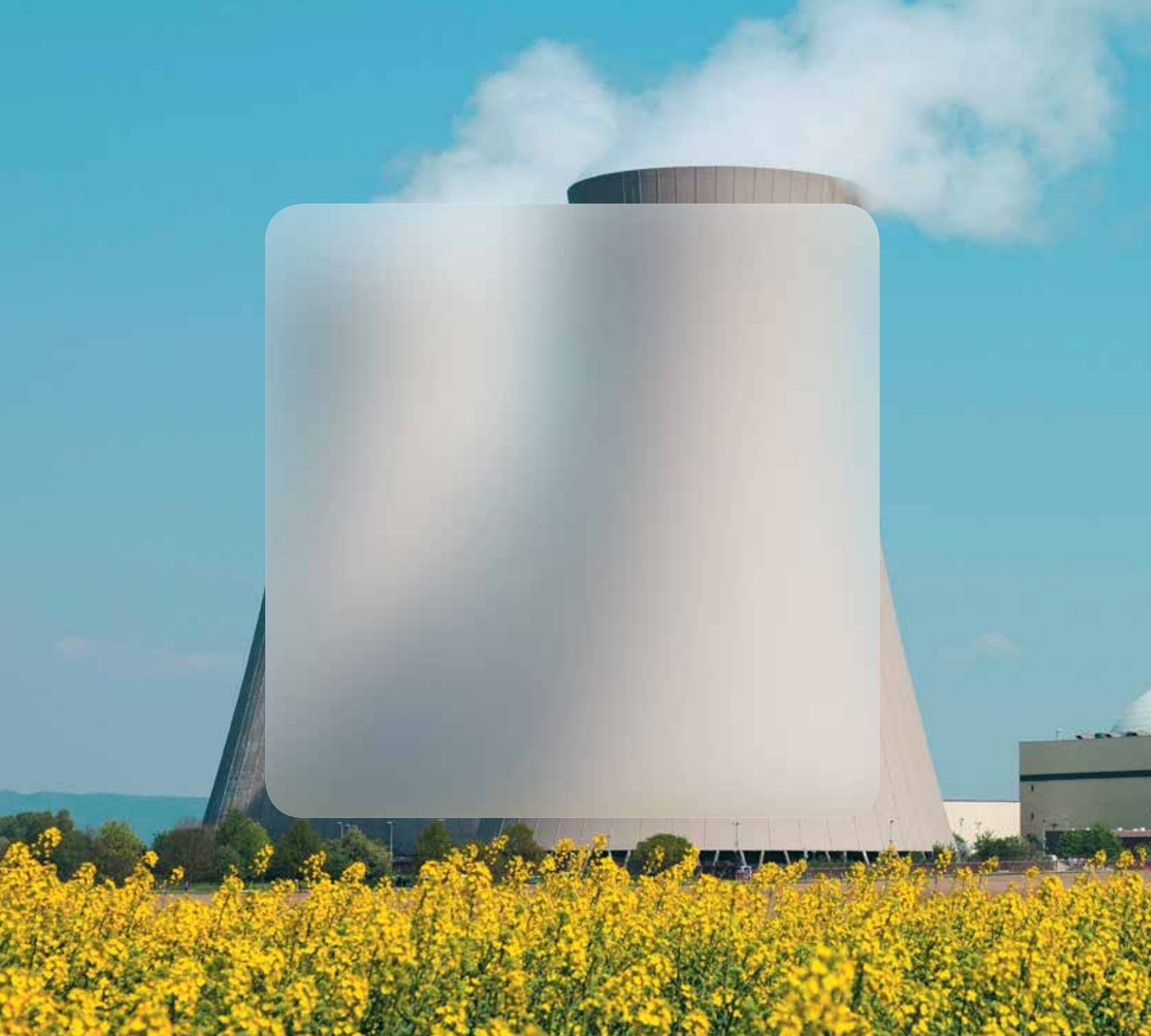
- датчики
- элементы управления
- антенны
- модули камеры



### **Медтехника**

- переключатели и соединители
- датчики
- антенны
- слуховые аппараты





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

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



будущее  
создается

[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)  
(495) 788 44 44  
[info@ostec-group.ru](mailto:info@ostec-group.ru)

