

06 (11) октябрь 2014

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал

ТЕХНОЛОГИИ
Владимир Филаткин

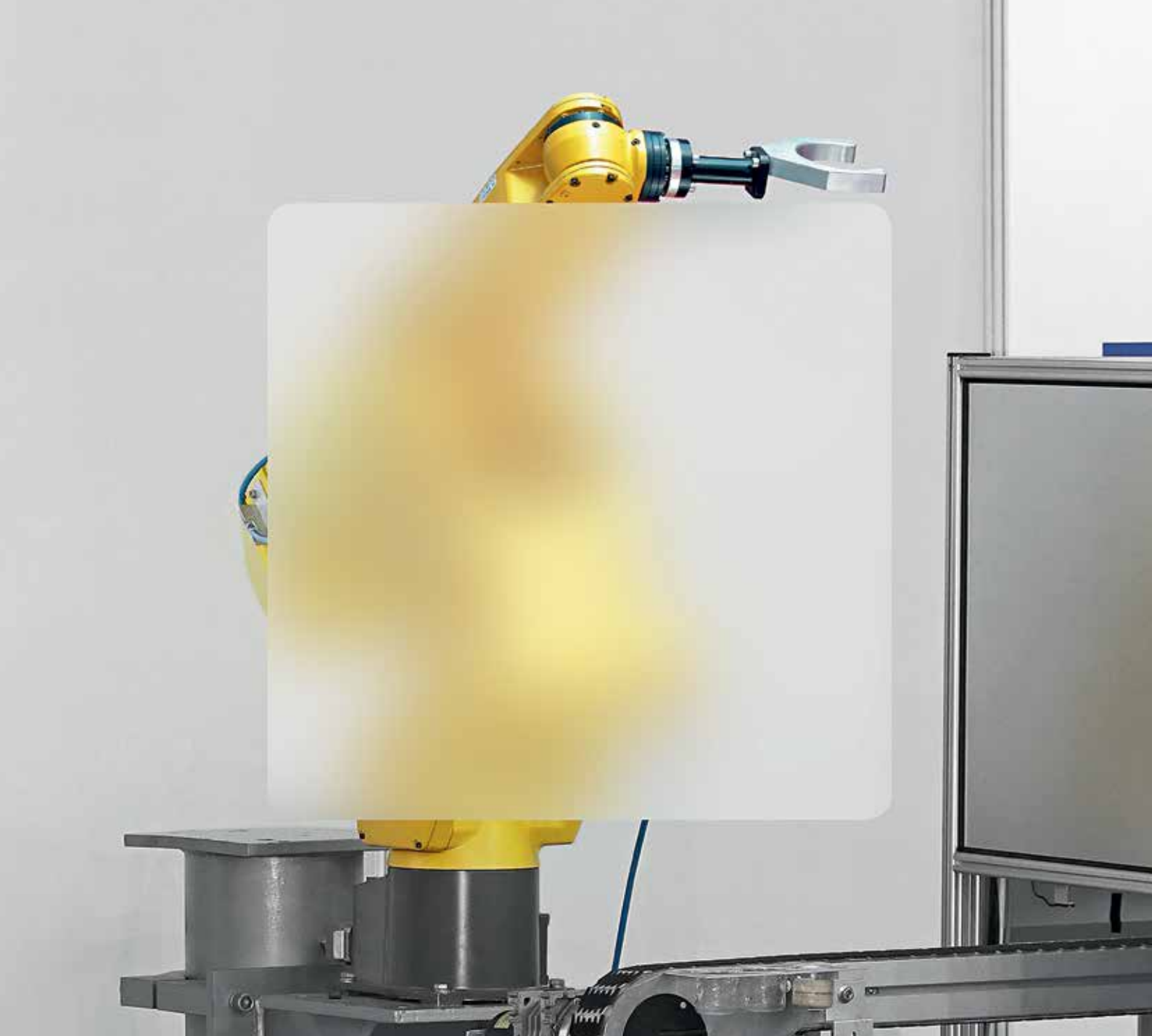
8 РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ЗАКАЗАМ
С ПОМОЩЬЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ
3D-ПРИНТЕРОВ

КАЧЕСТВО
Андрей Насонов

19 КАК СОЗДАТЬ СОВРЕМЕННОЕ
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ

ТЕХПОДДЕРЖКА
Андрей Петров

38 УЧАСТОК ЗАЛИВКИ
И ГЕРМЕТИЗАЦИИ:
НАЗРЕВШАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ
МОДЕРНИЗАЦИИ



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

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



будущее
создается

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



В НОМЕРЕ

ПЕРСПЕКТИВЫ

АЭРОЗОЛЬНАЯ ПЕЧАТЬ НА ТРЕХМЕРНЫЕ ОСНОВАНИЯ 2

Авторы: Антон Нисан, Сергей Бонапартов

ТЕХНОЛОГИИ

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ЗАКАЗАМ С ПОМОЩЬЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ 3D-ПРИНТЕРОВ . 8

Автор: Владимир Филаткин

КАЧЕСТВО

ВОЗМОЖНО ЛИ СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ РЭА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ «СТАРОЙ» ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ ЖГУТОВ? 14

Автор: Роман Лыско

КАК СОЗДАТЬ СОВРЕМЕННОЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ 19

Автор: Андрей Насонов

ОПТИМИЗАЦИЯ

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИБОРНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ 22

Автор: Дмитрий Ублинский

СОВРЕМЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ АРХИВОВ ПРЕДПРИЯТИЙ . . . 32

Автор: Андрей Мазалов

ТЕХПОДДЕРЖКА

УЧАСТОК ЗАЛИВКИ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ: НАЗРЕВАЮЩАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ 38

Автор: Андрей Петров

АВТОРЫ НОМЕРА

- Антон Нисан**
Начальник отдела печатной электроники
ЗАО «НИИИТ»
edu@ostec-group.ru
- Сергей Бонапартов**
Начальник отдела продаж
ЗАО «НИИИТ»
info@ostec-group.ru
- Владимир Филаткин**
Начальник отдела развития
ЗАО «НИИИТ»
info@ostec-group.ru
- Роман Лыско**
Начальник отдела модернизации производств кабельных изделий
ЗАО «Остек-ЭТК»
cable@ostec-group.ru
- Андрей Насонов**
Технический директор
ЗАО «Остек-Электро»
nec@ostec-group.ru
- Дмитрий Ублинский**
Начальник группы разработки отдела программно-аппаратных средств
ЗАО «Остек-Инжиниринг»
okp1@ostec-group.ru
- Андрей Мазалов**
Начальник группы автоматизированных систем хранения ЗАО «Остек-АртТул»
info@arttool.ru
- Андрей Петров**
Начальник группы финишной сборки
ООО «Остек-Интегра»
materials@ostec-group.ru

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

Редакционная группа: Большаков Антон, Волкова Ирина.

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

E-mail: marketing@ostec-group.ru

тел.: 8 (495) 788-44-44

факс: 8 (495) 788-44-42

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



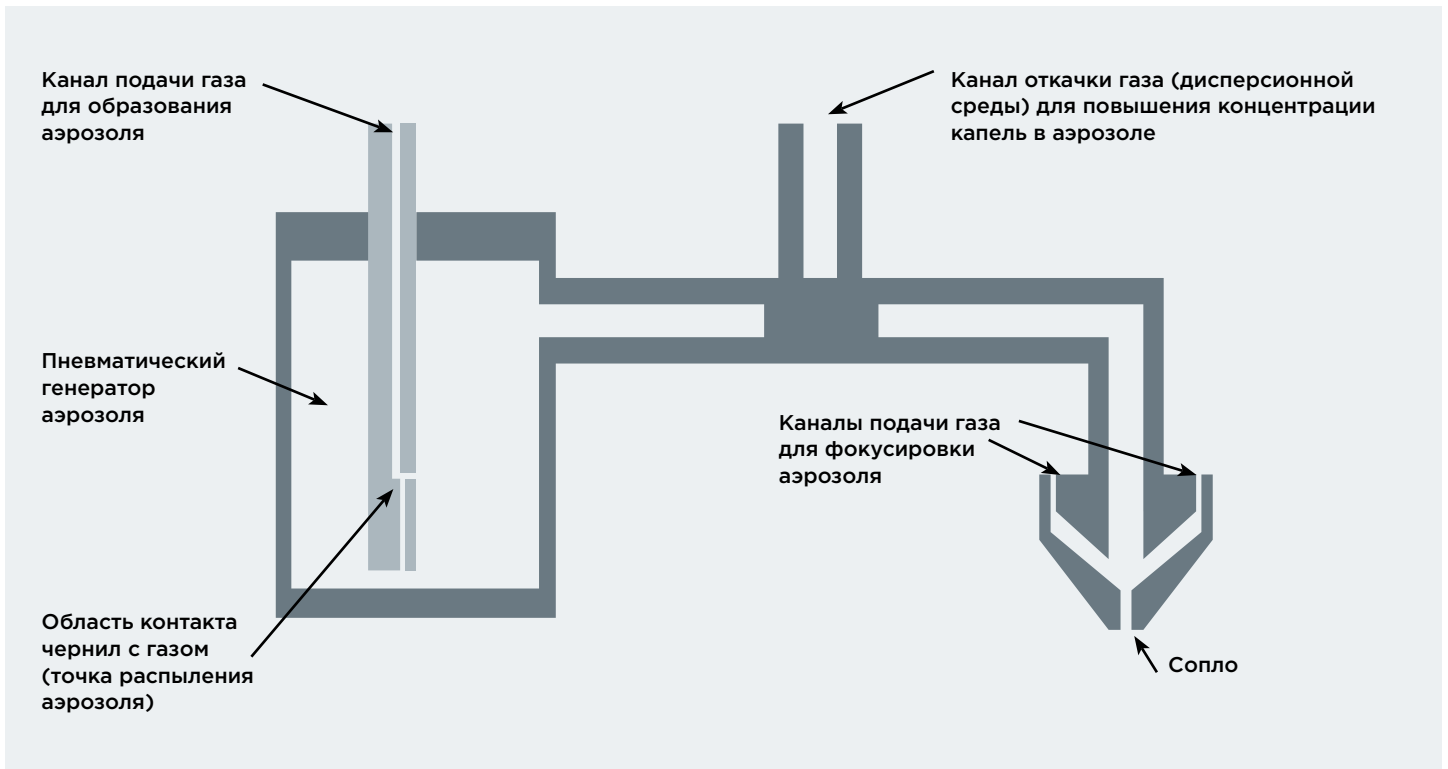
ПЕРСПЕКТИВЫ

Аэрозольная печать на трехмерные основания

Текст: **Антон Нисан**
Сергей Бонапартов

”

Аддитивные технологии по экономическим и экологическим причинам развиваются всё более активно. Об одной из таких технологий — аэрозольной печати — и ее применении в электронике мы расскажем в этой статье.



1 Упрощенная схема модуля образования и нанесения аэрозоля установки печати

Введение

Аэрозольная¹ печать — метод аддитивного производства элементов и межсоединений, в котором мельчайшие капельки материала наносятся аэродинамически-сфокусированной струей на трехмерное основание селективно, без использования масок.

Преимущества технологии аэрозольной печати по сравнению с другими методами печати и фотолитографией — в большей свободе конструирования изделий, гибкости производства, отсутствии затрат на оснастку (трафареты, фотошаблоны), меньшем неблагоприятном воздействии на окружающую среду.

Технология

Рассмотрим технологию получения и нанесения аэрозоля. Наносимый материал (чернила) заправляется в генератор аэрозоля, причем в зависимости от чернил может использоваться пневматический или ультразвуковой генераторы. Для заправки ультразвукового генератора достаточно небольшого объема чернил, поэтому он может применяться для нанесения дорогих материа-

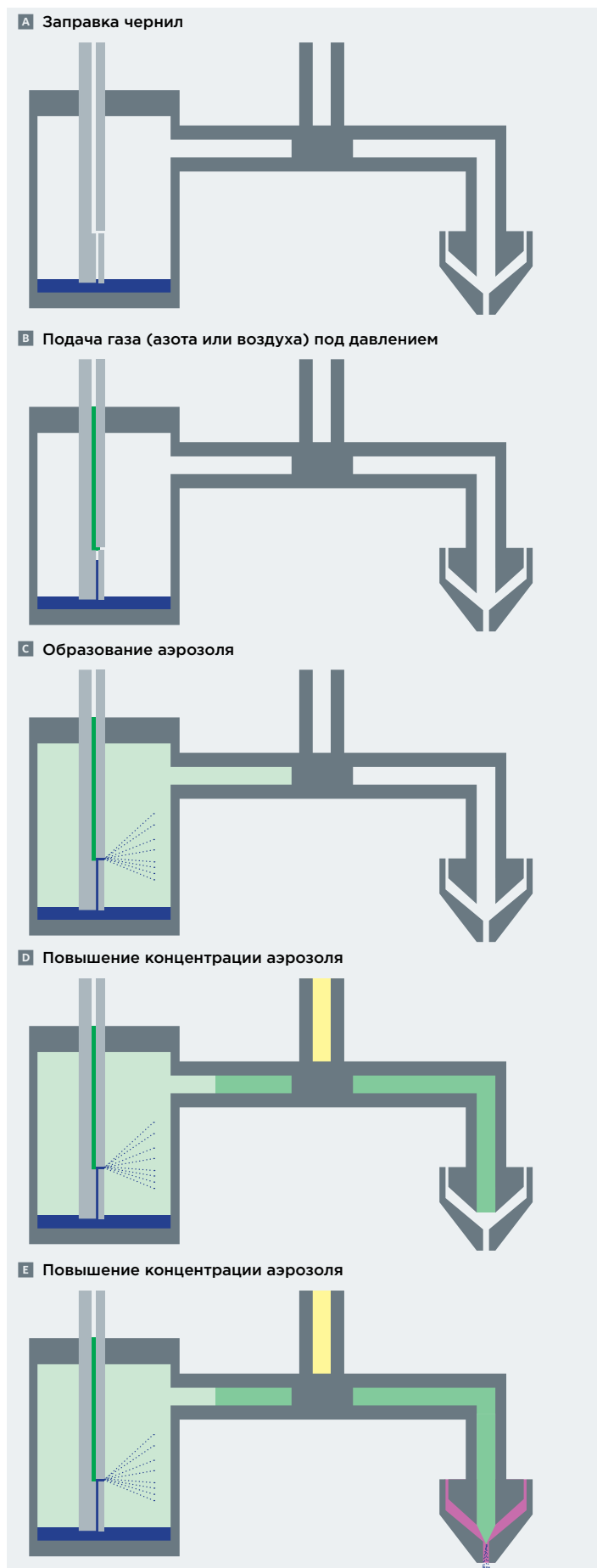
лов, например, золота, но диапазон вязкости чернил и максимальный диаметр твердых частиц существенно ограничены. Пневматический генератор позволяет наносить материалы с широким диапазоном вязкости и с диаметром твердых частиц на порядок выше², но для его заправки требуется большее количество чернил.

Для образования аэрозоля в пневматический генератор под давлением подается газ (азот или воздух), рост давления приводит к поднятию чернил по каналу рис 2 в, а при контакте газа с чернилами образуется аэрозоль рис 2 г. На выходе из генератора диаметр каплей чернил в аэрозоли составляет 1-5 мкм, капли большего размера под действием силы тяжести осаждаются. Затем повышается концентрация каплей чернил в аэрозоле: на коротком участке пути аэрозоля прикладывается пониженное давление, капли чернил по инерции минуют этот участок, но часть газа откачивается рис 2 д. На выходе из сопла аэрозоль фокусируется «покровным» (sheath) газом рис 2 е. Наличие газа между струей аэрозоля и соплом позволяет минимизировать риск засорения. Струя аэрозоля остается сфокусированной на расстоянии вплоть до 5-15 мм от сопла³, что

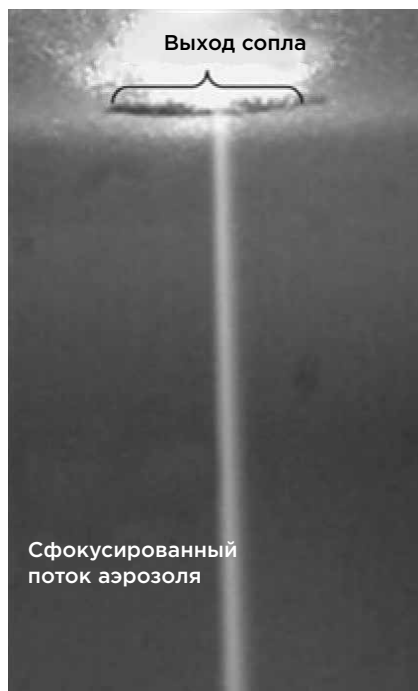
1 Аэрозоль — дисперсная система, состоящая из взвешенных (не осевших) в газовой среде мелких частиц (капелек жидкости или твердых частиц).

2 Для ультразвукового генератора: вязкость от 0,7 до 30 мПа·с, размер частиц — не более 50 нм. Для пневматического генератора: вязкость от 1 до 1000 мПа·с, размер частиц — не более 500 нм. Источник: Verheescke, W. et al. Optimizing aerosol jet printing of silver interconnects on polyimide film for embedded electronics applications.

3 В зависимости от наносимого материала и режима нанесения. Как правило, при аэрозольной печати зазор между соплом и основанием составляет 2-5 мм



2 Схема процесса формирования и нанесения аэрозоля⁴



3 Снимок потока аэрозоля из сопла⁵. Диаметр потока 15 мкм

позволяет наносить чернила на трехмерные основания. Технически это может быть реализовано перемещением печатающей головки по трем осям (x, y, z) и наклоном основания по двум осям.

После нанесения чернил производится УФ, ИК или термическая сушка в зависимости от материалов чернил и основания.

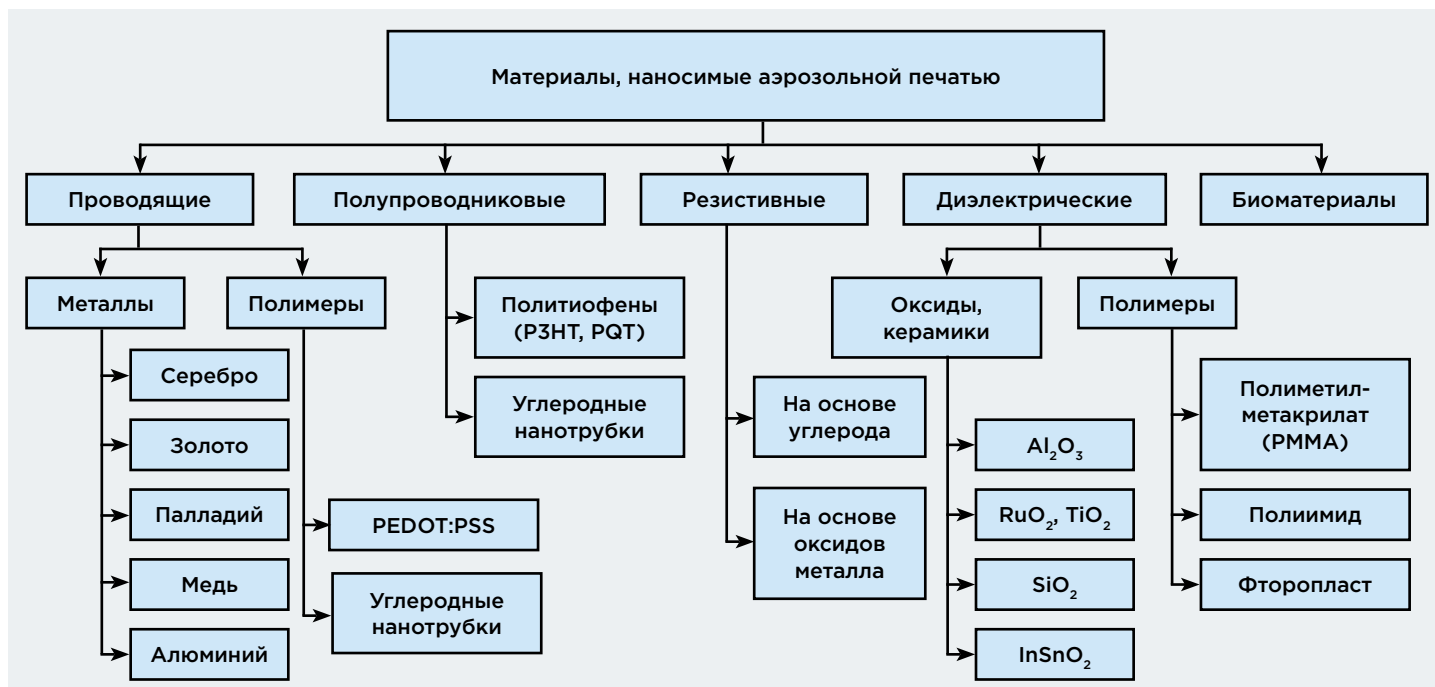
Классификация материалов, которые могут быть нанесены аэрозольной печатью, приведена на рис 4. В зависимости от используемых материалов может потребоваться активация поверхности основания, например, плазменной обработкой.

Область применения

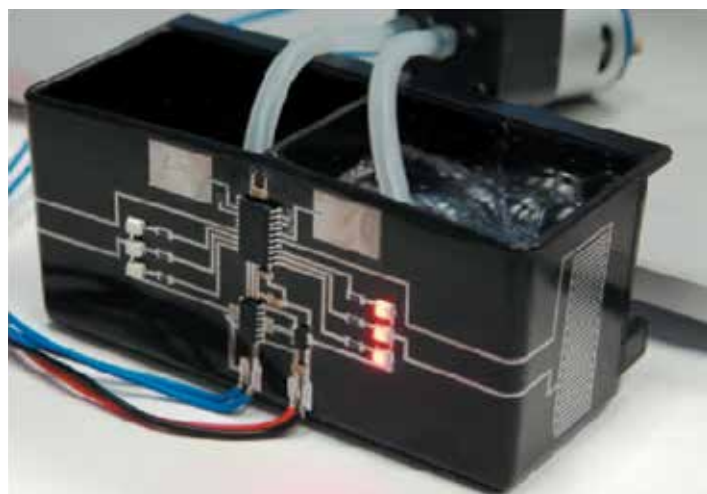
Аэрозольная печать используется в процессе изготовления трехмерных схем на пластиках, солнечных батарей (для печати токопроводящих шин), датчиков, электромагнитных экранов, антенн, гибких дисплеев, транзисторов и схем на их основе. Рассмотрим несколько примеров, иллюстрирующих возможные применения аэрозольной печати.

ДАТЧИКИ

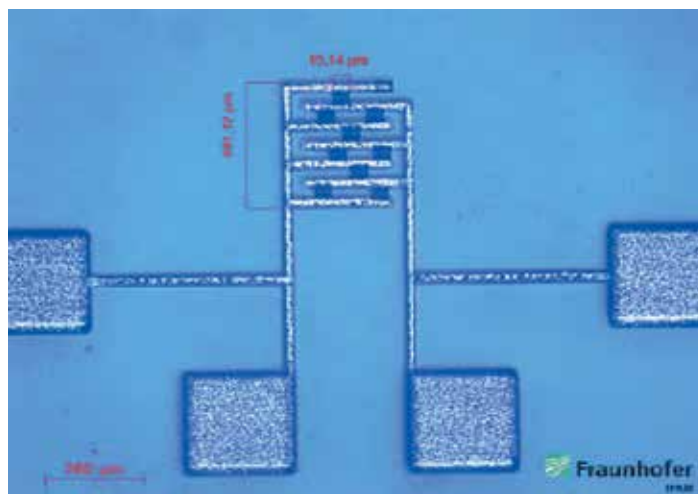
Возможность нанесения материалов на трехмерные основания позволяет использовать аэрозольную печать для формирования датчиков непосредственно на изделиях, примером служит датчик уровня жидкости, представленный на рис 5. На внешних стенках пластиковой емкости напечатаны проводники и электроды, установлены на токопроводящий клей поверхностно-монтажные компоненты. Чем выше уровень жидкости, тем



4 Классификация материалов, наносимых аэрозольной печатью⁶



5 Емкостной датчик уровня жидкости. Источник: Neotech/FAPS

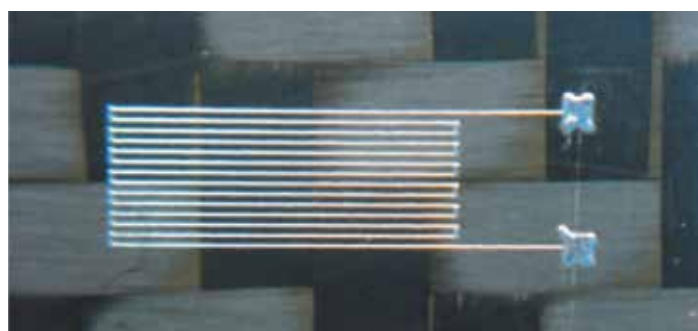


6 Датчик газа, изготовленный аэрозольной печатью

выше электрическая емкость, измеряемая между двумя электродами, так как диэлектрическая проницаемость жидкости выше, чем у воздуха.

Другой пример — датчик газа, показанный на рис 6. Принцип работы датчика основан на том, что сопротивление протеина (темно-синие квадраты на рисунке между «гребенкой») сильно зависит от концентрации газа.

Еще один пример — тензодатчик, выполненный аэрозольной печатью Ag чернил на углепластиковое основание рис 8.



7 Тензодатчик

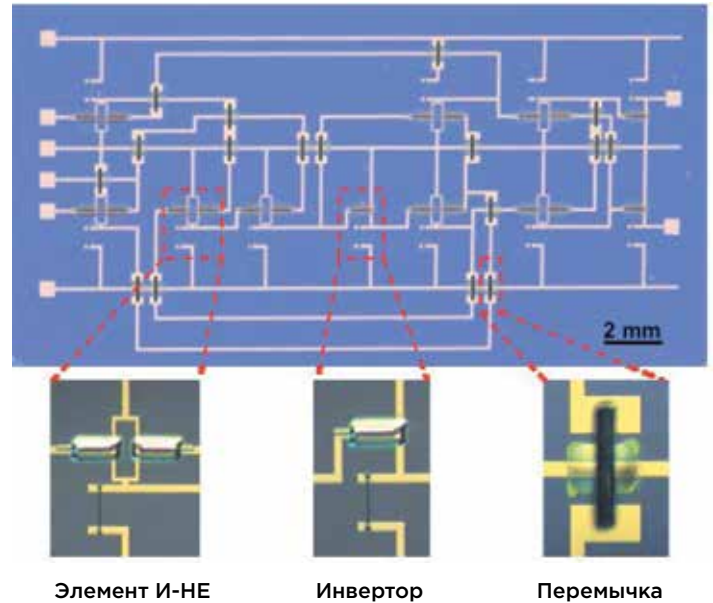
4 <http://www.youtube.com/watch?v=phyGNdj9iOI>

5 Источник: Hedges M., Marin A.B. 3D Aerosol Jet® Printing — Adding Electronics Functionality to RP/RM

6 Подготовлено на основе Hedges M. 3D Printed Electronics via Aerosol Jet Printing

ТРАНЗИСТОРЫ И ПРОСТЫЕ СХЕМЫ

Другое интересное применение аэрозольной печати — изготовление транзисторов, резисторов, конденсаторов и простых схем на их основе. В полностью печатных транзисторах для формирования стока и истока может наноситься золото, затвора — PEDOT:PSS, полупроводника — политиофен или углеродные нанотрубки. Печатные транзисторы работают при небольшом напряжении (< 2 В) и на сравнительно высоких для печатной электроники частотах: транзисторы на политиофене в диапазоне 1-10 кГц, транзисторы на углеродных нанотрубках — до 5 ГГц. Пример напечатанной схемы показан на рис. 8, представленная схема состоит из элементов И-НЕ, каждый из которых включает в себя два транзистора и один резистор, и инверторов, в состав каждого из которых входит по транзистору и резистору. Из-за невозможности разводки схемы в одном слое было напечатано несколько перемычек из PEDOT:PSS поверх диэлектрика.



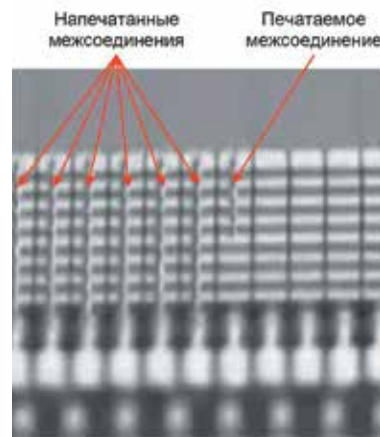
8

Схема, полностью выполненная аэрозольной печатью

АЛЬТЕРНАТИВА ПРОВОЛОЧНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

Аэрозольная печать может использоваться в качестве альтернативы проволочным межсоединениям при многоярусном размещении кристаллов рис. 9, рис. 10. В рассматриваемом примере после монтажа кристаллов на них был нанесен диэлектрик, в котором лазером вскрывались окна над контактными площадками для межсоединений. После этого аэрозольной печатью были сформированы межсоединения шириной 25 мкм с шагом 50 мкм между восемью кристаллами, расположенными друг над другом. Печатные межсоединения обеспечивают следующие преимущества над проволочными:

- уменьшение шага межсоединений;
- уменьшение размеров многокристального модуля;
- сокращение длины межсоединений.

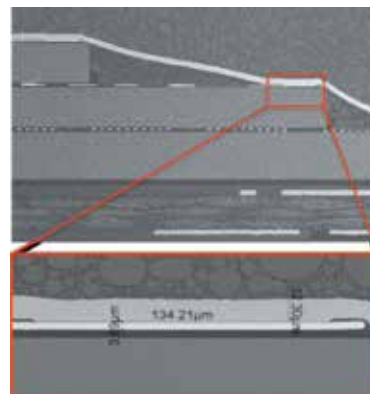


9

Аэрозольная печать проводников шириной 25 мкм²

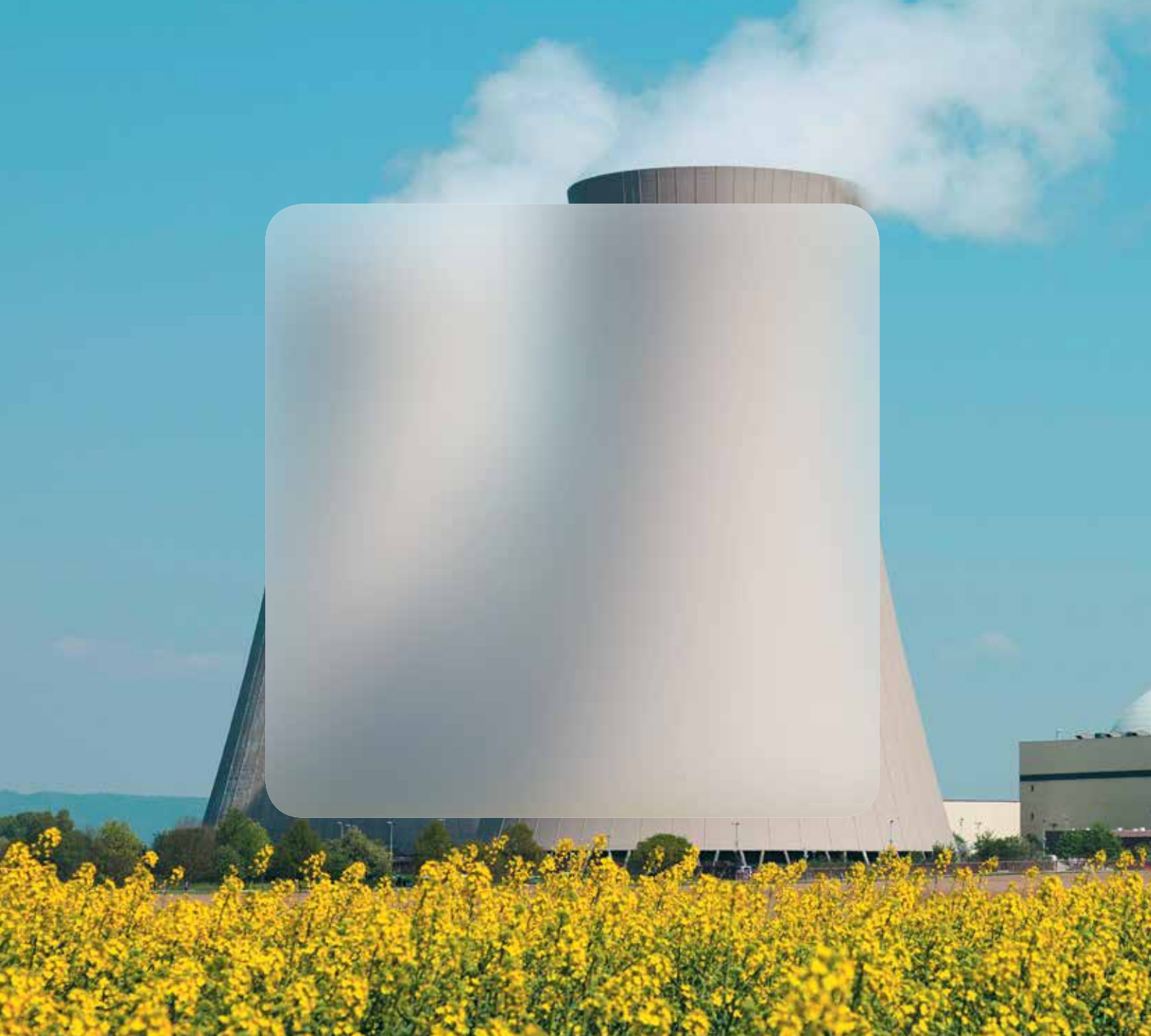
Заключение

Итак, аэрозольная печать — универсальный метод нанесения широкого спектра функциональных материалов электроники (проводящих, полупроводниковых, диэлектрических, резистивных и др.), позволяющий изготовить элементы и межсоединения непосредственно на трехмерных основаниях развитой формы, а не только на плоских основаниях в отличие от других методов печати. Рассмотренные примеры изделий, изготовленных с использованием аэрозольной печати, подтверждают потенциально широкую область применения технологии и показывают ее основные направления внедрения в инженерную практику. ▢



10

Микрошлиф кристаллов с печатными межсоединениями



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

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



будущее
создается

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



ТЕХНОЛОГИИ

Реализация производства по индивидуальным заказам с помощью промышленных 3D-принтеров



Текст: Владимир Филаткин



Итак, 3D печать. Вокруг этой загадочной технологии ходят легенды. Одни утверждают, что за 3D-принтерами будущее и модели самолетов, автомобилей, предметов мебели и различных аксессуаров — это только начало. Другие, напротив, относятся скептически к подобным экспериментам и уверены, что дальше незамысловатых объемных фигурок дело не пойдет. На чьей же стороне истина, и на что, действительно, способны технологии объемной печати в наши дни?

Для начала рассмотрим основные технологии 3D печати, которые можно встретить в промышленности. Работа всех принтеров основана на том, что любое объемное изделие можно разбить на сечения. Далее, если последовательно соединить эти сечения, можно получить объемную модель выбранной детали. Этот принцип и лежит в основе всех методов современной трехмерной печати.

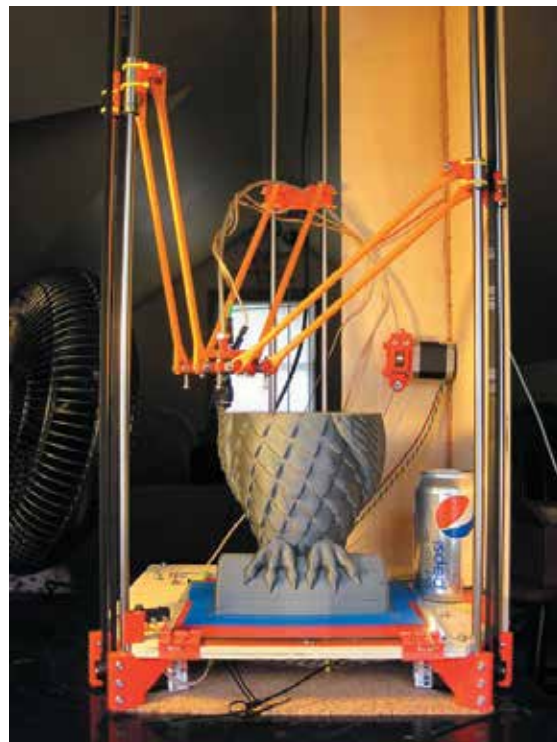
Для лучшего понимания технологии ознакомимся с существующими способами печати 3D моделей, а также оценим их достоинства и недостатки.

На сегодня можно выделить четыре основных метода работы 3D принтеров:

- FDM (Fused deposition modeling) — что означает экструдирование — выдавливание расплавленного материала **рис 1**;
- SLA (Stereolithography) — фотополимеризация — отверждение полимера УФ или лазерным излучением;
- LOM (Laminated object manufacturing) — послойное склеивание тонких пленок и последующее вырезание контуров объекта, ламинирование;
- SLS (Selective laser sintering), 3DP (3D Powder) — склеивание или спекание частиц материала.

FDM технология подходит для прототипирования изделий для функциональных тестов, так как для производства моделей используются распространенные промышленные пластики (PLA, ABS и т.д.). Прямое использование 3D принтеров, построенных по этой технологии, в промышленных масштабах не представляется возможным из-за высокой стоимости моделей. Также скорость печати и качество поверхности зачастую проигрывают другим способам печати.

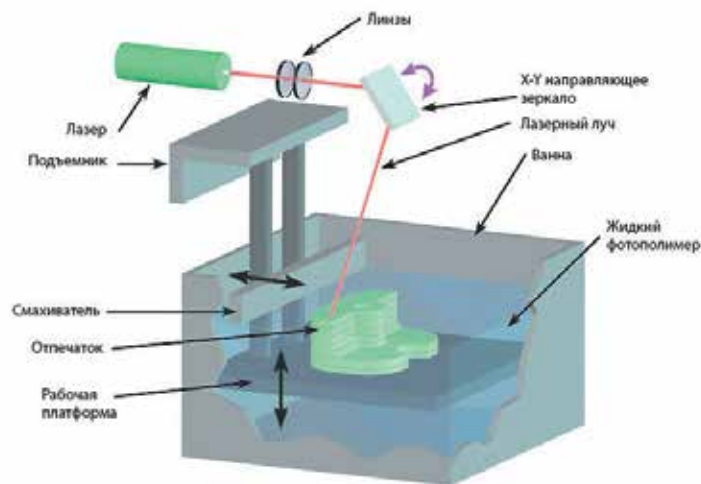
Способ SLA является одним из точнейших способов создания 3D моделей **рис 2**, однако он также дорогостоящий. Кроме того, у принтеров есть ограничения по форме производимого изделия. Например, если сечение детали имеет неоднородную форму, то нужно пропечатывать отдельные поддерживающие элементы. Изделия получаются глянцевыми с высоким качеством. Однако, как уже сказано выше, данный метод финансово- и энергозатратный. Специальные ультрафиолетовые лампы и фотополимеры на сегодняшний день являются одними из самых дорогих расходных материалов. В промышленности данная технология используется, как правило, для создания прототипов изделий, медицинского оборудования (процесс экологически чистый), моделей новых телефонов и других применений. Для серийного и круп-



1
3D принтер FDM

носерийного производства продукции эта технология трудноприменима.

Методом LOM тонкие ламинированные листы материала вырезают с помощью ножа или лазера и затем они спекаются или склеиваются в трехмерный объект. Т.е. укладывается тонкий лист материала, который вырезают по контуру объекта, таким образом получается один слой, на него укладывается следующий лист и так далее. После этого все листы прессуются или спекаются. Таким способом изготавливают 3D модели из бумаги, пластика или из алюминия **рис 3**. Для печати изделий из алюминия используется тонкая алюминиевая фольга,



2
Принцип работы принтера SLA



3
Пример напечатанного изделия по LOM технологии

где слои спекаются с помощью ультразвуковой сварки. Данная технология чаще всего применяется для быстрого прототипирования и моделирования. Однако модели, изготовленные по технологии LOM, получаются шероховатыми, удалить лишний материал с их поверхности сложно из-за риска расслоения. Получаемая грубая поверхность изделий и возможность ошибок при не полностью прорезанном листе сделали этот метод менее популярным в промышленности.

С точки зрения промышленного применения самым интересным способом создания 3D моделей является 3DP (3D Powder). Дело в том, что получаемые модели имеют самую низкую себестоимость. Они даже могут создавать конкуренцию изделиям, произведенным традиционными способами. На материал в порошковой форме наносится клей, который связывает гранулы, затем на склеенный слой наносится свежий слой порошка и так далее. По сравнению со многими другими технологиями способ 3DP обладает невысокой себестоимостью производства, но при этом обеспечивает высокое качество созданных моделей и высокую скорость печати рис 4. Такой результат достигается благодаря низкой стоимости материала, а также безотходному использованию порошка. Сегодня именно эта технология 3D печати получила наиболее широкое распространение.

Рассмотрим метод 3DP с точек зрения организации промышленного производства и экономической эффективности.

3D принтеры, работающие по этой технологии, нашли свое применение во многих отраслях промышленности. Среди них: автомобилестроение, машиностроение, приборостроение, искусство и архитектура, наука. Наибольшую популярность технология обрела в литейной промышленности. Традиционная технология литья по выплавляемым моделям заключалась в создании макета



4
Пример изделий, напечатанных по технологии 3DP

из восстеариновой смеси, пропитке, формовке, сушке, вытапливании модели, закалки формы и литья. Теперь же, с применением 3D принтеров, можно изготовить выплавляемую модель за считанные часы или даже минуты методом прямой печати изделий любой сложности. Для этого процесса используется специальный полимерный порошок, который сгорает с остаточным содержанием золы менее 0,02%. Это позволяет обойти существующие технологии на порядок.

Более того, если печатать не пластиком, а кварцевым песком, то можно печатать непосредственно литейные формы и заменить существующую технологию литья в песок.

Экономическая эффективность применения технологии 3D печати

До сегодняшнего дня для мелкосерийных производств сложное литье по выплавляемым моделям ассоциировалось с высокой стоимостью и большим сроком производства. Теперь появился ещё один способ — это технология прямой 3DP печати именно выплавляемых моделей. Данное решение позволяет производствам выходить на принципиально новый уровень эффективности затрат, точности, сложности и времени производства.

В машиностроении и автомобильной промышленности производится множество сложных деталей, таких как лопасти турбин, зубчатые редукторы, элементы трансмиссии и прочее. Все это начинается с разработки и мелкосерийного производства, которые должны быть быстрыми и эффективными. В этом отношении обычное литье имеет ряд недостатков. В целом, специалисты по литью сходятся в одном: «Проблема в том, что необходимо немедленно произвести восковые модели, используя при этом дорогие инструменты и формовщики. Эти затраты на оборудование и технологический процесс могут оказаться значительными, особенно при небольших сериях. Кроме того, производство макетов отнимает много времени. В конечном счете, стоимость готового изделия может стать очень высокой».

Технология печати 3DP может существенно помочь в решении данной проблемы, а также открыть новые перспективы для литейных производств. Современные 3D принтеры способны производить более совершенные выплавляемые модели быстро, точно и экономически эффективно. Напечатанные изделия из ПММА¹ пластика могут полностью заменить восковые модели, а самое важное — использование 3D принтера является простым, точным и быстрым. Оснастка не требуется, так как для процесса цифровой печати необходимы только данные с САПР. Принтер «строит» модели слой за слоем с исключительной точностью и повторяемостью независимо от сложности конструкции, от проекта до готового изделия проходят всего лишь считанные часы.

Новейшие принтеры могут напечатать пластиковую модель колеса Фрэнсиса **рис 5** диаметром 500 мм менее чем за 24 часа. Материал, используемый в данном процессе — ПММА, который размягчается уже при 73°C и выгорает без остатка при температуре 700°C. Это означает, что высокоточные пластиковые детали идеально подходят в качестве заготовки для литья по выплавляемым моделям. Отзывы компаний, имеющих большой опыт использования напечатанных пластиковых 3D моделей, звучат так: «Преимущества технологии 3D печати, наряду с постоянно возрас-



5 Модель колеса Фрэнсиса в восковой ванне

тающими требованиями, побуждают инвестировать средства в собственный принтер. Теперь можно изготавливать изделия до размеров 1060x600x500 мм с максимальным весом 70 кг. Это позволяет предложить заказчикам ещё более быструю и эффективную поддержку».

Принтер состоит из печатающей головки, распределителя пластикового порошка и камеры печати. Пластиковый порошок наносится на горизонтальную площадку (строительную платформу) внутри камеры печати тонким равномерным слоем. Затем печатная головка выборочно наносит растворитель, и частицы пластика склеиваются между собой. Далее строительная платформа опускается на 100 мкм, и распределитель материала наносит следующий слой пластика, затем процесс повторяется. Порошок, на который не наносился растворитель, поддерживает печатную структуру так, что даже самые сложные геометрические формы могут быть напечатаны без дополнительных опорных конструкций. После процесса печати остаточные частицы материала удаляются из готовой модели, которая затем покрывается воском. Это обеспечивает закрытие пор и более ровную поверхность заготовок, что благоприятно сказывается на качестве литья по выплавляемым моделям.

В литейных производствах пластиковые модели вытесняют модели из воска. Процесс литья протекает независимо от того, была ли модель получена обычным способом восковой формовки или распечатана на 3D принтере **рис 6**. Первые слои керамических покрытий наносятся сразу после визуального осмо-

¹ Органическое стекло (оргстекло) или полиметилметакрилат (ПММА) — синтетический полимер, термопластичный прозрачный пластик, продаваемый под торговыми марками плексиглас, ОСТ Карбогласс, новаттро, плексима, лимакрил, перспекс, плазкрил, акрилекс, акрилайт, акрипласт и др., также известный под названием акриловое стекло, акрил, плекс

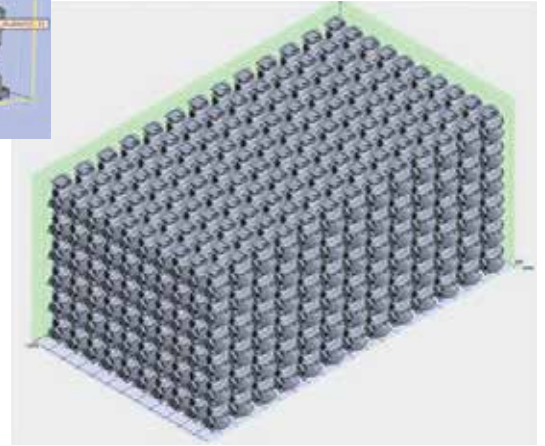


6 Пример изделия, отлитого по выплавляемым пластиковым моделям

тра и монтажа летника. Далее модели помещают в печь. Так как модели из пластика размягчаются уже при 73°C и не дают усадки, керамическая оболочка не повреждается. После того, как температура в печи достигнет 700°C и более, формы выгорают полностью, не оставляя следов. В итоге получается одноразовая литейная форма.

Литейные формы, полученные с помощью 3D-печати, подходят и для стальных, и для алюминиевых сплавов. После отливки и охлаждения летник, питатели и форма должны быть удалены с отливки. Далее, если это необходимо, происходит механическая обработка детали. Этот процесс сопровождается неразрушающим контролем и метрологическими измерениями в соответствии с требованием заказчика. Будь то прототип, отдельная деталь или небольшая серия — 3D технология печати позволяет производить очень сложные проекты методом литья по выплавляемым моделям. И делает это быстро, легко и экономически эффективно, что является огромным преимуществом для специалистов по литью и особенно для производств спецтехники.

На сегодняшний день производство изделий методом 3DP уже налажено за рубежом. Один из примеров — элемент ДВС новой конструкции рис 7. Так как это изделие выполняется по новой технологии, исключая этапы создания парафиновых моделей, стоимость готового пластикового образца составляет 2-3 Евро. Если же работать по существующей технологии, то стоимость такого образца в налаженном производстве будет составлять около 5 Евро. А если речь



7 Элементы ДВС на мониторе ПК принтера 3D печати

идет о прототипе — то его стоимость может вырасти до 500 Евро. Дело в том, что для создания парафиновой модели необходимо изготовить на фрезерном станке с ЧПУ литейную форму из стальной заготовки с большими габаритами, чем само изделие. Затем форму нужно обработать антиадгезивом, залить парафиновый раствор, остудить и аккуратно извлечь получившуюся модель из формы. Все эти операции дорогостоящие, и если речь идет о прототипах или небольших партиях, то цена готового изделия может существенно вырасти.

При прямой 3D печати можно избежать множества подготовительных операций и фактически получить пластиковые выплавляемые модели точностью 100 мкм дешевле, чем парафиновые почти в 2 раза. А учитывая скорость печати 3D принтера (которая составляет примерно 1 см/ч) 780 деталей можно получить за 23 часа, что является недостижимым показателем для традиционных производств.

На сегодняшний день технология 3DP — единственный способ получения изделий наивысшего качества в минимальные сроки. При соблюдении всех требований по точности и скорости печати выплавляемые пластиковые 3D модели являются более технологичными, они могут без изменения технологического процесса литья заменить традиционные выплавляемые модели. Все преимущества сохраняются наряду с высочайшей скоростью производства, так как процесс «от идеи до готового прототипа» занимает меньше суток, что делает эту технологию уникальной и на сегодняшний день — единственной. ▣



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

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



будущее
создается

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



КАЧЕСТВО

Возможно ли создание современной РЭА специального назначения при «старой» технологии сборки жгутов?



Текст: Роман Лыско

Жгутовые сборки являются неотъемлемой частью современной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Несмотря на тенденции уменьшения выводного монтажа, перехода на поверхностно-монтируемые изделия, создания современных интегральных микросхем и появления новой компонентной базы, очевидно, что в перспективе ближайших десятилетий не будет альтернативы проводным соединениям. А современные тенденции развития предъявляют к жгутовым сборкам новые требования.

В первую очередь, это обосновано постоянной необходимостью повышения качества изделий, в том числе специального назначения, где по причине разрушения контактов проводов в жгутах могут происходить неудачные испытания и аварийные запуски.

Основная причина такого положения дел — недооценка роли жгутов и жгутовых сборок при производстве современной РЭА. Считается допустимым использовать морально и физически устаревшие технологии, разработанные в 50-х годах прошлого века. Единственное, на чем «держится» жгутовое производство сегодня — многолетний опыт «старожилов», работающих в жгутовых цехах. Через некоторое время они покинут предприятие. И что тогда?

В статье мы проанализируем проблему с двух ракурсов. Во-первых, что необходимо немедленно изменить в жгутовом производстве с точки зрения соответствия РЭА современным требованиям, предъявляемым к каче-



1 Жгутовая сборка с применением провода МГТФ

ству как самого изделия, так и комплектующих, узлов, агрегатов. Во-вторых, как нужно организовать технологический процесс с позиции максимальной эффективности и 100% результата на выходе. Решать эти вопросы необходимо в тесной взаимосвязи друг с другом.

Говоря об изменении технологии производства жгутов, начинать необходимо еще с этапа подготовки конструктива изделий. Нельзя при этом пренебрегать анализом материалов, используемых в производстве, так как технологичность продукта и уровень качества закладываются на данной стадии.

Зачастую разработка изделий происходит без учета того, что на рынке появились новые материалы, которые помимо качественных характеристик позволяют сделать изделия более технологичными. Для примера возьмем провода, которые являются основой жгутовой сборки. В отечественных изделиях в конструктив закладываются устаревшие проводные материалы. На это есть ряд причин. Во-первых, не всегда информация о новейших разработках доходит до конструкторских отделов. Вторая причина — внедрение в конструктив новых изделий сопряжено с большими организационными затратами по согласованию изменений с конечными заказчиками и большим количеством ГОСТов, ОСТов, КД, ТД и другой регламентирующей документацией.

Мы ни в коем случае не ставим под сомнение необходимость регламентации производственных процессов, особенно в части производства спецтехники. Но даже

самые консервативные отрасли нуждаются в «омоложении» требований и стандартов. Хотя бы потому, что мир не стоит на месте, и каждый год появляются новые технологии, позволяющие существенно повысить эффективность производства, перейти на автоматизированное оборудование и свести к минимуму влияние человеческого фактора.

Приведем простой пример: провод марки МГТФ рис 1 — разработка еще 50-х годов прошлого века.

Несмотря на широкий диапазон применения этого провода и огромный опыт использования в изделиях РЭА невозможно использовать современную ультрафиолетовую лазерную маркировку на автоматизированном оборудовании. Понятно, что в то время, когда разрабатывался данный провод, не стояло задач по автоматизации процесса обработки, но сейчас эта задача более чем актуальна. И оборудования российского производства для ее решения нет. Отечественные производства вынуждены применять зарубежные технологические решения, которые не всегда удается адаптировать под наши материалы.

Поэтому имеем следующую ситуацию: с одной стороны — российские материалы, с трудом поддающиеся автоматизации, с другой — давно назревшая необходимость замены ручного труда на автоматизированные технологические линии зарубежного производства.

Выхода может быть два. Вместо устаревшего провода типа МГТФ можно использовать отечественный аналог — провод марки МС, который по своим техническим характеристикам практически не уступает своему «предшественнику» и поддается автоматизированной обработке. Либо создать отечественный кластер обрабатывающего оборудования, учитывающего специфику российского сырья.

Уже на первый взгляд очевидно, что наиболее простой способ решения проблемы — замена устаревшего материала. Но это лишь часть решения. Начав использовать современный материал, оставив при этом «прошло-вековые» технологии его обработки, больших результатов не добиться.

Снова обратимся к примеру с проводом. Даже базовые технологические операции по обработке провода, такие как мерная резка, зачистка, маркировка и т.д. регламентируются различными ГОСТами, ОСТами и др.

Так, например, в авиации и аэрокосмической отрасли существует такое требование при обработке провода, как неповреждение жилы. Доказано, что используя механические инструменты и способы сборки данное



2 Ручная «обжигалка» с нихромовой нитью



3 Модуль контроля касания жилы для автоматической линии обработки провода

требование НЕВОЗМОЖНО!

До сих пор практически на всех предприятиях оборонно-промышленного комплекса, производящих РЭА, при обработке провода (снятии изоляции) используются так называемые «обжигалки» рис 2.

Данный инструмент имеет полувековую историю использования (возможно, больше). Все, начиная с монтажников в цехах и заканчивая руководителями предприятий, понимают существенные недостатки данного метода обработки провода, несмотря на кажущуюся дешевизну инструмента и ручного труда. Но как оценить влияние человеческого фактора, стоимость ошибки монтажника и вообще «технологичность» операции?

Взять хотя бы тот факт, что изменение физических свойств меди происходит уже от 90°C, в то же время температура оплавления изолирующих материалов может быть выше 400°C. И даже кратковременное высокое температурное воздействие на жилу может привести к более высокой чувствительности к вибрационным и другим видам колебаний жгута, что в целом влияет на надежность РЭА.

Учитывая, что в последнее время увеличивается интеграция жгутов не только с соединителями, но и электронными модулями, изменение физических характеристик токопроводящей жилы может быть еще более критичным. И это лишь верхушка проблемы, выявленная в самом предварительном рассмотрении.

Сегодня ряд компаний предлагает применение автоматических машин резки и зачистки провода с опцией контроля касания жилы. Кажалось бы, решение проблемы найдено рис 3.

При применении автоматизированных механических

машин по резке и зачистке провода с опцией контроля касания жилы несмотря на все преимущества автоматических систем обработки существует ряд технологических проблем. У проводов отечественных марок калибровка токопроводящей жилы по длине провода не всегда соответствует параметрам, необходимым для автоматизации процесса. Также для отечественных проводов характерна несимметричность изоляции. Вероятность касания жилы при таком качестве провода возрастает многократно. И система при обнаружении касания жилы будет постоянно выбраковывать проводные заготовки, что приведет к значительному увеличению расхода проводных материалов. Такие системы целесообразно применять, когда будет стабильно гарантированное качество провода, и на производстве будут работать квалифицированные наладчики и операторы автоматизированных машин обработки провода, потому что работа с такой системой требует постоянной тонкой настройки параметров машины.

Решение данной проблемы — специализированная линия мерной резки с модулями лазерной зачистки, подкрутки жилы, флюсования и лужения рис 4.

Данный технологический комплекс гарантирует неповреждение токопроводящей жилы и обеспечивает выполнение всех трудоемких операций по подготовке проводов к распайке в разъемы. Для предприятий, выпускающих специальную технику, это решение является особо актуальным, так как до 90% соединений идут под распайку.

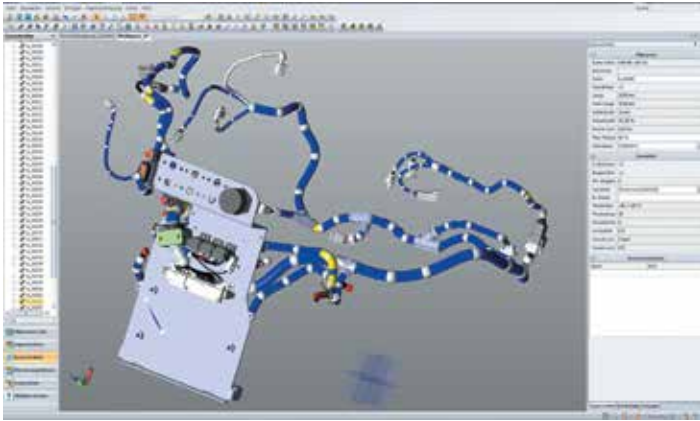
Рассмотренный нами пример позволяет судить о масштабе текущего уровня жгутового производства на предприятиях, выпускающих РЭА. Если же рассмотреть не только производство жгутовых изделий, но и жгутовую отрасль в целом, то налицо несостоятельность подходов, используемых «до» процесса производства.

При конструировании жгутовых изделий необходимо учитывать, что внедрение новых методов обработки проводов и сборки жгутов будет более эффективно при применении современных систем проектирования жгутов рис 5.

Применение таких систем позволяет проектировать



4 Автоматическая линия обработки провода с модулями лазерной зачистки, подкрутки, флюсования и лужения



5 Современная система проектирования жгутов

жгут уже в составе конечного изделия РЭА. Геометрия жгута будет проектироваться с учетом имеющихся в изделии механических узлов и электронных блоков. Сейчас проектирование жгутовых сборок зачастую происходит в отрыве от других узлов изделия, что вызывает проблемы финишной сборки. Следует также учитывать, что применение старых методов проектирования — более трудоемкий процесс, чем при использовании современных программных продуктов. Использование только

бумажных носителей при передаче технической и конструкторской документации на производственный участок существенно снижает эффективность применения автоматизированного оборудования, так как процесс подготовки производства и ввода данных в автоматическую линию увеличивается во времени.

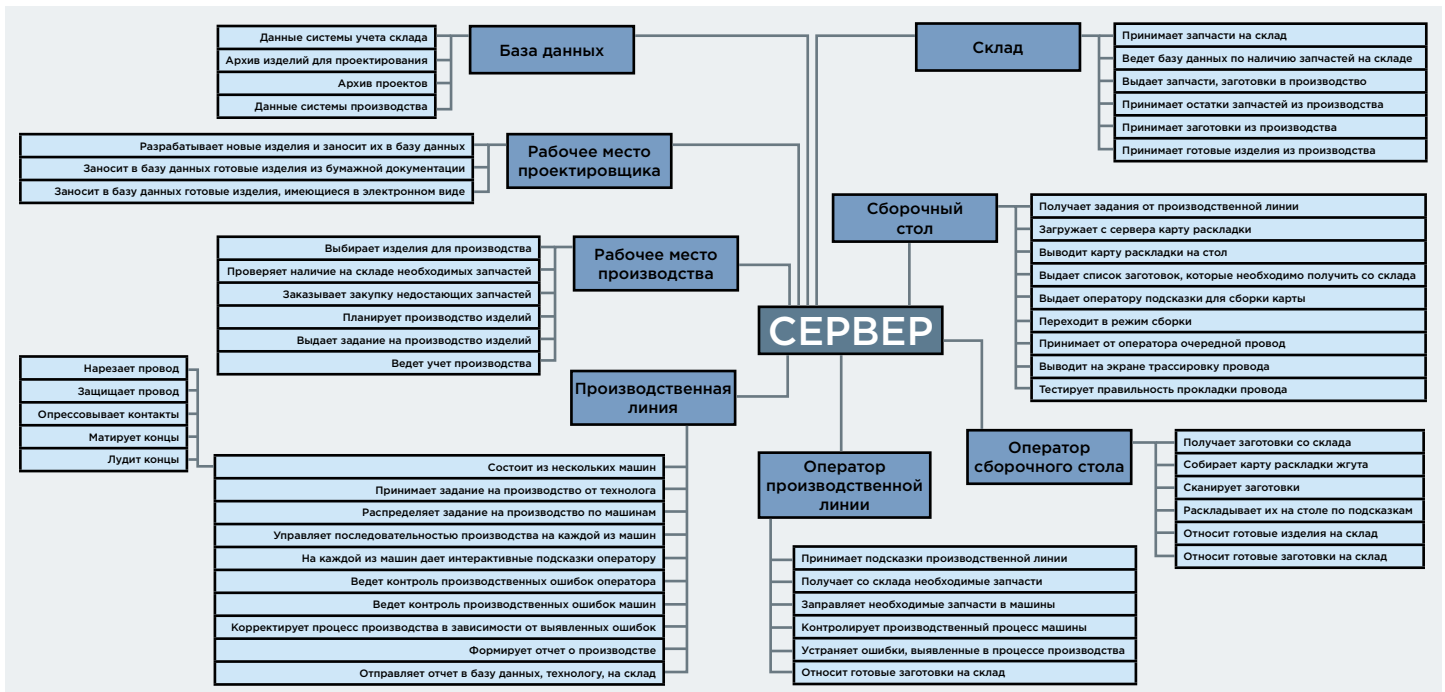
Кроме преимуществ на этапе обработки проводов использование электронных систем проектирования дает ряд преимуществ в процессе сборки жгута.

Сегодня сборочная операция является не только самой трудоемкой в жгутовом производстве, но и самой зависимой от человеческого фактора. Специализированное решение в области автоматизации процесса сборки жгутов — интерактивный сборочный стол рис 6 — позволяет обеспечить безошибочную сборку жгутов посредством демонстрации и контроля каждого шага процесса. Дополнительным преимуществом продукта является сведение к минимуму влияния человеческого фактора.

При сборке на интерактивном столе в режиме реального времени обеспечивается контроль производственного процесса и отображение конструкторской и технической документации. Сборочный стол позволяет вести автоматический учет рабочего времени и контролиро-



6 Интерактивный сборочный стол



7

Система прослеживаемости на жгутовом производстве

вать соблюдение нормо-часов при сборке изделий. Помимо технологических и организационных преимуществ внедрение системы выводит на более высокий уровень труд монтажника жгутовых сборок. Бесспорно, работа на данном оборудовании существенно повышает мотивацию персонала, процесс сборки становится на порядок проще и вероятность возникновения ошибок снижается до минимума (в ряде случаев сводится к нулю).


Связать воедино предпроизводственный процесс, производственный цикл и постпроизводственные операции можно с помощью внедрения комплексной системы сквозной прослеживаемости рис 7. При делении операций в технологическом процессе обработки проводов и сборки жгутов на заготовительные и сборочные актуальность прослеживаемости перемещения проводных заготовок становится еще более очевидной.

Система прослеживаемости — это не только контроль движения комплектующих и компонентов, но и комплексный подход к управлению производственным процессом и технологией. При расширении номенклатуры проводных соединений, проводных и электронных комплектующих визуальное определение составляющих жгутовой сборки несет большие риски совершения ошибок сборки жгута монтажником. Система прослеживаемости сводит до минимума такие риски. В части управления производством система прослеживаемости позволяет решать следующие задачи:

- добавление, удаление, управление правами пользователей на конкретных рабочих местах;
- просмотр состояния производства, планов производства, информации о проекте жгута;
- внесение изменений в планы производства;

- дополнительные возможности управления производством — добавление, отмена, приостановка, перезапуск задания производства жгутов;
- внесение изменений в базу данных библиотеки жгутов и компонентов жгутов;
- работа с библиотекой жгутов, где содержатся данные о простых элементах жгута: контакты, разъемы, провода, ответные части кабельных тестеров, элементы сборочного стола.

Привязка системы прослеживаемости ко всем стадиям производственного цикла сборки жгутов, начиная со склада и заканчивая финишной сборкой и тестированием, позволяет контролировать процесс на разных стадиях и дает дополнительные преимущества при создании современного жгутового производства.

Повышение требований к РЭА в плане функциональности, надежности, уменьшения массогабаритных характеристик заставляет по-новому подходить к проектированию, технологии и организации производственного процесса всех узлов и блоков радиоэлектронных изделий. Изменение технологии жгутового производства требует кардинального изменения производственного процесса. Это не только точечная автоматизация каких-либо технологических операций, но и изменение самой структуры процесса, внедрение новых подходов к проектированию и введение еще на этапе проектирования новых комплектующих и материалов. В силу различных причин оснащение жгутовых участков на большинстве предприятий оборонно-промышленного комплекса находится на низком уровне, но уже сейчас у многих руководителей есть понимание необходимости изменения данной ситуации. 

Как создать современное высокотехнологичное предприятие



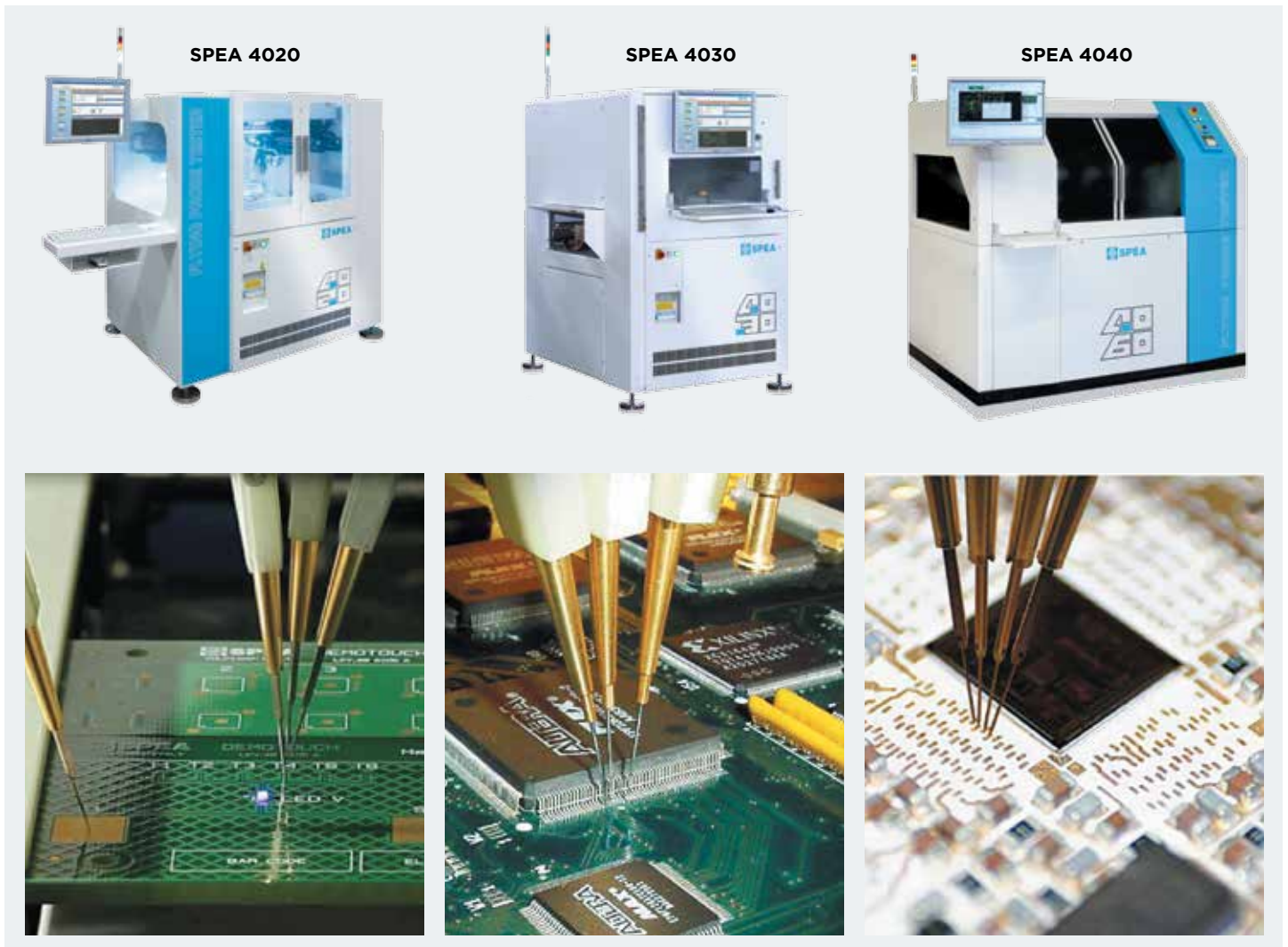
Текст: Андрей Насонов

Речь идет именно о предприятии, а не о производстве. Какой смысл может быть заложен в эти понятия, часто зависит от контекста разговора. Чтобы было понятно, о чем идет речь, давайте конкретизируем некое условное отличие этих терминов в рамках статьи.

Под предприятием будем понимать конструкторско-производственный комплекс, который в состоянии решать задачи стратегического плана, например, осуществлять разработку и производство средств связи или систем тепловизионной техники и тому подобное. Производство может быть составной частью предприятия и выполнять конкретную технологическую функцию, например, это цех поверхностного монтажа или участок электрического тестирования и программирования. Производство может существовать и отдельно и при этом быть весьма высокотехнологичным, иметь самое современное оборудование, но попадать в условную категорию «без ума». В таком названии нет ничего обидного. Это тот случай, когда осуществляется тиражирование серийного изделия

без его разработки, например, завод по производству телевизоров. Строго говоря, это просто сборочное производство, «возможно, имеющее большое количество различных технологий». В современных условиях оно не требует от персонала высокой квалификации, и в мире такие производства обычно обеспечивают основной объем выпуска продукции. При их создании в порядке приоритета решаются следующие вопросы: технологии, оборудование, персонал. Создание их весьма привлекательно в коммерческом плане, укрепляет экономику страны, но незначительно влияет на уровень научно-технического развития государства. Конечно, очень хорошо, когда экономика крепкая и проблем с финансами нет, но вся история человечества, в том числе и новейшая, наглядно демонстрирует, что этого мало.

Суверенитет и благополучие государства зависят от успешной работы предприятий, которые производят продукцию, чаще всего покрашенную в зеленый цвет. А это не тот случай, когда можно все купить. Это надо создавать, и процесс этот длительный и сложный.



1

Тестеры с летающими пробниками серии SPEA40XX

И приоритеты при строительстве тут другие: специалисты, технологии, оборудование. Отсюда принципиальное отличие при выборе решений.

Значимую долю реальной стоимости производства составляет стоимость основных фондов. Наличие обученного персонала, безусловно, важно, но в принципе он может быть с большими или меньшими издержками заменен. А вот в случае предприятия основная стоимость — это как раз сотрудники. Если убрать костяк специалистов, то все оборудование превратится в свалку металлолома, дорогого, но мало ликвидного. Очевидно принципиальное отличие в подходах при выборе оборудования. Если при создании производства оборудование выбирается под технологию и оно может быть не самым современным, а просто соответствовать уровню производства и иметь удовлетворительное соотношение цена/качество, то при организации высокотехнологичного предприятия оборудование, в первую очередь, предназначено для создания условий для реализации творческого потенциала специалистов.

Оборудование своими возможностями должно стимулировать развитие интеллектуального костяка предприятия, а значит, оно должно быть самым современным. В данном случае оборудование — это не только часть технологий, это, прежде всего, вложение в развитие творческого коллектива. Предвижу возражение: это что же — покупать дорогостоящие игрушки для конструкторов и технологов? Ответ: да, и чем современнее, тем лучше. И это не игрушки. Для современных высокотехнологичных предприятий существует некий джентльменский набор технологий и оборудования, без которого никак нельзя, это некоторая базовая комплектация предприятия. Для предприятий, производящих изделия электронной техники, это, разумеется: линейки оборудования поверхностного монтажа, оборудование для автоматизации штыревого монтажа, оборудование для изготовления кабелей, моточных изделий и прочее. И обязательно — оборудование для всех видов тестирования, которое не нужно путать с измерительными приборами.

Дело в том, что во всем мире уже практически стали

стандартными следующие подходы при разработке и производстве высокотехнологичных изделий специальной (и не только) техники:

- Каждая технологическая операция должна завершаться тестированием. Проверяются не параметры, а соответствие конструкторской документации.
- Все покупные комплектующие, используемые в изделии, должны быть подвергнуты тесту на подлинность происхождения. И не принципиально, на каком этапе производства это делать. Тут работает простая концепция: качество изделия — это сумма систем качества всех предприятий-производителей комплектующих и системы качества самого изготовителя изделия. Заниматься измерениями характеристик комплектующих бесполезно, потому что часто контрафакт полностью соответствует ТУ или datasheet по основным параметрам. Контрафакт обнаруживают с помощью специальных технологий, которые работают совсем по другим принципам, хотя используются электрические измерения.
- Тестирование должно осуществляться автоматами для исключения человеческого фактора. Тут дело не в недостатке квалификации — все современные технологии тестирования построены на принципах тотальности и избыточности измерений с последующей статистической обработкой. Человек выполнять такую работу эффективно не может.
- Обязательно применяются технологии «предсказания» будущих дефектов. Эта концепция основана на том, что случайных отказов не бывает. Бывает ситуация, когда мы чего-то не знаем и не имеем средств для обнаружения предпосылок для развития дефектов. И здесь опять огромное количество измерений и статистика.

Надо заметить, что вышесказанное обязательно и для серийных изделий, и даже для единичных изделий высокого уровня надежности.

Можно было бы продолжить перечисление, но и уже сказанного достаточно, чтобы задуматься над следующими вопросами:

- Какое количество различных установок надо иметь?
- Сколько это будет стоить?
- Какое количество технологической оснастки понадобится в условиях мелкосерийного и многономенклатурного производства?

Очевидно, что для многономенклатурного производства при небольшой серийности представляется заманчивым использовать оборудование не узкоспециализированное, а обладающее высоким уровнем универсальности и способное решать различные задачи. Весьма желательно, чтобы это оборудование можно было использовать без изготовления специальной оснастки для каждого изделия.

И очень важно, чтобы не было специальных требований к конструкции тестируемого изделия.

Узкоспециализированное оборудование целесообразно использовать только тогда, когда необходимо получить предельные значения какого-либо технологического параметра, например, высокой производительности или сверхпрецизионности. Чаще всего такое оборудование используется для создания производственных линеек, предназначенных для сборки в условиях массового производства, часто вообще для моно продукта.


В качестве примера использования конкретного типа оборудования для решения различных задач можно привести перечень различных тестовых задач, которые решаются на российских предприятиях с помощью установок с летающими пробниками серии SPEA40XX [рис 1](#).

Основное назначения этих установок — внутрисхемное тестирование собранных печатных узлов. Однако возможности оборудования позволяют обеспечить решение самых различных тестовых задач:

- тестирование «голых печатных плат»;
- входной контроль комплектующих до монтажа (спецтехнология обнаружения контрафакта);
- входной контроль комплектующих в составе собранной платы;
- оптическая инспекция платы;
- тестирование топологии микросборок;
- тестирование микрокерамических плат;
- тестирование изделий в технологии LTCC;
- программирование и верификация контроллеров и ПЗУ;
- поиск предпосылок к будущим дефектам (технология обнаружения «будущих дефектов»);
- функциональное тестирование;
- приемосдаточные испытания изделий (тестеры серии SPEA40XX внесены в реестр средств измерений.)

И это далеко не полный перечень возможных применений. Оборудование такого уровня можно использовать для решения практически любых задач. Это хороший инструмент с большими возможностями и в руках мастера с его помощью можно получить самые неожиданные результаты. Например, известен случай использования тестера SPEA4020 в режиме разрушающего электрического контроля.

Есть еще один фактор, который не менее важен, чем наличие оборудования.

Это организация обучения персонала. Крайне важно, чтобы о возможностях оборудования знали не только те, кто с ним непосредственно работает. В первую очередь важно, чтобы таким оборудованием в полной мере владели разработчики изделий. Тогда будут появляться принципиально новые конструкторские решения, реализация которых возможна только с использованием новых технологий, реализованных в оборудовании. 

ОПТИМИЗАЦИЯ

Цифровая система управления приборным производством



Текст: **Дмитрий Ублинский**

Многочисленные решения по комплексной автоматизации производств, представленные на рынке, ориентированы, в основном, на механически обрабатывающие и механосборочные производства. Так сложилось исторически — эти отрасли существуют уже многие десятки (а точнее — более сотни!) лет.

Может показаться, что все производства построены по похожим принципам, оперируют одинаковыми понятиями, и задачи по их автоматизации могут решаться едиными методами. И, значит, для приборного производства можно применить проверенные, уже хорошо зарекомендовавшие себя решения, используемые многие годы в машиностроении. Однако это не так!

Приборное производство обладает особенностями, которые принципиально отличают его от механического машиностроения. Любой специалист в области автоматизации, который сталкивался с внедрением систем на предприятиях электронной и радиоэлектронной промышленности, может подтвердить правоту этих слов.

Важнейшее различие этих двух отраслей производства — структура стоимости конечного продукта. Если в машиностроении стоимость во многом определяется трудозатратами по обработке исходных материалов (относительно недорогое сырьё), то в современном электронном приборостроении превалирует стоимость

исходных компонентов, комплектующих и материалов. Это приводит к смещению акцентов в оптимизации (в первом случае — оптимизация труда, во втором — оптимизация учета материальных запасов). И это только один пример.

Попробуем разобраться, какой круг задач должна решать цифровая система управления современным приборным производством (далее ЦСУ). А также, зачем и кому это нужно.

Зачем нужна ЦСУ

Сегодняшнее время — время информационных технологий, и объем информации, который нас окружает, стремительно растет с каждым днем. Производство — это сфера, в которой информационные технологии традиционно опережали «бытовые» и по сложности структуры, и по использованию технических решений. Почему? Объем и скорость изменения информации в производственном процессе настолько велики, что их невозможно эффективно и своевременно обрабатывать «вручную». А обрабатывать и сохранять эту информацию крайне важно, любое управленческое решение основывается на информации о ходе процесса, которым управляют.

Основные задачи:

- увеличение объемов производства;
- расширение номенклатуры;
- обеспечение конкурентоспособности продукции;
- выход на новые рынки сбыта;
- обеспечение высоких темпов развития;
- получение выгодных государственных контрактов и др.

**ЦЕЛЬ**

1

Взаимосвязанные производственные и коммерческие задачи для достижения конечной цели

Главное назначение ЦСУ — обеспечение достижения основной цели производства. Слово «цифровая» появилось в названии системы для того, чтобы подчеркнуть использование во всех процессах управления электронных вычислительных средств, которые сегодня в подавляющем большинстве основаны на цифровых технологиях.

Конечной целью любого производителя является получение максимальной прибыли. Взаимосвязанные производственные и коммерческие задачи для достижения этой цели представлены на рис 1 — без их комплексного решения достижение основной цели невозможно. На современных отечественных производствах управление всем этим комплексом осуществляется механизмами (и средствами), заложенными еще во времена СССР. И если внедряется автоматизация, то она затрагивает «старые» механизмы, а для эффективного решения современных задач необходимо изменение самих этих механизмов.

При решении поставленных задач приходится сталкиваться с целым рядом негативных факторов, приведенных на рис 2. Обычно все они сопутствуют старым механизмам управления. Попробуем проанализировать их причины и наметить способы борьбы с ними, которые можно разложить по следующим направлениям.

Факторы, тормозящие развитие современного производства:

- минимальный уровень автоматизации документооборота;
- наличие разрозненных автоматизированных систем, не имеющих связи друг с другом;
- долгое прохождение управленческих документов по инстанциям для согласования и утверждения;
- длительные сроки освоения новой продукции;
- медленная оборачиваемость средств из-за неэффективного управления ресурсами;
- проблемы с поставками из-за отсутствия обратной связи по качеству;
- затоваривание промежуточных складов из-за неэффективного управления запасами;
- низкий контроль технологической дисциплины;
- несовершенная система контроля исполнителей;
- отсутствие подробной и объективной информации об истории изготовления каждого изделия и происхождении его составных частей;
- невозможность гарантировать потребителю качественные показатели выпускаемой продукции.

2

Факторы, тормозящие развитие современного производства

СОКРАЩЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ

Высокие материальные затраты — это не результат высокого потребления ресурсов, а, зачастую, результат неэффективной оценки их потребностей. Если не иметь достоверной и актуальной информации о складских запасах, придется закупать гораздо больше ТМЦ, чтобы не допустить остановки производства. Если постоянно не фиксировать данные о качестве закупаемых товаров, трудно сравнить процент возможного брака при поставке тем или иным поставщиком. Здесь же может лежать и причина поставки контрафакта. При отсутствии быстрого получения данных о конструкторских изменениях, нельзя своевременно обеспечить изменение номенклатуры поставок. И так далее... Все перечисленное — повод задуматься об эффективности применяемого складского учета и снабжения.

Снижению материальных затрат способствует оптимизация планирования выпуска продукции и, как логичное продолжение, планирование закупок и сбыта. Так как эти задачи имеют многочисленные связи друг с другом, процесс их эффективного взаимодействия требует привлечения больших ресурсов. В случае «ручного» управления это будут человеческие ресурсы, применение которых само по себе приведет к росту за-

трат. Единственно возможное эффективное решение — автоматизация планирования. И здесь появляется одно маленькое «но»: для автоматического расчета планов должны быть применены алгоритмы и методы, правильно отражающие реальную специфику данного производства и его номенклатуры. Это требует специальных решений по адаптивному программному обеспечению.

Еще один важный элемент — снижение затрат непосредственно в производстве. В него входят: снижение операционной трудоемкости (оптимизация технологических процессов, эффективное применение современного оборудования и др.), снижение потерь от операционного брака (как можно более раннее выявление и устранение несоответствий), борьба с незавершенным производством, повышение надежности конечных изделий (что снижает затраты на гарантийный ремонт).

СОБЛЮДЕНИЕ ПЛАНОВЫХ СРОКОВ

Выпуск продукции вовремя не только позволяет корректно выполнить договорные обязательства перед потребителями, но и обеспечивает запланированные загрузки производства и потребление ресурсов (что может оказаться даже важнее!). Для соблюдения плановых сроков важно обеспечить взаимодействие всех служб, участвующих в обеспечении производственного процесса. Это поставки (своевременные и полные по номенклатуре), их рациональное распределение во времени, полная и своевременная технологическая подготовка производства (она также является объектом планирования), учет графиков планово-предупредительных ремонтов на оборудовании, строгая регламентация процедур утверждения и согласования документов.

Немаловажное значение имеет и правильная оценка временных затрат при разработке планов.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Качество продукции начинается с качества конструкторской и технологической документации на нее. Это: технологичность и тестопригодность изделий, применение автоматизированных систем проектирования (с электронной документацией на выходе), а также решение вопросов унификации и постоянной верификации номенклатуры и электронных библиотек компонентов.

Второе слагаемое — качество исходных комплектующих, компонентов и материалов. Это обеспечивается квалификацией поставщиков, составлением ограничительных перечней, входным контролем и соблюдением условий и сроков хранения. Последние факторы накладывают специфические требования на автоматизацию складского учета.

Третье слагаемое — обеспечение качества в производстве. Здесь необходимо провести разделение на технологические и организационные меры. Первые включают меры по снижению влияния человеческого фактора (автоматизация хранения ТМЦ, подготовка производства и комплектации, уменьшение доли ручного труда при выполнении технологических операций, объективный контроль соответствия продукции). Вторые — контроль соответствия технологическим требованиям, увеличение ответственности персонала и повышение его квалификации.

Все вышеизложенные принципы подробно изложены в стандартах ISO (ГОСТ Р ИСО) и, безусловно, имеют отражение в функционале ЦСУ.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПЕРЕД ПОТРЕБИТЕЛЕМ

Этому аспекту на фоне остальных производственных проблем зачастую уделяется внимание по остаточному принципу, что оказывается серьезным упущением в обеспечении конечной цели. Почему? Вспомним один из основных принципов системы менеджмента качества — удовлетворение потребностей потребителя, и тогда будет очень легко определить основные составляющие данного направления:

- обеспечение уровня качества, определенного контрактом;
- своевременный отзыв продукции при обнаружении массового дефекта;
- предоставление документальных подтверждений применения требуемых технологий и материалов;
- возможность найти виновника несоответствия при производственной кооперации;
- индивидуальная паспортизация изделий;
- обеспечение сохранности данных о производстве в течение всего периода эксплуатации.

Выполнение этих требований под силу только при наличии автоматизированной системы, широко интегрированной по всему производственному процессу.

Основное назначение описываемой в данной статье ЦСУ — это обеспечение решения основных производственных задач путем их разделения на более простые и логически самостоятельные компоненты.

Структура и особенности ЦСУ

Как уже говорилось выше, главная особенность данной системы — учет специфики производств в электронной, радиоэлектронной и полупроводниковой промышленности. Эта специфика включает в себя множество как принципиальных, так и, на первый взгляд, незаметных решений. Среди них: специальные механизмы планирования для электронных сборочных производств,

Основные производственные задачи, решаемые ЦСУ:

- хранение электронных конструкторских и технологических документов;
- ведение номенклатуры ТМЦ и поставщиков комплектующих и материалов;
- ведение складского учета и учета в производстве;
- маркировка и идентификация объектов учета (ТМЦ);
- входной контроль;
- проведение подготовки выпуска партий изделий;
- пооперационное прослеживание выпуска изделия с фиксацией технологических параметров;
- контроль качества в производстве;
- выдача информации о состоянии и местонахождении объекта в любой момент времени;
- формирование электронного технологического паспорта изделия;
- идентификация пользователей и разделение их прав доступа;
- мониторинг автоматизируемых процессов с выдачей предупреждающих сообщений в реальном времени.

планирование закупок, учитывающее характер и назначение закупаемых компонентов и материалов. Система складского учета, позволяя работать с любыми ТМЦ, тем не менее адаптирована к особенностям приборного производства. Имеется гибкий механизм атрибутов, которые можно добавлять к стандартным свойствам объектов учета и определять их дальнейшее использование в производстве. Обеспечивается механизм идентификации и прослеживаемости по всей цепочке перемещения ТМЦ и при выполнении технологических операций. Программное обеспечение ЦСУ имеет возможность информационного взаимодействия с автоматизированным технологическим оборудованием, которое предназначено для использования в приборном производстве (системы хранения, установщики, автоматы для нанесения специальных материалов, тестовое оборудование и т.п.)

ЦСУ состоит из двух взаимосвязанных функциональных элементов. Первый — это универсальная корпоративная информационная система (в зарубежной терминологии — ERP). Она обеспечивает электронный документооборот, планирование, ведение и хранение технических данных по изделиям, складской учет, подготовку к выпуску партий, а также присваивает объектам учета уникальные номера. Все электронные документы в ней представлены в виде бизнес-объектов — записей в базе данных, отражающих свойства и характеристики реальных документов, участвующих в производстве. Бизнес-объекты характеризуются тем, что правила их создания, движения, изменения, удаления, а также права доступа к ним могут быть легко и быстро настроены в соответствии с правилами, принятыми на каждом конкретном производстве. Любые действия над бизнес-объектами могут совершаться только уполномоченными на это пользователями.

Второй элемент системы — автоматизированная система управления производственной деятельностью (также известная как MES). В ее функции входит обеспечение информационной связи с рабочими

местами и технологическим оборудованием, идентификация и фиксация местоположения объектов производства и технологических параметров. На основании этих собранных данных формируется развернутая система отчетов для обеспечения непрерывного контроля над производственным процессом и его результатами.

Важнейшей функцией этого элемента системы является обеспечение маркировки, идентификации и прослеживаемости объектов в производстве. Прослеживаемость в производстве — это способ организации производственного процесса, при котором можно проследить предысторию, использование или местонахождение каждой единицы продукции и действий, связанных с ее изготовлением (хранением, ремонтом и т.п.) При этом каждый объект и субъект производства должны нести в себе некоторые индивидуальные метки, которые могут быть считаны и переданы в автоматизированную систему обработки данных. Например, полуфабрикаты и изделия могут быть отмечены штрих-кодами, работники — индивидуальными картами доступа, приборы и оборудование — заводскими номерами.

Хотя, как говорилось выше, ЦСУ состоит из двух частей, функционально и информационно эти части неразделимы в общем процессе. Это тоже является индивидуальной особенностью данной системы. Ее функционал можно условно представить в виде трех подсистем.

Первая из них обеспечивает подготовку электронных данных, необходимых для самого производственного процесса (номенклатура, состав изделий, иерархия этого состава и технологические процессы). Эти данные определяют что, из чего и как должно быть произведено.

Вторая — осуществляет контроль за всеми ТМЦ, участвующими в производстве, а также за выполнением технологических процессов. Ее работа основана на данных, которые были определены в первой подсистеме (эти данные определяют набор правил, по которым функционирует вторая подсистема).

Третья — обеспечивает организационную подготовку производства, а также средства планирования и диспетчирования производства. Основные факты, которыми оперирует эта подсистема — готовность к началу производства, укомплектованность, очередность заказов, прохождение стадий изготовления, загрузка производственных мощностей.

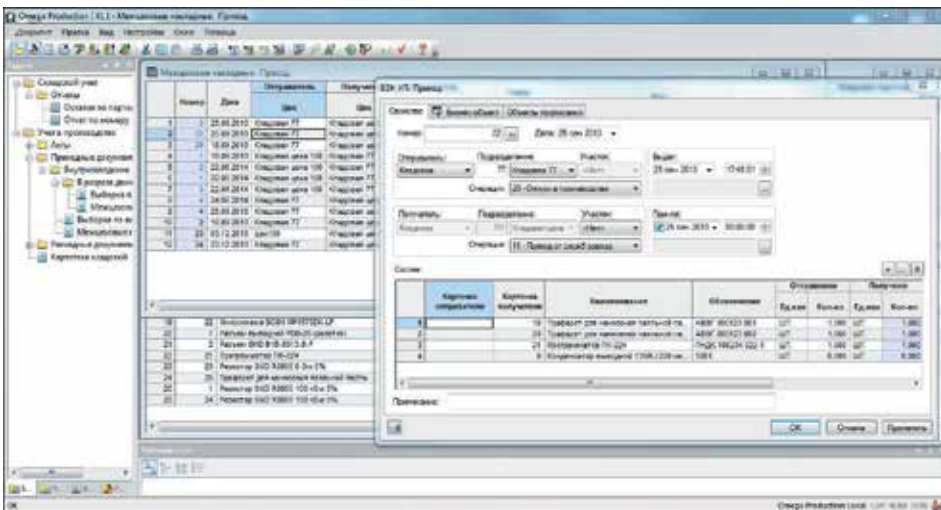
Все три подсистемы совместно обеспечивают единый последовательный информационный процесс, сопровождающий выпуск изделия: от получения документации до его поступления на склад готовой продукции. Еще раз подчеркнем, что такое деление единой системы условно, но при наличии механизма разделения прав и задач у пользователей позволяет четко распределить функции между персоналом, решающим технические, производственные и управленческие задачи.

И здесь мы подходим еще к одной индивидуальной особенности ЦСУ. Она касается организации взаимодействия человека с информационной системой (пользовательский интерфейс). Работа любого пользователя построена на основе индивидуального интерфейса решаемой задачи. Это означает, что каждый пользователь видит перед собой только те задачи, которые

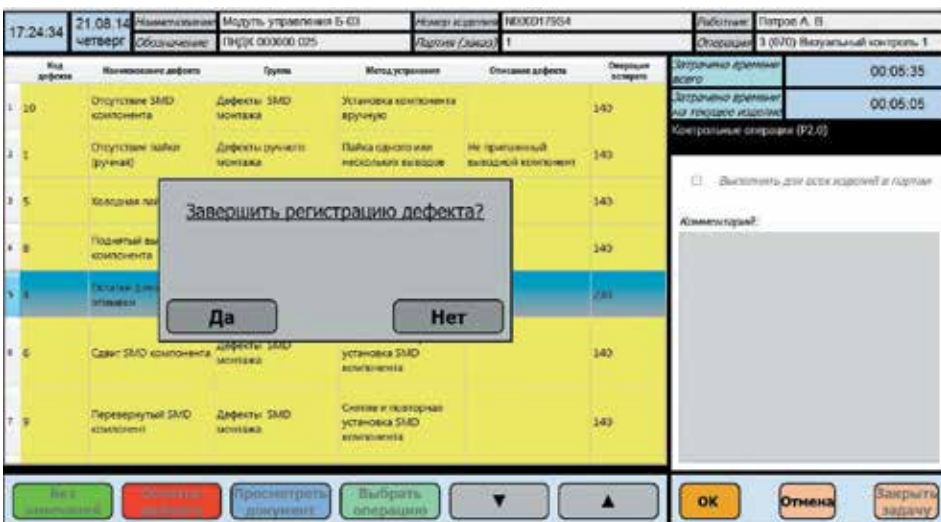
определены его ролью в общем процессе. Такой подход к организации интерфейса рабочих мест позволяет решить сразу три задачи: ограничение доступа, уменьшение возможных ошибок и минимизация требований к подготовке пользователя.

По оснащению техническими средствами рабочие места разделяются на две группы: со стандартными компьютерами офисного класса и с упрощенным интерфейсом ввода данных через сенсорные мониторы. Вторые применяются для отметки выполнения технологических операций в производственном процессе. Их программное обеспечение максимально специализировано под выполняемые функции и не требует никаких специальных знаний для работы (только короткий вводный инструктаж). В силу нерациональности оснащения каждого рабочего места ручных операций отдельным компьютером рабочие места второго типа могут выполняться в виде коллективных точек ввода информации — терминалов, позволяющих его поочередное использование несколькими работниками, допущенными к проведению работ данного типа.

Примеры пользовательских интерфейсов рабочих мест первого и второго типов приведены на РИС 3 и РИС 4.



3 Интерфейс рабочего места кладовщика (пример)



4 Интерфейс рабочего места контролёра (пример)



5
Архитектура ЦСУ

Оборудование ЦСУ имеет «классическую» клиент-серверную архитектуру рис 5 и работает в локальной вычислительной сети предприятия.

Подготовка и управление производством, как правило, осуществляется на обычных компьютерах офисного класса без каких-либо специальных требований. Может потребоваться ввод документов с бумажных носителей с помощью планшетных сканеров. Для складского учета дополнительно нужны устройства для нанесения и считывания маркировки.

Для обеспечения прослеживания ручных технологических операций могут использоваться специальные информационные терминалы с сенсорными экранами, которые дополнительно оборудованы считывателями маркировочных кодов и карт идентификации работников. Для рабочих мест, на которых выполняются сложные операции (ремонтные, контрольные или регулировочные), могут устанавливаться отдельные компьютеры со считывателями маркировочных кодов. Программное обеспечение этих рабочих мест также позволяет выдачу технологической и конструкторской документации напрямую на экран монитора.

Как это работает

Внедрение на предприятии ЦСУ позволяет организовать производственный процесс с использованием только электронных документов. Уже только этот факт позволяет уменьшить трудозатраты и сроки выполнения

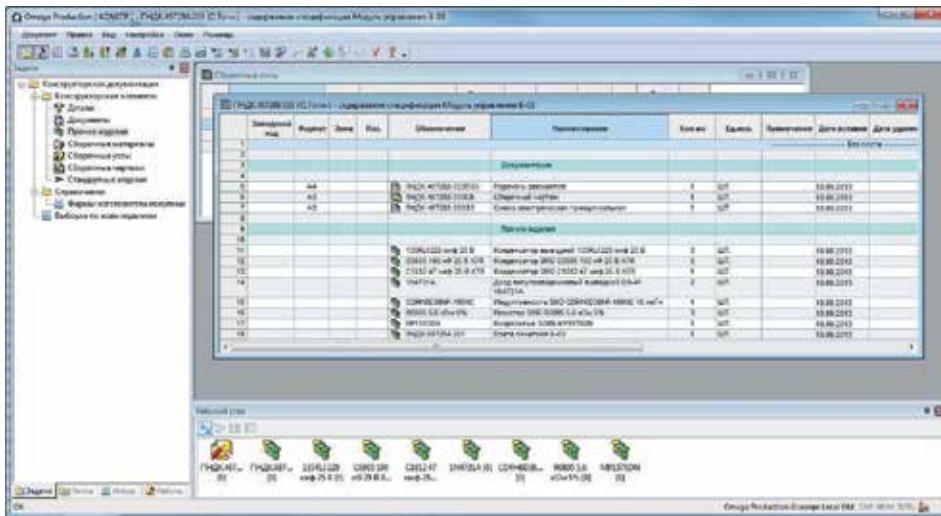
работ, а также сокращает количество ошибок в составлении документов. Конечно, при необходимости можно сделать бумажную копию любого документа. Каждому документу присваивается уникальный номер в системе, поэтому по распечатанному документу можно легко найти в системе его электронный образ.

Пользователи системы могут обмениваться друг с другом сообщениями по внутренней почте, кроме того возможна автоматическая отправка сообщений по событиям. Этот механизм оказывается очень полезен, если не у всех работников есть индивидуальный телефон или работник периодически отсутствует на рабочем месте.

ЦСУ обладает высокой степенью гибкости настроек, большинство из которых может быть сделано самими пользователями (конечно, не рядовыми, а с правами администратора) в процессе рабочей эксплуатации. Примерами таких настроек могут служить: структура подразделений, права и группы пользователей, видимость только необходимых пользователям задач, параметры ведения учета, правила и последовательность утверждения документов и другие. Основные настройки производятся при инсталляции системы и являются частью адаптации системы к условиям конкретного предприятия.

Для производства какого-либо изделия под управлением ЦСУ необходимо прохождение нескольких этапов, которые включают подготовительные действия и само производство. Рассмотрим эти этапы более подробно.

Создание номенклатурных справочников комплектующих, материалов и изделий. Это необходимо для задания



6 Работа с конструкторскими объектами

всех объектов складского учета и описания состава изделий. К обязательным параметрам для каждого элемента могут быть дополнительно заданы поставщик/производитель, неснижаемый уровень складского остатка, аналоги для замен, запас на технологические нужды и др. Справочники создаются один раз и в дальнейшем только дополняются новыми элементами.

Занесение конструкторских документов (КД) в электронном виде. ЦСУ не является системой для разработки КД, она лишь позволяет осуществлять хранение (в любом формате файла) и использование КД в работе. Текстовые документы можно создать непосредственно в системе в процессе добавления КД. Поддерживается ведение ревизий отдельных документов и их комплектов. КД определяет состав изделий, а также является основой для создания технологических процессов. Здесь определяется потребность в материалах и устанавливается связь с другими сборочными единицами. Кроме того, при наличии КД в электронном виде к ним можно организовать доступ с компьютеров рабочих мест в производстве. КД можно также вывести на печать в стандартной форме. Пример пользовательского интерфейса для работы с конструкторскими объектами (документами и элементами спецификаций) показан на рис. 6.

Занесение технологических документов в электронном виде. Здесь все аналогично конструкторским документам. Технологические документы вносятся в систему и при необходимости подключаются к технологическому процессу. Поддерживаются единичные, групповые и типовые технологические процессы. Имеется простой механизм создания единичного технологического процесса по типовому, что является частой задачей в производстве электронной аппаратуры. На этом этапе также определяется потребность в приборах, приспособлениях, технологической оснастке. В технологическую документацию могут быть добавлены интерактивные

инструкции, которые потом «воспроизводятся» на рабочих местах в качестве руководства для выполнения операций. На рабочие места можно также передавать для просмотра и другие технологические документы (аналогично конструкторским).

При наличии в базе данных системы полного комплекта электронных документов можно автоматически определить потребность для выпуска некоторого установленного количества изделий, причем, если изделие является сложным (включает в себя другие сборочные единицы), будет вычислена общая потребность для выпуска всех необходимых сборочных единиц. Этот список может служить основой для выдачи заявки в службу материального снабжения. Далее, нужно будет только контролировать приход ТМЦ на склад комплектации.

Складской учет. Полученные компоненты, комплекту-



7 Пример маркировки компонентов

ющие и материалы поступают на склад комплектации. На этапе принятия накладной каждой партии (упаковке) присваиваются индивидуальные номера, которые затем распечатываются в виде штрих-кодовых наклеек и носятся на объекты учета рис 7. В приходной накладной также делаются ссылки на поставщика и документы поставки. Все это позволит в дальнейшем идентифицировать происхождение каждой материальной ценности. Если ТМЦ является давальческой, устанавливается соответствующий атрибут, который позволяет вести дальнейший учет особым образом. Другие правила складского учета ничем не отличаются от общепринятых.

Каждая заготовка нового изделия (например, печатная плата) также снабжается индивидуальным кодом рис 8. Это позволяет проследить ее движение в производстве с помощью считывания меток автоматическими рис 9 или ручными сканерами. Кроме того, идентификация заготовки (полуфабриката) позволяет однозначно поставить соответствие между производимым изделием



8 Пример маркировки печатной платы



9 Считывание маркировочной метки с печатной платы на конвейере

и технологическим процессом, помогая исключить многие технологические ошибки.

Электронная ведомость комплектования партии может заполняться по мере поступления ТМЦ на склад. Её 100% заполнение служит сигналом к началу производства. Диспетчер производства (или другой уполномоченный работник) в своей задаче видит список заказов со сроками и состоянием укомплектованности и принимает решение о начале работы по тому или иному заказу. Кладовщик по ведомости формирует набор необходимых ТМЦ и выдает их в цех.

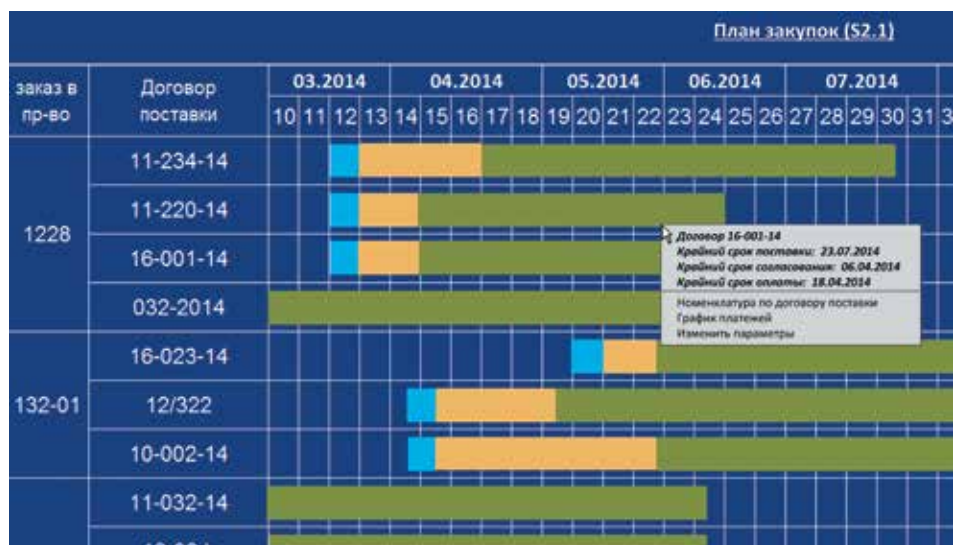
На рабочих местах производится идентификация заготовок и отмечается прохождение каждой технологической операции в соответствии с заданным ранее техпроцессом. Если это ручные операции, то проводится сканирование кодов ручным сканером и ручная фиксация момента начала и завершения операции. Исполнитель операции определяется либо как пользователь программы (на индивидуальном месте), либо через регистрацию на своем рабочем месте (для операторов оборудования), либо прикладыванием карты идентификации (при работе с коллективным терминалом). На конвейерных операциях код сканируется автоматическим сканером и поступает в программу-сборщик данных. Программа-сборщик также следит за всеми несоответствиями между поступающей информацией и требуемыми параметрами технологического процесса и выдает предупреждения на специальной панели управления системы.

А что на выходе?

Основная задача ЦСУ — обеспечить сбор, хранение, систематизацию данных обо всех участниках производственного процесса. А результатом всей этой деятельности являются наглядно сформированные отчеты, характер и диапазон охвата которых определяется рабочим местом их владельца. Для руководителей разных уровней и служб доступны свои формы отчетных данных.

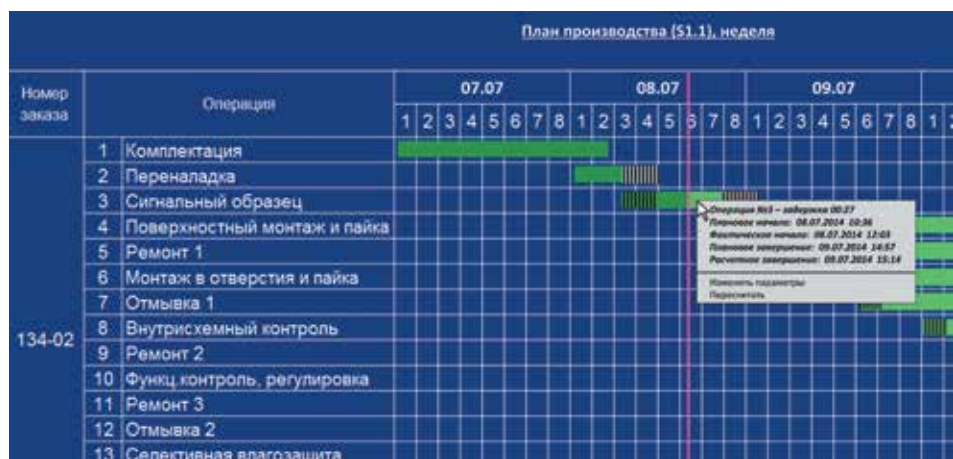
Например, руководителям верхнего звена необходима актуальная информация по выполнению планов каждой из служб, а также отклонения реальных показателей от плановых. Здесь речь идет о планах на относительно продолжительный промежуток времени: год, квартал рис 10.

Руководителям уровня начальников цехов (участков) нужны данные по более коротким временным отрезкам. Желательно, чтобы на этих же графиках можно было с помощью простых манипуляций отобразить основные сведения о причинах отклонений рис 11. Можно контролировать ход производства в разрезе различных факторов, например, пооперационный контроль, мониторинг оборудования, загрузка рабочих мест, статистика брака,



10

Фрагмент плана закупок службы МТС



11

Фрагмент плана-отчета с комментариями

статистика соотношения между плановыми и реальными трудозатратами и т.п. При наличии индивидуальных номеров у каждого изделия можно в любой момент времени получить информацию о том, где это конкретное изделие находится и в каком оно состоянии. После выпуска изделия можно получить полный отчет о прохождении операций с учетом их пропуска, повторений, обнаружения брака, его устранения и состава изделия по номерам входящих компонентов. Наличие такого набора данных позволяет сформировать технологический паспорт изделия.

Руководителям складских служб требуются данные по реальным складским запасам, их движениям и резервам. И так далее...

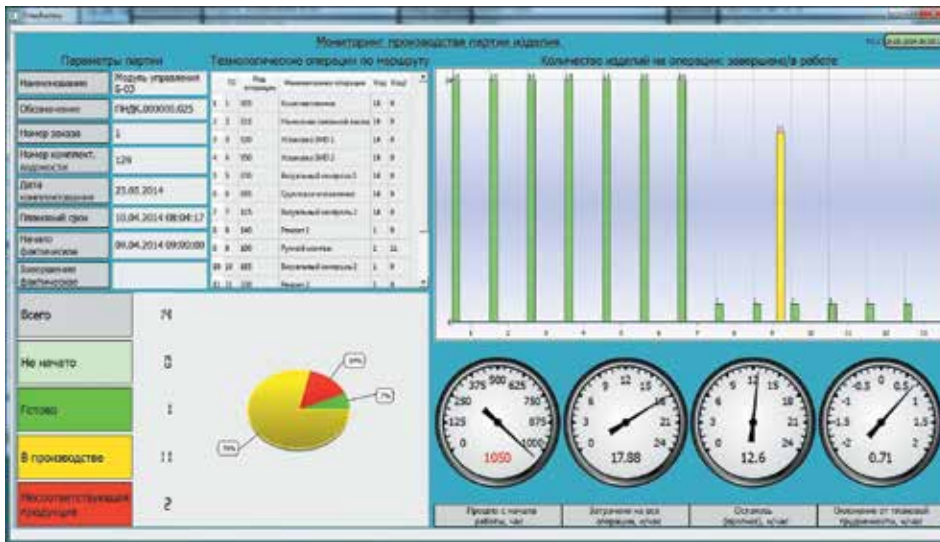
ЦСУ позволяет получать отчеты двух типов: статические отчеты по данным на момент формирования и динамические приборные панели. Смысл последних состоит в том, что можно один раз открыть на экране компьютера сформированный отчет и видеть все происходящие изменения — отчет просто автоматически пересчитывается через заданные промежутки времени.

Так можно следить за (относительно) быстро меняющимися важными процессами. Например, за прохождением технологических операций в партии изготавливаемых изделий РИС 12.

Вопросы внедрения

ЦСУ имеет модульную структуру, что обеспечивает решение по автоматизации производства от отдельного производственного участка до масштабов всего предприятия. Если начать с малого, то для дальнейшего развития системы не потребуется создавать заново сетевую инфраструктуру и закупать новые серверы. Именно так и нужно начинать внедрение с точки зрения обучения работе со сложной системой и постепенного изменения психологии персонала.

Внедрение ЦСУ, как и любой другой аналогичной системы, начинается с аудита производства и построения модели имеющихся производственных процессов. Затем в модель вносятся изменения, пожелания за-



12
Пример динамического отчета

казчика и на основании этого разрабатывается техническое задание. После его подписания исполнитель прорабатывает техническое решение, результатом которого является точный состав аппаратуры и программного обеспечения предполагаемого решения. Начинается работа по поставке необходимого оборудования и, параллельно, подготовка программ, которые адаптируются под поставленную задачу путем соответствующих настроек, внесения изменений и дополнений, а также включением в состав необходимого набора готовых модулей.

Аппаратное обеспечение состоит из стандартного оборудования, которое уже может быть у заказчика (например, сервер, элементы локальной вычислительной сети, компьютеры рабочих мест), и специализированного: терминалы технологических операций, сканеры, оборудование для маркировки. Стандартное оборудова-

ние может быть также приобретено заказчиком самостоятельно.

После полной готовности компонентов аппаратно-программного комплекса производятся монтажные и пусконаладочные работы, проходит обучение персонала. Результатом этого этапа является готовность к опытной эксплуатации системы. В процессе опытной эксплуатации выявляются скрытые несоответствия требованиям технического задания, которые на данном этапе устраняются; одновременно под руководством специалистов исполнителя совершенствуется квалификация производственного персонала; корректируется эксплуатационная документация. Как правило, результатом должна быть способность информационной системы под управлением штатного персонала самостоятельно решать все поставленные производственные задачи. Это означает переход к рабочей эксплуатации.

С началом периода рабочей эксплуатации системы заказчик становится ее полноправным хозяином. Но это не означает, что теперь все производственные проблемы решатся сами собой. Нужно отчетливо понимать, что ни одна автоматизированная система не будет ничего делать самостоятельно, ее ключевым звеном всегда останется человек и его целенаправленные действия.

Современное решение

для архивов
предприятий



Текст: **Андрей Мазалов**

”

На дворе третье тысячелетие, а люди до сих пор в ежедневной работе используют «бумажные документы». Как бы далеко не шагнул прогресс, ближайшие несколько десятков лет люди не перестанут чертить на ватманах, рисовать на холстах и скреплять свои намерения в договорах на бумажных носителях. Электронные документы дублируют и частично заменяют верного друга человека — бумагу, но архивы конструкторской, бухгалтерской и иной документации, требующие особых условий хранения, мы по-прежнему храним на бумажных носителях.

Бумажные документы и их хранение значительно влияют на организацию работы компании, ее успешность и конкурентоспособность на рынке. Поэтому управляемый документооборот и сохранность бумажных носителей чрезвычайно важны, от них зависит скорость работы сотрудников и скорость принятия решений.

Документооборот — это отдельная интересная тема, но сегодня мы поговорим о хранении и использовании бумажных носителей в повседневной работе.

- Какую площадь занимает архив конструкторского бюро крупного производственного предприятия, насколько эффективно используется данная площадь?
- Сколько там хранится документов, сколько работает архивариусов?
- Как обеспечивается безопасность хранения специальной документации и ее учет?
- Какие есть современные решения для хранения различных форматов?
- Как можно автоматизировать и ускорить процесс поиска и идентификации документов?

Давайте рассчитаем несколько вариантов хранения документации и проанализируем их плюсы и минусы на примере реализованного проекта архива конструкторского бюро.

В архиве хранятся по 1 500 единиц документов форматов А1, А2, А3, которые нельзя складывать; 1 500 единиц формата А0, сложенные до А1; примерно 5 000 000 документов, скомпонованных в 44 000 папок формата А4. Общее количество единиц хранения приближается к 50 000 и стремительно растет.



1
Стандартный картотечный шкаф

Какая площадь требуется для хранения такого количества документов, какие эксплуатационные затраты потребуются для создания архива?

Начнем с хранения больших форматов и рассмотрим варианты оптимизации площади хранения.

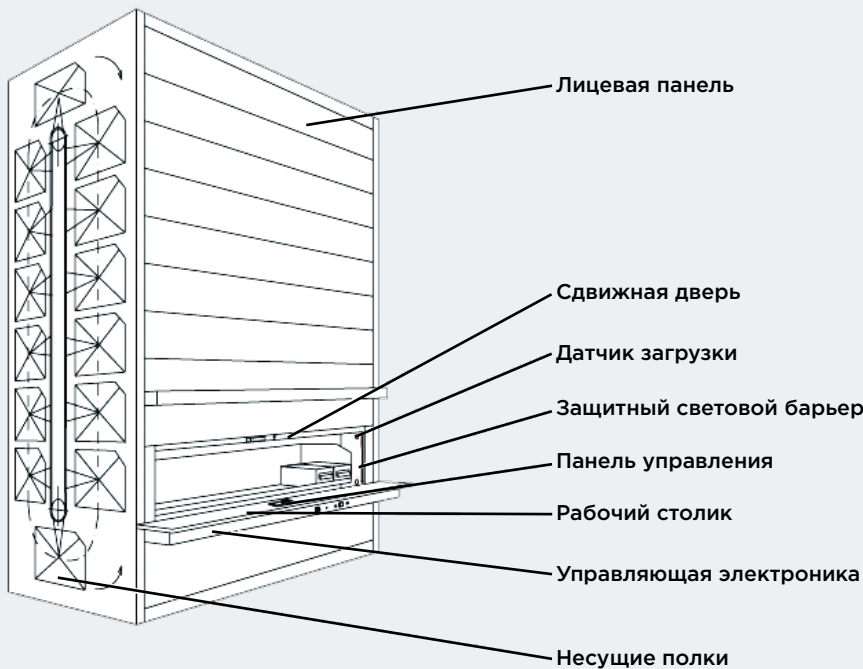
Для хранения больших форматов используется стандартный картотечный шкаф **рис 1** с лотками под формат А0: внешние размеры (ВхШхГ) 1368х990х690, размер лотка 45х860х640, в каждом шкафу 20 лотков. Текущий объем документов сейчас хранится в восьми шкафах и занимает площадь около 13,5 м². Объем документов растет, а свободных площадей становится все меньше. Установка шкафов вертикально «друг на друга» небезопасна и требует использования лестниц, что усложняет доступ к документам, сокращает скорость их поиска и предоставления.

Чтобы оптимизировать площадь, необходимо использовать всю «свободную высоту» помещения. Применив автоматизированную систему хранения карусельного типа **рис 2**, можно разместить 8 000 экземпляров необходимой документации в одной единице на меньшей площади. Габариты системы 3000х3560х1715 (ВхШхГ), в системе есть 120 выдвижных полок с размером 860х600х80 (ДхШхВ), что позволяет хранить формат А1 без сложения бумаги. Проведя простейшие расчеты, мы видим очевидную эффективность предлагаемого решения и как минимум 50% экономии полезных площадей **рис 3**.

Прежде чем перейти к расчетам по хранению 5 000 000 единиц формата А4, изучим требования ГОСТа 2.501-88 (СТ СЭВ 159-83) от 01.01.1989 г. «Единая система конструкторской документации. Правила учета и хранения», регламентирующего общие требования по учету и хранению конструкторских и технологических документов, выполненных в бумажной и электронной формах. Несмотря на давность, документ более чем актуален, и все отраслевые стандарты пишутся на его основе. Документ дает представление о дополнительных требованиях, которые предъявляются к «закрытым архивам», условиям хранения, регламентам по эксплуатации и доступу к документации, к помещениям. Это в большинстве случаев исключает использование «открытых стеллажных конструкций» и ряда других «недорогих типовых решений».

Вернемся к архиву для бумаг формата А4. Для хранения документации использовалось несколько помещений, металлические шкафы и стеллажные конструкции различных габаритов и высотой не более 2 м, чтобы не пользоваться лестницей. Офисные площади, занимаемые данным архивом, превысили все разумные нормы и приближались к 300 м², при этом ни о какой эргономике, учете мест хранения и удобстве при доступе к документам не могло быть и речи. Новое решение на базе автоматизированных

Структура системы



2

Автоматизированная система хранения карусельного типа

систем хранения разных габаритных размеров при относительно небольшой высоте помещения — 4,2 м — позволило компактно разместить весь архив в одном месте площадью менее 120 м², обеспечив соблюдение всех нормативных требований по хранению и эксплуатации. Эффективность использования площади каждый может посчитать самостоятельно.

Рассмотрим дополнительные плюсы внедрения на предприятии автоматизированных систем хранения.

А если пожар?

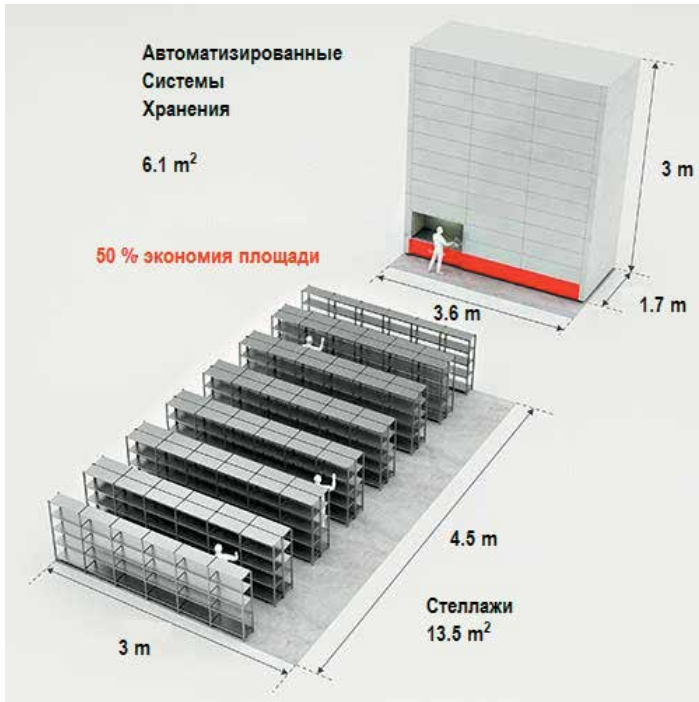
При организации архивов, в первую очередь, встает вопрос о пожаробезопасности. Использование систем пожаротушения на водной основе невозможно, так как оно испортит бумажные носители, а тушение газовым способом — слишком дорогостоящее решение. Применение автоматизированных систем хранения позволило решить данную задачу с минимальными финансовыми затратами. Каждая система хранения была оборудована компактной индивидуальной системой пожаротушения (на базе газового огнетушащего газового состава Хладон-125), что позволяет при возникновении локального возгорания за считанные секунды провести противопожарные мероприятия и потушить очаг возгорания без порчи ценной документации и оборудования. При этом работу архива можно продолжать, проводя ремонтные или сервисные работы только поврежденной единицы хранения.

Увеличение производительности и эргономика

Одной из основных тенденций, наблюдаемой в последние годы, является «уход или замена ручных операций» автоматическими или полностью автоматизированными, то есть роботизация, которая проникла и в архивную деятельность. Повсеместное применение сканеров штрихкодов, которое мы наблюдаем повседневно, например, в магазинах, также используется и для быстрой и безошибочной идентификации документов, увеличивая производительность в десятки раз и сокращая количество ошибок при выборке.

Подсчет ряда параметров производительности архивариуса, позволяющих объективно оценить его работу и внедрить систему премирования на основе таких показателей, как: подбор документов за период, количество документов в одном запросе, скорость подбора, количество ошибок и т.п., невозможен или слишком трудозатратен при «бумажном учете» выдачи документов, существующем на большинстве предприятий. В новом архивном решении за счет внедрения автоматизированных систем хранения и учета, интеграции с системой электронного документооборота можно оперативно учитывать и корректировать эти параметры.

Реализация принципа «товар к человеку» обеспечивает удобный и быстрый доступ к документам, и высшей похвалой решению стала фраза архивариусов: «за документами не надо наклоняться и тянуться, теперь удобно искать».

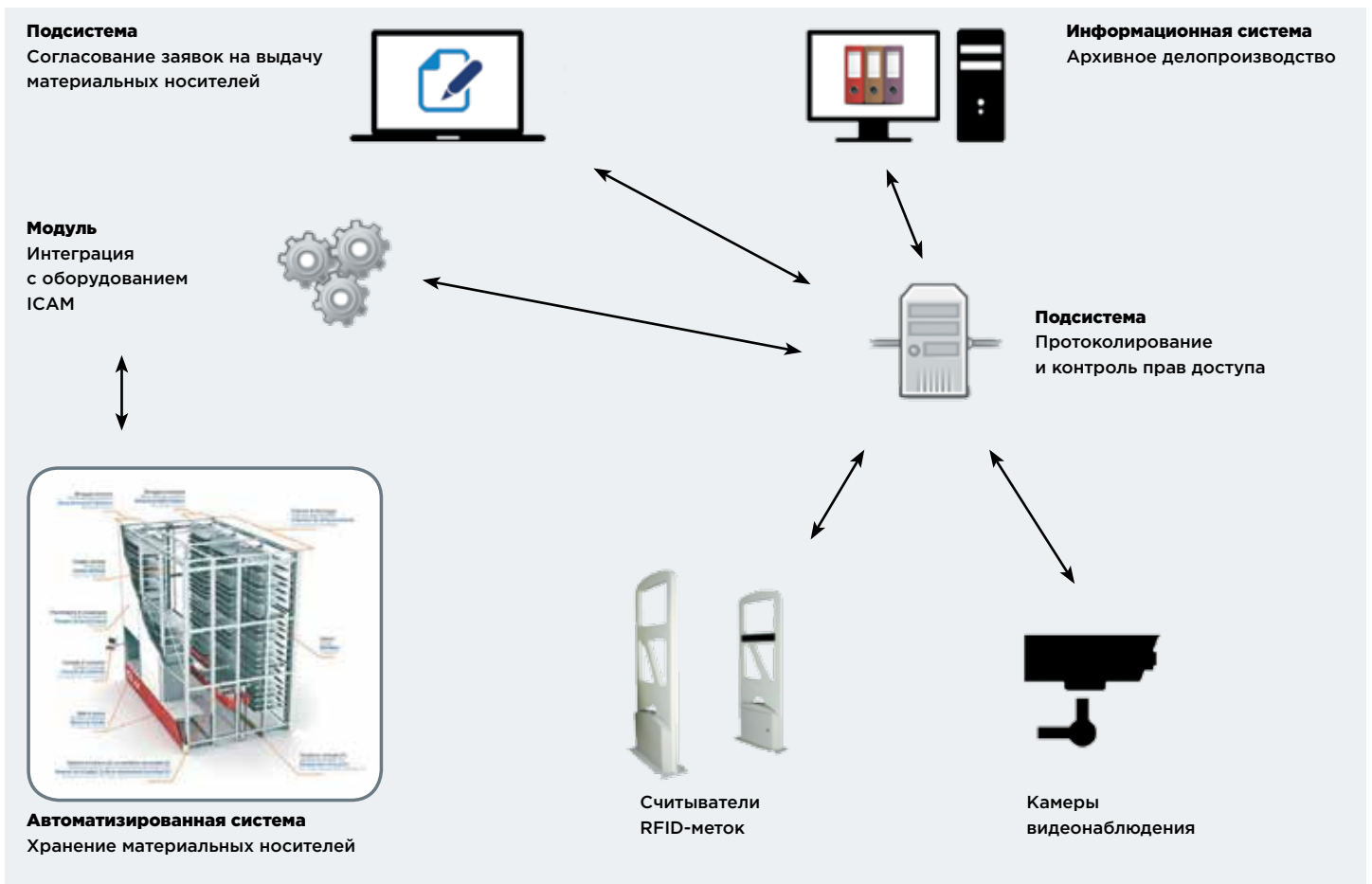


3 Пример эффективного решения по оптимизации площади при использовании автоматизированной системы хранения карусельного типа

Электронный документооборот и автоматизация оборудования

На рис 4 приведена схема объединения электронных систем предприятия и оборудования для хранения документов в единую систему, позволяющую проводить различные операции, начиная с учета выдачи документов и отслеживания их возврата и заканчивая контролем доступа персонала.

Все предлагаемые решения имеют модульную архитектуру, что позволяет решать различные задачи и добиваться необходимого уровня контроля и безопасности операций с помощью использования дополнительных подсистем (СКУД, видеофиксация, RFID-меток и др.). Система может наращиваться и модернизироваться заказчиком самостоятельно в зависимости от возникающих потребностей. Немаловажным фактором при выборе информационной платформы для реализации электронного архива является страна производитель программного обеспечения и ее сертификация ФСТЭК России. В данном проекте использовано российское EMC решение на платформе Directum, сертифицированное по классам защиты КС1/КС2 рис 5



4 Схема объединения в единую систему электронных систем предприятия и оборудования для хранения документов


Персонал и операционные затраты

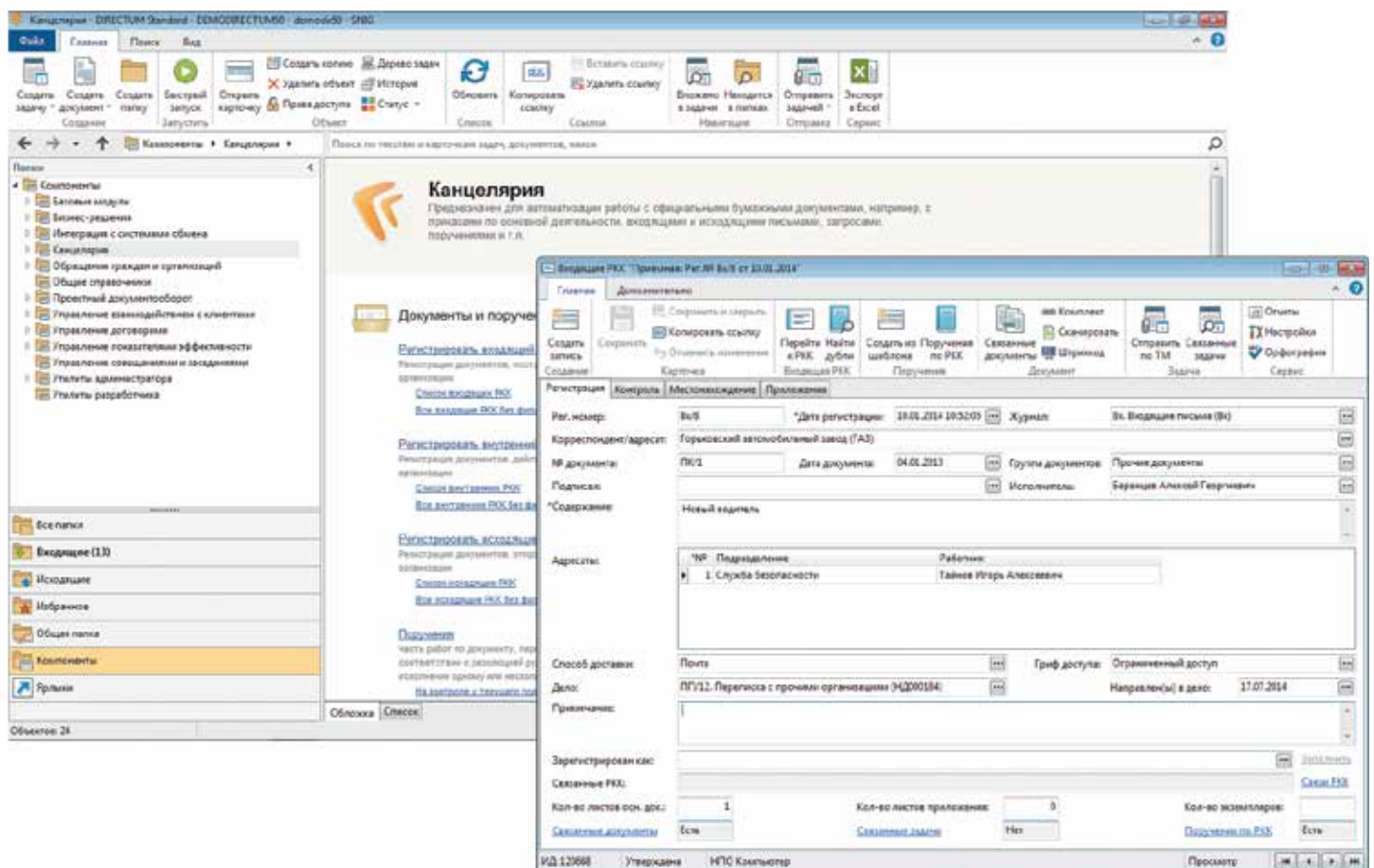
В штате архива конструкторского бюро работали 10 человек, которые с трудом справлялись с объёмами работ по архивированию, учету документации и обработке запросов на выдачу. На предоставление запрашиваемой документации и ее отслеживание уходило не один день. Внедрение новой схемы работы позволило сократить время обработки заявки от запроса до получения документа до 1,5-2 часов. Автоматизация поиска и равномерное распределение операций существенно разгрузили персонал архива, позволили без увеличения штата выполнять поставленные задачи. Внедрение учета и контроля повысило персональную ответственность сотрудников, сделало возможной сдельную оплату труда, улучшило финансовую мотивацию сотрудников.

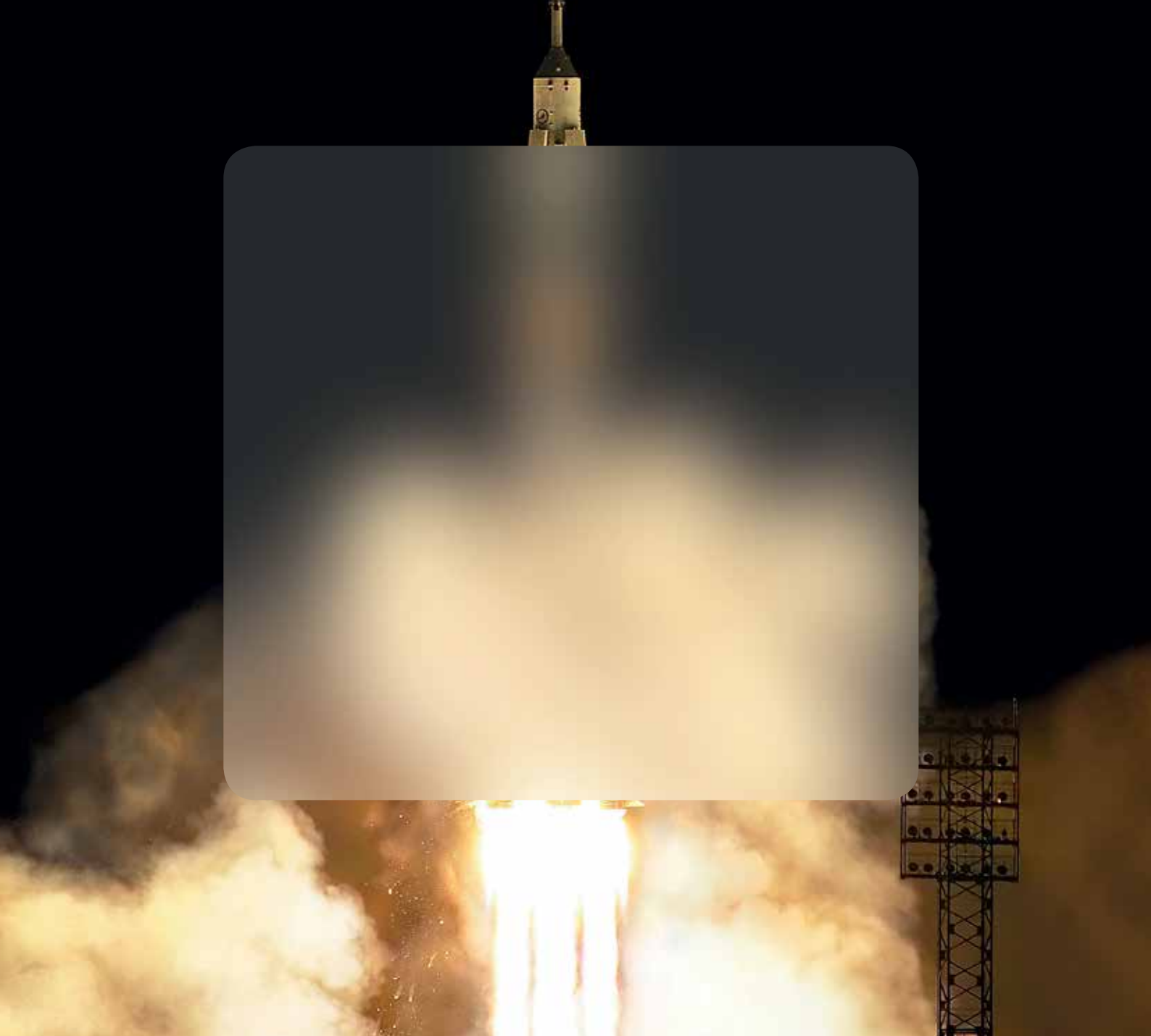
Операционные затраты на обслуживание оборудования не превысили первоначальных проектных значений по энергопотреблению, времени на сервисное обслуживание, скорости реагирования на временные сбои и т.п.

Подведем краткий итог внедрения автоматизированных систем хранения для архивов. Приведенный пример продемонстрировал:

- оптимизацию полезных площадей и использование всего объема помещения;
- возможность учета и контроля проводимых операций;
- повышение эффективности работы архива и производительности архивариусов;
- безопасность и эргономику при работе с документами.

Подбор конкретных планировочных решений, выбор типов оборудования и его производительности, расчет весовых нагрузок, экономического эффекта от внедрения автоматизированных систем хранения зависят от множества факторов и конкретных поставленных задач. 





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

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



будущее
создается

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



ТЕХПОДДЕРЖКА

Участок заливки и герметизации: назревшая необходимость модернизации



Текст: **Андрей Петров**



При производстве техники специального назначения часто используют отечественные компаунды и герметики. Это и всем известные компаунды типа ВИКСИНТ, и эпоксидные компаунды типа ЭД-20, КДС-174, и клеи-герметики ВК-9, ВГО и другие. До сегодняшнего дня применение этих материалов было возможно в основном ручным способом, с помощью подручных средств и без соответствующего профессионального оснащения и автоматизации участков заливки и герметизации. Как ни удивительно, но важные производственные участки, обеспечивающие повышенную надежность техники, все годы бурного обновления отечественных производств были неоправданно забыты и на многих предприятиях выглядят точно так же, как и 20-40 лет назад. Как следствие, страдают качество, надежность и технологичность отечественной продукции. Могут ли участки заливки и герметизации по уровню автоматизации, технологичности и качества соответствовать современным цехам микроэлектроники, сборки печатных узлов и металлообработки? Могут. И именно об этом данная статья и описанные в ней результаты опытно-конструкторских работ.

Существующая ситуация при организации участков заливки и герметизации

Прежде всего, стоит отметить, что многие из отечественных компаундов и герметиков, применяемых при производстве техники специального назначения, разработаны в середине прошлого века, но при этом отнюдь не утратили своей актуальности, широко применяются и зачастую являются весьма конкурентоспособными с точки зрения эксплуатационных свойств. Кроме того, в большинстве случаев только отечественные компаунды и герметики прописаны в спецификациях, неоднократно проверены и одобрены для применения в производстве изделий специального назначения.

«Ахиллесовой пятой» клеев и компаундов отечественного производства является их крайне низкая технологичность по причине следующих факторов:

- нестабильность свойств компонентов от партии к партии и широкий диапазон допуска по технологическим параметрам (например, динамическая вязкость, соотношение смешивания компонентов и др.);

- труднореализуемые пропорции смешивания компонентов: например, для получения готовой смеси компаунда Виксинт У-1-18 необходимо смешать пасту У-1 и катализатор №18 в соотношении 400 к 1 по объёму (и это при колоссальной разности в вязкости);
- необходимость введения в компаунд абразивных наполнителей (например, кварц, алюминиевая пудра) для придания дополнительных свойств.

Перечисленные особенности приводят к тому, что в большинстве случаев заливка и герметизация с использованием отечественных компаундов выполняются вручную. Из-за технологических особенностей материалов и ручного применения на многих предприятиях России технологи сталкиваются со сложностями в построении стабильного процесса заливки и герметизации, повышенным расходом материалов, браком продукции. Специалистам предприятий приходится непосредственно контактировать с вредными компонентами при подготовке и смешивании компаундов рис 1.



1 Типичная картина на участке заливки компаундов на производстве специальной техники в России



2
Бракованная продукция после ручной заливки двухкомпонентных компаундов

На большинстве производств ручной технологический процесс заливки выглядит таким образом:

- с помощью бытовых весов отмеряют необходимое количество компонентов;
- затем компоненты сливаются в общую тару, в которой производится смешивание либо вручную, либо с использованием подручных бытовых или строительных приборов (например, кухонных миксеров, электродрелей и шпателей);
- далее приготовленный таким образом компаунд загружают в шприц, из которого и производят дозирование непосредственно в изделие (иногда с предварительной дегазацией материала).

Такая организация процесса может привести к следующим последствиям:

- нередко нарушается пропорция смешивания из-за значительного человеческого фактора и использования примитивных бытовых весов и миксеров. Как следствие, время отверждения материала может плавать в широких пределах, а в некоторых случаях требуемая полимеризация материала может оказаться вообще невозможной (рис. 2);
- конечные свойства материала могут не соответствовать требуемым эксплуатационным характеристикам (адгезия, прочность, эластичность, твердость);
- при ручном смешивании в смесь попадает большое количество воздуха, который останется в полимеризованном материале и может привести к отказам при эксплуатации;
- сразу же после смешивания компоненты материала начинают реагировать. Это приводит к изменению вязкости во времени, то есть каждое изделие фактически заливается материалом с разной вязкостью. Поэтому возможно плохое заполнение изделия материалом, снижение адгезии, отсутствие герметичности.

Важно помнить, что факт некачественной заливки трудно проконтролировать в закрытом объеме разъема или изделия. И даже при налаженном выходном контроле продукции дефект операции заливки может проявить себя в самый неподходящий момент порой только при эксплуатации изделия в жестких условиях.

Все усугубляется тем, что даже при наличии эффективного выходного контроля и надежном методе обнаружения некачественной заливки или герметизации, полностью удалить компаунд из изделия в случае необходимости трудоёмко, а зачастую практически невозможно. Соответственно, невозможно или крайне затруднительно и проведение ремонта и повторной заливки. Поэтому необходимо так организовать процесс заливки и герметизации, чтобы результат был 100% стабильным от изделия к изделию, и все составляющие процесса контролировались, измерялись и при необходимости автоматически корректировались.

На рис. 3 отчетливо видно, что заполненный вручную разъем содержит большое количество полостей и пузырей, что является результатом ручного смешивания и дозирования. Неполное либо пористое заполнение корпуса разъема может привести к «натягиванию» влаги внутрь, коррозии электрических соединений в местах пайки, токам утечки и – к отказу техники. А выявить данный дефект визуально по внешним признакам практически невозможно.



3
Пример применения двухкомпонентного компаунда Висконт У-2-28


О современном подходе к организации технологического процесса заливки на базе отечественных материалов

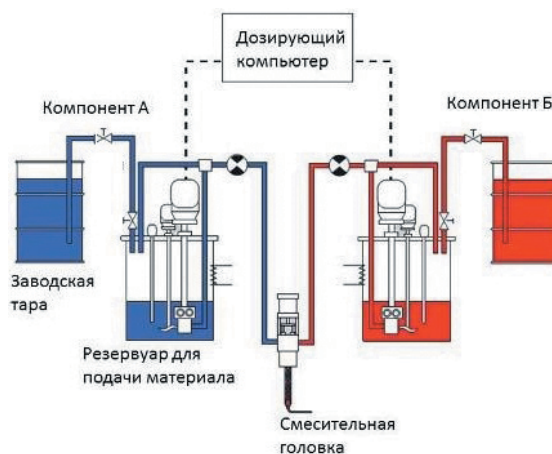
Таким образом, для обеспечения качественной заливки и герметизации изделий необходимо переходить от ручного труда к современным автоматизированным системам подготовки смешивания и дозирования компаундов. Современные решения в данной области позволяют обеспечить качественную подготовку компонентов материалов (в том числе с вакуумированием, нагревом), стабильное и повторяемое смешивание компонентов в правильной пропорции с соотношением от 100:100 до 100:0,25, точное дозирование материалов со 100% повторением объема дозы для каждого изделия.

При этом работа с большинством отечественных двухкомпонентных компаундов на современном оборудовании до недавнего времени была попросту невозможной из-за значительного различия свойств современных зарубежных и отечественных материалов, а также сложных характеристик отечественных материалов, практически исключающих автоматизированное применение.

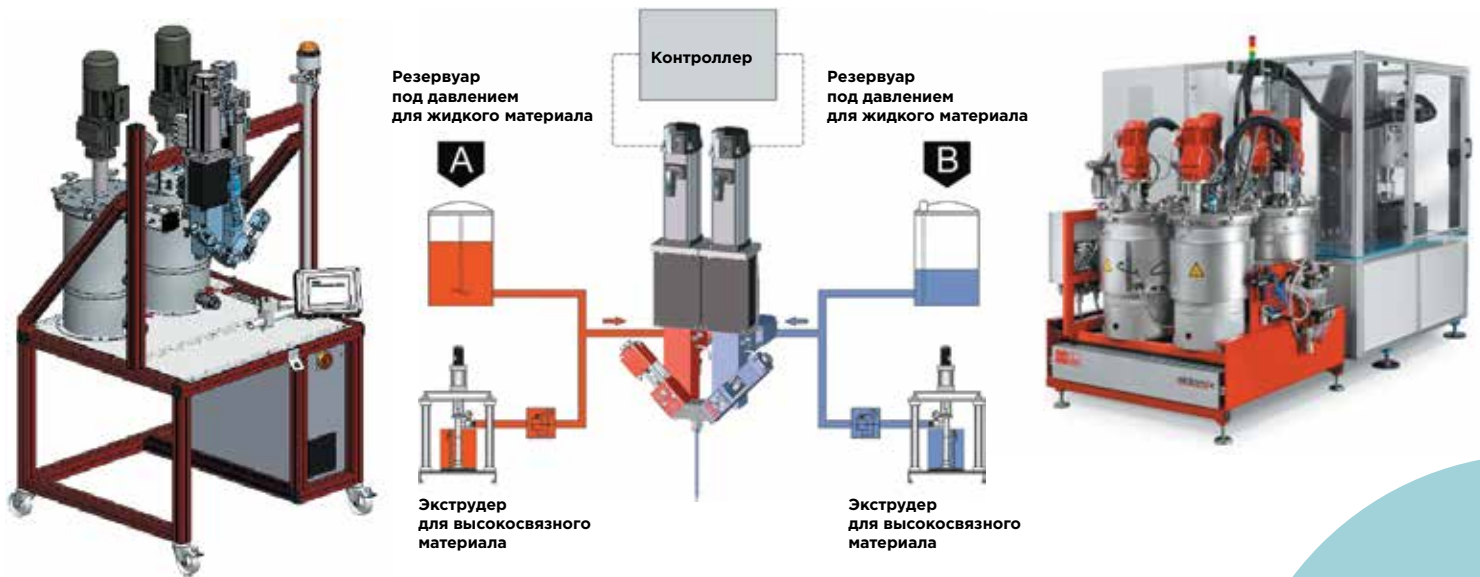
Для выхода из сложившейся ситуации и обеспечения возможности модернизации участков заливки и герметизации было принято решение о тестировании наибо-

лее популярных российских материалов и серии опытно-конструкторских работ в области двухкомпонентных систем дозирования для специфики отечественных предприятий. Участие в данной работе принимали Группа компаний Остек и технологический партнер из Германии — Dorag. Цель — сконструировать системы дозирования, способные эффективно и стабильно работать с отечественными материалами типа ВИКСИНТ, ЭД-20, КДС-174, ВК-9 и другими.

Для тестовых работ с материалами Викиснт К-68, ПК-68, ВК-9, КДС-174 испытания проводились на модернизированной установке DOPAG Eldomix 103  с высокоточными шестеренчатыми насосами и сменным вращающимся статическим смесителем, сочетающим в себе преимущества динамического и статического миксеров. Данный тип оборудования обеспечивает качественное смешивание компонентов материала и при этом не требует дорогостоящей промывки растворителем. Результаты работы фиксировались в отчетах, и для каждого материала были подобраны оптимальные параметры работы оборудования.



 Лабораторная установка DOPAG Eldomix 103



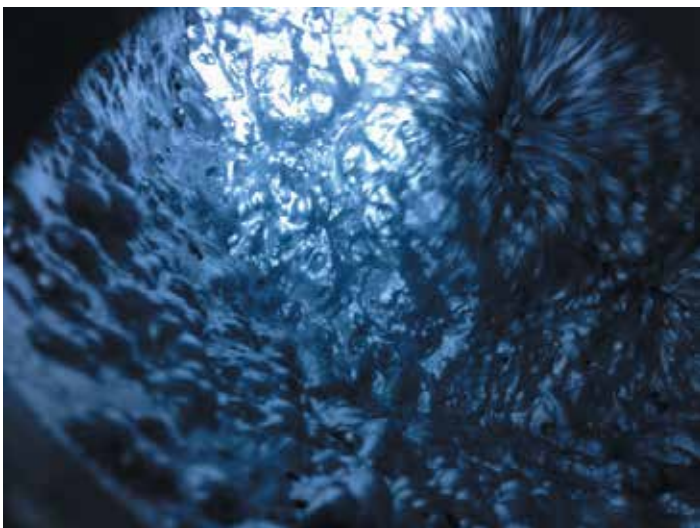
5

Установка подготовки, смешивания и дозирования двухкомпонентных высоковязких компаундов DOPAG Metamix

Для материалов Висксинт У-1-18, Висксинт У-2-28, Висксинт У-4-21 в качестве базы для построения системы дозирования была выбрана установка DOPAG METAMIX рис 5, доработанная с учётом технологических особенностей материала. Была внедрена система специально разработанных высокоточных дозирующих клапанов. Особенностью данной установки является забор основного компонента прямо из заводской тары 30 литров без доступа воздуха, а также использование стандартного статического смесителя.

Для отработки процесса дозирования материала с абразивными наполнителями (КДС-174 с кварцем

и алюминием) была модернизирована и доработана установка DOPAG METAMIX. Конструкция дозирующих поршневых насосов установки позволяет уверенно работать с абразивными наполнителями, например, кварцем с частицами до 100 мкм, а индивидуально управляемый сервопривод каждого насоса гибко выставляет требуемые коэффициенты смешивания. Для удаления большого количества воздуха из смеси после введения наполнителя использован вакуумируемый бак компонента А рис 6. В бак А также встроена система агитации (помешивания) смеси и рециркуляции для предотвращения расслоения смеси и выпадения твёрдого осадка.



6

Процесс вакуумирования смолы КДС-174 после введения твердого наполнителя



7
Образцы отверждённого материала КДС-174 с введёнными твёрдыми наполнителями, ВК-9, Виксинт ПК-68

В результате проведенных работ при использовании перечисленных модернизированных систем дозирования Dorag компоненты материалов были смешаны до однородной гомогенной массы, во всех случаях произошло полное отверждение материала без содержания воздуха в объеме рис 7. Подобные результаты являются

отличным показателем. Достигнуть подобной повторяемости при ручном смешивании затруднительно. Полученные в результате доработки установки Dorag полностью отвечают требованиям для работы с материалами Виксинт У-1-18, Виксинт У-2-28, Виксинт У-4-21, КДС-174, ВК-9, ПК-68 и другими.

Цель была достигнута — появилось семейство машин Dorag, обеспечивающих автоматизированное применение отечественных материалов. Отклонения в коэффициенте смешивания для всех исследованных материалов составили не более 3%, что полностью отвечает технологическим требованиям. Компоненты материалов во всех случаях смешаны до однородной гомогенной массы, произошло полное отверждение материала. А ведь ещё до недавнего времени вопрос модернизации участков заливки и герметизации оставался нерешённым.

В результате внедрения рассмотренных или аналогичных решений предприятия могут получить контролируемый, стабильный технологический процесс заливки и повысить качество продукции. Еще раз подчеркнем: автоматизация технологического участка заливки позволит увеличить производительность, обеспечить точность смешивания и дозирования клеев и герметиков, минимизировать человеческий фактор, повысить качество и надежность специальной техники отечественного производства. ▣



Новый технологический уклад в производстве электроники. Как слияние промышленных и информационных технологий меняет принципы организации производства?

Сегодня мало владеть новейшими технологиями. Необходимо знать, как применять их на практике.

В программе доклады на темы:

Индустрия 4.0: кибер-физические системы, разумное окружение, Интернет вещей
Индустрия 4.0 - M2M взаимодействие в современном производстве
Кибер-физические системы, их применение в современных производствах
Инновационное производство: Концепция «Умная фабрика»
Система цифрового управления приборным производством
Реализация массового производства по индивидуальным заказам с помощью промышленных 3D-принтеров
Автоматизированный склад – инструмент повышения эффективности
Безошибочное производство жгутов проводов и внутриблочных соединений

22–23
октября, Москва

За обновлением программы
и новостями вы можете
следить на сайте:
www.asold.ru