

02 (52) июнь 2021

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал

30 лет

СОДЕЙСТВУЕМ
РАЗВИТИЮ

ПРАВИЛА ЖИЗНИ

Александр Разоренов

10 КАК СОЗДАТЬ ВЕДУЩУЮ РОССИЙСКУЮ
ИНЖИНИРИНГОВУЮ КОМПАНИЮ В
ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОНИКИ

ПЕРСПЕКТИВЫ

Дмитрий Суханов

20 ШАГ ПО НАПРАВЛЕНИЮ
К КВАНТОВОЙ
ЭЛЕКТРОНИКЕ ИЛИ ЖИЗНЬ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В ЭПОХУ
ПОСТ МУРА

ОПТИМИЗАЦИЯ

Алексей Иваненко

46 КАК ПОВЫСИТЬ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО
ПРОИЗВОДСТВА?

Нет спирта? Есть Zestron!

Для любых задач отмыки и очистки в электронике.

Всегда на складе, в любом количестве.



Очистка трафаретов

Всегда в наличии на складе

Качественно удаляют более 500 видов материалов

Отмыка печатных узлов вручную и автоматически

Более 10 лет успешного применения в производстве РЭА

Специальные тестовые наборы для контроля состояния раствора

Очистка оборудования

До 5 раз экономичнее по сравнению с аналогами

Техническая поддержка, образцы для испытаний, обучение специалистов



Уважаемые читатели!

“

В июне 2021 года Группа компаний Остек празднует 30-летний юбилей. Развитие и становление компании неразрывно связаны с победами и испытаниями современной истории России. Приятно сознавать, что в развитии такой высокотехнологичной отрасли как микроэлектроника и радиоэлектроника, определяющей конкурентоспособность и безопасность страны, есть и наш вклад.

Однажды сформулированное предназначение компании «Приумножение эффективности передовой техники» стало ее путеводной звездой. Что помогает сохранять нужный курс, несмотря на все шторма? Это наши ценности – содействие развитию, командное взаимодействие и лидерство. Отсюда корпоративная культура, направленная на открытое партнерское взаимодействие с вами, уважаемые клиенты.

Я убежден, что то, чем является любая компания, и то, чем она хочет стать, определяется ее лидерами, руководством. Я благодарен одному из наших основателей – Александру Геннадиевичу Разорено-ву – что он согласился для этого юбилейного номера на материал в формате «Правила жизни». Лично мне важно, что эти правила получились откровенными,

простыми, без пафоса. И, надеюсь, они помогут понять то, чем мы руководствуемся в своем развитии и преодолении трудностей, а может быть и кому-то дадут возможность найти путь в трудной ситуации.

Для нас юбилей не ограничивается одной датой! Мы хотим использовать все возможности для встреч и общения в этом году, чтобы поблагодарить вас, уважаемые клиенты, за долгие годы сотрудничества и новые задачи и вызовы, благодаря которым мы меняемся и развиваемся. Читайте юбилейные статьи и смотрите видеointервью, которые мы готовим для вас в течение этого года, посещайте наши сайты, в том числе юбилейный www.ostec30.ru, подписывайтесь на наши аккаунты в социальных сетях, приходите к нам на семинары, конференции, выставки – встреча с вами будет лучшим подарком для всех сотрудников ГК Остек!

Поздравляю всех нас с 30-летним юбилеем!

**Антон Большаков,
директор по маркетингу**

В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

- 4 ОСТЕК НА ВЫСТАВКЕ ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО 2021
- 7 ОСТЕК-ИНТЕГРА ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВЫЙ ВЕБ-САЙТ УСТАНОВКИ СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА «БОРЕЙ»
- 7 ИТОГИ СЕМИНАРА «ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА. МИРОВОЙ ОПЫТ В РОССИЙСКИХ РЕАЛИЯХ»
- 8 ЦИФРОВОЕ СБОРОЧНО-МОНТАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ЧАСТЬ ИНДУСТРИИ 4.0
- 9 ПО «КРИСТАЛЛ», РАЗРАБОТАННОЕ ОСТЕК-ЭЛЕКТРО, ВНЕСЕНО В РЕЕСТР ПРОГРАММ ДЛЯ ЭВМ



дискуссия стр. 14

ПРАВИЛА ЖИЗНИ

ПРАВИЛА ЖИЗНИ АЛЕКСАНДРА РАЗОРЕНОВА. КАК СОЗДАТЬ ВЕДУЩУЮ РОССИЙСКУЮ ИНЖИНИРИНГОВУЮ КОМПАНИЮ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОНИКИ 10

ДИСКУССИЯ

«ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ: ПО ЗАКАЗУ ГОСУДАРСТВА ИЛИ ПО ЗАКОНАМ РЫНКА?». ЧАСТЬ 1 14

Автор: Антон Большаков



ТЕХНОЛОГИИ стр. 26

ПЕРСПЕКТИВЫ

ШАГ ПО НАПРАВЛЕНИЮ К КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ ИЛИ ЖИЗНЬ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В ЭПОХУ ПОСТ МУРА 20

Автор: Дмитрий Суханов

ТЕХНОЛОГИИ

ЗОНДОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ШИРОКОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ ДИАПАЗОНЕ 26

Автор: Роман Розанов



КАЧЕСТВО стр. 30



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 52

АВТОРЫ НОМЕРА

■ Антон Большаков

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

■ Дмитрий Суханов

Заместитель технического директора
по продуктам для полупроводниковых
производств
ООО «Остек-ЭК»
micro@ostec-group.ru

■ Роман Розанов

Старший инженер технического отдела
ООО «Остек-Электро»
osteiselectro@ostec-group.ru

■ Денис Чернов

Заместитель генерального директора
ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru

■ Алексей Юдин

Главный специалист отдела продаж
ООО «Остек-Электро»
osteiselectro@ostec-group.ru

■ Алексей Иваненко

Главный технолог
ООО «Остек-ЭКТ»
etc@ostec-group.ru

■ Сергей Максимов

Ведущий специалист группы
технической микроскопии Направления
неразрушающего контроля и научно-
исследовательского оборудования
ООО «Остек-АртТул»
info@arttool.ru

■ Александр Фролов

Начальник группы технической
микроскопии Направления
неразрушающего контроля и научно-
исследовательского оборудования
ООО «Остек-АртТул»
info@arttool.ru

КАЧЕСТВО

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СБОРОЧНО-МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЛИ КАК ДОСТИЧЬ КРП ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ. . . 30

Автор: Денис Чернов

КАК НАЙТИ ИГОЛКУ В СТОГЕ СЕНА ИЛИ ЧТО НАДО ЗНАТЬ, ЧТОБЫ ВЫБРАТЬ ТЕСТОВУЮ ИГЛУ? 40

Автор: Алексей Юдин

ОПТИМИЗАЦИЯ

КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА? 46

Автор: Алексей Иваненко

ТЕХПОДДЕРЖКА

ГОТОВОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ МАТЕРИАЛОГРАФИЧЕСКОГО И МАТЕЛЛОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА 52

Авторы: Сергей Максимов, Александр Фролов

ОСТЕК НА ВЫСТАВКЕ

ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО 2021

В апреле 2021 года Группа компаний Остек приняла участие в выставке технологий, оборудования и материалов для производства изделий электронной и электротехнической промышленности ЭлектронТехЭкспо. За три дня работы выставку посетили более 11 тысяч специалистов отрасли. В этом году количество посетителей практически сравнялось с результатами допандемийного 2019 года, что является показателем высокого интереса к онлайн-мероприятиям после долгого периода ограничений, а также готовности участников к возвращению традиционного формата личных встреч и переговоров на специализированных площадках.

Этот год для ГК Остек – юбилейный. В год своего 30-летия Группа компаний Остек на своем стенде представила новые технологии, продукты и услуги по всем направлениям отрасли. Свои решения продемонстрировали компании Остек-СМТ, Остек-Интегра, Остек-ЭК, Гефесд, Остек-Электро, Остек-АртТул.



Стенд ГК Остек на выставке ЭлектронТехЭкспо 2021

На стенде компании была создана интерактивная юбилейная зона, где посетители узнавали об истории компании, оставляли свои поздравления и отзывы на граффити-стене и получали сувениры.

Насыщенной и яркой получилась Деловая программа выставки. В рамках секции по микроэлектронике компания Остек-ЭК провела семинар «Микроэлектроника и квантовые технологии – новая реальность. Создание квантового

компьютера в России». Спикерами мероприятия выступили руководитель научной группы «Квантовые компьютеры на холодных ионах кальция», Российский Квантовый Центр, Кирилл Лахманский; главный конструктор отдела разработки электроники, Российский Квантовый Центр, Петр Кузнецов; генеральный директор «Остек-ЭК» Валентин Новиков.

Одним из ключевых мероприятий стал Дискуссионный баттл



Интерактивная юбилейная зона, посвященная 30-летию ГК Остек





Остек-ЭК на семинаре «Микроэлектроника и квантовые технологии – новая реальность. Создание квантового компьютера в России»

«Отечественная продукция: по заказу государства или по законам рынка?», в котором эксперты отрасли разделились на две команды, каждая из которых отстаивала противоположные точки зрения*. Модератором

баттла выступил директор по маркетингу Группы компаний Остек Антон Большаков.

Цель предлагаемого формата дискуссии заключалась не в том, чтобы принять какое-либо един-

ственное правильное решение или точку зрения, а максимально вовлечь участников в процесс обсуждения и обмен мнениями. При формировании тем для дискуссии были использованы результаты опроса 300 экспертов отрасли, который совместно провели ГК Остек и компания HYVE в рамках подготовки к выставкам ЭкспоЭлектроника/ЭлектронТехЭкспо.

Еще одним главным событием стала церемония награждения победителей первой Премии ELECTRONICA. Цель Премии – отметить достижения российских и иностранных компаний электронной и электротехнической индустрии на российском рынке. Награды были вручены в шести номинациях. Ключевой критерий – ценность продукта для конечного потребителя и востребованность на рынке. В этом году в премии принимала участие Остек-Интегра – компания получила награду в номинации «Российские дистрибуторы оборудования» за уровень, широту и содержание предо-





ООО "Остек-Интегра" на Премии ELECTRONICA



Конференция «Трансформация отрасли: кадровая готовность».

ставляемой клиентам технической и технологической поддержки, обучение и развитие специалистов отрасли, а также стала лауреатом в номинации «Контрактное производство и разработки» за разработку и производство первой российской установки микроабразивного удаления влагозащитных покрытий «Борей».

Завершилась деловая программа конференцией «Трансформация отрасли: кадровая готовность». Модератором сессии выступила Оксана Кухарчук, Член Правления,

вице-президент по управлению персоналом АО «Элемент». С докладами выступили Министр образования Новгородской области Евгения Серебрякова, заместитель генерального директора по развитию СЗРЦ АО «Концерн воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей» Олег Власов, заместитель генерального директора по организационному развитию и управлению персоналом, руководитель центра оценки квалификаций АО «НИИМЭ», Член Совета по квалификациям в нано-

индустрии Лилиана Поликарпова, руководитель проектов Центра диагностики персонала Академии Ростеха Алена Мачулина, HR-консультант Ольга Шашкарова. Директор по маркетингу Группы компаний Остек Антон Больщаков в своем докладе представил результаты проведенного отраслевого опроса, призвал к целенаправленной работе по повышению привлекательности отрасли как работодателя, использованию отечественной продукции при подготовке профессиональных кадров для отрасли, а также анонсировал проведение совместного с Консорциумом «Средства производства и кадровое обеспечение высокотехнологичных отраслей» ежегодного кадрового исследования.

Оргкомитет выставки высоко оценил активное участие ГК Остек в качестве интеллектуального партнера при подготовке деловой программы выставок.



**Благодарим всех за участие!
До встречи на выставке
ЭлектронТехЭкспо 2022!**

ОСТЕК-ИНТЕГРА ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВЫЙ ВЕБ-САЙТ УСТАНОВКИ СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА «БОРЕЙ»

Новый сайт <https://borey-ostec.ru/> подробно рассказывает об отличительных особенностях установки

«Борей» для микроабразивного удаления влагозащитных покрытий и прецизионной обработки поверхностей и ее принципах работы, вариантах абразивных порошков. Через сайт можно быстро и просто отправить заявку, чтобы испытать возможности «Борея»: провести тест-драйв установки, взять ее в аренду или приехать в технологический центр ГК Остек для испытаний. Также на сайте можно посмотреть видео процесса работы установки.

На сайте также представлена новая версия установки – «Борей-М». «Борей-М» решает широкий спектр задач по прецизионной обработке поверхностей: снятие облоя, галтовка, полировка, удаление заусенцев, резка, текстурирование и пр. Специализированная версия установки «Борей-М» в абразивостойком исполнении уже доступна для испытаний в технологическом центре ГК Остек.

ИТОГИ СЕМИНАРА «ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА. МИРОВОЙ ОПЫТ В РОССИЙСКИХ РЕАЛИЯХ»

В мае специалисты «Остек-ЭК» провели семинар, посвященный особенностям технологий полупроводникового производства. На мероприятии обсуждались темы, связанные с процессами сборки на уровне пластины и гетерогенной интеграции, вос требованностью технологий бондинга на российских производствах микроэлектроники, перспективами использования технологий наноимпринтной литографии в производстве оптоэлектроники в России, а также вопросы формирования припойных шариковых выводов (bumps) с предварительным процессом UBM. Благодаря приглашенным спикерам на семинаре были также рассмотрены темы производства фотонных интегральных микро-



схем и особенности изготовления фотошаблонов для обеспечения производства интегральных микросхем.

Слушателям были продемонстрированы результаты и структуры, полученные при использовании представленных технологий, и анализ рынка микроэлектроники, в котором возможно использование данных процессов. Участники семинара проявили активный интерес к темам семинара, задав большое количество вопросов.

Благодарим всех слушателей, принявших участие в семинаре, а также Константина Певчих (АО «ЗНТЦ») и Александра Беленкова (АО «ЗИТЦ») за

выступления с докладами и Виталия Сидоренко (АО «ЗНТЦ») за эксклюзивную экскурсию для участников семинара по полупроводниковому и сборочному производствам Зеленоградского нанотехнологического центра.

Приглашаем вас принять участие в будущих мероприятиях и выступить с докладом по интересующей вас тематике в полупроводниковом или сборочном направлениях. Ваши вопросы и пожелания по темам будущих семинаров направляйте на электронную почту micro@ostec-group.ru.



ЦИФРОВОЕ СБОРОЧНО-МОНТАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ЧАСТЬ ИНДУСТРИИ 4.0

Остек-СМТ и отраслевые журналы «Современная электроника» и «Электроника: Наука, Технология, Бизнес» подготовили серию видеointerview о комплексном решении Остек-СМТ – цифровом сборочно-монтажном производстве, не имеющем аналогов на рынке. Концепция была впервые представлена на выставке ЭлектронТехЭкспо весной этого года.



Издание «Современная электроника» провело большое интервью с Евгением Липкиным, генеральным директором Остек-СМТ, в результате которого получились два фильма.

Концепция цифрового сборочно-монтажного производства: от рождения идеи до воплощения ее в жизнь на любом производстве под любое требование заказчика.

«Интерес к решению большой, значимый, позволяет предприятиям комплексно решить достаточно сложную проблему внедрения того, что мы сейчас называем Индустрией 4.0 – построение цифровых производств. Здесь все сводится в единую диспетчерскую, по всему технологическому процессу формируется единый цифровой паспорт. Такого решения в мире никто не предлагает по причине того, что здесь очень характерна российская специфика и проблематика, а это решение адаптировано под наши предприятия, под наши реалии и уровень цифровой зрелости и автоматизации производств, который мы имеем в стране», – поясняет Е. Липкин.

В фильме об Индустрии 4.0 Евгений Липкин рассказывает о цифровизации на российских предприятиях радиоэлектроники, о росте осознанного спроса на цифровые решения и комплексную автоматизацию, а также рассуждает о том, что будет через 30 лет, когда ГК Остек исполнится уже 60, – будем ли мы жить в эпоху Индустрии 5.0.

«В области Индустрии 4.0 мы работаем уже 10 лет. Было много закулисной работы. Сейчас заказчики понимают, что Индустрия 4.0 им

нужна, и что именно они от нее хотят, а у нас есть решения, которые позволяют это воплотить в жизнь. Это, наверное, то, чего мы добились за последние 5 лет».

«Мы видим, как за последние годы окрепли некоторые игроки, и уверены, что электронная отрасль в нашей стране будет развиваться. Есть уверенность, что мы сможем прорвать границы вокруг себя и выйти с серьезными показателями на экспорт. Мы готовы поддерживать наших заказчиков в этом направлении, и наша цель, чтобы наши клиенты – российские компании – вышли на мировой уровень эффективности, конкурентоспособности, качества. Мы, со своей стороны, прикладываем массу усилий для того, чтобы наши компании могли конкурировать с лучшими мировыми игроками», – говорит Е. Липкин в одном из интервью.

Журнал «Электроника: НТБ» в рамках репортажа о решениях для современных производств электроники взял интервью у Дениса Чернова, заместителя генерального директора Остек-СМТ, также осветив в ролике концепцию цифрового производства, представленную в виде интерактивной стены на стенде.

«Это концептуально новое решение, которое состоит из 7 элементов. Оно включает мониторинг оборудования, анализ всех данных, собираемых как с оборудования, так и с людей, единую систему прослеживаемости: начиная от склада и заканчивая конечными операциями. Вся эта информация доступна 24 часа и стекается в единое место».



ПО «КРИСТАЛЛ», РАЗРАБОТАННОЕ ОСТЕК- ЭЛЕКТРО, ВНЕСЕНО В РЕЕСТР ПРОГРАММ ДЛЯ ЭВМ

Русскоязычное программное обеспечение «Кристалл» для удалённого управления измерительными приборами при проведении измерений поверхностного и удельного сопротивления, разработанное ООО «Остек-Электро», внесено в Реестр программ для ЭВМ, регистрационный номер 2021613922 от 16.03.2021 г.

Основной задачей ПО является автоматизация процесса измерения поверхностного сопротивления образца на ручных четырёхзондовых станциях. ПО позволяет работать как в режиме ручного задания измерительного тока, так и автоматически подбирает его величину в зависимости от диапа-

зона сопротивления исследуемого образца. По введённым оператором исходным данным из измеренного поверхностного сопротивления может быть рассчитано удельное сопротивление. Поддерживается режим построения карты сопротивлений, в котором автоматически учитываются поправки на размеры образца и параметры используемой четырёхзондовой головки в соответствии со стандартом ASTM F84-99, а также функция статистического анализа полученных в ходе измерений результатов.

Дополнительные особенности программного обеспечения «Кристалл»:

- возможность добавления новых функций в соответствии с требованиями заказчика;
- сохранение измеренных данных с привязкой к месту измерения на образце с помощью функции автоматического протоколирования;



- поддержка источников-измерителей Keithley, Keysight и др.;
- управление измерительными приборами по одному из интерфейсов RS232, GPIB, LXI (LAN).

Разработанное ПО позволяет упростить исследования, при которых необходимы измерения поверхностного сопротивления, и значительно ускорить измерения и обработку результатов, полученных с помощью четырёхзондового метода, применяемого при выборочном контроле параметров полупроводниковых пластин и подложек.

Оформить заказ или получить консультацию можно по телефону +7 (495) 788-44-44 или по электронной почте osteeselectro@ostec-group.ru.



ПРАВИЛА ЖИЗНИ АЛЕКСАНДРА РАЗОРЕНОВА.

КАК СОЗДАТЬ ВЕДУЩУЮ
РОССИЙСКУЮ ИНЖИНИРИНГОВУЮ
КОМПАНИЮ В ОБЛАСТИ
ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОНИКИ



Александр Разоренов. Председатель правления ГК
Остек, 60 лет

В самом начале был период поисков, потому что надо было зарабатывать деньги, когда все вокруг рушилось, и никто не знал, что будет завтра. Честно говоря, и у нас в то время были самые разные идеи, до реализации которых, к счастью, дело не дошло. Просто обстоятельства сложились так, что появился человек, который готов был вкладывать средства в производство. Он пришел покупать оборудование в институт, мы разговорились. Он предложил: «Ребята, чего вы дергаетесь, занимайтесь тем, что знаете. У меня есть деньги, но я не знаю того, что вы знаете. Я готов заплатить». Следуя этому совету, мы и решили заниматься только тем, что знаем. К 1993 году мы пришли с осознанием того, что для производства современной электроники необходимо поставлять импортное оборудование. Тем не менее, понимание, что в России должно быть собственное производство оборудования, что рынок будет развиваться, вставать на ноги, было всегда.

Наиболее важной частью своей работы я считаю стратегическое развитие и разработку идеологии нашего бизнеса. Работа над стратегией позволяет осознанно формировать будущее компании. Есть замечательная фраза: «Самый лучший способ предсказать будущее – создавать его». Я далек от того, чтобы считать себя всемогущим и способным изменять мир независимо от законов природы, происходящих событий и влияния других людей. Но я за активную позицию по отношению к будущему и уверен в том, что в начале всего про-исходящего лежат идеи, планы и намерения людей.

Мы начинали с дистрибуторской модели бизнеса. Путь к вертикально-интегрированной инжиниринговой компании требовал изменения подходов. Это задача, к решению которой мы шли много лет. На первых порах она нам была не под силу, поскольку компания сначала состояла всего из двух человек – не хватало ресурсов и компетенций. Было немало сложностей, в том числе с персоналом, ведь не так просто найти специалистов по столь различным направлениям. Но постепенно мы развили новые направления и сегодня способны решать большие комплексные задачи – строить заводы вместе с клиентами. Причем такие заводы, которые будут обладать максимальной эффективностью производства и позволят конкурировать с ведущими мировыми производителями.

Наше предназначение заключается в со-действии успешному росту и развитию бизнеса клиентов и отрасли в целом через повышение эффективности производства путем внедрения комплексных инновационных решений. Мы идем намеченным курсом, придерживаясь выбранной стратегии. Ее суть – постоянное развитие и рост, что отражено в нашем логотипе, где присутствуют росток и спираль. Поэтому мы стараемся развивать компанию, ее сотрудников, помогать развиваться нашим клиентам, нашим партнерам и отрасли.

Нашей задачей, задачей инжиниринговой компании, коей мы являемся, мы видим создание в России условий для построения эффективных производств, которые могут выпускать конкурентоспособную продукцию и по цене, и по качеству, и по скорости производства. Весь наш опыт показывает, что едва ли не большинство проектов реализуется или не полностью, или недостаточно успешно из-за того, что какой-то блок вопросов был упущен или решался неумело. Ведь проект построения или модернизации производства успешен только тогда, когда в результате его реализации предприятие начинает выпускать экономически эффективные

изделия с новыми качествами и по новым технологиям. Но на успешность проекта в таком понимании влияют и технологичность изделия, и продуманность производственных решений, и подготовка помещений (иногда включая вопросы строительства зданий), и маркетинговые вопросы – то есть потребительские свойства будущих изделий. Реализация этой задачи позволит изменить рыночную динамику.

Консалтинг строится на наших знаниях, на наших умениях и на нашем понимании. И, собственно говоря, это основа добавленной стоимости, которая во многом предопределяет успех проектов. Оборудование само по себе не работает. Многие могут купить что-то за рубежом, продать здесь и заработать на этом. Но использовать купленное оборудование эффективно и реализовать проект с помощью этого оборудования – это сложная задача, которая требует конкретных знаний и правильных решений. И наши знания, наши умения – это то, что отличает нас от конкурентов, то, что называется компетенциями и, на мой взгляд, является основой нашей деятельности.

Да и просто интересно, когда ты сначала не знаешь, как решить задачу, ищешь, перебираешь различные варианты и, наконец, находишь оптимальный вариант с учетом всех условий, которые перед нами ставят клиенты.

Комплексная проработка задачи – это полное погружение во все нюансы проекта. Эффективность решения обеспечивается тщательной проработкой. На результат влияют сотни факторов, связанных с конструкцией выпускаемых изделий, применяемыми технологиями, производственной логистикой, используемым оборудованием, обслуживающим персоналом, подготовкой помещений и инженерных коммуникаций. Важно не упустить ни одной детали. И все это – на основе углубленного анализа задач не только сегодняшнего дня, но и в перспективе долгосрочного развития.

Топ-менеджер – это широкое понятие. И, естественно, есть вещи, которые требуют определенных личных качеств. Управлять компанией в десять тысяч человек не каждому дано. У кого-то есть склонность к управлению бизнесом, а у кого-то нет. Кто-то, имея эту склонность, не реализует ее, не использует свой шанс, потому что не хватает определенных качеств. Поэтому, мне кажется, не все могут заниматься бизнесом... Но управлять небольшой фирмой или стать индивидуальным предпринимателем, по-моему, по силам каждому. Здесь главное – желание, упорство, ну и есть примеры, когда люди себя меняют, достигают того, что им казалось

изначально недостижимым. При наличии определенных качеств умение управлять вполне можно в себе развить.

Уровень и возможности любой компании определяют ее сотрудники. Профессиональный уровень, практический опыт и компетентность наших сотрудников заключаются в способности решать нестандартные задачи, применяя при этом новаторский подход. От сотрудников мы требуем глубокого знания не только возможностей оборудования, но и технологических процессов, особенностей применения, вопросов организации производства и обеспечения качества продукции. Личные качества, которые мы ценим, – неравнодушное отношение к делу, доброжелательность, готовность помочь. Ну, и конечно, в нашей деятельности просто необходимо желание развиваться, быть открытым новым знаниям. Одна из книг, которую мы дарим нашим сотрудникам, – «Физика будущего» Митио Каку. В ней есть отличная цитата, которая отражает всю важность познания нового: «Наука и техника – двигатели процветания. Разумеется, каждый волен игнорировать их – но под свою ответственность. Мир не станет стоять на месте... Если вы не сумеете овладеть последними достижениями науки и техники, это сделают ваши конкуренты». Наша стандартная практика – продвигать на ключевые позиции наших собственных сотрудников, которые начинали работать как рядовые специалисты.

Как говорится, найди себе работу, которая тебе по душе, и каждую неделю у тебя будет на пять дней больше. В сутках 24 часа. Если из них вычесть 7-8 часов, которые приходятся по среднестатистическим нормам на сон, и 2 часа на различные технологические процедуры (поесть, умыться и т. д.), то останется 13-14 часов активного времени. Из них на работе мы прово-

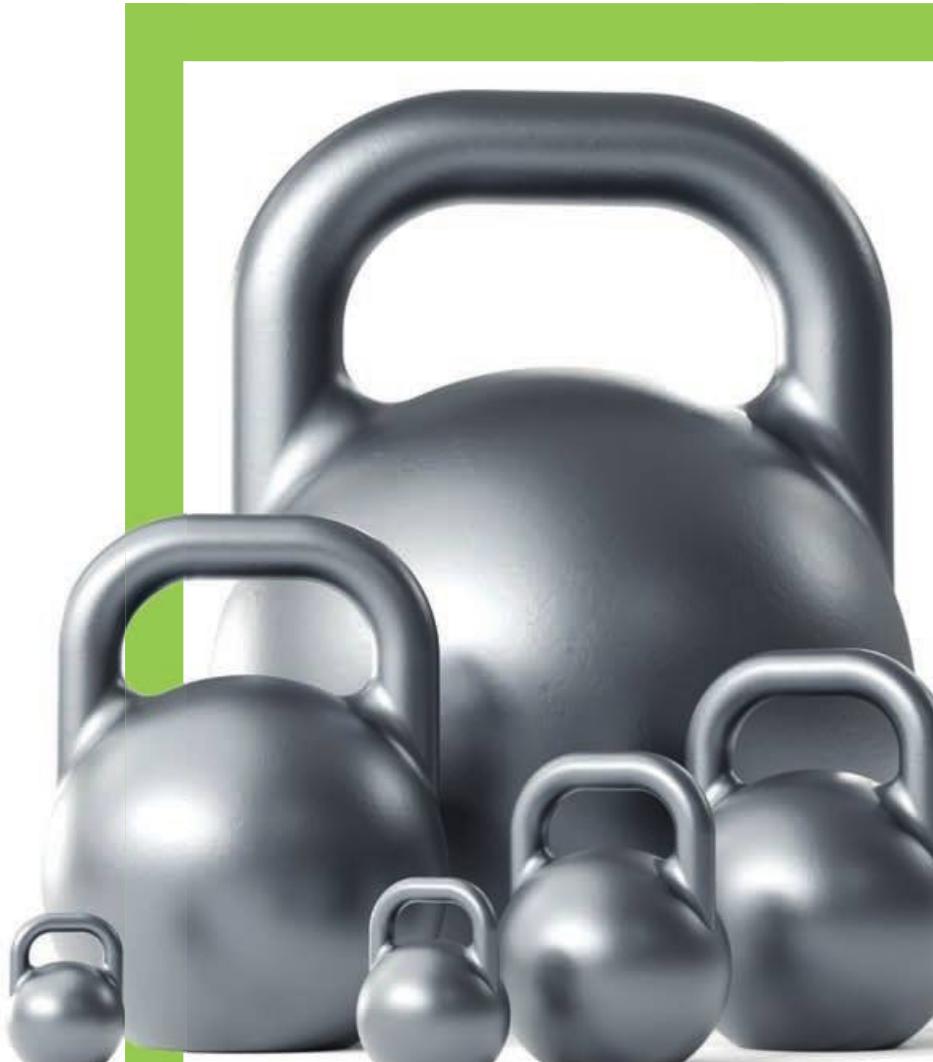
дим от 9 до 12 часов ежедневно. Конечно же, есть выходные и отпуска. Но даже если их учесть, понятно, что на работе мы проводим большую часть своей сознательной жизни. Поэтому чрезвычайно важно заниматься тем делом, которое тебе нравится и приносит положительные эмоции. Работа не только может, но и должна быть интересной, увлекательной, творческой, приносить радость. Работа должна давать не только средства к существованию и материальные блага, но и мотивацию к развитию, силы и энергию для полноценной счастливой жизни.

Взаимодействие с клиентами в рамках общей системы ценностей – открытости, честности и ответственности. Для нас это означает быть откровенными с заказчиком, способствовать открытому общению и обмену мнениями, не навязывать неподходящее для его задач оборудование, отвечать за свои слова, выполнять обещания, оказывать поддержку в течение всего жизненного цикла оборудования. Для нас всегда была значима наша профессиональная репутация на рынке, мы ориентированы на построение и сохранение долгосрочных взаимоотношений с клиентами. Остек работает с ведущими поставщиками, мы внимательно отслеживаем все новые тенденции, которые появляются в отрасли, чтобы предлагать клиентам лучшее.

Мы всегда с уважением и радостью относились к тому, что у нас есть конкуренты. Безусловно, конкуренция растёт. Появляются новые компании из разных отраслей. Конкурентов у нас много – и это естественное состояние рынка. Конкуренты помогают развиваться, они не дают успокоиться на достигнутом, иногда делают интересные нестандартные ходы, которые мы тоже берем на вооружение. Поэтому конкуренцию мы любим, за конкурентами постоянно наблюдаем и оцениваем. □



Нам по силам ваши возможности • • •



Решения любого масштаба

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

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

Честно, открыто, профессионально.

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

ДИСКУССИЯ

«ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ: по заказу ГОСУДАРСТВА ИЛИ по законам РЫНКА?».

ЧАСТЬ 1

”

Формат дискуссионного баттла, который прошел в рамках выставок ЭкспоЭлектроника/ЭлектронТехЭкспо 2021, – это живая дискуссия отраслевых экспертов без заранее подготовленных презентаций и написанных текстов. Экспертам было предложено обсудить, каким стратегиям развития могут отдать предпочтение участники рынка, и кому принадлежит ведущая роль в формировании спроса на гражданскую продукцию – государству или рынку. В дискуссии были использованы результаты отраслевого опроса, совместно проведённого ГК Остек и компанией HYVE. Модератором баттла выступил Антон Большаков, директор по маркетингу ГК Остек.

Перед началом дискуссии зрители из предложенных тем выбрали три для обсуждения:

Рынки: расчет на государство или самостоятельный поиск?

Импортозамещение: копировать или создавать свое?

Отечественная продукция на экспорт – это возможно?



Голосование, проведённое перед началом дискуссии, показало, что большинство зрителей придерживается позиции, что законы рынка должны формировать спрос на гражданскую продукцию.

Эксперты, защищающие позицию

«Ведущая роль в формировании спроса на гражданскую продукцию принадлежит государству»:



Владимир Семёнов,

заместитель директора, ООО «ТЕХНОТЕХ»

Алексей Мохнаткин,

заместитель генерального директора, ЗАО НТЦ «Модуль»

Арсений Брыкин,

генеральный директор, ЦНИИ «Электроника»

Эксперты, защищающие позицию

«Ведущая роль в формировании спроса на гражданскую продукцию принадлежит рынку»:



Алексей Волостнов,

партнёр, практика «Стратегическое консультирование НЭО Центр»

Сергей Беляков,

директор по маркетингу, GS Nanotech

Алексей Карфидов,

сооснователь, генеральный конструктор,
«Студия инженерного дизайна Карфидов Лаб»

Эксперты в зале высказывали свое мнение как за первую, так и за вторую позиции:



Иван Фефилов,

советник генерального директора, АО «НИИЭТ»



Дмитрий Корначёв,

исполнительный директор, Ассоциация «Консорциум предприятий в сфере автомобильных электронных приборов и телематики»

Препятствия, сдерживающие увеличение доли гражданской продукции

Высокие начальные издержки на разработку и запуск производства ГП	65,0%	47,4%
Сомнительная репутация отечественной электронной продукции	53,3%	45,3%
Невозможность обеспечить конкурентоспособную цену продукции	55,0%	43,2%
Нехватка финансовых средств	33,3%	39,7%
Отсутствие компетенций, необходимых для создания востребованных продуктов	40,0%	20,9%
Невозможность быстрого достижения необходимых масштабов деятельности	23,3%	24,4%
Отсутствие информации о конкурентной ситуации на рынках	21,7%	23,1%
Недостаточное качество инновационной инфраструктуры	36,7%	17,5%
Жесткое противодействие традиционных участников рынка	10,0%	16,7%
Преимущества конкурентов вследствие обладания уникальными патентами	20,0%	12,8%
Лояльность поставщиков и потребителей к традиционным участникам рынка	6,7%	10,3%
Другое	8,3%	5,1%

Государственная компания
Частная компания

1

Что из перечисленного больше всего препятствует расширению выпуска гражданской продукции?

Раунд 1. В чем ключ к успеху: в господдержке или в самостоятельном поиске новых рынков сбыта?

Антон Большаков: Давайте сначала посмотрим на ответы, полученные на вопрос: «Что из перечисленного больше всего препятствует расширению выпуска гражданской продукции?» (рис. 1) из нашего отраслевого опроса. И государственные, и гражданские предприятия сходятся в первых трех позициях. Но есть и интересные различия в ответах об отсутствии компетенций, нехватке инфраструктуры, противодействии традиционных участников рынка.

Итак, прошу экспертов высказать мнение по вопросу «Гражданские рынки: расчет на государство или самостоятельный поиск?»

Алексей Мохнаткин: Сразу хочу сказать, что я в большинстве вопросов не вижу противоречий. И дискуссия, скорее, не о том – или господдержка, или рынок – а о вопросе баланса и в соотношении этих мер, и в необходимости государственного вмешательства в экономику, и в степени регулирования со стороны государства. Поэтому я бы хотел поговорить именно об этом.

Мы проводили анализ рынка и мер, которые предпринимали наши страны-конкуренты. И показывали достаточно подробно, что ни одна лидирующая в мире страна не обошлась без жёстких протекционистских мер. Именно это позволило им вырастить национальных лидеров, создать мировой конкурентный продукт и мировые конкурентные компании. Давайте посмотрим на знаменитые бренды. Samsung до конца 90-х годов, до 1997 года, был чеболем. Это даже не госкорпорация. Это нечто такое, очень специфически корейское, где государство прямо пронизывает эту структуру от и до. Или пример компании Huawei: если бы не помочь государства, где была бы эта компания? Общеизвестна политика Японии по поддержке и развитию своих национальных чемпионов. И именно лоббирование правительством Японии интересов японских компаний позволило им открыть американский рынок в результате ряда политических сделок и получить достаточно сильные позиции на мировом рынке. Поэтому господдержка российской микроэлектронике нужна: в виде стратегии, в виде поддержки, в виде структуры.

Конечно, каждый предприниматель должен самостоятельно искать рынки сбыта, принимать на себя риски, выбирать стратегию, продукт, маркетинг и принимать на себя итоговое решение – как ему жить, какой дорогой идти и что делать. Поэтому мой ответ: естественное сочетание господдержки и самостоятельного поиска рынков сбыта. Но господдержка – обязательно.

И последняя мысль, которую хотел здесь донести: государственный рынок на сегодняшний момент, особенно в радиоэлектронике, это всё-таки 50 % рынка потребления в России и без государственного участия – это не рынок.

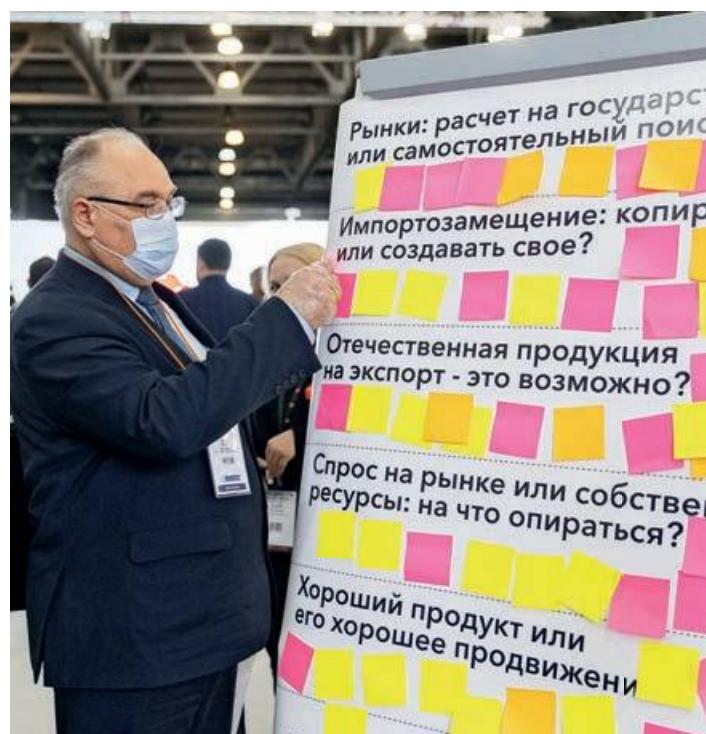
Алексей Волостнов: Против тезиса, что ни одна страна не развивала микроэлектронику без мер государственной поддержки, вообще не возражаю: он правильный, абсолютно единственно возможный. Действительно, во всех странах, будь то Корея, будь то японская микроэлектроника, будь то США, Германия, немецкие, французские кластеры, господдержка везде явная, она есть, она присутствует – и государство в этой стратегически важной отрасли было и будет всегда. Открытого рынка там не может быть, учитывая, что сейчас всё больше и больше протекционизма на мировом высокотехнологичном рынке. Это такое поле битвы, если хотите.

Другой вопрос: на что рассчитывать компаниям: на себя или на государство? На государство в нашей стране можно рассчитывать. Можно, конечно, и просчитаться,

но рассчитывать всегда можно. В этом смысле любая частная инициатива, частная компания, как правило, бегает быстрее, более эффективна и лучше выживаемость у этой частной инициативы без какой-то господдержки. Поэтому, если мы хотим конкурировать на мировом рынке, надо растить частные компании. Мы же, наверное, об этом чуть позже поговорим, можно ли создать продукт исключительно для российского рынка – скорее всего, нет. Если мы хотим конкурировать на мировом рынке, то нужно самостоятельно искать рынки сбыта, самостоятельно искать смыслы, самостоятельно формулировать продуктовую линейку и предложения для клиентов.

Можно так и сидеть в парадигме: «Давайте подождём, что государство нам скажет произвести. А давайте цены теперь отрегулируем». В рамках гособоронзаказа это возможно, но мы же все хотим, чтобы это был не только гособоронзаказ, а чтобы это была гражданская продукция, импортозамещение и дальнейшее развитие. А здесь пока работают рыночные механизмы. И в части гражданской продукции МИНПРОМТОРГ не может всё знать и не должен. В этом смысле от компании требуется активная позиция – идти вперёд, предлагать государству, говорить: «Здесь нам надо производить, здесь точка роста, здесь точка роста, здесь точка роста».

Арсений Брыкин: Лично моя экспертная позиция в том, что государство ни в коем случае не должно устраиваться от роли регулятора на рынке, тем более, если это высокотехнологичный рынок микроэлектроники, который пронизывает практически все другие рынки, какими бы они ни были. Поэтому государство, как регулятор, в любом случае обязано присутствовать на рынке и определять на нём правила игры. Это раз.



Второе. Если посмотреть на возрастающую международную конкуренцию вкупе с геополитикой и интересами различных государств, очевидно, что современный рынок электроники это, по сути, конкуренция мер господдержки различных стран по отношению друг к другу. Причём не только мер поддержки, мер, регулирующих рынок, но также и отдельных мощных действий, которые никаким правилам и нормам не только ВТО, но и прочих практик не соответствуют. Можете вспомнить, что сделал Президент США Дональд Трамп с точки зрения реакции на доминирование китайских производителей электроники – тот же Huawei в один момент выдворили с рынка США. Просто волевым решением. Поэтому второй тезис, что в электронике, увы, де-факто существует конкуренция стран с точки зрения мер, регулирующих рынки, и мер, поддерживающих своих производителей, чего бы государству это не стоило.

Третий тезис – это некоторый ответ на реплику оппонирующей команды о том, что нужно бегать по рынку и самим искать место под солнцем. Да, соглашусь, но этот рынок должен существовать по правилам, которые установило государство. Соответственно, забег должен быть тоже регулируемым. Так что одно другому не вредит.

Сергей Беляков: Алексей Мохнаткин сказал о том, что отечественный рынок госзаказа занимает существенные 50 %. В развитых странах рынок госзаказа гораздо ниже. В некоторых странах даже на порядки ниже. И остальные доли рынка формируются как раз рыночными механизмами, отношениями, компаниями, которые существуют в рыночной парадигме, о чём говорил Алексей Волост-



нов: нужно создавать продуктовые линейки, выводить продукты самостоятельно.

Безусловно, соглашусь, что в переходный период, в котором сейчас существует наша индустрия, поддержка государства особенно важна. И рынок госзаказа будет вытягивать нашу индустрию из того состояния, где мы сейчас находимся. Но концептуально всё-таки со временем государственное регулирование и доля государственного заказа должны снижаться. Я полагаю, что это как минимум перспектива ближайших 10-20 лет.

Если посмотреть на опыт нашей компании GS Nanotech, то она как раз тот яркий пример компании, которая сама создавала рынок, сама создавала продукты и выводила их на рынок и продолжает это делать. И за 30-летнюю историю GS Nanotech мы, по сути, никогда не участвовали в каком-то государственном заказе, при этом компания успешно существует. Безусловно, мы видим тенденции по импортозамещению и начинаем сейчас участвовать в этом рынке тоже. Но наш опыт показывает, что рыночные механизмы нужно запускать самостоятельно.

Владимир Семёнов: Я хотел бы обострить нашу дискуссию вопросом. До 2016 года частный бизнес в России развивался без господдержки? Нет. Да, отдельная горстка компаний к этому моменту получила хорошее усиление за счёт собственных серьёзных инвестиционных проектов, но их было немного. Потому что тогда был рынок ВПК, были предприятия ВПК, которым государство активно помогало модернизироваться, которые после окончания модернизации сказали, что они, кроме тяжёлой техники, ничего делать не могут. Но тогда не просматривалось такого количества перспектив и номенклатуры на рынке, которые стали появляться сейчас благодаря государственному регулированию рынка. Поэтому без госучастия в этом вопросе, я считаю, никаких перспектив нет.

И однозначно, если сейчас государство опять сделает паузу и скажет частному бизнесу: «Попробуй развиваться сам» – опять всё затухнет.

Алексей Можнаткин: На самом деле, если смотреть в суть вопроса, то она сводится к тому, что рынок будет развиваться без господдержки исключительно самостоятельными усилиями игроков? Либо ему необходимы для развития господдержка и госрегулирование? Давайте на этот вопрос ответим. С нашей стороны достаточно консолидированная позиция, что без сильного участия государства, без господдержки рынок электроники в России не поднимется и не выживет, и не будет сколько-нибудь существенным на мировом рынке.

Алексей Карфидов: Я хотел бы оттолкнуться от сути самого вопроса по предпринимательской части. Мне кажется, что тот предприниматель, который изначально рассчитывает не на свои силы, а на чьи-то ещё, на внешнюю поддержку – это не предприниматель вообще по смыслу и по духу. В любом случае, любой хороший предприниматель только на свои силы изначально и рассчитывает.

Арсений Брыкин хорошо сказал о том, что государство не должно устраниться от регулирования и поддержки. Но при этом я считаю, что всё должно быть в меру, и наша предпринимательская сильная сторона, в первую очередь, в эффективности. Посмотрите на результаты ответов, выведенные на экран. Они выглядят так, что государственные компании просто жалуются на внешние условия, говоря: «У нас тут большие издержки, у нас не хватает». А предприниматели, судя по ответам, умеют более аккуратно взвешивать свои технические и финансовые усилия, необходимые для создания чего-то нового. И тут, я считаю, наша позиция, как позиция частного бизнеса, изначально концептуально просто правильна. И голосование, которое было проведено в самом начале, демонстрирует, что сама поддержка этого вопроса сидит в голове у людей.

Арсений Брыкин: В связи с тезисом о том, что предприниматель должен развиваться без всякой помощи государства, у меня вопрос: Жэнъ Чжэнфэй, создатель Huawei, кто он в вашей классификации? Предприниматель?

Алексей Волостнов: Пример Huawei хороший – большая понятная компания. Давайте признаем, что в Китае всех миллиардеров назначает ЦК компартии. Посмотрите, что там сейчас делают с Джеком Ма, и посмотрите, что там делают с другими компаниями, которые взяли и выросли настолько, что представляют системные риски для государства. Поэтому, если говорить о Китае, конечно, основатель Huawei – предприниматель. Это человек с предпринимательским талантом, который строил большую компанию и построил. Что за ним стояло? За ним стоял большой китайский внутренний рынок, за ним стоял гигантский китайский госзаказ, который

позволял ему развиваться на первоначальном этапе и создавал все условия, чтобы эта компания развивалась и дальше, наращивала мышцы своего НИОКР, наращивала свои продукты и дальше уже с этими продуктами шла на мировой рынок.

Конечно, он предприниматель. Пользовался ли он господдержкой? Конечно, он пользовался всей китайской господдержкой, которая ему была доступна. Как и любой предприниматель пользуется всеми возможными мерами и всеми возможностями, которые ему создаёт рынок, в том числе и государство, будучи частью этого рынка.

Вопрос из зала: Простой вопрос: июнь 1941, на нас напали, нужно переводить предприятия на восток, нужно защищать Родину. Какими рыночными механизмами вы простилируете людей защищать Родину, напрягать усилия и так далее? Какими рыночными механизмами могли бы мы отрегулировать мобилизацию промышленности и победить?

Алексей Карфидов: Когда совершено нападение на государство – это экстренная ситуация, и государство вынуждено играть основную решающую роль и порой принимать болезненные решения, касающиеся тех или иных компаний. В общем, мне кажется, это не меняет сути вещей.

Антон Большаков: Если государство должно быть регулятором и заказчиком, какие механизмы позволяют компаниям быть конкурентоспособным, если государство – один из основных заказчиков?

Арсений Брыкин: Регуляторная функция государства имеет большое многообразие. И один из механизмов – гарантированные государственные закупки, а также механизмы государственных закупок через крупные инфраструктурные проекты, которые мы сейчас называем «национальные проекты». Это мощнейший инструмент создания гарантированного платежеспособного спроса



на рынке для тех, кого государство хочет поддержать и развить за счёт собственного рячага финансирования. Это большое поле, на котором государственные механизмы в умелых руках могут творить чудеса.

Почему я снова повторю: сейчас в электронике идёт конкуренция мер государственного регулирования на глобальном рынке, ориентированных на национальных производителей той страны, которая пытается конкурировать со всеми остальными. Это делают и американцы, и израильяне, и корейцы, и китайцы, и все на свете. Нам тоже нужно научиться этими регуляторными механизмами пользоваться. Если же мы отринем эту идеологию, связанную с правильным регулированием, и сосредоточимся на фразе, которая только что прозвучала от одного из наших слушателей: «Рынок отрегулирует всё», то ничего он не отрегулирует. Он будет просто безропотно отдан тем, кто на этом рынке пользуется большим количеством правильных механизмов регулирования, поддержки и различных форм продвижения со стороны государства под прикрытием частных или полчастных компаний. ─

Согласно зрительскому голосованию по итогам раунда счёт 1-0 в пользу синей команды.

1

0

ПЕРСПЕКТИВЫ

ШАГ ПО НАПРАВЛЕНИЮ К КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ ИЛИ ЖИЗНЬ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В ЭПОХУ ПОСТМУРА



Текст: Дмитрий Суханов

“

Закон Мура всегда был движущей силой науки, технологий, производства, оборудования, программного обеспечения, систем и приложений и способствовал развитию и процветанию тысяч людей и сотен корпораций в течение последних шести десятилетий. Чего удалось достичь за это время и какие шаги необходимо предпринять сейчас для дальнейшего развития электроники? Попробуем в этом разобраться.

Закон Мура¹ движется к своему «закату» не только по фундаментальным причинам, но и из-за ряда физических требований, предъявляемых к конечным изделиям. Производительность вычислений и выходная мощность устройств должны всегда расти, что оказывает существенное влияние на уровень инвестиций в их разработку и стоимость производства. В связи с этим возникает вопрос о целесообразности дальнейших шагов по движению закона Мура вперед. Если проанализировать Т 1, мы увидим, что должно появиться иное видение электронных систем, так как классический подход к полупроводниковому производству дошел до своего предела – доступны технологии с топологическими нормами в единицы нм (3-5 нм), но на этом классическое развитие закона Мура закончилось. Дальнейшее его развитие требует снижения топологических норм и приближения к толщинам тонких пленок, соразмерных с атомами материалов, используемых для их создания. А это, в свою очередь, не позволит создавать полноценные слои, обеспечивающие все необходимые электрофизические параметры (электропроводность, теплопроводность, диэлектрические свойства, устойчивость к миграции атомов из соседних слоев и многое другое), не считая технологического предела химической промышленности. Сейчас набирают обороты гетерогенная интеграция и 3D-масштабирование – развитие в вертикальной плоскости, но, по оценкам экспертов, такого подхода к реализации закона Мура хватит максимум на 10-15 лет.

Первым шагом является переход от закона Мура для интегральных схем (ИС) к закону Мура для корпусирования за счет использования межкомпонентных соединений в 2D, 2,5D и 3D между меньшими ИС с такой же или более высокой плотностью транзисторов, а также для всех других компонентов. Ведь смысл 3D-корпусирования – это снижение латеральных размеров основных элементов в горизонтальной плоскости, но при этом рост размеров в вертикальной плоскости. Такой рост достигнет своего предела намного быстрее, чем масштабирование технологии по закону Мура в его планарном варианте. Если предел развития электроники в планарном исполнении был достигнут за 60 лет, то предел в вертикальной плоскости, по оценкам экспертов, будет достигнут за 15 лет.

Что же дальше? Неужели на этом развитие электроники закончится? Да, но только в классическом понимании.

Следующим шагом станет переход к межкомпонентным соединениям оптоэлектронных корпусов. По мере

того, как электроника на основе транзисторов и межсоединений завершает свое существование, ожидается, что квантовая электроника начнет свое развитие. Концепция развития квантовых вычислений согласно проекции закона Мура на квантовые технологии показана на Рис 1.

Новый взгляд на электронику: закон Мура все еще жив или это всего лишь небольшое продление его жизни?

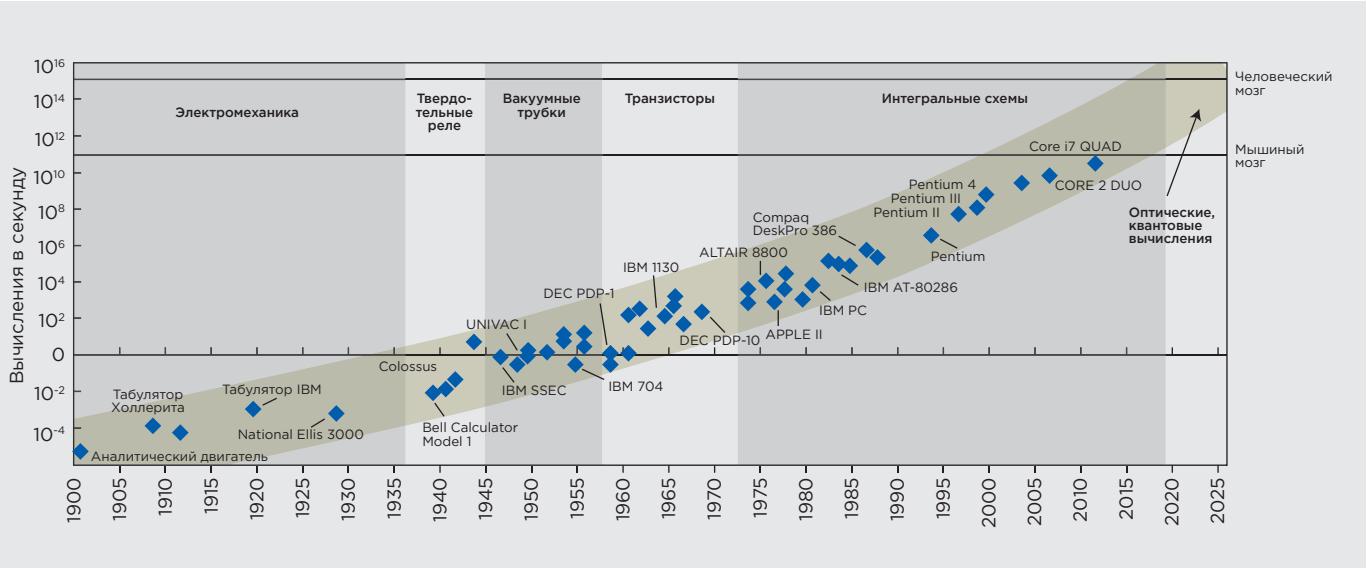
Переход от уменьшения размеров транзисторов и увеличения их количества в одной микросхеме был «двигателем» закона Мура долгое время. Но со временем потребовалось его развитие в вертикальной плоскости.

Т 1

Девять причин заменить закон Мура

- 1 Ток утечки – одно из фундаментальных ограничений, которое достигло своего предела
- 2 Увеличение количества транзисторов на единицу площади с 20 млн в настоящее время до 50 млн в будущем, что приведет к снижению производительности и повышению стоимости
- 3 Постоянный рост стоимости создания фабрики для работы с полупроводниковыми пластинами при переходе на меньшую топологическую норму
- 4 Снижение производительности межсоединений на одном кристалле из-за увеличения задержки RC-цепей
- 5 Производительность системы будет снижаться по сравнению с ростом производительности отдельного устройства из-за увеличения длины межсоединений в сравнении с размерами топологической нормы
- 6 Необходимость иного подхода к будущей вычислительной архитектуре в сравнении с текущими логическими устройствами и устройствами памяти
- 7 Увеличение вычислительной мощности за счет увеличения исключительно количества транзисторов
- 8 Достижение более высокой производительности при снижении энергоэффективности
- 9 Возникающие вариации гетерогенной интеграции, требующие абсолютно иного подхода, чем описано в классическом законе Мура

¹ Закон Мура (Moore's law) – эмпирическое наблюдение, изначально сделанное Гордоном Муром, согласно которому (в временной формулировке) количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца.



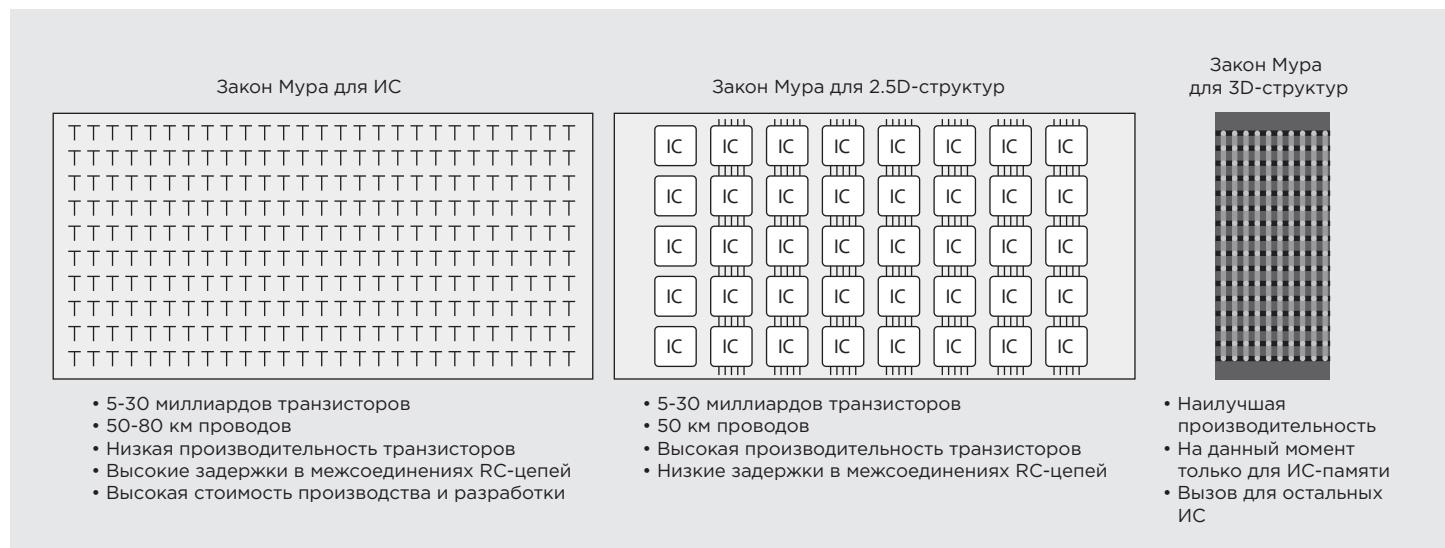
1

Производительность вычислений, определяемая законом Мура и технологиями, принятыми после закона Мура. Источник: Ray Kurzweil, "The Singularity is near: when humans transcend biology", p.67, The Viking Press, 2006. Datapointe between 2000 and 2012 represent BSA estimates

Для этого было необходимо увеличение количества «этажей» в электронной системе – формирование 3D-структур. Основой последнего подхода стало использование все большего количества межсоединений между функциональными чипами. Этот подход виден только в краткосрочной перспективе в отличие от квантовых вычислений, которые сулят развитие электроники в долгосрочном горизонте. Итак, на сегодняшний день интеграция чипов, содержащих по 20 миллиардов транзисторов в каждом, и есть основа закона Мура для ИС, но это тупиковая ветвь развития. Для дальнейшего движения необходим абсолютно новый подход. В краткосрочной перспективе это включает новые парадигмы в соединении электронных и оптоэлектронных корпусов в 2D, 2.5D и 3D (рис 2). Раньше в первую оче-

редь фокусировались на масштабировании транзисторов, теперь это масштабирование пакетов и систем. Оно сосредоточено на миниатюризации активных и пассивных компонентов и их соединений для формирования модулей и систем.

Как классический закон Мура предусматривает удвоение количества транзисторов и одновременное снижение их стоимости каждые 18-24 месяца, закон Мура для 3D-структур с использованием межкомпонентных соединений предлагает то же самое. Все межсоединения управляются вычислительными системами, а внутреннее взаимодействие вычислительных систем (взаимодействие между логикой и памятью) осуществляется в соответствии с архитектурой фон Неймана. Новая эра искусственного интеллекта, имитирующего человече-



2

Закон Мура для ИС, 2.5D и 3D-структур. Источник: <https://chipscalereview.com/>

ский мозг с более высокой вычислительной производительностью при меньшем энергопотреблении, является еще одной причиной завершения классического закона Мура.

Человеческий мозг – это совершенная система межсоединений, обеспечивающая высочайшую производительность при наименьшем размере с наименьшим энергопотреблением. И это новый стандарт масштабирования системы и межсоединений, а также эффективности вычислений с точки зрения производительности и мощности – это намного больше, чем могут дать современные трехмерные электронные архитектуры. Типичный человеческий мозг имеет около 90 миллиардов нервных клеток, связанных между собой триллионами синапсов, что обеспечивает триллионы путей для обработки информации мозгом, а также петабайт памяти. Электроника сегодня – это более 200 000 соединений. Следовательно, новый закон Мура должен дублировать архитектуру человеческого мозга.

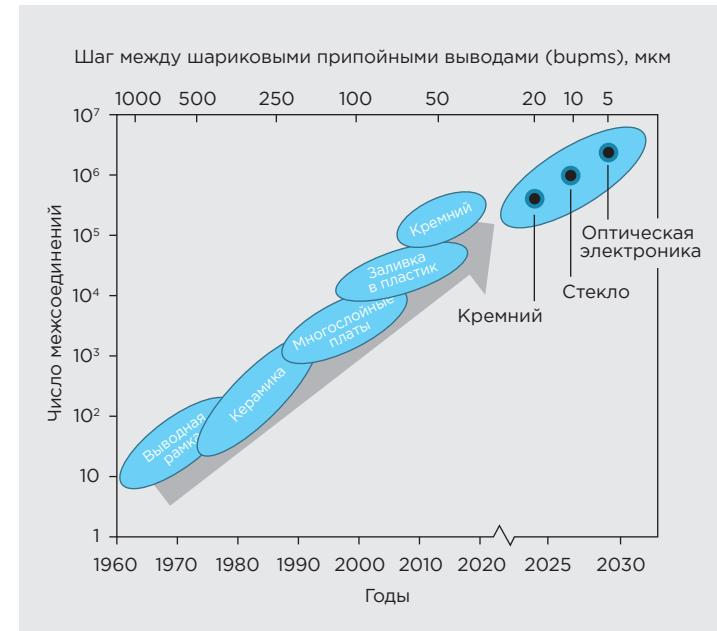
Закон Мура для 2.5D и 3D-структур (межсоединений в корпусировании) исторически значительно эволюционировал. Все началось с двухрядных керамических корпусов в 1970-х годах с 16 входами/выходами. Далее, в 1980-х годах, появились пластиковые четырехрядные плоские корпуса с 64 входами/выходами. Еще десятилетие спустя, в 1990-х годах, – керамические корпусы с количеством операций ввода-вывода более 1000. Но на этом «эволюция» не закончилась. Были разработаны системы для обработки встроенных пакетов с более чем 20 000 операций ввода-вывода, а также встроенных пакетов, приближающихся к 200 000 операций ввода-вывода.

Искусственному интеллекту, имитирующему человеческий мозг, может потребоваться на несколько порядков больше.

В настоящее время используются различные виды современного корпусирования. Давайте разберемся, какими возможностями обладают основные технологии корпусирования, и чего в итоге можно ожидать от квантовой электроники.

Кремний – лучшее решение для современного корпусирования или все же нет?

Сегодня технология современного корпусирования с использованием кремниевых межсоединений (интерпозеров) является самой современной многоуровневой системой – «упаковкой» или «корпусом», если судить по количеству операций ввода-вывода. Следовательно, закон Мура для межкомпонентных соединений в настоящее время применяется в технологии корпусирования на уровне кремниевых пластин. К сожалению, у данной технологии есть один существенный минус – старение «корпусов», что влечет за собой множество ограничений



3

Закон Мура для современного корпусирования или новый подход к закону Мура в настоящий момент. Источник: <https://www.accessengineeringlibrary.com/>

по используемым материалам, получаемым устройствам, типам межсоединения и подходу к организации многоуровневой системы (РИС 3).

Если рассматривать кремний как материал, то он имеет ограничения – сверхвысокие потери и высокую диэлектрическую проницаемость (11,4). Его применение также ограничено размерами пластин 300 мм по сравнению с обычными корпусами и системными платами, которые производятся в виде больших панелей обычно около 500-1000 мм. Вопрос по использованию 450 мм пластин еще до конца не проработан, и окончательное решение ведущими производителями ИС не принято, так как оборудование для работы с такими размерами – крайне дорогостоящее и требует полного переоснащения существующих производств. Кроме того, кремниевые структуры для корпусирования необходимо утонять от толщин 800 мкм до 30-100 мкм, что вызывает дополнительные проблемы для серийного производства. Кремниевые подложки обладают коэффициентом теплового расширения (ТКР) в 3 РРМ/°C. Пусть они идеально подходят для ИС, но при этом абсолютно не соответствуют ТКР плат и подложек из органических материалов, у которых коэффициент термического расширения ~17 РРМ/°C. Это, в свою очередь, требует дополнительных компенсационных слоев в многоуровневых системах между кремниевыми и органическими слоями.

На уровне межсоединений кремниевые «корпуса» обычно производятся с использованием литографических материалов и процессов BEOL, которые позволяют получать субмикронные размеры и достаточно толстые

структуры. Эти структуры обладают очень высоким сопротивлением и паразитными емкостями, что способствует возникновению так называемых RC-задержек, влияющих на конечные характеристики ИС, а особенно на их полосы пропускания. Но несмотря на эти нюансы почти все высокопроизводительные 3D-структуры (EMIB от Intel, Fiji отAMD и Nvidia), которые применяются для создания искусственного интеллекта, облачных вычислений и высокопроизводительных серверов, используют в своей основе кремниевые структуры.

Корпусирование на стеклянной основе – следующий шаг в современном корпусировании

Корпусирование с использованием стекла впервые было разработано компанией Georgia Tech и ее многочисленными отраслевыми партнерами как лучшая «упаковка» (корпус) следующего поколения для преодоления недостатков кремния. Стекло, как материал, превосходит кремний по электрическим параметрам, диэлектрической проницаемости, возможности изменения ТКР от 3 до 9 PPM/°C, а также по производству и доступности ультратонких и сверхбольших размеров без необходимости утонения, шлифовки и полировки. На уровне межсоединений были разработаны материалы и процессы, позволяющие минимизировать задержки RC-цепей с более низкими сопротивлением и уровнем перераспределения емкости. На уровне системы (3D-структуры) такие стеклянные материалы могут быть непосредственно собраны как с кремниевыми ИС, так и с платами из органических материалов без дополнительных слоев.

Ряд новых элементов современного корпусирования, разработанный консорциумом Georgia Tech, включает обработку больших панелей (размером более 500 мм), разработку инструментов для литографии размером 1 мкм, полимерные диэлектрические материалы с низкой диэлектрической проницаемостью и процессы по получению высоких соотношений сторон проводников с более низким сопротивлением и высокой степенью планарности без химико-механической полировки, а также барьерные металлы для улучшения электромиграции близкорасположенных проводников. Кроме того, новая архитектура 3D-структур (3DGPE), которая развивает направления создания 3D-структур за счет встраивания сверхкоротких межсоединений и соединений с низким RC-потерями, помогает достичь более высокой пропускной способности, чем при использовании кремниевых интерпозеров.

Оптоэлектронное корпусирование – следующий шаг в современном корпусировании?

Фотоника долгое время рассматривалась для решения задач по обеспечению

более широкой полосы пропускания при меньшей необходимой для этих целей затрачиваемой мощности, в меньших и более легких «упаковках», чем решения на основе электронных компонентов, при этом также обеспечивая невосприимчивость к электромагнитным помехам.

Фотонные технологии используются не только для волоконно-оптических линий связи, но и для межсетевых соединений. По мере того, как электронные компоненты и классические микроэлектронные технологии достигали пределов полосы пропускания из-за ограничений закона Мура, оптоэлектроника становилась необходимым решением для достижения полосы пропускания до 1 Гбит/с. В оптоэлектронике есть много способов улучшить полосу пропускания, включая мультиплексирование: большее количество связей на один оптический канал, мультиплексирование с разделением по длине волн (подход, который использует несколько длин волн в одной и той же среде), а также метод амплитудно-импульсной модуляции – предоставляет больше бит за то же время. Несмотря на множество способов изготовления модулей оптоэлектроники, наиболее желательной является технология с использованием кремния, как хорошо изученного материала в микроэлектронике. Это называется кремниевой фотоникой, при которой электронные и фотонные устройства интегрируются в один кремниевый кристалл с использованием технологий изготовления КМОП. Хотя у этой технологии есть много преимуществ, в том числе меньший размер (ширина волновода 400 нм) и отработанное десятилетиями производство КМОП-структур, фотонные процессы также имеют множество проблем, например, соединение волокон и невозможность использования кремния в качестве активного материала для генерации лазерного излучения, что требует альтернативных источников света на кремниевых структурах.

Квантовая электроника – будущее всей микроэлектронной отрасли

Квантовая физика на протяжении десятилетий была отраслью физики со многими областями исследований, включая квантовую химию, квантовое моделирование, квантовое машинное обучение, квантовые алгоритмы и квантовые коммуникации. Квантовые вычисления были предметом исследований более двух десятилетий.

По мере того, как электроника, управляемая законом Мура, начинает «увядать» с точки зрения ее способности обеспечивать увеличение вычислительных процессов при более низкой потребляемой мощности, ученые из IBM начали исследовать квантовые устройства. В отличие от современных цифровых систем, которые запрограммированы с помощью битов с единицами данных либо 0, либо 1, квантовые компьютеры используют кубиты, которые могут представлять комбинацию как

0, так и 1 одновременно на основе принципа суперпозиции. Эта разница делает квантовые компьютеры экспоненциально быстрее, чем современные мейнфреймы и серверы.

Кроме того, квантовые компьютеры могут выполнять несколько вычислений с несколькими входами одновременно в отличие от современных компьютеров, которые обрабатывают только один набор входных данных и одно вычисление за один раз. Например, с 50 кубитами вычислительная мощность может составлять от 2 до 50, т.е. может выполняться от 2 до 50 вычислений единовременно. Когда будут достигнуты 1000 кубитов, вычислительная мощность составит от 2 до 1000. В настоящее время количество кубитов составляет около 50, но даже при таких малых числах вычислительная мощность значительно превосходит лучшие суперкомпьютеры при гораздо меньшей потребляемой мощности. Сегодня наиболее заметными и доминирующими компаниями в данных разработках являются IBM, Microsoft и Google, а все крупные полупроводниковые и системные компании имеют большие внутренние программы по развитию квантовых технологий и вычислений. Применение квантовых вычислений: быстрые исследования и разработки в области химических и фармацевтических материалов с моделированием; получение супервычислительной мощности автономных транспортных средств с квантовым искусственным интеллектом для снижения количества смертельных случаев до нуля; устранение проблем кибербезопасности.

Ожидается, что квантовые компьютеры будут разрабатываться по закону Мура каждый год на протяжении нескольких десятилетий. Сегодня это 50 кубит и примерно 10 000 кубит к 2030 году. Amazon Web Services, Microsoft Azure, IBM и другие уже объявили о своих «квантовых предложениях» на рынке. Первоначально внедрение квантовых вычислений будет гибридным подходом, в котором одна часть проблемы будет решаться с помощью классических вычислений, а другая – с помощью квантового искусственного интеллекта. Подражание работе человеческого мозга станет лучшим результатом работы искусственного интеллекта.

Давайте вместе следить за развитием мировых квантовых технологий, а особенно за становлением и развитием квантового компьютера в России, в процесс создания которого в настоящее время вовлечены и ведущие ВУЗы нашей страны. □

В статье использованы материалы:

1. G. E. Moore, “Cramming more components into integrated circuits,” Electronics, 38(8), 1965.
2. <http://www.yole.fr/>
3. <https://chipscalereview.com/>
4. Post-Moore’s Law electronics: now, until quantum electronics By Rao R. Tummala. Chip Scale Review March, April, 2020.

ТЕХНОЛОГИИ

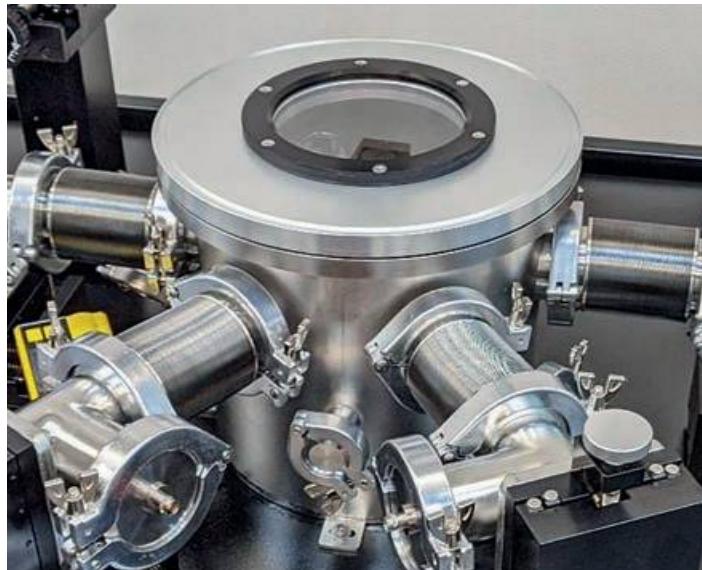
ЗОНДОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ШИРОКОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ ДИАПАЗОНЕ



Текст: Роман Розанов

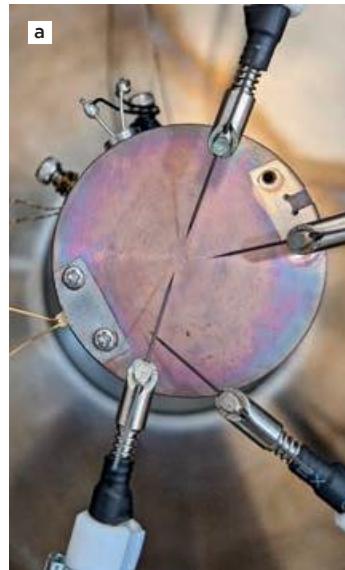
”

Измерения при повышенных и пониженных температурах являются неотъемлемой частью процесса разработки новых изделий электроники, исследования малоизученных процессов или эффектов, проявляющихся только при параметрах окружающей среды, которые отличаются от нормальных условий. Для выполнения электрических измерений в контролируемых условиях внешней среды применяют специальные зондовые станции, которые позволяют поддерживать температуру исследуемых образцов в широком диапазоне с высокой точностью.



1

Вакуумная камера для проведения исследований в контролируемой атмосфере



2

а) Держатель образцов с зондовыми иглами над ним; б) вакуумный электрический ввод для подключения нагревателя и температурного датчика



Регламентированный рабочий температурный диапазон электронных устройств общего назначения редко выходит за пределы $-60^{\circ}\text{C} \dots +200^{\circ}\text{C}$. Тестирование и проверку работоспособности приборов при таких температурах можно выполнять как с помощью стандартных систем тестирования, встраиваемых в производственную линию, так и простыми зондовыми станциями с интегрированной системой нагрева/охлаждения держателя образцов. Однако когда речь заходит о микросхемах специального назначения (например, использование в условиях космоса) или об исследовании новых фундаментальных эффектов, механизм которых ещё не до конца изучен, могут потребоваться измерения в более широком температурном диапазоне.

Так, для исследований при температурах жидкого азота применяют специальные криогенные зондовые станции. Далее в статье на примере одной из реально поставленных в России станций будет рассмотрено общее устройство всего подобного оборудования.

Охлаждение исследуемых образцов до температур ниже -60°C нежелательно в атмосфере обычного комнатного воздуха, поскольку на охлаждаемых поверхностях неизбежно будет образовываться иней из атмосферной влаги. Чтобы избежать негативных эффектов охлаждения до температур жидкого азота, в конструкции зондовых станций применяют вакуумные камеры (рис 1), которые позволяют проводить измерения в разреженной атмосфере или в атмосфере сухих инертных газов.

Внутри вакуумной камеры расположен держатель образцов (рис 2а). Он выполнен из полированной меди, что дает возможность добиваться однородности температуры по всей площади столика и обеспечивать хорошую теплопередачу исследуемому образцу. Диаметр

держателя составляет 40 мм, что обеспечивает высокую однородность температуры по всей площади и дает разность температуры в центре и на краю столика не более $0,01^{\circ}\text{C}$. Также на держателе образцов в непосредственной близости от поверхности закреплён датчик температуры, а в объеме держателя – нагреватель. Их выводы подключены к многоконтактному электрическому вакуумному вводу (рис 2б).

Считывание показаний датчика температуры и управление нагревателем происходит с помощью термоконтроллера, а поддержание заданной температуры путём задания мощности нагревателя посредством ПИД-регулирования. Используемый термоконтроллер позволяет добиться стабильности температуры на уровне $0,01^{\circ}\text{C}$ при задании температуры выше комнатной и около 1°C при охлаждении образцов. Более низкая стабильность температуры в случае охлаждения столика обусловлена методом достижения низких температур. Для охлаждения держателя образцов используется прокачка жидкого азота из расположенного рядом сосуда Дьюара (рис 3) непосредственно под предметным столиком. Это позволяет достигать температуры исследуемого образца 80 К, однако при кипении жидкого азота возникают флуктуации потока охладителя в незамкнутой системе охлаждения (выхлоп отработанного азота уходит в атмосферу), что ограничивает точность поддержания температуры.

Чтобы избежать обледенения исследуемого образца при охлаждении, а также быстрого окисления медного держателя образцов при нагреве, перед проведением измерений выполняется откачка воздуха из объема вакуумной камеры. Для этого используются пластинчато-роторный вакуумный насос и стандартная гибкая вакуумная арматура (рис 4).



Используемое оборудование позволяет достичь давления 10^{-1} Па в вакуумной камере при охлаждении. Этого достаточно для проведения электрических измерений при низких и высоких температурах без последствий для образца и оборудования. Для контроля давления в камере используется конвекционный вакуумметр (рис 5).

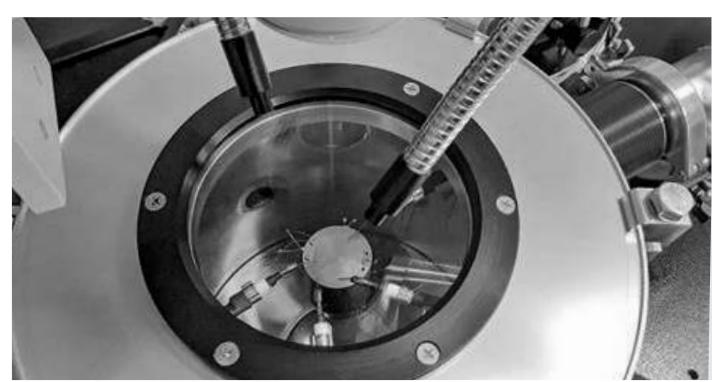
В качестве вакуумных уплотнений используются витоновые кольца, которые обеспечивают быструю загрузку образцов через верхнюю крышку вакуумной камеры, что несколько ограничивает минимально достижимое давление в камере и максимальную температуру нагрева держателя образцов, которая составляет 480 К.

На верхней съёмной крышке есть смотровое окно из закалённого стекла (рис 6), которое даёт возможность наблюдать за образцом во время измерений и подведения зондов после откачки.

Для точного позиционирования зондов на контактных площадках исследуемых образцов над смотровым окном камеры установлен оптический стереоскопический микроскоп с переменным увеличением. Микроскоп смонтирован на специальном держателе, установленном рядом с вакуумной камерой, который позволяет быстро менять положение микроскопа в широком диапазоне и обеспечивает его точное перемещение в диапазоне 50×50 мм в плоскости X-Y. Подсветка образца обеспечивается внешним оптоволоконным осветителем (рис 7).

Органы управления микроманипуляторами расположены снаружи вакуумного объёма (рис 8). Такое решение позволяет осуществлять откачуку атмосферы из камеры при отведённых зондах, исключая повреждение зондов и образца вследствие возможного движения игл при начале откачки и во время напуска атмосферы по окончании измерений. Также возможно корректировать положение зондов при закрытой камере, что может потребоваться при нагреве или охлаждении образцов из-за разницы в коэффициентах теплового расширения образца и частей установки.

При создании разреженной атмосферы в вакуумной камере возникает сила, втягивающая манипуляторы в откачиваемый объём, что усложняет точное позициониро-



нирование зондов и может привести к выходу из строя подвижных частей микропозиционеров. Для компенсации данной силы манипуляторы снабжены специальными пружинами, которые облегчают работу при откаченной камере, снижают нагрузку на детали механизма позиционирования и помогают точнее устанавливать измерительные зонды на образцы. На каждом манипуляторе закреплена сменная вольфрамовая игла, осуществляющая непосредственный контакт с образцом. Подвод сигнала к иглам происходит с помощью триаксиальных кабелей, которые обеспечивают низкий уровень утечек и наведённых шумов и позволяют проводить измерения сигналов на уровне фемтоампер. Кабели подключены к вакуумным переходным триаксиальным разъёмам, к которым снаружи подключаются триаксиальные кабели, идущие к измерительному прибору.

Вакуумная камера с микроскопом и манипуляторами расположена на пневматическом виброзащитном столе. Виброзащита обеспечена четырьмя воздушными подушками, давление (8 бар) в которые нагнетается отдельно стоящим компрессором. Также благодаря трём датчикам стол поддерживает заранее установленное положение плоскости столешницы.

Электрические измерения при азотных температурах являются весьма сложным и трудоёмким процессом, но они – неотъемлемая часть многих научных исследований и процессов разработки приборов специального назначения. Получение хороших результатов при реализации столь специфичных задач требует применения самых передовых измерительных приборов и оборудования. Специалисты ООО «Остек-Электро» помогут в оценке решаемой задачи, подборе необходимого оборудования и его запуске. Разработанные решения позволят получать наиболее точные данные при измерениях в любом требуемом диапазоне температур.



7

Расположение микроскопа и устройства подсветки над смотровым окном вакуумной камеры



8

Расположение органов управления микроманипуляторами и триаксиальных выходов снаружи вакуумной камеры

КАЧЕСТВО

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СБОРОЧНО- МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЛИ КАК ДОСТИЧЬ КРІ ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ



Текст: Денис Чернов

”

Современный этап развития промышленности в России ознаменовался новыми вызовами для производственных предприятий. Освоение новой высокотехнологичной продукции, рост сложности изделий и их серийности, повышение доли гражданской продукции в последние годы были дополнены санкционным давлением, импортозамещением и увеличением доли отечественной продукции в закупках государственных заказчиков.

Тенденции цифровизации

Необходимость соответствовать этим вызовам заставляет предприятия осваивать передовые производственные технологии. В свою очередь, федеральные власти рассматривают эту задачу как приоритетное направление развития российской промышленности. Среди инструментов государственной поддержки передовых производственных технологий стоит выделить Национальную технологическую инициативу, Стратегию научно-технологического развития Российской Федерации и национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации». Эти программы реализуются в соответствии с принципами четвертой промышленной революции и являются российскими аналогами таких национальных инициатив, как североамериканская Advanced Manufacturing Partnership, китайская Made in China 2025, японская Society 5.0 и немецкая Industrie 4.0.

Вектор развития, заданный Правительством России, направлен на повышение доли российской промышленной продукции на мировом рынке. В этих условиях даже самые современные станки и оборудование не могут обеспечить конкурентоспособный уровень эффективности производства. Предприятиям нужен комплексный подход, включающий развитие по таким направлениям, как: производственная логистика и управление товарно-материальными ценностями, повышение квалификации персонала, повышение эффективности работы оборудования, повышение производительности ручного труда и управление качеством.

В ответ на вызовы и ограничения, а также запросы предприятий отрасли команда «Остек-СМТ» разработала концепцию цифрового сборочно-монтажного производства, учитывающую как новые технологические требования и тенденции конструирования передовой техники, так и базовые принципы четвертой промышленной революции, позволяющие повысить эффективность производства, оптимизировать качество выпускаемой высокотехнологичной продукции и снизить ее себестоимость. Ключевые составляющие цифрового производства представлены в инфографике на стр. 32-33.

Концепция цифрового сборочно-монтажного производства

Цифровой подход к организации сборочно-монтажного производства охватывает все этапы производства продукции. Как театр начинается с вешалки, так и производство начинается со склада, автоматизация которого дает резкий прирост производительности и существенное сокращение площадей складского хранения. Склад обменивается информацией с оборудованием технологических линий, что обеспечивает прослеживаемость от готовой платы к поставщику комплектующих. Непрерывный автоматический мониторинг оборудования дает возможность в режиме реального времени отслеживать все технические и технологические параметры процесса производства, тем самым повышая эффективность использования оборудования и качество выпускаемой продукции.

Подавляющее большинство радиоэлектронных изделий, собираемых на российских предприятиях, имеют в своей технологической карте несколько ручных операций: монтаж, сборка, настройка, упаковка. Автоматизировать все технологические операции порой экономически нецелесообразно. При этом знать, на каком этапе производства находится то или иное изделие, когда будет готов конкретный заказ, успевает ли производство в согласованный договором срок, в современных конкурентных условиях жизненно необходимо. Принцип ручного управления давно признан малоэффективным и в таких ситуациях с объемом информации не справляется.

То же самое относится и к системе контроля качества продукции. Положение дел в этой области выглядит перспективнее, на производствах активно начали использовать автоматические оптические инспекции. При этом степень автономности таких систем довольно высока, что ограничивает производство в скорости принятия решений, а также повышает риски, связанные с человеческим фактором. Люди требуют особого внимания руководителя. Понятие высокотехнологичной продукции неразрывно связано с квалификацией персонала, которая, в свою очередь, требует постоянного повышения. В этом контексте особый приоритет имеет система управления знаниями персонала. Зачастую потенциал имеющегося на предприятии оборудования существенно выше уровня используемого функционала. Поэтому выстроенная система обучения персонала гарантирует максимально эффективное использование имеющегося оборудования и высокое качество продукции.

В последние годы многие машиностроительные и радиоэлектронные предприятия активно оснащались и перевооружались, этому способствовали пресловутые санкции, государственная политика, как следствие – рост числа заказов и прибыли самих предприятий. Свою лепту внесло и продолжает вносить импортозамещение, доля некоторых закупаемых отечественных продуктов в ближайшее время вырастет до 90%*. Казалось бы, есть всё для нормальной работы – заводы оснащены, знаниями управляем, оборудование работает эффективно. Но остановившаяся из-за поломки печь оплавления поставит под угрозу выполнение всего заказа. А если сервисные инженеры у поставщика расписаны на месяц вперед, то риски возрастают много-кратно. То же самое относится и к расходным материалам, которые не заказаны вовремя. Все это можно и нужно отдавать под контроль цифровой системы управления. Она не умеет забывать. Посчитав фактические часы работы оборудования, она заранее оповестит руководителя о необходимости технического обслуживания, сообщит об этом поставщику, который заранее подготовит необходимые

* Постановление Правительства РФ от 3 декабря 2020 г. № 2014 «О минимальной обязательной доле закупок российских товаров и ее достижении заказчиком», <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74916819/>

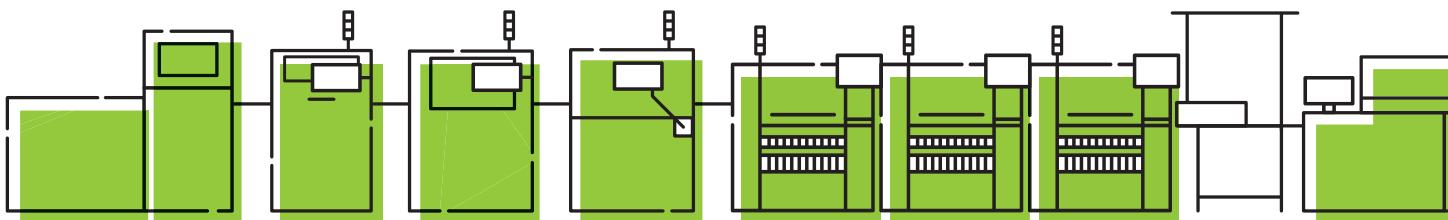
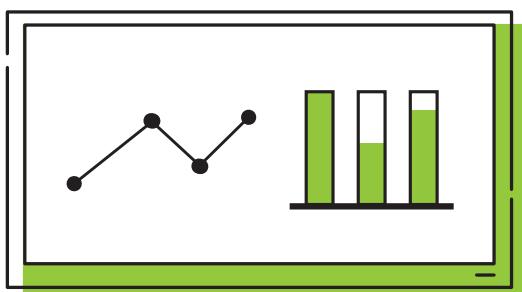
Постановление Правительства РФ от 3 декабря 2020 г. № 2013 «О минимальной доле закупок товаров российского происхождения», <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74907257/>

7 ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВОГО СБОРОЧНО-МОНТАЖНОГО

УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ОБОРУДОВАНИЯ

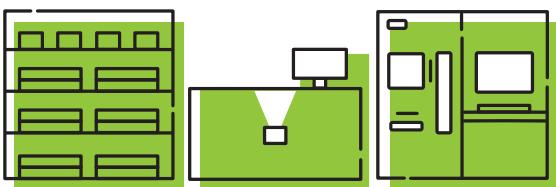
Поддержка принятия решений на основе анализа производственных показателей

40% ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ



АВТОМАТИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ

Управление запасами и Just-in-Time обеспечение производства компонентами и материалами



70% СОКРАЩЕНИЕ ПРОСТОЕВ ЛИНИИ

“ Мы существенно сократили время подготовки компонентов и переналадки линий поверхностного монтажа – процесс исполнения заказов стал еще быстрее и эффективнее.

Прософт-Системы
Аверин С.А.,
исполнительный директор

АВТОМАТИЗАЦИЯ РУЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Повышение производительности ручного труда и снижение человеческого фактора



30% СНИЖЕНИЕ БРАКА

“ Информация доносится до всех исполнителей без задержек, не возникает проблем, связанных с изменениями в изделиях или техпроцессе.

Исток
Редин П.В.,
начальник НПК

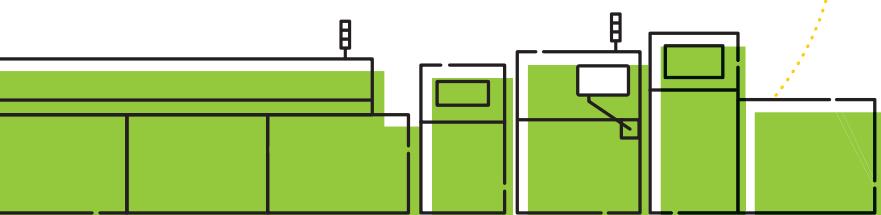
ПРОИЗВОДСТВА

УМНЫЙ СЕРВИС

Обеспечение стабильной и бесперебойной работы производства



360° СЕРВИСНАЯ ПОДДЕРЖКА



“ Внедрение программно-аппаратного комплекса помогло обеспечить повышение качества изделий, стабильность и управляемость производственного процесса.

Инфотекс АТ
Кораблев П.А.,
директор

ОБЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ – ОЕЕ

Мирового класса	85% ¹
Среднемировой	60% ¹
Среднероссийский	25% ²

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Многоуровневая система
контроля качества
выпускаемой продукции



99% ГОДНЫХ С ПЕРВОГО ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ

УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ

Повышение квалификации персонала в очном и дистанционном формате



25% СНИЖЕНИЕ РАСХОДОВ НА ОБУЧЕНИЕ

“ Коллеги из Остека часто приезжают к нам на предприятие: делятся информацией о рынке, помогают в обслуживании оборудования и рассказывают о новых технологиях.

Интеграция
Кротов В.М.,
генеральный директор

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ

Мониторинг показателей производства в режиме реального времени



¹oee.com

²мнение экспертов Остек-СМТ

Электронная версия



1

Автоматизированная станция регистрации компонентов Storage Solution ISM Material Incoming Station

расходные материалы и запланирует выезд сервисного инженера.

Цифровая трансформация производств на сегодняшний день перестала быть модным трендом. Теперь это острая необходимость, предъявляющая жесткие требования к процессам сбора, хранения и использования информации. Одним из таких требований является наличие машиночитаемой маркировки на каждом элементе цифрового сборочно-монтажного производства. Маркировке подлежат комплектующие, печатные платы, оснастка, инструмент, сами станки. Любой элемент, подлежащий учету и контролю, должен иметь собственный уникальный штрихкод или RFID-метку. Оцифровывать необходимо даже персонал, его идентификация в системе должна быть однозначная и быстрая, чтобы не осложнять производственную деятельность.

Автоматизация хранения

Лидерами в маркировке на производствах безусловно являются входящие комплектующие. Их производители много лет снабжают автомобильную отрасль – самую передовую в цифровизации и прослеживаемости. В случае выявления брака какого-либо элемента автомобиля его производитель всегда точно знает, где еще установлен таковой же элемент, что позволяет адресно отозвать с рынка эти машины. Такая практика не менее актуальна и для радиоэлектронных предприятий. Предиктивный отзыв некачественных изделий до их выхода из строя в процессе эксплуатации уменьшает не только финансовые, но и репутационные риски предприятия.

Прослеживаемость на предприятии всегда начинается с приёмки комплектующих. Когда мы говорим о средне- и крупносерийных производствах, то к требованию по прослеживаемости добавляется еще и скорость работы склада. Чем меньше производство ждет оприходование комплектующих, тем раньше оно выпустит изделие. Главным помощником складского персонала в этом случае выступает автоматизированная станция регистрации компонентов Storage Solution ISM Material Incoming Station (рис. 1). Станция обеспечивает скоростное оприходование компонентов за счет машинного распознавания заводской маркировки на катушке с компонентами. Как правило, вся заводская маркировка, включая наименования производителя и компонента, номер партии, количество компонентов в катушке, содержится на таре в виде штрихкодов. ISM Material Incoming Station с помощью камеры и встроенного ПО распознает эту маркировку и за доли секунды заносит в базу.

После этого катушке присваивается внутренний штрихкод, по которому далее осуществляется весь внутренний учет на производстве. Если одновременно приходится несколько одинаковых катушек, то сканировать каждую нет необходимости, достаточно в ПО станции ввести количество одинаковых катушек и наклеить на каждую распечатанный штрихкод. В среднем оприходование одной катушки с полным сканированием занимает 25 секунд, за минуту можно детально внести в систему восемь одинаковых катушек, за две – 20 и так далее.

Автоматизированная станция регистрации компонентов работает в едином информационном контуре с интеллектуальными системами хранения Storage Solution ISM (рис. 2) и ERP-системой предприятия, например, 1С.

Это означает, что как только катушка оприходована на ISM Material Incoming Station, она сразу попадает в учет ERP-системы и может быть выписана в производство. Преимущества работы с ISM Material Incoming Station очевидны. Однако экономическая эффективность такой работы существенно снижается в условиях мелкосерийного и опытного производства. В этом случае складской персонал может использовать аналогичный функционал роботизированных складов Storage Solution ISM. Оприходование производится аналогичным образом, но процесс менее удобен и идет несколько дольше, что вполне допустимо при небольших объемах производства.

Также стоит отметить возможности интеллектуальных складов автоматически организовывать внутреннее хранение. Система управления самостоятельно определяет наилучшее место того или иного поддона. Персонал загружает и выгружает единицы хранения через соответствующее окно. Все внутренние перемещения происходят без участия человека. Интересная особенность системы управления – возможность управлять дополнительными складскими площадями, например, шкафами ячеистого хранения ISM. В общем и целом, это ожидаемо. Но система управления дополнительно может управлять площадями существующих стеллажей. Они делятся на ячейки, маркируются, заносятся в систему управления складом и образо-



2

Интеллектуальные системы хранения Storage Solution ISM

вывают единую площадь хранения с роботизированными и ячеистыми складами.

Организованное таким образом автоматизированное хранение компонентов позволяет производству оперативно получить информацию о текущих остатках компонентов, хранить их в соответствии с условиями, рекомендуемыми производителем, в том числе соблюдать требования к режимам температуры и влажности, отслеживать достаточность комплектации для выполнения заказов, а также при необходимости автоматически формировать ведомости для закупки или доставки комплектующих с центрального склада.

Весь учет комплектующих в автоматизированных системах хранения интегрирован с ERP-системой предприятия. Также интеллектуальные склады связаны с автоматами установки компонентов. Эта связь выполняет три основные функции. Во-первых, в режиме реального времени происходит учет расхода компонентов в каждой катушке на установщике. Если частично использованная катушка возвращается на хранение, то склад уже имеет информацию об остатке в этой катушке. Во-вторых, когда в катушке заканчиваются компоненты, установщик может заблаговременно подать складу команду на выгрузку новой катушки. В этом случае оператор заранее заряжает питатель, полностью исключая простой установщиков из-за доставки компонентов к установщику и зарядки питателей. В-третьих, интеграция интеллектуальных систем хранения и установщиков формирует привязку установленных компонентов к плате, обеспечивая их прослеживаемость. Это решение в концепции цифрового сборочно-монтажного производства получило название Склад 4.0.

Аналогичным образом в решении Склад 4.0 организован процесс хранения и учета материалов, используемых на производстве. Для этого применяется система хранения материалов EKRA S10 select (рис 3), обеспечивающая необходимую температуру и влажность хранения, учтенную выдачу материалов авторизованным пользователям, соблюдение принципа FIFO (First Input First Output) при



3

Система хранения материалов EKRA S10 select

выдаче материалов. Интеграция с принтерами трафаретной печати позволяет исключить простой станков из-за отсутствия паяльной пасты или ее несвоевременной загрузки в принтеры.

Управление эффективностью оборудования

Современное технологическое оборудование дает широкие возможности для межмашинного (Machine-to-Machine, M2M) взаимодействия, что позволяет минимизировать простои линий из-за возникающих дефектов и человеческого фактора. Так, обратная связь между системой контроля нанесения паяльной пасты и трафаретным принтером обеспечивает корректировку процесса печати без участия человека: при превышении заданного порога отклонения SPI направляет команду трафаретному принтеру, который автоматически производит соответствующую корректировку. Процедура может повторяться многократно, тем самым исключая возможный брак при последующей установке компонентов и оплавлении. В процессе такого взаимодействия оборудования оператор может получать информационные сообщения о происходящих корректировках на свой смартфон или умные часы. Аналогичным образом на мобильное устройство приходят тревоги, информация о дефектах, превышении заданного порога на техотход и так далее.

Комплекс технологического оборудования и программного обеспечения, в реальном времени осуществляющего мониторинг состояния линий, учет выпущенной продукции и анализ качества изделий, получил название «Умная



4

Производственный ситуационный центр

линия). Функционал комплекса дает возможность оценить эффективность использования технологического оборудования и рассчитать показатель его общей эффективности OEE (Overall Equipment Effectiveness). Этот показатель определяет процент продуктивного времени производства. OEE 100 % означает, что производство выпускает 100 % качественной продукции без остановок и на максимальной скорости. Очевидно, что идеальной ситуации достичь не удастся, всегда будут необходимы остановки на техническое обслуживание, замену питателей, анализ выявленных дефектов, даже если они окажутся ложными. Лучшие мировые практики достигают значения OEE 85 %, многие предприятия в Европе и Азии работают на уровне OEE 60 %. Эффективность российских предприятий редко превышает 25 %. Перечень возможных потерь достаточно ёмкий, и без их автоматической фиксации обойтись затруднительно. В этом случае на помощь приходит функционал программного обеспечения «Умная линия» разработки Остек-СМТ. Система фиксирует простояи оборудования, ведет учет изделий на каждом станке и на выходе с линии, контролирует и анализирует качество выпускаемой продукции.

Диспетчерская

Вся информация, включая показатели доступности, производительности и качества, а также OEE, выводится на диспетчерские экраны, которые могут быть установлены как около линий для оперативного реагирования персонала, так и в производственном ситуационном центре (рис. 4).

Все диспетчерские экраны отражают информацию в режиме реального времени. Исторические данные выгружаются в отчеты о количестве выпущенной продукции, производственной эффективности, качестве. Как правило, отчеты настраиваются под нужды и по форме конкретного производства, поэтому их вариативность достаточно большая.

Одним из самых интересных и важных отчетов в «Умной линии» является Цифровой паспорт произведенного изделия. Он формируется автоматически по ходу движения платы через технологическое оборудование. Таким обра-

зом, на выходе мы имеем полную историю производства каждой платы, операции в паспорте включают дату и время начала и окончания, наименование станка, на котором операция выполнена. При необходимости в истории производства можно хранить технические и технологические параметры операции, информацию о дефектах и так далее. Связка «Умной линии» с решением Склад 4.0 обеспечивает прослеживаемость компонентов, установленных на конкретной плате.

Автоматизация ручных операций

Действительность российской радиоэлектронной промышленности такова, что технологичность производимых изделий далека от совершенства. А это означает, что не все платы могут быть полностью собраны с помощью автоматического оборудования. Ручные операции по-прежнему занимают большую часть технологической карты изделия, и вопрос управления и контроля участков ручного монтажа заслуживает отдельного разговора. В концепции цифрового сборочно-монтажного производства на этом уровне работает Умное рабочее место® – уникальное решение, разработанное командой Остек-СМТ с целью существенного повышения производительности ручного труда, организации учета и прослеживаемости изделий (рис. 5). Результат достигается путем автоматизации и цифровизации рабочего процесса в рамках реализации концепции четвертой промышленной революции.

Таким образом, формирование Цифрового паспорта изделия может быть логично продолжено и на рабочих местах. То же касается и учета выпущенных изделий – он ведется автоматически и в режиме реального времени, а значит начальнику цеха не нужно собирать совещания, чтобы понять статус выполнения плана, потому что вся информация постоянно присутствует и автоматически обновляется у него на мониторе.

«Умное рабочее место» занимает свою нишу в производственных информационных системах предприятия, обеспечивая сбор данных с участков ручного труда, их обработку, анализ и предоставление информации «наверх». Интеграция «Умного рабочего места» с MES-, PDM- и PLM-системами обеспечивает повышение производительности работы смежных служб и отделов, исключая дублирующий ввод данных в различные информационные системы. Так, технолог может работать в своей привычной программе, а актуальный чертеж или операционная карта попадут на экран монтажника автоматически в момент начала выполнения операции. При этом реализуется принцип безбумажного производства, монтажные столы свободны от бумаги, а любое изменение в документации сразу отражается на экране у исполнителя. Нет печати и копирования чертежей, нет раздачи на места новых и сбора старых документов, нет брака из-за отсутствия на местах актуальной документации. Сменные задания попадают из MES в «Умное рабочее место» перед началом каждой смены, в обратную сторону направляется информация о выполненном факте. Очевидно, что обеспечивается полная персонализация



5

Умное рабочее место

ция и прослеживаемость процесса производства продукции. Также реализованы элементы контроля технологической дисциплины – все операции выполняются последовательно, а на ручных операциях пайки ведется контроль температуры на жале паяльника, что позволяет исключить брак от перегрева плат.

Управление качеством

Цифровая трансформация сборочно-монтажных производств во многом нацелена на повышение производительности участков автоматического и ручного монтажа, ведение автоматизированного учета выпущенной продукции, организацию прослеживаемости и паспортизации процесса производства. При этом вся выпускаемая продукция должна иметь стабильно высокое качество, в противном случае она заказчику просто не нужна. Поэтому выстраивание системы управления качеством – это особенная задача как для новых, так и для существующих производств. Контролю на современном производстве подлежат все стадии производства: склад, поверхностный и выводной монтаж, ручные операции. На текущий момент на рынке представлено много различных систем автоматического и автоматизированного контроля, которые охватывают весь спектр задач радиоэлектронных производств. Уникальным решением в этой области являются комбинированная система Viscom X7056-II (РИС 6), сочетающая в себе автоматическую оптическую 3D-инспекцию с высоким



6

Система автоматической 3D-рентгеноскопии и оптической инспекции Viscom X7056-II

разрешением и автоматическую рентгеноскопию с опцией «Planar CT» – косоугольная компьютерная томография, которая позволяет получать послойные срезы и проводить объёмный анализ. Такая система закрывает задачи инспекции паяных соединений, выводов, скрытых от оптической инспекции, например, штыревых компонентов, BGA, QFN, FlipChip, PoP, SiP и так далее.

Открытым в системе управления качеством остается вопрос полноценного использования полученного массива данных для принятия эффективных управлений решений. Концепция цифрового сборочно-монтажного производства подразумевает создание единого информационного контура системы управления качеством, в котором данные обо всех контрольных операциях каждого изделия доступны в одном месте в привязке к истории производства. В этом случае любой обнаруженный дефект может быть отслежен, начиная с условий и сроков хранения компонентов в интеллектуальных системах хранения и далее по всей производственной цепочке: инспекция паяльной пасты, контроль после оплавления, оценка результатов выводного монтажа, ручные операции.

Управление знаниями

Доступность информации повышает скорость реакции и снижает влияние человеческого фактора на качество готовой продукции. Однако квалификация производственного персонала по-прежнему оказывает существенное воздействие на результат производства. Несмотря на все существующие возможности автоматизации производства управляет им всегда человек. Развитие техники, усовершенствование технологий, новое управляющее программное обеспечение требуют постоянного обновления знаний. Особенно важна именно постоянность этого процесса – знания устаревают и обновляются, выпадение



7

Идентификатор оборудования для приложения Ostec Service

из процесса чревато потерей конкурентоспособности предприятия и, следовательно, прибыли. Система управления знаниями занимает особое место в контуре цифрового сборочно-монтажного производства. За год пандемии COVID-19 этот элемент претерпел существенные преобразования. Очный формат обучения, который традиционно практиковался в Остек-СМТ, в один момент стал невозможен по причине полного локдауна в первой половине 2020 года. В это время активный толчок в развитии получили системы онлайн-коммуникаций: Skype, Team, Zoom, а в Остек-СМТ начала свою работу онлайн-академия. Обучающий портал организован в видеоформате, в процессе прохождения каждого онлайн-курса сотрудники предприятий изучают обучающие видеоролики по теме курса, а затем проходят тест, результат которого доступен соответствующему руководителю подразделения предприятия. Разработка и запись новых курсов ведутся технологами и сервисными инженерами нашей компании, которые, в свою очередь, постоянно проходят обучения и стажировки на производственных площадках предприятий-изготовителей технологического оборудования.

Онлайн-формат обучения не отменяет очных практических занятий, которые происходят непосредственно на производстве в момент запуска оборудования. Как правило, сервисные инженеры Остек-СМТ ведут отладку технологии на новом оборудовании совместно с персоналом предприятия, который затем будет работать на этом оборудовании. По окончании запуска и отладки технологии производственный персонал имеет возможность в постоянном режиме общаться с сервисными инженерами, оказывающими гарантийную и сервисную поддержку производства.

Оборудование является дорогостоящей инвестицией, поэтому процесс повышения его производительности и эффективности использования всегда связан с контролем и минимизацией простоев. В фокусе внимания здесь оказы-

ваются как плановые, так и неплановые простои. Ошибки, аварии, затраты времени на техническое обслуживание могут быть минимизированы при использовании цифровых методов контроля. Так, например, «Умная линия» может вести подсчет часов работы оборудования и помогает производству заранее спланировать техническое обслуживание в перерывах между запусками. Материалы будут заказаны заранее, а выполненное вовремя техническое обслуживание минимизирует риски простоев оборудования из-за неполадок и продлит срок службы.

Умный сервис

Цифровой формат также охватывает взаимодействие заказчиков с сервисной службой Остек-СМТ. Заявки в нее направляются, а затем отслеживаются через мобильное приложение Ostec Service, доступное в App Store и Google Play. Приложение устанавливается на мобильное устройство пользователя и подключается к личному кабинету заказчика. Каждый авторизованный сотрудник производства имеет возможность контролировать ход размещенной заявки на обслуживание или заказ расходных материалов (рис. 7). Поскольку Остек-СМТ является единственным официальным дистрибутором и авторизованным сервисным центром таких производителей как Hanwha, Fuji, Ersa, Essemtec, Viscom, Ekra, РВТ и др., в приложении Ostec Service могут размещаться заявки и на гарантийное обслуживание оборудования данных производителей. □

Современный рынок диктует жесткие условия конкурентоспособности, которым вынуждены соответствовать российские радиоэлектронные и машиностроительные предприятия. Эффективность производства является одним из таких требований, в первую очередь влияющих на себестоимость выпускаемой высокотехнологичной продукции. В настоящее время многие руководители имеют в своих КПИ задачи по цифровизации производств. В таких условиях максимальный результат даст только комплексный цифровой подход к организации сборочно-монтажного производства. Уникальный комплекс решений Остек-СМТ полностью адаптирован под отечественные условия и позволяет обеспечить эффективность мирового уровня.



УМНОЕ
РАБОЧЕЕ
МЕСТО

Программно-аналитический комплекс для повышения эффективности ручного труда на производстве



Приглашаем познакомиться с решением
на действующем производстве:

- Функционал решения
- Организация работы
- Опыт эксплуатации



Узнать больше

КАК НАЙТИ ИГОЛКУ В СТОГЕ СЕНА или что надо знать, чтобы выбрать тестовую иглу?

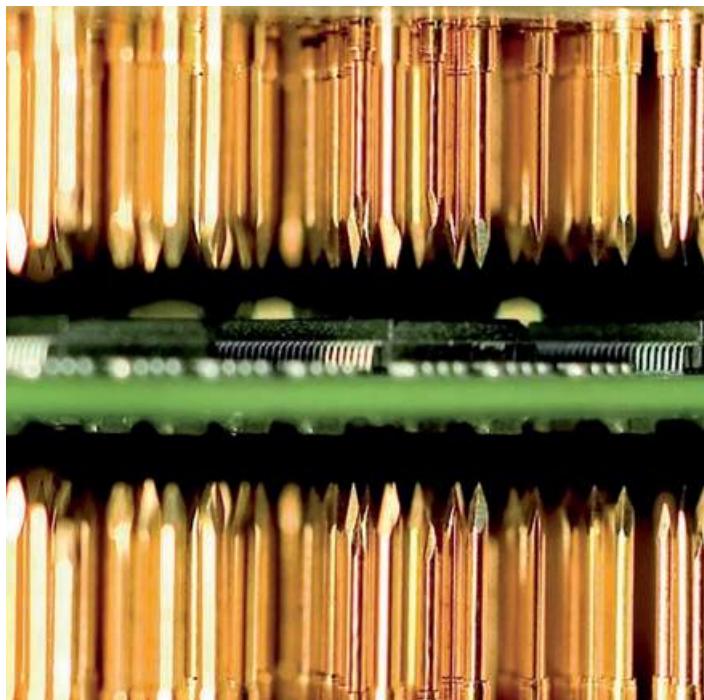


Текст: Алексей Юдин

Современная линия поверхностного монтажа может включать несколько этапов контроля дефектов печатной платы. Для обнаружения ошибок используют установки оптического контроля нанесения паяльной пасты, оптического контроля собранного печатного узла, рентгеновского и внутрисхемного контроля. Финальным шагом тестирования выступает функциональный контроль. Обычно данный этап тестирования не входит в состав установок линии поверхностного монтажа. Стоит отметить, что этот вид контроля дефектов печатного узла получил наибольшее распространение. При функциональном контроле на изделие подается рабочее напряжение для подтверждения правильности работоспособности. Для проверки даже небольшой серии изготавливают оснастку, которая упрощает процесс тестирования, а главное – автоматизирует его. Если ее не применять, то процесс проверки

изделия полностью ложится на плечи разработчика, который единственный знает, в каких точках платы и как надо провести тестирование. Но мало кто хочет тратить время высококвалифицированного разработчика на тестирование изделий. И полностью избежать ошибок проверки при ручном контроле вряд ли получится, т.к. результат полностью зависит от квалификации и личных качеств исполнителя.

Обычно разрабатываемые оснастки обеспечивают подключение только между разъемами изделия и измерительными приборами. Как правило, процент тестового покрытия в таком случае очень низкий. Чтобы его повысить, на печатной плате создают специальные контрольные точки. Оснастки типа «ложе гвоздей» (англ. – bed of nails) позволяют значительно увеличить процент тестового покрытия при контроле качества изделий (РИС 1). У разработчика появляется возможность



1

Оснастка типа «ложе гвоздей»

предусмотреть функциональный контроль отдельных блоков печатной платы, а для особо важных компонентов – их внутрисхемный контроль.

Неотъемлемой составляющей любой оснастки типа «ложе гвоздей» являются пружинные контакты. Еще их называют погоны (англ. – pogo pin), испытательные зонды, тестовые зонды, иглы и т.д. В этой статье я хочу выделить основные моменты, на которые стоит обратить внимание при выборе пружинных контактов.

Процесс подбора иглы целесообразно начать с разбора номенклатурного номера компании, в котором зашифрована вся информация об изделии: серия, тип и диаметр наконечника иглы, сила пружины, материал и т.д. Рассмотрим это на примере артикула тестовой иглы компании Ingun (рис 2), одного из известных производителей пружинных контактов в мире.

Номенклатурный код (рис 3) начинается с типа продукта (позиция 1 рис 3). Существуют следующие типы:

- DKS – вращающийся пружинный контакт
- DPS – дипольный тестовый контакт
- DS – проставочное кольцо
- E – пробник типа Ingun E-TYPE®
- GKS – стандартный тестовый пробник



2

Тестовый пробник с пружиной серии GKS

GKS	-	100	2	91	090	A	20	00	C
1		2	3	4	5	6	7	8	9

3

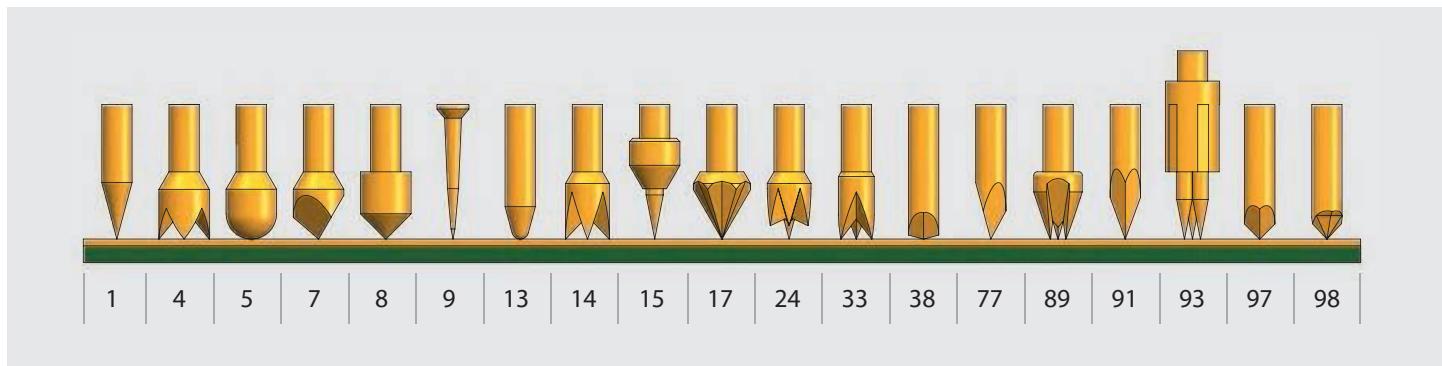
Пример номенклатурного кода тестовой иглы

- HFS – высокочастотный тестовый пробник
- HSS – высокотоковый тестовый пробник
- HMS – пробник для измерения силы сжатия пружины
- KK – пробник для плоских контактов
- KS – гильза для пробника
- KT – контактный терминал (длястыковки с интерфейсными блоками)
- PKS – пневматический пробник
- PSK – пневматический пробник переключающего типа
- SE – разъем
- SKS – переключающий тестовый пробник
- Т – ввинчивающийся тестовый пробник
- VF – пробник с обратным давлением
- VK – четырехпроводной зажим
- VS – пробник заглушка

За типом продукта следует номер серии (позиция 2 рис 3), затем материал (позиция 3 рис 3), из которого изготовлен пробник. Это:

- Нейлон
- Латунь
- Сталь
- Бериллиевая бронза

С 1971 года компания Ingun занимается производством тестовых игл и оснасток. Все производство компании сосредоточено в городе Констанц, Германия. У компании 11 подразделений по всему миру и огромная сеть дистрибуторов, обширный ассортимент продукции – на данный момент в каталоге более 7 500 серийно выпускаемых пружинных контактов.



4

Типы наконечников для контакта в тестовую точку

Позиция 4 рис. 3 обозначает тип наконечника, а позиция 5 рис. 3 – диаметр в мм/100. Например, «090» означает, что диаметр наконечника равен 0,9 мм. Наконечник тестовой иглы может быть покрыт материалом, который находится на позиции 6 артикула (рис. 3). Это:

- A – твердое / толстое золочение
- G – aurun (сплав золота)
- N – никель
- R – родий
- S – серебро

Сила сжатия пружины зашифрована под номером 7 рис. 3 в Н/10. Например, 20 = 2,0Н. Следующие две цифры (позиция 8 рис. 3) – это расстояние от опорного кольца до поршня пробника в мм (рис. 1.1). Если «00», значит игла выполнена без опорного кольца. Последняя позиция артикула (позиция 9 рис. 3) отведена под специальное обозначение. Например, «С» означает возможность использования иглы в расширенном температурном диапазоне.

Выбор подходящего типа наконечника

Одним из основных факторов при выборе иглы является подбор наконечника. Многие типы наконечников могут быть использованы под несколько разных вариантов применения. Обычно типы наконечников классифицируют в зависимости от типа точки на плате, куда нужно обеспечить контакт. Наконечники разделяют на контакт в



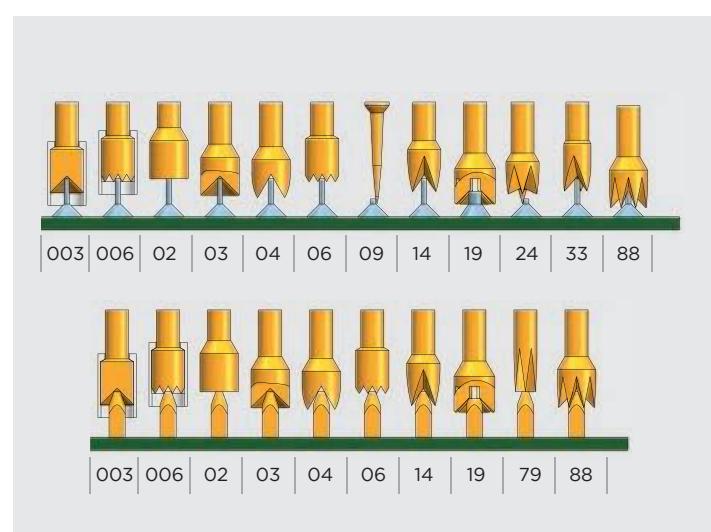
5

Типы наконечников для контакта в переходное отверстие

площадку, переходное отверстие, штыревой вывод компонента. Также важно понимать, что тестовая точка может различаться по размерам, а также по состоянию поверхности (окисленная, чистая или с загрязнениями от пайки). В зависимости от объекта тестирования, а также от условий тестирования имеет смысл попробовать несколько разных типов наконечников с разными по силе пружинами, чтобы найти оптимальный вариант.

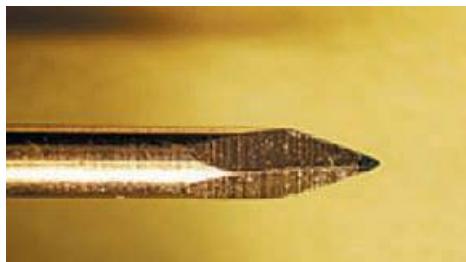
Для контакта в площадку с загрязнениями органического типа, оставшимися на плате после пайки, рекомендуется выбирать «агрессивные» самоочищающиеся типы наконечников. К «агрессивным» относят наконечники, по форме напоминающие кинжал (тип 91 рис. 4). Наоборот, скругленные формы наконечников хорошо подходят для контакта с чистыми поверхностями без загрязнений. Такие иглы позволяют избежать излишне жесткого контакта с поверхностью печатной платы и оставляют минимум следов (тип 5 рис. 4). Также при выборе важно понимать, что «агрессивные» типы наконечников могут повредить внутренние слои многослойной печатной платы, если игла подобрана с излишне сильной силой сжатия пружины.

Контакт с переходным отверстием обычно выполняют двумя способами:



6

Типы наконечников для контакта в штыревые выводы



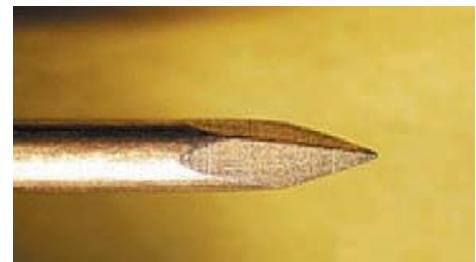
7

Наконечник иглы до очистки



8

Наконечник после пяти циклов очистки



9

Наконечник иглы после 10 циклов очистки

1. Между краем наконечника иглы и металлизированными стенками переходного отверстия.
2. Между точкой наконечника в виде короны и контактной площадкой переходного отверстия.

А для контакта со штыревым выводом, винтом или болтом подбирают иглы с наконечником в виде обратного конуса. Также для этих целей могут применяться пробники для плоских контактов. Иногда используют острые тонкие формы наконечников, но при этом контактируют не в штыревой вывод, а в галтель штыревого вывода (тип наконечника 09 **рис 6**).

Некоторые типы наконечников у игл считаются самоочищающимися (**рис 7**). Такие иглы можно чистить с помощью специального мата, который обрезается под размер оснастки. Для очистки иглы необходимо установить данный мат в оснастку вместо платы и несколько раз закрыть и открыть оснастку. Наконечники иглы протыкают мат при закрытии оснастки, а его структура забирает грязь с поверхности наконечника иглы (**рис 8 и 9**).

Рекомендуемая рабочая и максимальная сила сжатия иглы

Важные факторы при выборе иглы – установочная высота и необходимая сила сжатия пружины наконечника иглы.

В исходном положении поршень тестовой иглы не прощавлен, хотя и находится под небольшой предварительной нагрузкой. Номинальная сила сжатия достигается, когда поршень вдавлен до рабочего положения. Она равна 66–80 % от максимальной силы сжатия.

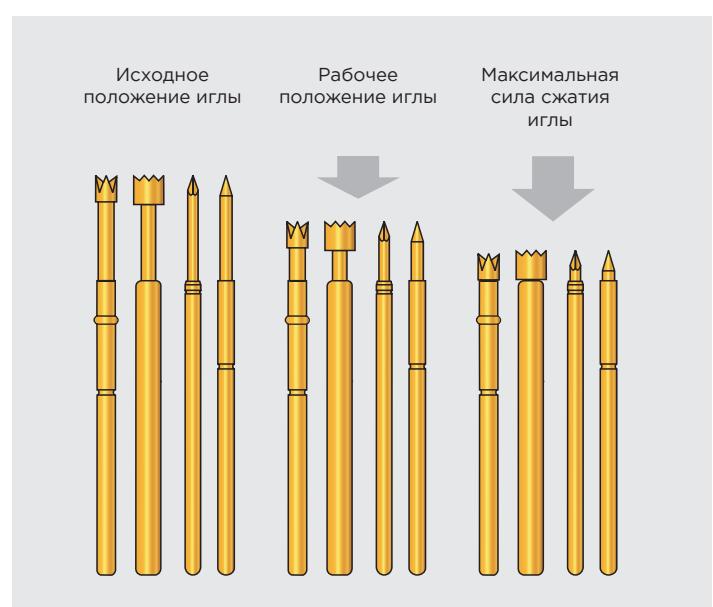
Когда разрабатывают оснастку, важно, чтобы иглы находились в рекомендуемом рабочем положении при контакте с тестовым изделием. Если иглы находятся в положении максимального сжатия пружины, появляется опасность поломки платы или самой оснастки (это касается как оснастки, так и тестовых пробников).

В зависимости от того, куда необходимо обеспечить контакт – в тестовую площадку или вывод компонента – рабочее положение иглы меняется. Для корректной установки рекомендуется в данном случае подбирать нужную установочную высоту. Установочная высота – это расстояние между наконечником тестовой иглы в исходном положении и поверхностью, куда установлены тестовые иглы или гильзы. Помимо того, что доступны разные расстояния между опорным кольцом и поршнем пробника,

необходимую установочную высоту можно подобрать с помощью проставочных колец (тип продукта DS). Если на конце артикула последние две цифры «00», значит на игле нет опорного кольца. В этом случае установочную высоту подбирают за счет разных исполнений гильз. Практически во всех сериях тестовых пробников компания Ingun предлагает идентичные иглы с разными расстояниями между опорным кольцом и поршнем или с удлиненным поршнем (например, L-версия для серий GKS-050, GKS-075 и GKS-100).

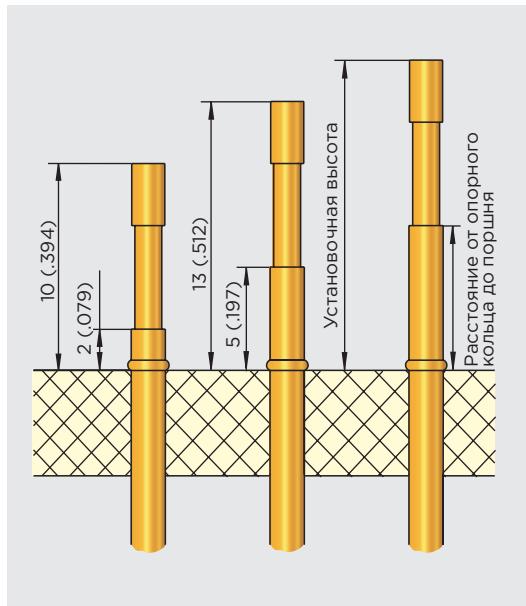
Минимальный размер точки контакта

Из-за трения поршня о стенки цилиндра наконечник тестовой иглы отклоняется от идеального вертикального положения. Это отклонение компания Ingun измеряет с помощью цифрового оптического микрометра (**рис 12**). После ряда экспериментов было установлено, что нет жесткой закономерности между свободным ходом поршня в гильзе и точностью позиционирования тестовой иглы (**рис 13**). Тем не менее, расположение тестового наконечника относительно точки контактирования перед непосредственным касанием играет важную роль. Данный небольшой ход поршня в гильзе необходим для уменьшения износа тестовой иглы. Кроме того, если полностью убрать



10

Варианты положения тестовой иглы



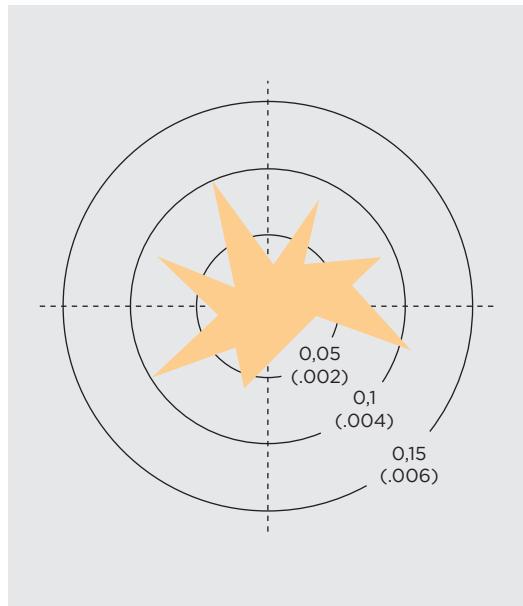
1 1

Установочная высота и расстояние от опорного кольца до поршня



1 2

Измерение отклонения тестовой иглы от центральной оси цифровым микрометром



1 3

Отклонение поршня от вертикального положения в мм (дюймах)

свободный ход поршня в гильзе, то даже малейшее искривление может привести к необходимости замены иглы на новую и к существенному сокращению срока службы иглы.

Результаты данного примера носят ознакомительный характер. На размер точки контакта влияют очень разные факторы, которые также необходимо учитывать: точность изготовления печатной платы, оснастки, ошибки повторяемости, которые возникнут при замене тестовой иглы и повторной ее установке в гильзу.

Срок службы тестовых игл

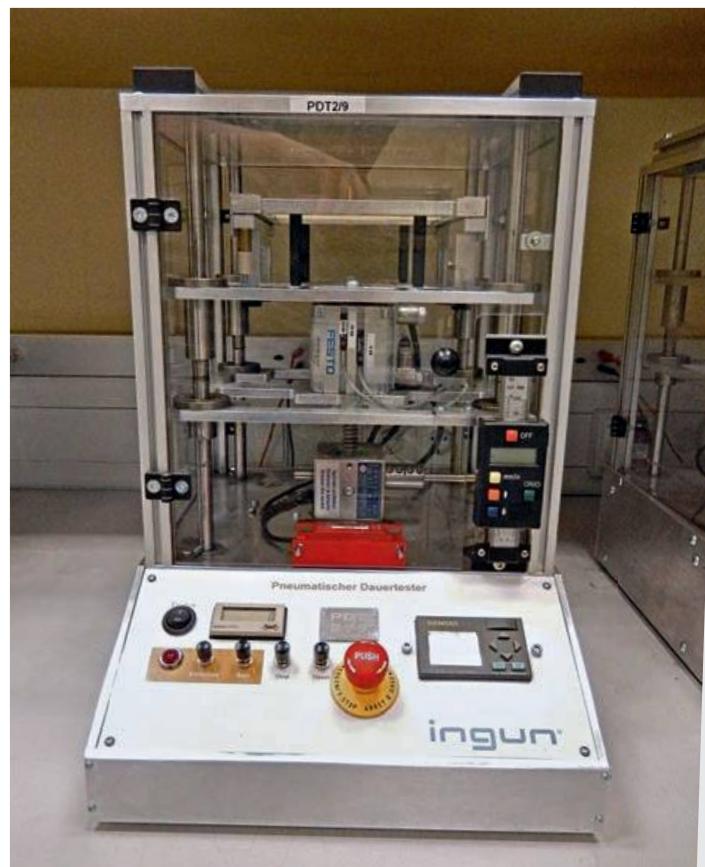
Для определения ресурса тестовой иглы компания Ingun разработала установку, которая в лабораторных условиях повторно сжимает-разжимает иглу, и блок для подсчета циклов срабатывания (рис 1 4). Стенд также контролирует переходное контактное сопротивление и ряд других факторов. Эти параметры учитываются разработчиками при проектировании и модификации изделий.

Срок службы зависит от разных факторов: силы сжатия пружины, отклонения поршня от оси, силы тока, протекающего через пробник, окружающей среды (температура, загрязнения и т.д.).

В документации компании Ingun не приводит какие-либо цифры относительно срока службы выпускаемых тестовых игл. Разработчики считают, что результаты, полученные в идеальных лабораторных условиях, только собьют с толку пользователей. Как правило, факторы, влияющие на срок службы, невозможно подсчитать и полностью учесть. В лабораторных условиях многие из выпускаемых компанией тестовых контактов на стенде с легкостью преодолевают ресурс в 1 млн срабатываний.

Температурный диапазон

Все тестовые пробники компании Ingun рассчитаны на работу в температурном диапазоне между -40 и +80 °C. Для более низких или более высоких температурных условий



1 4

Стенд ресурсных испытаний тестовых игл



INGUN защитная наклейка



SECUTAG – запатентованный защитный код



Уникальный цветовой код INGUN

1 5

Наклейка с цветовым кодом

необходимо выбирать специальные пробники с буквой «С» на конце артикула. Это расширенный температурный диапазон от -100 до +200 °C. При изготовлении таких пробников используются высоколегированные стали, которые, в свою очередь, имеют существенный недостаток – их сопротивление в 10 раз выше, чем у стандартных тестовых пробников.

Большие колебания температур, а также работа вне рекомендуемых температурных диапазонов могут привести к преждевременному выходу из строя тестовой иглы. Также важно помнить, что когда иглы используются для тестирования внутри климатической камеры, и через них протекает большой тестовый ток, рекомендуемый температурный диапазон использования может быть превышен за счет нагрева от тока. Эти два фактора могут значительно снизить ресурс иглы или вывести ее из строя.

Защита от подделок

Самые распространенные серии компании Ingun подвергаются массовому копированию. Рядовому пользователю трудно отличить оригинал от подделки. Подделывают все – тестовые иглы, маркировку и даже коробочки, в которых поставляется продукция. Для защиты серий

GKS-050/075/100/550 и E-050/075/100 компания Ingun наносит специальную печать с микроскопически маленьким цветовым кодом на защитную наклейку. Этот цветовой код уникален, его невозможно скопировать. Чтобы его увидеть, нужен микроскоп с 100-кратным увеличением. Сама защитная наклейка имеет специальную перфорацию, которая проинформирует, если коробочка уже вскрывалась. Последовательность цветов, отличающая оригинальную продукцию, изображена на **РИС 1 5**.

Заключение

При подготовке статьи я неставил цель дать ответы на все возможные вопросы, которые могут возникнуть при выборе. Я привел лишь краткий обзор основных характеристик, на которые надо обратить внимание. Для подбора вы можете воспользоваться web-формой подбора тестовых пробников (**РИС 1 6**) или приложением компании Ingun (**РИС 1 7** и **1 8**). По вопросам приобретения продукции Ingun обращайтесь к официальным дистрибуторам во избежание приобретения подделок. □

Список литературы

INGUN Prüfmittelbau GmbH Test Probes Catalogue 25.3 [каталог], стр. 7–20.

**1 6**

URL-адрес подбора тестовой иглы

**1 7**

Ссылка на Google Play для загрузки приложения

**1 8**

Ссылка на App Store для загрузки приложения

ОПТИМИЗАЦИЯ

КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА?



Текст: Алексей Иваненко

“

С каждым годом количество окружающих нас электрических машин растет. Они используются как дома в составе многочисленных кухонных помощников, стиральных машин, пылесосов, дрелей, вентиляторов, так и за пределами жилища – это электромобили, электропоезда, насосы, автоматизированные ворота, различного рода роботизированные и энергетические системы. И это способствует росту потребности рынка в электродвигателях всех типов. А количество обязательно должно переходить в качество, и об этом нельзя забывать. Конкуренция на данном рынке очень высока – стоит один раз ошибиться, и клиент уже ищет альтернативного поставщика.

Многие российские производители давно работают на электротехническом рынке и предлагают широкий ассортимент качественной продукции, а некоторые только недавно откликнулись на данную потребность и начали как производство стандартных, так и разработку специальных моделей электромашин. Следствием стало увеличившееся количество запросов в Остек-ЭТК на поставку технологического оборудования для намотки статоров и роторов всех мощностей.

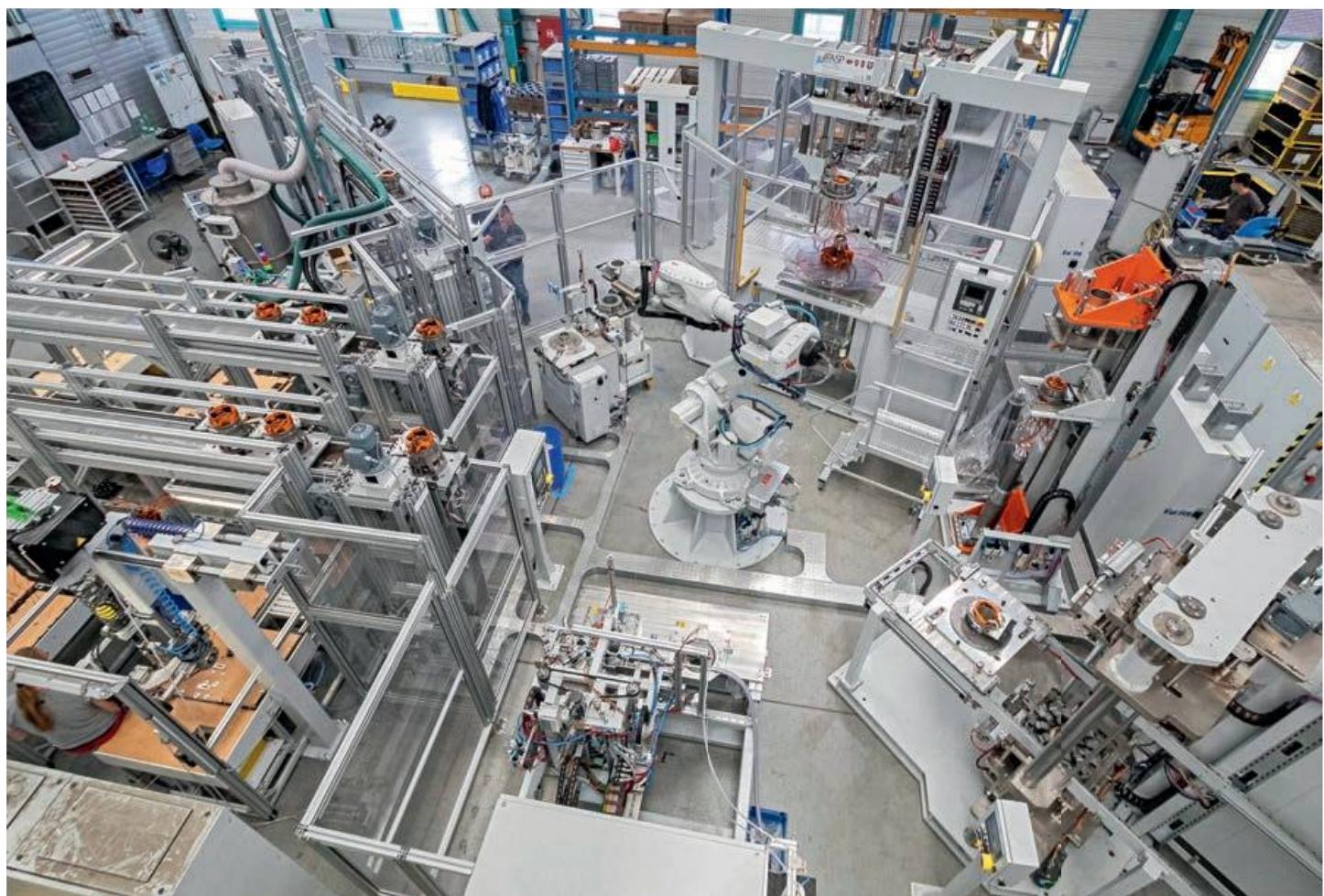
Наибольшей популярностью у наших клиентов пользуются общепромышленные асинхронные двигатели с присоединительными размерами по российскому стандарту ГОСТ (серия АИР) и европейскому DIN (серия АИС). В статье будет описан процесс автоматизированного производства статоров подобных машин.

Как известно, самые распространенные причины появления электрической неисправности у электродвигателей всегда связаны с обмоткой. И если сам процесс намотки катушечных групп, как правило, автоматизирован в том или ином виде, то многие технологические операции – изолирование пазов, укладка катушечных групп, заклинивание пазовых крышек и т. д. – осуществляются вручную. Из-за этого процесс сборки статоров является крайне трудоемким, а человеческий фактор существенно

влияет на показатель брака. Для минимизации влияния этих слабых сторон ручного труда специалисты Остек-ЭТК рекомендуют использовать разработки нашего партнера FASP Srl.

В качестве примера приведем процесс производства статоров типоразмеров АИС 100-132 с использованием современной автоматизированной линии.

Клиент поставил комплексную задачу: требуется автоматизированная линия, предназначенная для производства статоров низковольтных и высоковольтных двигателей с максимальным внутренним диаметром 140 мм и внешним диаметром до 220 мм. Оборудование должно быть оснащено динамической производственной системой DPS1 Dynamic Production System 1, которая способна оптимизировать производственные процессы, управляя различными рабочими этапами с использованием последовательности (последовательное производство статоров различных типоразмеров), а также сокращать до минимума время остановки станков для смены оснастки. Таким образом, новый технологический участок должен обеспечивать возможность сборки небольших партий различных типов статоров, отличающихся продольным размером сердечника (от 50 до 250 мм), количеством витков в катушках, числом параллельных проводников в пряди (до 30 шт.) и их диаметром,



1

Общий вид автоматизированной линии изготовления статоров



2

При производстве последовательности статоров различных типоразмеров планировщики задач значительно облегчают работу операторам непрерывными подсказками

длиной выводов (до 800 мм), без остановки производственного процесса для смены инструмента и иметь производительность до 40 изделий в час. И, конечно, выполнять еще одно современное обязательное требование: процесс

FASP Srl. – это итальянская промышленная компания, разрабатывающая технологические системы различного уровня для производства электродвигателей: от автономных станков до комплексных систем и реализации полностью автоматизированных линий «под ключ». Благодаря опыту, накопленному за почти 40 лет непрерывной деятельности, FASP является приоритетным партнером для основных производителей электродвигателей, работающих в таких областях, как: энергетические генераторы, промышленная и домашняя автоматизация, лифты, комплектующие для автомобилей и электромобилей, погружные и электрические насосы.

изготовления каждого статора должен точно прослеживаться на протяжении всего производственного процесса с сохранением информации о задействованных операциях, времени обработки и используемых материалах.

Для решения поставленной задачи был разработан и изготовлен роботизированный комплекс по производству статоров, включающий механизмы саморегулирования на различных этапах (рис 1). Гибкость линии обеспечена автоматизированной системой DPS1, разработанной специалистами FASP, которая автоматически управляет всеми этапами производства статоров и позволяет машинам автоматически изменять количество используемых параллельных проводов, а также параметры конфигурации катушечных групп – размеры катушек и количество витков. Планировщики задач, разработанные для помощи операторам, повышают их производительность и эффективность внутрицехового управления. Направляемые на стойки управления данные обеспечивают сотрудников мгновенным и непрерывным инструктажем и обучением (рис 2).

При построении линии использовались следующие технологии:

- FTW Free Twist Wires: технология намотки на вращающуюся регулируемую оправку, которая позволяет получать прецизионную катушечную группу, характеризующуюся отсутствием скручивания и пересечения проводов в пряди;
- HPCIS High Performance Coil Insertion System: технология плотной укладки обмоток в пазы, с помощью которой можно достичь коэффициента заполнения паза статора в пределах 80-85 %.

Объединение технологий FTW и HPCIS позволило устраниить распространенную проблему скручивания обмоток при работе с большим количеством параллельных проводов, как следствие, повысилась эффективность работы оборудования. И, наконец, внедрение процесса фиксации свободных выводов катушек дало возможность увеличить их максимальную длину до величины в 800 мм, а также предотвратить спутывание между собой и попадание в рабочие узлы линии при выполнении последующих технологических операций.

Система прослеживаемости призвана следить за каждым изделием на протяжении его изготовления. Идентификация статоров осуществляется с помощью радиочастотных RFID-меток, установленных на поддонах, транспортирующих статоры. Также возможно использование двумерного матричного кода DataMatrix, наносимого непосредственно на изделие. Таким образом, маркировка каждого статора позволяет гибко управлять процессом его производства, а также записывать или считывать информацию о пройденных операциях.

Результат внедрения автоматизированной линии:

- Сокращение процента брака из-за неправильного обращения с выводами примерно на 80 %.
- Повышение эффективности производства (OEE Overall Equipment Effectiveness) до уровня свыше 85 %.
- Сокращение времени производства изделий.

Этапы процесса производства, представленного на рис. 4



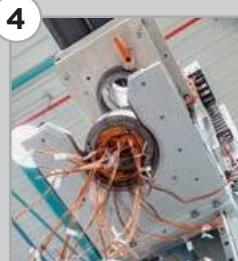
1 Оператору приходит задание на панель управления, и он монтирует соответствующий сердечник на поддон



2 Монтаж пазовой изоляции



3 Намотка катушечных групп и их втягивание в сердечник



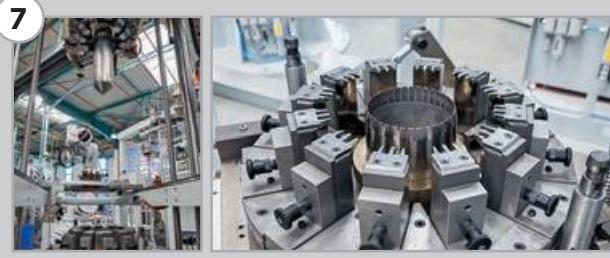
4 Предварительная формовка



5 Ручные операции по подготовке выводов: распределение, обрезка, изолирование



6 Ручные операции по подготовке выводов: пайка наконечников и закрепление выводов в оснастке для последующих операций



7 Финишная формовка



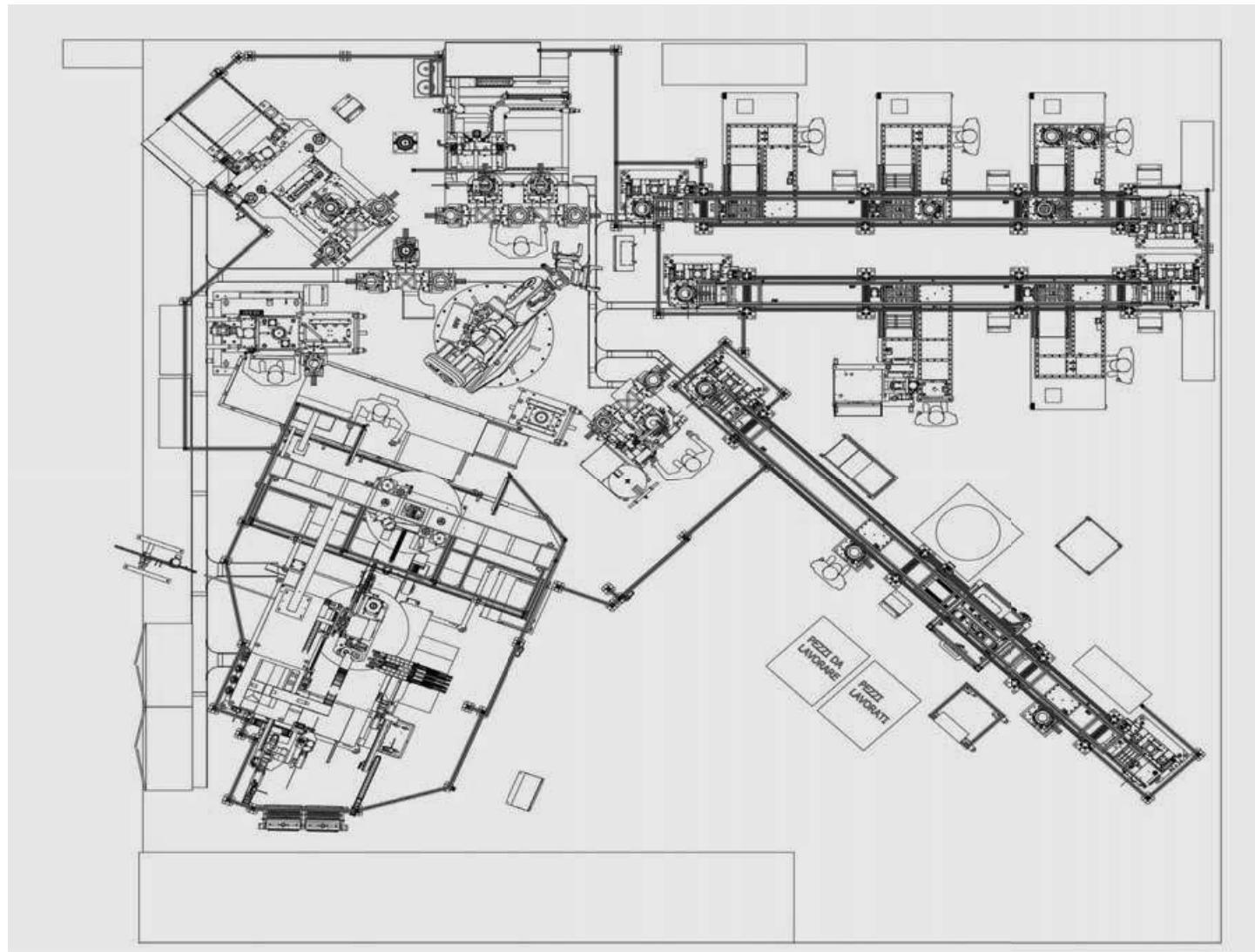
8 Одновременная обвязка лобовых частей с двух сторон



9 Ручные операции: электрический тест и выгрузка продукции



10 Логистика между операциями, за которые отвечает робот-манипулятор



4

Схематическое изображение автоматизированной линии для производства статоров

- Повышение точности и повторяемости процессов.
- Удобство использования оборудования и инструментов.
- Расширенное обучение и постоянная помощь операторам благодаря учебным пособиям на местах.
- Постоянный контроль над процессами со стороны руководства.
- Улучшение эргономики рабочих мест операторов, а именно: освещенности, вентиляции, гибкости, безопасности и охраны здоровья благодаря установке стационарных (освещение, вентиляция) и передвижных (тележки для оборудования, корзины для отходов) систем.

Описанное решение обладает высоким уровнем автоматизации производственных процессов и, как следствие, обеспечивает высокую эффективность (рис. 4). Если задача ставится иначе, например, не требуется существенно увеличить программу выпуска изделий, то достаточно будет ограничиться полуавтоматами для

выполнения операций, обслуживаемых роботом-манипулятором. За логистику между процессами в этом случае будет ответственен человек или конвейерная система. ■

Современная технология сборки статоров электрических машин, показанная на примере внедрения автоматизированной линии для производства статоров низковольтных и высоковольтных двигателей, значительно увеличивает эффективность производства и качество выпускаемых им изделий.

Начните работать в новом качестве

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



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

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

Тренинги IPC от Остека это:

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

Тренинги IPC от Остека позволят вам:

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

ТЕХПОДДЕРЖКА

Готовое для РЕШЕНИЕ МАТЕРИАЛОГРАФИЧЕСКОГО И МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Текст: Сергей Максимов,
Александр Фролов

”

С появлением новых современных материалов – прецизионных сплавов, композитов, керамики, полимеров – такая область как материалография становится незаменимым инструментом контроля качества на промышленных предприятиях, где основное средство контроля – это микроскоп, оптический или электронный.



1

Линия подготовки образцов МТДИ

Материалография – метод контроля и исследования материалов, который дает возможность оценить структуру и химический состав с помощью оптической или электронной микроскопии при различном увеличении для прогнозирования поведения материалов в эксплуатационных условиях. Метод позволяет выявить дефект, нарушающий сплошность материала; определить химические неоднородности, неоднородности вследствие термической и химико-термической обработок. Материалографические исследования – это сложный, трудоёмкий процесс, состоящий из нескольких этапов, среди которых один из основных – подготовка образцов.

На рынке сегодня представлен ряд известных производителей оборудования для подготовки образцов: Buehler, Struers, Allied, поставщики которых на протяжении десятилетий делили эту область. Но ООО «Остек-АртТул» решил создать здоровую конкуренцию поставщикам мировых производителей, подписав эксклюзивный контракт с корейской компанией МТДИ.

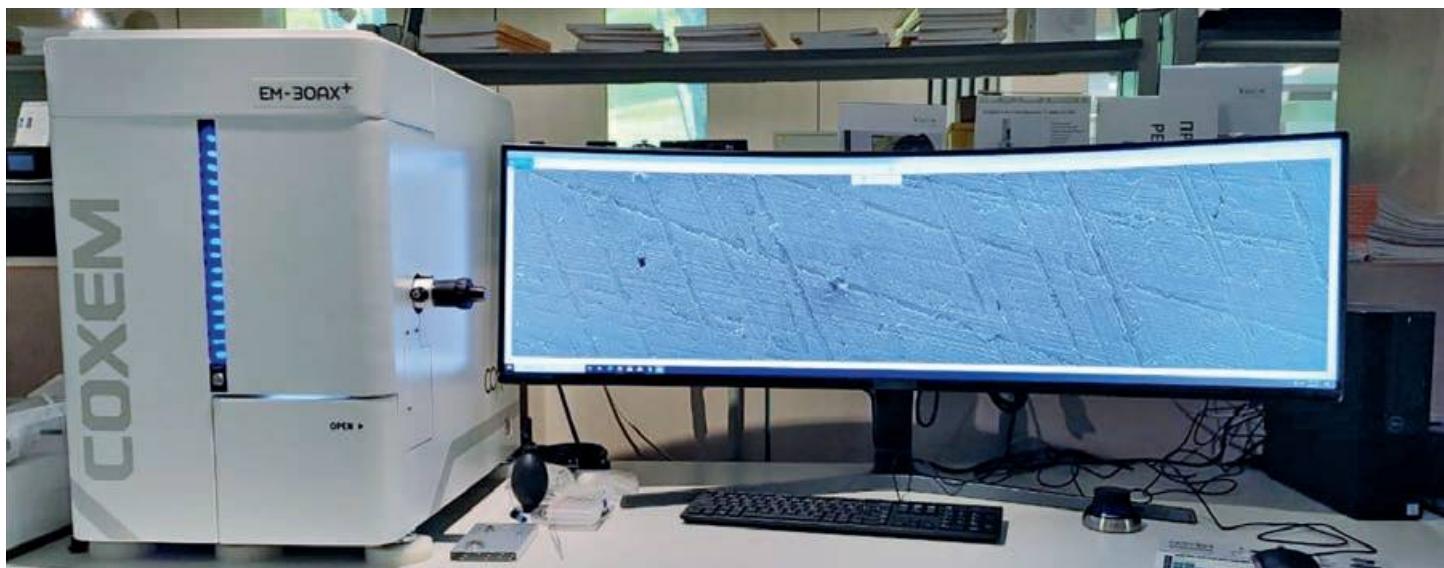
MTDI сегодня – это симбиоз научных изысканий, серьёзной производственной базы и безупречной репутации на азиатском рынке. Компания производит оборудование высокого класса для подготовки образцов при материально- и металлографических исследованиях. Также одним из стратегических шагов развития стало подписание контракта на эксклюзивные права с корейской компанией Сохем, разрабатывающей и производящей сканирующие электронные микроскопы. Такое российско-корейское сотрудничество имеет ряд значительных преимуществ: помимо высокого качества оборудования важны стоимость, которая значительно ниже, чем у европейских производителей, отсутствие каких-либо ограничений на поставку, специальные программы для образовательных и научно-исследовательских учреждений. Все это привело к решению открыть специализированную лабораторию подготовки и исследования образцов для материалографии.

На момент зарождения этой идеи и начала приобретения оборудования всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила о пандемии – закрывались предприятия, сократилось логистическое сообщение между государствами, вводились различные ограничения. Но несмотря на эти трудности логистический центр ГК Остек смог организовать своевременную доставку оборудования, доказав свою способность работать в любых условиях.

Лаборатория получила мощную аналитическую базу, а высококлассные специалисты в области подготовки образцов, технической микроскопии и аналитического оборудования могут решать любую задачу в области металлографии и материалографии.

Перечень оборудования, установленного в лаборатории:

1. Линия подготовки образцов МТДИ (рис 1)
 - Напольный отрезной станок Kanta – данное оборудование позволяет проводить рез крупногаба-



2

Растровый электронный микроскоп Сохем с ЭДС



3

Цифровой исследовательский микроскоп высокого разрешения Hirox



4

Металлографический комплекс OMOS

ритных деталей: металлических болванок, труб, прутков и т.д.

- › Настольный прецизионный отрезной станок Daimo – для прецизионного реза печатных плат, ответственных и хрупких деталей.
- › Автоматический пресс горячей запрессовки – предназначен для запрессовки образцов в смолы с автоматическим контролем параметров.
- › Автоматический шлифовально-полировальный станок – оборудование для доводки поверхности для дальнейших исследований.
- 2. Исследовательский комплекс аналитического контроля поверхности и состава материалов



5

Оптический профилометр Polytec

с использованием методов электронной микроскопии и эмиссионной спектроскопии на базе настольного растрового электронного микроскопа Сохем EM30AXN – данный комплекс позволяет получать изображение с разрешением не более 5 нм и проводить химический анализ как по площади, так и в точке от Бора до Америция.

3. Цифровой исследовательский 3D-микроскоп Hirox (рис 3), который является оптимальным оборудованием при использовании в микроэлектронике для исследования фотшаблонов благодаря модульной конфигурации и широкому спектру решаемых задач (совмещает порядка 10 различных оптических приборов). Микроскоп имеет полную моторизацию и увеличение до 10 000x. Латеральное разрешение оптики порядка 0,4 мкм, дискретность по оси Z – 0,25 мкм (шаг двигателя 0,05 мкм). Система HRX-01 – программно-аппаратный комплекс с метрологическим программным обеспечением для 3D-реконструкции микрорельефа в системе точных координат, выполнения плоскостных измерений, плоской и объёмной сшивки изображений, видео- и фотоархивирования данных. Комплекс оснащён всеми современными функциями процессинга изображений и автоматизацией ключевых параметров.

4. Металлографический комплекс OMOS-серии (рис 4) с системой анализа микроструктуры объектов Axalit – современное автоматизированное решение для нужд металлографической лаборатории, одно из лучших в индустрии по соотношению цена/качество. Металлографический комплекс разработан специалистами Остек-АртТул совместно с производителем ПО Аксалит и состоит из трех программно-аппаратных компонентов: микроскоп, камера и программное обеспечение. Компоненты можно гибко варьировать для получения нужного набора функций и стоимости. Комплекс

внесен в Госреестр средств измерений и имеет свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.C.27.005.A №69794, наименование «Система анализа микроструктуры объектов AXALIT», регистрационный номер 71098-18.

5. Оптический профилометр Polytec (рис 5) – компактное устройство для измерения топографии поверхности в нанометровом разрешении, позволяет измерять параметры шероховатости (R_a , R_z , S_a , S_z и др.), определять формы, высоты ступенек. Высокую точность измерений обеспечивает классический интерферометр Майкельсона, сканирование по оси Z в диапазоне от 0 до 70 мм с шагом 2,72 нм.
6. Портативные анализаторы металлов и сплавов SciAps серии X и Z (рис 6). Это два разных по физическому принципу работы анализатора, которые отлично дополняют друг друга при проведении анализа. Серия X – классическая рентгенофлуоресцентная спектрометрия, неразрушающий контроль, определение элементов от магния до урана. Есть калибровки: сплавы, драгоценные металлы, почвы/геохимия. Серия Z – лазерная оптико-эмиссионная спектрометрия, диапазон качественного измерения от водорода до урана, при количественном измерении от берилля до урана. Возможность определения легких элементов, таких как углерод, что позволяет сортировать стали и идентифицировать марки сплавов.
7. Стационарный оптико-эмиссионный спектрометр СПАС-05 (рис 7) отечественного производства является оптимальным решением для тех, кому нужны быстрота анализа, высокие технические характеристики, надежность и высокая точность результатов определения полного элементного состава металлопродукции при минимальных затратах на покупку, внедрение и эксплуатацию прибора. Область применения: заводские аналитические лаборатории металлургических и машиностроительных предприятий; экспресс-анализ сплавов по ходу плавки в цехах; идентификация марки сплава на складах; научно-исследовательские и образовательные учреждения.
8. Рентгенофлуоресцентный толщиномер покрытий P серии производства Bowman (рис 8) – универсальное аналитическое устройство для контроля металлических покрытий в полупроводниковом производстве, гальванике до пяти слоев одновременно. Прибор может работать как анализатор химического состава материалов в жидком и твердом состоянии.

Все представленные в лаборатории приборы позволяют производить полный цикл подготовки образцов и выполнять последующий анализ.



6

Портативные анализаторы металлов и сплавов SciAps



7

Оптико-эмиссионный спектрометр СПАС-05



8

Рентгенофлуоресцентный толщиномер покрытий P серии

Пример из практики

В качестве примера работы лаборатории приведем результаты испытаний, проведенных для заказчика, который запланировал приобретение оборудования подготовки образцов и сканирующего электронного микроскопа.

ТЗ: исследование печатной платы на выявление разрывов между выводами после проведения электрических испытаний, исследование дефектов металлизации в переходных отверстиях печатной платы.

Протокол испытаний № 1111 от 06.04.2021 г

Образцы:

Участок	Элементы	ТЗ
1	п/плата; разрыв между выводами	дефекты металлизации
2	п/плата; разрыв между выводами	в переходных отверстиях

МЕТОД АНАЛИЗА

Для формирования электронно-микроскопического изображения использовались сигналы вторичных и отражённых электронов (ВЭ, ОЭ), позволяющие получить соответственно морфологический и композиционный контраст изображения. В ОЭ контраст изображения определяется изменением $Z_{cp}=SC_i^*Z_i$, где C_i – концентрация элементов в точке анализа, Z_i – их атомный номер.

Определение элементного состава образцов проводилось методом электронно-зондового микроанализа, который основан на сравнении характеристических рентгеновских спектров анализируемого образца и стандартов известного состава.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА:

- растровый электронный микроскоп (РЭМ) Сохем EM-30AXN;
- рентгеновский микроанализатор (РМА) энергодисперсионного типа Bruker;
- вспомогательное оборудование для пробоподготовки: станок для прецизионной отрезки образцов Diamo-100F, станок для тонкой полировки образцов Fobos-100;
- установка напыления Сохем.

УСЛОВИЯ АНАЛИЗА:

- РЭМ: ускоряющее напряжение – 30 кэВ, WD=15 мм, ток зонда – 5·10-10А.
- РМА: напряжение – 30 кэВ, ток зонда – 3·10-9 А, время анализа – 100 сек.

ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ

Приготовление шлифов включало несколько этапов:

1. Из печатной платы вырезали исследуемые участки на прецизионном малооборотном отрезном станке с тонким алмазным диском.
2. На шлифовальном станке выполнили подгонку рабочих сечений, содержащих контролируемые

участки, до вскрытия соответствующих элементов монтажа (отверстий).

3. Отрезанные кусочки с вскрытыми сечениями установили в форму и залили эпоксидной смолой для пропитки и дальнейшей полировки.
4. Полученную шайбу отшлифовали и отполировали в режиме – SiC: 50 мкм → 30 мкм → 10 мкм; Al2O3: 5 мкм → 1 мкм → 0,5 мкм.
5. Полученные таблетки с рабочими образцами покрыли на напылительной установке тонким проводящим С-покрытием (~100 Å) для предотвращения зарядки образца и улучшения контраста изображения.

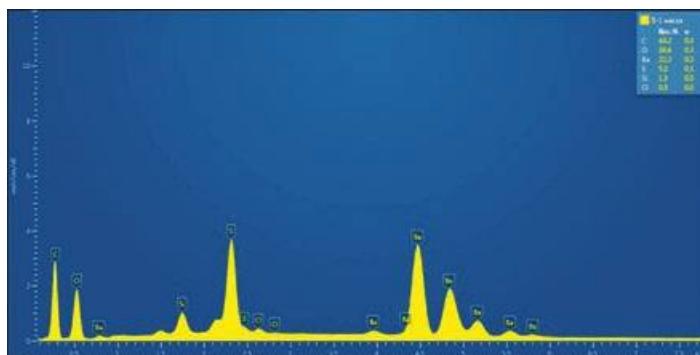
РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

Общий вид образцов и принятые в протоколе обозначения (рис. 9).

ДАННЫЕ РМА (МАСС. %):

Участок	C	O	Si	S	Cl	Cu	Va	Ba/S
1		1.7				98.3		
2		3.3				96.7		
маска-ср.	44.4	26.7	1.3	5.2	0.3		22.2	4.3

СПЕКТР МАСКИ



Заключение:

Некоторые отверстия закрыты верхним слоем металлизации, отделяющимся в процессе резки и шлифовки образцов. Они легко удаляются из отверстий с помощью тонкой иголки, несколько из них были специально оставлены, чтобы увидеть продолжение трещин, которые наблюдаются на внутренней поверхности, и убедиться в том, что трещины (где они есть) идут по всему периметру отверстия. В шайбе большая часть этого «квазимусора» из вскрытых каналов удалена.

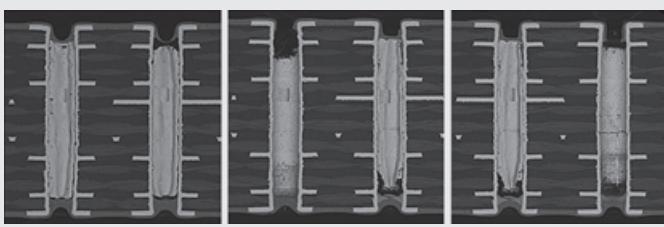
- Медь внутри отверстий частично окислена (O ~ 3%).
- Толщина металлизации ~25 мкм, толщина маски на плате ~40 мкм.
- Во многих отверстиях наблюдаются сквозные трещины в металлизации по всему периметру, также металлизация внутри каналов частично отсутствует у верхнего/нижнего краев отверстий на расстоянии 50-100 мкм.



Плата и контрольные участки

Сечения переходных отверстий на участках I и II. Нумерация п/отв., используемая в протоколе. I-1 – участок I-п/отв. I. II-5 – участок II-п/отв. 5

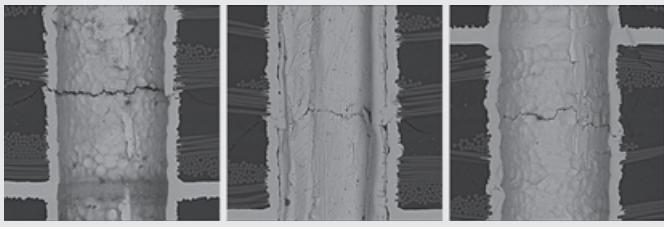
Сечение п/отв. в РЭМ. Обозначения такие же как на снимке слева



Переходные отверстия 8-7. Трещин нет

Переходные отверстия 3-2. Трещины есть

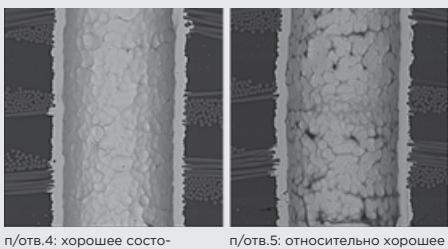
Переходные отверстия 2-1. Трещины есть



п/отв.1: сквозная трещина по всему периметру в

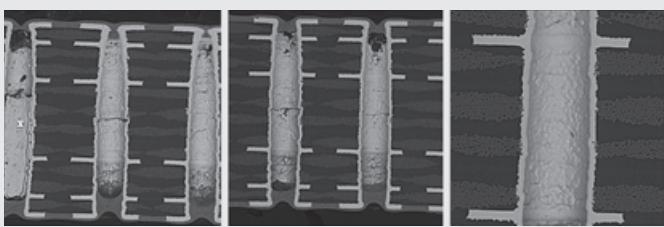
п/отв.2: трещина по периметру в верхней части

п/отв.3: сквозная трещина по всему периметру



п/отв.4: хорошее состояние металлизации

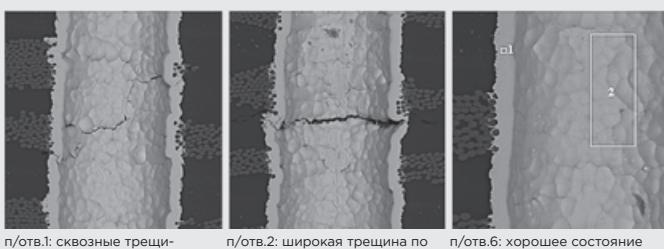
п/отв.5: относительно хорошее состояние металлизации



п/отв.3-2-1: все 3 отв. с разрывами. х – верхняя часть покрытия в канале отверстия

п/отв.7-6: разрывы по периметру

п/отв.5: хорошее состояние металлизации, без сквозных трещин и разрывов



п/отв.1: сквозные трещины по периметру

п/отв.2: широкая трещина по периметру

п/отв.6: хорошее состояние металлизации

Проведённое исследование позволило заказчику пересмотреть технологию производства печатных плат, изменить параметры и в перспективе переоборудовать производственный цех более современным, технологичным оборудованием.

В лаборатории ООО «Остек-АртТул» можно выполнить полный цикл подготовки и последующие визуальный и химический анализы образцов для микро- и радиоэлектроники, а также металлографии. Обладая более чем 15-летним опытом комплексного оснащения центральных заводских лабораторий и научно-исследовательских учреждений, специалисты компании создали решение по комплексному оснащению лаборатории «под ключ».

Приглашаем всех посетить нашу лабораторию для тестовых испытаний на ваших образцах, а также для подбора оптимального решения по соотношению цена/качество.

Обращайтесь в группу технической микроскопии и научно-исследовательского оборудования:

+7 (495) 788-44-44 доб., 6524, 6526, 6527, 6535, info@arttool.ru



Комплекс поверхностного монтажа

УМНАЯ ЛИНИЯ

290 000 €

Специальная цена



Высококлассное оборудование

Надёжное оборудование
от ведущих мировых
производителей

Комплексная автоматизация

Управление качеством
и эффективностью на базе
ПАК Умная линия®

Сервисная поддержка

Расширенная гарантия
2 года, годовое ТО
и онлайн-поддержка

Технологическое обучение

Курс обучения
по технологии, доступ
к базе знаний онлайн



Узнать больше

Остек-СМТ | Группа компаний Остек

Технологические решения для производств радиоэлектронной аппаратуры
+7 (495) 788-44-41 | smt@ostec-group.ru | ostec-smart.ru



Экономичность

До 5 раз дольше по сравнению с другими отмывочными жидкостями работают жидкости Zestron, производимые по запатентованной MPC-технологии и обладающие уникальным составом.

Подтвержденное качество

Более 10 лет жидкости Zestron успешно применяются в отечественном производстве РЭА ответственного и военного назначения, обеспечивая высокое качество отмыки и надежный результат.

Максимальная совместимость

Уникальный состав обеспечивает максимальную совместимость жидкостей со всеми узлами и деталями оборудования для отмыки, способствуя продолжительному сроку службы оборудования и минимизируя расходы на обслуживание и простой.

Контроль и стабильность

Только Zestron предлагает специальные тестовые наборы для контроля состояния раствора отмывочных жидкостей для своевременной корректировки концентрации и состояния раствора, обеспечивая максимальную стабильность и надежность процесса отмыки.

Эффективность и универсальность

Жидкости Zestron гарантированно и качественно удаляют более 500 видов материалов для пайки.

ZESTRON
High Precision Cleaning



Никаких полумер. Вся полнота преимуществ

Оригинальные отмывочные жидкости Zestron гарантируют непревзойденное качество отмыки и стабильность результата. Широкий ассортиментный ряд позволяет подобрать отмывочную жидкость для конкретной задачи: в соответствии с типом оборудования и процесса, характером загрязнений, индивидуальными требованиями.

Отличительной особенностью отмывочных жидкостей Zestron является высокая эффективность: качественная отмыка, совместимость с оборудованием и компонентами, экономичность. Жидкости Zestron успешно зарекомендовали себя на ведущих отечественных производствах РЭА.

Официальный эксклюзивный дистрибутор Zestron Группа компаний Остек обеспечивает высококвалифицированную техническую и технологическую поддержку, поставку со склада и оперативную доставку по всей России с соблюдением всех условий транспортировки и хранения.

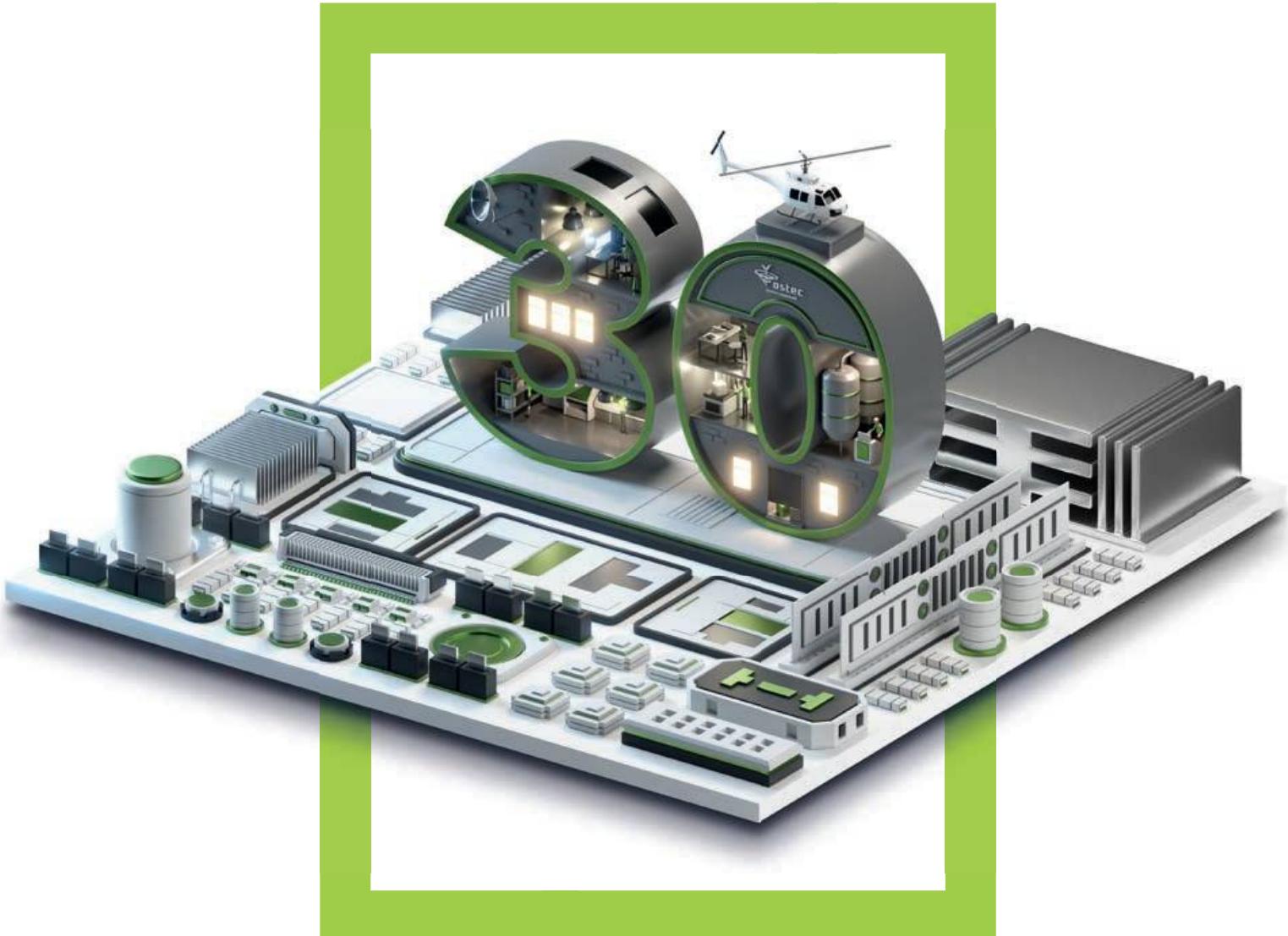
 **ostec**
группа компаний

будущее
создается

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



Тридцать лет содействуем развитию ● ● ●



Отлаживая производство новых технологий, запуская оборудование заказчиков, разрабатывая новые программные продукты - мы содействуем развитию. Развитию своих сотрудников, бизнеса клиентов, электроники и других отраслей. Победы Остека за прошедшие 30 лет – это результат совместных усилий большого числа людей. Мы благодарны всем энтузиастам своего дела, увлеченным профессионалам, кто помогал и поддерживал. Мы вместе создаем будущее, которым можно гордиться!