

# ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Научно-практический журнал



15 ЛЕТ  
РАБОТАЕМ  
С УМОМ



## ТЕХНОЛОГИИ

Светлана Шкундина  
Александр Петренко

14

ЭФФЕКТИВНАЯ ОЧИСТКА  
СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ  
НАНОКОМПОЗИЦИИ ФФГ



## КАЧЕСТВО

Василий Рыбалко

36

ДОСТИЖЕНИЕ ЗАЯВЛЕННЫХ  
ТОЧНОСТЕЙ СИСТЕМ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ



## ОПТИМИЗАЦИЯ

Роман Лыско

46

МАРКИРОВКА – КЛЮЧЕВОЕ  
ЗВЕНО В СИСТЕМЕ  
ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ  
И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ  
ОБРАБОТКИ ПРОВОДОВ  
И СБОРКИ ЖГУТОВ



#### 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 отмывки и надежный результат.

#### Максимальная совместимость

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

#### 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 отмывки.

#### 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 отмывки 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 отмывка, совместимость с оборудованием и компонентами, экономичность. Жидкости Zestron успешно зарекомендовали себя на ведущих отечественных производствах РЭА.

Официальный эксклюзивный дистрибьютор 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.



будущее  
создается



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





### Уважаемые читатели!

Второй выпуск научно-практического журнала «Вектор высоких технологий» подготовлен специально к выставке ЭлектронТехЭкспо 2016.

Почти четыре года назад один из отраслевых журналов проводил опрос экспертов о том, какие выставки в области электроники в России нужны профессиональному сообществу? Тогда в своем ответе я рассуждал на тему «Какую ценность могут представлять выставки для посетителей и участников, когда всю информацию об услугах и продуктах можно легко найти в интернете?»

И было выдвинуто смелое заявление, что скоро выставки исчезнут в том виде, какими мы знаем их сейчас. Как основной сценарий рассматривалось изменение взаимодействия между посетителями и участниками благодаря развитию технологий в области ИТ, мобильных сервисов и приложений.

Что же происходит с выставками сегодня? Онлайн регистрация уже стала правилом хорошего тона каждой уважающей себя выставки. Еще один шаг — развитие мобильных выставочных приложений, которые позволяют проходить на выставку по QR-коду, иметь в мобильном устройстве план выставки, список участников, программу мероприятий. С каждым годом становится все меньше бумажных носителей информации.

С развитием рынка электроники и радиоэлектроники решений и оборудования стало так много, что их просто невозможно показать на одном стенде, каким бы большим он ни был. И тут снова на помощь приходят современные технологии: трехмерная графика, трехмерная анимация, 3D-модели оборудования,

позволяющие показать технологические особенности предлагаемых решений; технологии дополненной реальности, создающие эффект полного присутствия в виртуальном мире. Я думаю, что это станет одним из основных трендов ближайшего выставочного будущего.

Посетители выставки, конечно, могут возразить: а как же «потрогать оборудование руками»? Все просто! Парк оборудования уже настолько широк, что его можно посмотреть не просто в статичном состоянии на выставке, но и в реальных условиях на производствах.

Зачем тогда проводятся «живые» выставки? Последнее время часто звучит мнение, что выставки стали имиджевым мероприятием. Но я, пожалуй, с этим не соглашусь. Выставки становятся все более «деловыми». Выставка — это платформа, объединяющая участников отрасли. И главная ее роль — обмен экспертной информацией. Слово «экспертной» здесь ключевое. Выставки позволяют получить в сжатые сроки в одном месте срез об отрасли благодаря участию экспертов — экспонентов и посетителей.

Итак, на то они и прогнозы, чтобы не всегда сбываться. Но изменения происходят, и, в первую очередь, для того, чтобы посетители могли наиболее эффективно использовать время и получить актуальную, нужную им информацию!

Посещайте выставки!

**Антон Большаков, директор по маркетингу**

# В НОМЕРЕ

## НОВОСТИ

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ»            | 6 | ООО «ОСТЕК-СМТ» И КОМПАНИЯ STORAGE SOLUTIONS ОБЪЯВЛЯЮТ О СПЕЦИАЛЬНОЙ АКЦИИ |
| 5 | ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ ИЗ ПММА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИЗАЙНА И МАКЕТИРОВАНИЯ | 7 | РОСТ СПРОСА НА РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ EV GROUP В ОБЛАСТИ СВАРКИ ПЛАСТИН          |
| 6 | ОСТЕК-СМТ – СЕРТИФИЦИРОВАННЫЙ ПРОЕКТИРОВЩИК                            |   |  |



ПЕРСПЕКТИВЫ стр. 8

## ПЕРСПЕКТИВЫ

### MULTIPLE DIMENSIONS – ГОД СПУСТЯ ..... 8

Автор: Илья Шахнович

## ТЕХНОЛОГИИ

### ЭФФЕКТИВНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ НАНОКОМПОЗИЦИИ ФФГ. ЧАСТЬ 1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ..... 14

Авторы: Светлана Шкундина, Александр Петренко

## КАЧЕСТВО

### УНИКАЛЬНЫЙ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЙ РЕСУРС – ЛАБОРАТОРИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТОМОГРАФИИ – ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ..... 22

Автор: Екатерина Незнанова

### ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ. ЧТО НОВОГО? ..... 28

Автор: Игорь Крупенин

### МИКРОСХЕМЫ В ПЛАСТИКОВОМ КОРПУСЕ: ТРИ РЕЖИМА АКУСТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ ..... 32

Авторы: Илья Нотин, Алексей Чабанов, Томас Адамс

### ДОСТИЖЕНИЕ ЗАЯВЛЕННЫХ ТОЧНОСТЕЙ СИСТЕМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ..... 36

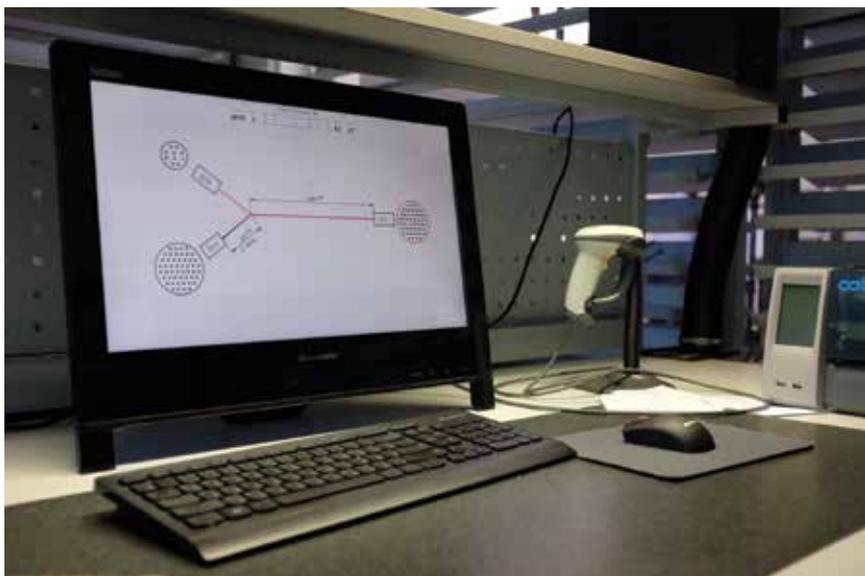
Автор: Василий Рыбалко

### БЕЗ ЧЕГО НЕВОЗМОЖНО ИЗОБРЕСТИ TESLA-МОБИЛЬ? ..... 40

Автор: Алексей Юдин



КАЧЕСТВО стр. 40



ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 46

## ОПТИМИЗАЦИЯ

**МАРКИРОВКА – КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО В СИСТЕМЕ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ ПРОВОДОВ И СБОРКИ ЖГУТОВ** ..... 46

Автор: Роман Лыско

**ПЕЧАТАЕМЫЙ ТЕРМОИНТЕРФЕЙС DOW CORNING TC-4025. НОВЫЙ КЛАСС МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОТВОДА ТЕПЛА** ..... 51

Автор: Андрей Петров

## ТЕХПОДДЕРЖКА

**ЛАЗЕРНОЕ 3D-СКАНИРОВАНИЕ И ПОРТАТИВНЫЕ КИМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ** ..... 56

Автор: Павел Косушкин

**ВИДЫ ОСНАСТОК ДЛЯ ТЕСТЕРОВ ЖГУТОВ И КАБЕЛЕЙ. ЧТО ВЫБРАТЬ?** ..... 64

Автор: Игорь Смирнов



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 56

## АВТОРЫ НОМЕРА

- Илья Шахнович**  
Заместитель главного редактора журнала «Электроника: НТБ»  
journal@electronics.ru
- Светлана Шкундина**  
Заместитель начальника отдела главного технолога ООО «Остек-Сервис-Технология»  
ost@ostec-group.ru
- Александр Петренко**  
Главный специалист отдела главного технолога ООО «Остек-Сервис-Технология»  
ost@ostec-group.ru
- Екатерина Незнанова**  
Старший менеджер по развитию ООО «Остек-СМТ»  
lines@ostec-group.ru
- Игорь Крупенин**  
Начальник группы расходных материалов отдела технологического оборудования и материалов ООО «Остек-Сервис-Технология»  
ost@ostec-group.ru
- Илья Нотин**  
ООО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru
- Алексей Чабанов**  
Начальник отдела технического сопровождения ООО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru
- Томас Адамс**  
Консультант Sonoscan, Inc.
- Василий Рыбалко**  
Технический директор ООО «Остек-Тест»  
test@ostec-group.ru
- Алексей Юдин**  
Ведущий инженер группы электротехники технологического отдела ООО «Остек-Электро»  
nec@ostec-group.ru
- Роман Лыско**  
Начальник отдела модернизации производств кабельных изделий ООО «Остек-ЭТК»  
cable@ostec-group.ru
- Андрей Петров**  
ООО «Остек-Интегра»  
materials@ostec-group.ru
- Павел Косушкин**  
Ведущий инженер отдела технической поддержки и разработки Направления технологий контроля ООО «Остек-СМТ»  
info@ostec-ct.ru
- Игорь Смирнов**  
Ведущий специалист коммерческой группы отдела электрического контроля ООО «Остек-Электро»  
nec@ostec-group.ru

# НОВОСТИ

## IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ»

6-7 апреля 2016 года Направление технологий контроля Остек-СМТ проведет IV Международную конференцию «Новейшие технологии контроля» – НТК — ежегодное мероприятие нового масштаба о главных достижениях и тенденциях области.

Все более жесткие требования, предъявляемые к качеству в приборостроении, машиностроении, на металлообрабатывающих производствах, еще более сложные задачи исследований в геологии и материаловедении бросают вызов традиционным методам контроля.

Отвечая современным тенденциям, ежегодная конференция Остек-СМТ вышла на новый уровень, предлагая к обсуждению не только вопросы рентгеноскопии и компьютерной томографии, но и новые технологии, в том числе:

- Лазерное 3D сканирование.
- Портативные беспроводные КИМ.
- Оптические автоматические системы для измерения геометрии валов.
- Многие другие.

Концепция Конференции 2016 года позволит расширить круг участвующих в ней специалистов и экспертов, охватывая все больше областей науки и производства.

### Первый день

6 апреля в выставочном центре «ИнфоПространство» в Москве состоится пленарная часть и заседания тематических секций, в рам-

ках которых прозвучат доклады о новых задачах в области контроля качества, проблемах и результатах исследований по секциям:

- Материаловедение и металлообработка.
- Нефть, газ, геология.
- Электротехника, электроника и микроэлектроника.

### Второй день

Практическая часть конференции пройдет 7 апреля на территории Центра технологий контроля Остек-СМТ во Владимире. Новое оборудование, новые знания, новые мастер-классы, новые возможности для исследования собственных образцов ждут участников предстоящего мероприятия.

Конференция НТК вновь станет источником эксклюзивной информации о новейших технологиях контроля и площадкой для обмена опытом между специалистами отечественных предприятий, научными сотрудниками крупнейших вузов страны и представителями ведущих мировых производителей контрольно-измерительного оборудования. Не упустите возможность стать частью ключевого события в области технологий контроля!

Следите за новостями о мероприятии на сайте: [www.ostec-group.ru/](http://www.ostec-group.ru/) 



# 3D

## ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ ИЗ ПММА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИЗАЙНА И МАКЕТИРОВАНИЯ

3D-печать из ПММА (пластиковый порошок полиметилметакрилата) на 3D-принтерах Voxeljet — одно из наиболее выгодных решений для создания макетов, сувениров и демонстрационных образцов. Благодаря самой низкой стоимости печати по сравнению с другими технологиями, высокой производительности оборудования, а также пригодности материала к покраске маркетологи, дизайнеры, скульпторы, архитекторы используют технологию печати Voxeljet для создания макетов, дизайнерских изделий и их прототипов, уникальных сувениров и т.д.

За последнее время Остек выполнил несколько проектов, связанных с дизайном и макетированием. Один

из них — печать вазы, которая находится в частной коллекции и не доступна для всеобщего осмотра. Чтобы произведение искусства смогло увидеть как можно больше желающих, ваза была отсканирована 3D-сканером и распечатана на 3D-принтере Voxeljet. Процесс 3D-сканирования, обработки и 3D-печати занял порядка недели, что недостижимо традиционными способами.

Второй не менее интересный проект — печать модели самолёта и его покраска. Порошок ПММА идеально поддаётся окраске и покрытию гальваникой. Самолёт стал уникальным сувениром с фирменной символикой для одного крупного предприятия. [www.ostec-3d.ru](http://www.ostec-3d.ru)



В автомобильной промышленности 3D-печать - впечатляет высоким уровнем точности, экономией затрат и времени (по сравнению с применением традиционных технологий)

Высококачественный метод печати особенно подходит для изготовления сложной геометрии, требующей высокой степени точности

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ТРЕХМЕРНАЯ ПЕЧАТЬ**

**Трёхмерная печать**  
Мы живем в эпоху, определяемую многими как третья промышленная революция. Трёхмерная печать, которую на профессиональном языке следует называть аддитивными технологиями, является одной из новейших технологий

## ОСТЕК-СМТ — СЕРТИФИЦИРОВАННЫЙ ПРОЕКТИРОВЩИК

Решением Региональной организации проектировщиков 27 января 2016 года ООО «Остек-СМТ» было выдано Свидетельство о допуске к работам по проектированию.

Данный документ подтверждает, что Остек-СМТ имеет допуск к работам по проектированию инженерного обеспечения сооружений, сетей инженерно-технического обеспечения, различных технологических решений, созданию проектной документации, подготовке проектов пожарной безопасности объектов.

Остек-СМТ в рамках проектов по повышению энергоэффективности промышленных предприятий выполняет весь спектр работ: от проведения энергетических обследований до установки систем мониторинга и управления энергетическим комплексом предприятия. Этап проектирования инженерных систем предприятия является одним из наиболее важных в подобном комплексном проекте. 



## ОСТЕК-СМТ И КОМПАНИЯ STORAGE SOLUTIONS ОБЪЯВЛЯЮТ О СПЕЦИАЛЬНОЙ АКЦИИ

Склад комплектующих — непосредственный участник производственного процесса. Оснащение сборочно-монтажных участков современным автоматизированным оборудованием является залогом повышения качества и производительности. Но если при этом не проведена оптимизация движения товарно-материальных ценностей и складских операций, то именно склад может стать узким звеном в производственной цепи, увеличивая время цикла и, таким образом, существенно ограничивая преимущества автоматизации других операций.

Поэтому использование систем автоматизированного складского хранения уже давно стало нормой на ведущих производствах электронной техники, стремящихся снизить издержки, связанные с подготовкой комплектующих и простоем оборудования. Возможность сократить в среднем в 8 раз время операции комплектования заказа, исключить при этом человеческий фактор и наладить бесперебойное и своевременное снабжение производства компонентами ведет к повышению общей эффективности и выгоде для предприятия в целом.

Крупнейшие мировые производители электроники уже сделали выбор в пользу автоматизированных складов компании Storage Solutions, опираясь на безусловные достоинства их систем: минимальное время подготовки комплектации, наи-

лучшее соотношении количества хранимых компонентов к занимаемой площади, удивительно удобное и функциональное программное обеспечение. К тому же возможности хранения и учета у Storage Solutions не ограничиваются традиционными катушками с лентой, а распространяются на компоненты в любой таре и даже в обрезках.

ООО «Остек-СМТ» и компания Storage Solutions объявляют об открывшейся возможности посетить ряд европейских производственных предприятий, оснащенных автоматизированными системами складского хранения, а также производство самой компании Storage Solutions, находящееся в Италии, в живописном месте рядом с городом Виченца в 70 км от прекрасной Венеции.

Данное предложение, а также целый ряд дополнительных выгод, действуют при условии заключения до 21 апреля 2016 года контракта на поставку систем складского хранения. Подробности уточняйте у специалистов ООО «Остек-СМТ» по телефону 8(495)788-44-44.

Подробнее с системами автоматизированного складского хранения можно ознакомиться по ссылке <http://www.ostec-smt.ru/catalog/equipment/avtomatizirovannye-sklady/>



## РОСТ СПРОСА НА РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ EV GROUP В ОБЛАСТИ СВАРКИ ПЛАСТИН

Компания EV Group, ведущий поставщик оборудования для сварки пластин и литографии в области МЭМС, нанотехнологий и полупроводниковых технологий, объявила о значительном росте спроса на технологии сварки пластин за последний год. Он вызван стремительным ростом рынка силовой и СВЧ электроники, на котором составные подложки определяют ключевые преимущества – высокую подвижность носителей и сокращение энергопотерь и утечек благодаря уникальным свойствам используемых материалов.

Последние несколько лет рынок составных подложек опирался на СВЧ-компоненты, включая мобильную электронику – смартфоны, планшетные компьютеры, обеспечивающие доступ в Интернет. Мобильная связь, как ожидается, продолжит стимулировать значительный спрос на составные подложки, особенно в области передовой СВЧ-техники, вследствие глобального распространения сетей 4G и интернета вещей. В то же время потребность улучшения эксплуатационных характеристик силовых компонентов, применяемых в блоках питания, электромобилях, преобразователях и других устройствах силовой электроники, также способствует росту потребления составных подложек на основе карбида кремния и нитрида галлия.

EVG предлагает полный набор решений по прямой сварке пластин для получения различных составных подложек:

- EVG®850 SOI является отраслевым стандартом сварки пластин типа кремний-на-изоляторе (SOI). EVG850 – автоматизированная система сварки для получения пластин типа кремний на изоляторе (КНИ), непрерывно совершенствуемая для соответствия самым современным стандартам в таких новейших областях, как полностью обедненный КНИ (FD-SOI).
- EVG®850LT – автоматизированная система низкотемпературной сварки пластин по технологии



LowTemp™ с отжигом при температурах до 400°C. Позволяет производить сварку материалов с различными коэффициентами теплового расширения, которые несовместимы при высокотемпературных процессах сварки с промежуточным оксидным слоем.

- EVG®580 ComBond – автоматизированная высоковакуумная система сварки пластин, которая сочетает в себе ряд технологических достижений, обеспечивающих формирование связей между гетерогенными материалами при комнатной температуре с получением прочных соединений с высокими показателями проводимости. 



## ПЕРСПЕКТИВЫ

# Multiple Dimensions — год спустя

Текст: **Илья Шахнович**

”

Ровно год назад мы рассказывали о создании компании Multiple Dimensions. Эта швейцарская фирма интересна по двум причинам. Во-первых, она специализируется на производстве по технологии 3D-MID (метод создания объемных схем на пластиках), которая бурно развивается, завоевывая все новые ниши на рынках электронных устройств. Во-вторых, одним из акционеров Multiple Dimensions выступила российская Группа компаний Остек, чей вклад составил 20 % уставного капитала.

Наш прошлогодний визит состоялся по случаю официального открытия компанией 14 октября 2014 года своего производственного предприятия. Тогда каждое звено технологического процесса было представлено единственным станком или одной производственной линией. Однако наши собеседники с уверенностью говорили о том, что предприятие будет быстро развиваться и через год предстанет уже значительно более мощным. И вот год прошел. О том, как сегодня обстоят дела у компании, мы беседуем с генеральным директором ООО Предприятие Остек, членом Совета директоров Multiple Dimensions Александром Геннадиевичем Разореновым.

## Александр Геннадиевич, прошел год – что изменилось в Multiple Dimensions?

Прежде всего, прошедший год был посвящен развитию клиентской базы. Технология 3D-MID переживает период подъема, ею интересуются многие, но готовых разработок под эту технологию у потенциальных клиентов, как правило, нет. Поэтому обычно заказчики начинают с того, что конструируют специально под 3D-MID новые изделия или перерабатывают уже выпускаемые. Технология для них новая, и, естественно, им нужна поддержка при разработке – необходимо сделать опытные образцы, протестировать их, оценить результаты – иногда происходит несколько таких итераций, прежде чем появляется отработанный прототип для серии. Поэтому в минувший год специалисты Multiple Dimensions выполняли очень большой объем работ, связанный с проектированием, изготовлением, испытаниями опытных образцов, опытных партий. И это принесло свои результаты: появились крупносерийные продукты, и примерно с середины лета 2015 года начался процесс роста производства.

Сейчас в стадии запуска – от разработки конструкции до протестированного прототипа серийного изделия и технологической подготовки производства – находятся порядка 30–40 проектов. С точки зрения рынков это традиционные отрасли – потребители 3D-MID технологии: системы безопасности, автопром, телекоммуникации, здравоохранение. А основные объемы дают три серийных изделия, уже прошедшие эту предварительную стадию. Однако их достаточно, чтобы сделать компанию Multiple Dimensions первой в Европе по объему производства 3D-MID-продукции. Конечно, гораздо больше изделий по технологии 3D-MID производят компании Юго-Восточной Азии, но в подавляющем большинстве это встроенные в корпус антенны для мобильных телефонов – сравнительно простой продукт. Multiple Dimensions специализируется на более сложных изделиях, их серийность меньше, чем у мобильных телефонов, но все равно достаточно высока. В таких условиях производство в Швейцарии экономически очень эффективно – при передаче заказа на сложные изделия китайским производителям он получится гораздо дороже.

Никто на континенте не выпускает больше нас 3D-MID-изделий. Так что ритм весьма напряженный – предприятие работает круглосуточно, семь дней в неделю.



## Столь жесткий график работ связан с большим числом проектов на стадии ОКР?

Нет, в первую очередь, он обусловлен именно выпуском серийных изделий. Сейчас предприятие переживает особый момент, переходный период встраивания в рынок. Получены большие заказы, теперь надо сконцентрироваться и справиться с ними так, чтобы клиент остался доволен. Остальное отходит на второй план, все силы, все внимание сосредоточены на том, чтобы выполнить их в срок и с нужным качеством.

Это специфика текущего этапа развития предприятия – если бы вся работа была распланирована по месяцам и неделям, с заблаговременной подготовкой документации, оснастки и т. п., то такого напряжения не потребовалось бы. Но сейчас иначе нельзя: пришел клиент, и надо сделать для него работу очень быстро. И одновременно необходимо купить новое оборудование, запустить его, набрать персонал; часть времени уходит на организационные вопросы, подготовительные процессы. Поэтому, чтобы соблюсти сроки, пришлось перейти на трехсменную работу с предельной интенсивностью. Когда все это войдет в нормальный, установившийся режим, можно будет выпускать большие объемы продукции и одновременно осваивать новые изделия в плановом порядке, без форсированных усилий.

Фактически, это и есть вопрос становления производства, которым мы занимались весь этот год.

## Не сказывался ли столь авральный график на качестве продукции?

Ни в коей мере. Ведь качество – важнейшее конкурентное преимущество компании. У изделий, которые сегодня выпускаются серийно, очень высокий выход годных – 99 %. Пока речь идет об изделиях без компонентов – их приемка производится по результатам электрического тестирования. Однако 99 % – это нетипично высокий уровень выхода годных для серийного производства такого рода изделий. Столь высокое качество связано с огромным технологическим опытом и наработками, которые, по существу, и легли в основу компании Multiple Dimensions. Например, меня впечатлило, насколько плотно упакованы изделия в загрузочных корзинах ванн металлизации – в три-четыре раза плотнее, чем на других предприятиях, где есть аналогичная технология. Технологи Multiple Dimensions добились того, что процесс металлизации укладывается в 2–2,5 часа, тогда как в среднем по рынку это время составляет 5–6 часов. Кроме того, что благодаря этому возрастает качество, сокращается время – это еще и очень существенное снижение себестоимости изделий.

Разумеется, растущие объемы серийного производства потребовали развития технологической базы предприятия: закупок нового оборудования, увеличения штата, введения новых технологических процессов. Помещения изначально приобретались с учетом будущего развития, там и сейчас есть свободные площади. Прежде всего, были приобретены дополнительные лазеры для прямого лазерного структурирования (LDS); второй термопластавтомат, причем в четыре раза более производительный, чем тот, который уже имеется. Запущен автоматический конвейер, который сортирует отлитые детали по корзинам. Закуплен ультрафиолетовый (УФ) лазер для вскрытия контактных площадок после нанесения влагозащитного покрытия. Зарезервировано ме-

сто под системы автоматического монтажа компонентов на 3D-MID-детали – такие заказы уже в проработке, и решение о приобретении монтажной линии, думаю, не за горами.

## Компания освоила новый для себя процесс влагозащиты 3D-поверхностей?

Да, это как раз пример технологического развития. После того, как в гальванической ванне сформирован проводящий рисунок, на него методом распыления наносится лаковое влагозащитное покрытие. В тех местах, где нужен чистый металл – контактные площадки под пайку, ламельные контакты и т. п. – методом абляции при помощи УФ-лазера вскрываются окна. Кстати, по числу технологических лазерных установок компания Multiple Dimensions вышла на первое место в Европе среди компаний, серийно реализующих LDS-технологию. Сейчас у нас четыре рабочих места для операции прямого структурирования поверхности, на каждом по две лазерные установки, плюс один УФ-лазер для вскрытия окон в покрытии. Численность персонала за год возросла примерно вдвое.

## Закупка нового оборудования потребовала дополнительных вложений от акционеров?

Нет, она проводилась из текущих доходов. Кроме того, помогает возможность приобретать оборудование по лизинговому договору – в отличие от России, в Швейцарии ставка по ним составляет порядка 2,5 % годовых, и требования к лизингополучателю вполне адекватные. Сыграл в нашу пользу и кризис: европейские поставщики оборудования, испытывая проблемы с реализацией,



Установки прямого лазерного структурирования – теперь их целая линия

предлагают хорошие условия клиентам, готовым покупать немедленно – это заметно снизило расходы на расширение нашей материальной базы. Кризис – хорошее время для строительства бизнеса.

### Ваши начальные вложения окупились?

Пока они вернулись не полностью, так как произведены серьезные закупки оборудования. Однако можно утверждать, что динамика очень хорошая и сомнений в успешности проекта нет. Стоит учитывать, что 3D-MID-проекты сложны с точки зрения построения взаимодействия с клиентом, хотя бы в силу их многоэтапности и новизны технологии для заказчика. Поэтому, как правило, период, на который они планируются, достаточно велик – порядка года, и сейчас обсуждаются заказы, которые пойдут в серию в конце 2016 или начале 2017 года. Однако уже сейчас у Multiple Dimensions ряд проектов с очень хорошими программами выпуска близок к серийной реализации. Со временем число серийных продуктов будет расти, но пропорционально будет увеличиваться и число новых проектов. Интерес к 3D-MID постоянно возрастает, причем не только на традиционных для этой технологии рынках. Обнаруживаются новые области применения, и появление первого продукта в новом сегменте вызывает дополнительный интерес, появляются дополнительные клиенты.

Новая установка Microline 6320 S компании LPKF с УФ-лазером для вскрытия окон во влагозащитном покрытии



### Год назад вы говорили, что, одной из задач видите пропаганду технологии 3D-MID среди российских заказчиков, привлечение клиентов в России. Достигнуты ли здесь результаты?

Работа с отечественными заказчиками проходит так же, как и с зарубежными – в этом смысле они не уникальны. Конечно, российский рынок имеет и некоторые особенности; одна из ожидаемых – проблема допустимости использования этой технологии для изделий специального назначения. Частные клиенты в этом отношении проявляют гораздо большую гибкость. У нас есть ряд российских заказов, все они проходят стадию ОКР. Специалисты Остека помогают разработать конструкцию, мы изготавливаем прототипы, заказчики их испытывают. Но, конечно, у нас есть сложности – Остек не имеет полного комплекта оборудования, поэтому мы работаем в постоянной кооперации с Multiple Dimensions. Мы поставляем клиентам материал, они из него отливают на термопластавтомате нужные образцы, которые отправляются в Швейцарию, где производится лазерное структурирование, металлизация, наносится влагозащитное покрытие. После этого детали возвращаются обратно на тестирование. В результате циклы прототипирования у нас значительно длиннее: европейские заказчики получают очередную итерацию изделия в течение 78 часов, а мы тратим на нее в среднем месяц – за счет логистики. Сейчас мы занимаемся тем, чтобы как-то упростить, ускорить эти процессы.

Например, иногда изделия для изготовления по технологии 3D-MID настолько новы для заказчиков, что у них еще нет прессформы для пластавтомата. Понятно, что изготовление пресс-формы – процесс небыстрый и недешевый. И здесь наши партнеры из Multiple Dimensions нас поддержали – подсказали, что есть материалы, пригодные для 3D-MID, но не термопластичные, а терморезистивные. Они поставляются в виде слитков, из такого материала заказчик может изготовить деталь при помощи обычной механической обработки (например, на фрезерном станке), и дальше ее можно запускать в стандартный LDS-процесс. Этап прототипирования проходит быстрее и с минимально возможными затратами, а пресс-форма изготавливается уже после того, как изделие испытано и подтверждена его готовность к запуску в серию. Есть и другие пути быстрого прототипирования. Например, 3D-заготовку можно распечатать на обычном 3D-принтере из любого пластика. Используя технологию каплеструйной печати компании Neotech, мы в Москве можем нанести на трехмерную поверхность необходимый токопроводящий рисунок. То есть прототип изделия целиком делается в России. Конечно, такой метод – не полная альтернатива для этапа ОКР, но зачастую он весьма эффективен и целесообразен.



Отработанные технологии металлизации – основа успеха проекта Multiple Dimensions

### **У вас в России много клиентов? Их стало больше по сравнению с 2014 годом?**

Один из внутренних рынков, на которых мы увидели наибольший интерес к технологии 3D-MID, нас поначалу даже удивил: это рынок устройств для онлайн-контроля движения грузов – трекинга. Несколько компаний занимаются изготовлением GPS-модулей, устанавливаемых в контейнеры либо в автомобили. Неожиданно мы обнаружили интерес к 3D-MID на рынке 3D-печати. В октябре в Москве прошла 3D Print Expo – ежегодная крупная выставка передовых технологий 3D-печати и сканирования среди стран СНГ и Восточной Европы. Мы демонстрировали на ней одно свое изделие, и это для многих стало откровением – никто из присутствовавших там специалистов не ожидал, что использование трехмерности может быть еще и таким. В итоге мы получили много интересных запросов, часть которых вполне может перейти в практическое взаимодействие.

Как бы то ни было, спрос на изделия 3D-MID в России будет расти. Пока рынок переживает стадию оценки возможностей этой технологии. Но затем неизбежно встанет вопрос о серийном производстве изделий либо даже о поставках 3D-MID-оборудования и технологии российским производителям.

### **В прошлой нашей беседе вы отмечали, что одна из задач вхождения в проект Multiple Dimensions – обретение опыта участия в глобальном инвестиционном проекте. Эта цель в какой-то мере достигнута?**

Безусловно, хоть пока лишь отчасти. В ходе совместной работы можно видеть множество интересных моментов – подходы к общему управлению проектом, к мероприятиям, связанным с развитием производства, к управлению бюджетом, к продвижению клиентских проектов. Это очень полезная практика, и еще предстоит узнать много нового. Что производит впечатление, так это командная работа очень разных людей, с разным опытом и менталитетом. В составе совета директоров есть профессиональные инвесторы, технолог, юрист, в нее входит менеджер, который с 2011 года руководил направлением 3D-MID в компании Cisog. И эта команда отлично взаимодействует, конструктивно обсуждает вопросы и принимает решения. Удивило и то, что из-за меня все заседания совета директоров и другие мероприятия проводятся на английском, включая обеды и празднование Нового года, хотя более привычный язык для всех членов совета директоров – немецкий. Все документы готовятся на английском, в целом они стараются сделать общение максимально комфортным для меня. И это впечатляет. 

Видеть сегодня  
формы  
изделий будущего  
невозможно,

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

Полный цикл  
от проектирования  
до производства  
изделий

## на основе технологии 3D-MID

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



### **Автоиндустрия**

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



### **Телекоммуникации**

- датчики
- элементы управления
- антенны
- модули камеры



### **Медтехника**

- переключатели и соединители
- датчики
- антенны
- слуховые аппараты



# ТЕХНОЛОГИИ

## Эффективная очистка сточных вод с помощью наноконпозиции ФФГ.

### Часть 1.

### Существующие методы очистки промышленных стоков

Текст: Светлана Шкундина  
Александр Петренко



Современные тенденции роста народонаселения и ускорения индустриализации ведут к тому, что отходы и загрязняющие вещества образуются быстрее, чем Земля может их переработать и усвоить, а природные ресурсы потребляются более быстрыми темпами, чем воспроизводятся. Достижение устойчивого развития возможно лишь путем переориентации промышленных процессов производства товаров и услуг на новые модели, которые будут способствовать снижению нагрузки на окружающую среду и повышению эффективности промышленного производства. Необходимо внедрение технологий, обеспечивающих создание безопасных для окружающей среды производств, предотвращающих загрязнение природы и обеспечивающих более эффективное использование сырья.

Одни из основных источников загрязнения окружающей среды – это гальванические производства, в которых отходы образуются при обработке поверхности и промывке деталей. Экологическая опасность операций по обработке поверхности определяется экологической опасностью растворов и электролитов, сроком их эксплуатации и величиной уноса технологических растворов поверхностью деталей. Экологическая опасность промывных операций характеризуется объемом и загрязненностью сбрасываемой воды<sup>1</sup>. По мере осложнения экологической ситуации требования к промышленным предприятиям ужесточаются. Ориентированный на их удовлетворение рынок экологической техники растет, к началу 21 века он составлял 900 млрд долл.<sup>2</sup>

Разнообразие методов очистки промышленных стоков, применяемых в различных странах, приводит, в конце концов, к необходимости решать одну и ту же проблему утилизации продуктов очистки. Утилизация очистных шламов и других отходов производства – стержень национальных и региональных программ обезвреживания промышленных отходов. Опыт свидетельствует, что во многих ситуациях целый ряд промышленных отходов лучше всего перерабатывать и утилизировать в других производствах.

Все актуальнее становится разработка таких технологий минимизации и обезвреживания отходов производства, которые обеспечивают решение конкретных задач в рамках заданных параметров и без чрезмерных затрат. Эти технологии позволяют предприятию вырваться из тисков, с одной стороны, экологических норм, а с другой – ограниченных финансовых возможностей.

Требования охраны окружающей среды для промышленных сточных вод жестко ограничивают концентрации загрязнителей в спускаемых водах, и для решения этой проблемы предлагается множество методов очистки стоков. Особый интерес представляют методы удаления тяжелых металлов из гальваностоков и производства печатных плат<sup>3</sup>. Гальваностоки, если с ними обращаться неаккуратно, потенциально опасны для окружающей среды и здоровья людей.

Существует ряд основных методов очистки промышленных стоков (в частности, производства печатных плат) от тяжелых металлов и сопутствующих загрязнений. **Т 1**

## Основные методы очистки промышленных стоков

Самый распространенный на сегодня метод очистки промышленных стоков, содержащих ионы тяжелых металлов – реагентный. Он позволяет осадить ионы тяжелых металлов и отделить шлам от очищенной воды. Применяемые при этом способы химического осаждения металлов (обработка стоков щелочью, карбонатами, сульфидами, железным купоросом) обладают рядом достоинств. Так, преимущество щелочной обработки в ее сравнительной простоте, надежности, легкости автоматического контроля pH. Однако у этого метода есть существенные недостатки:

- некоторые металлы обладают амфотерными свойствами, поэтому не удается подобрать такой диапазон pH, при котором все ионы тяжелых металлов можно было бы осадить совместно до требуемых ПДК;
- наличие в растворе комплексообразователей затрудняет выделение металлов;
- известковые реагенты усложняют решение проблем, связанных с утилизацией осадка;
- громоздкое реагентное оборудование и необходимость разделять стоки требуют значительных площадей для размещения очистных станций и большого объема строительных работ;
- расход реагентов так велик, что их производство и применение ставят перед регионами серьезные экологические проблемы;
- полученный шлам приходится размещать в специальные полигоны (дорогостоящие и имеющие ограниченную емкость) для токсичных отходов.

Главная трудность при применении реагентной технологии – острейший дефицит основных компонентов.

1 С. С. Виноградов: Экологически безопасное гальваническое производство, Глобус, Москва, 2002, стр. 336-337

2 J. Resa et al.; Water Resources, 34(2000)5, p. 1714-1726

3 Ю. Будилковский: Экология и промышленность России. 1996, № 8, стр. 12-15

Ионообменный метод позволяет очищать стоки от ионов тяжелых металлов до ПДК. Однако и он имеет ряд недостатков:

- эффективен лишь при низких концентрациях ионов тяжелых металлов в растворах;
- не решает проблему утилизации элюатов;
- требует предварительного отделения органических веществ;
- связан со значительными капиталовложениями и эксплуатационными затратами (высока стоимость реагента на единицу удаленного металла).

Применение ионообменного метода целесообразно лишь при наличии региональных центров по обмену ионитов, что доступно только развитым странам. Регенерировать иониты своими силами обычный завод не в состоянии.

Внедрение электродиализа и обратного осмоса сдерживается сложностью оборудования и дорогостоящей эксплуатацией.

У метода электрокоагуляции, который является вторым после реагентного по степени распространения, свои недостатки:

- не обеспечивает надежной работы очистной станции из-за пассивации электродов, из-за зашламления межэлектродного пространства, изменения условий очистки при срабатывании электродов и колебании концентрации загрязнений в стоках\*;
- возникают трудности с очисткой залповых сбросов, которые приходится смешивать с промывными водами;
- усложняется решение задачи отстаивания осадка из-за выделения водорода;
- велики расходы электроэнергии, хлористого калия и листовой стали;
- нестабильное осаждение металлов из комплексобразователей.

*\* в сущности этот метод пригоден лишь для производства со стабильным стоком, поэтому его применение невозможно без использования усреднителей, требующих дополнительных помещений и обслуживания.*

С 1940-х годов прошлого столетия предпринимались попытки использовать в качестве анодного материала в электрокоагуляции отходы металла. Они оказались неудачными, поскольку специалисты сталкивались с трудностями, вызванными, в основном, пассивацией электродов. Возможность очистки воды коагулянтном, полученным не в самой воде, а в отдельном рабочем растворе, не рассматривалась.

Исследования, проведенные в Литве, показали, что при электрокоагуляции пропускание тока через очищаемую воду – не главное. Решающую роль в процессе очистки играет образующаяся в ходе электролиза коллоидная суспензия соединений железа. Затем выяснилось, что этот препарат может обезвреживать воду и в том случае, если получать его отдельно и затем

дозировать в обрабатываемый сток. Параметры рабочего раствора регулировать гораздо легче, чем параметры производственного стока. Можно подобрать раствор с такими характеристиками, которые позволяют получать коагулянт из отходов металла, а не из дорогостоящей стали.

Благодаря этим экспериментальным данным удалось разработать систему очистки гальваностоков, которая основана на применении электрогенерированного коагулянта, получаемого из отходов штамповки, стальной стружки и т.п. Сущность предложенной технологии в том, что предварительно в отдельном электролизере проводится анодное растворение указанных металлических отходов с получением суспензии электрогенерированного коагулянта, которая затем направляется в реактор, где происходит ее смешивание с очищаемым стоком. Готовая суспензия носит название ферроферригидрозоля (ФФГ). ФФГ состоит из наночастиц, имеющих очень большую поверхность, которая содержит химически активные группы, действующие как специфические адсорбенты, и соединения железа (II) и (III). ФФГ используется для нейтрализации и удаления тяжелых металлов, а также для обезвреживания других сопутствующих загрязнителей, таких как фосфаты, органические соединения, остатки смазочно-охлаждающих жидкостей, красителей и детергентов. Это возможно благодаря одновременно работающим нескольким различным механизмам: сорбции, коагуляции, восстановления, ферритизации. Метод пригоден для очистки сточных вод с размещением отходов согласно природоохранным законам и внедрен в нескольких восточно- и западноевропейских странах. Результаты подтверждены в сертифицированных лабораториях разных стран.

Полученный после очистки шлам можно безопасно захоронивать на городских свалках или использовать как сырье для производства различных технических продуктов, таких как керамика, пигменты и т.п. Обезвреженная вода может быть использована в технологических процессах.

Далее подробно остановимся на сравнении реагентного метода, как самого распространенного на практике, и метода очистки с помощью электрогенерированного коагулянта ФФГ.

Цель изучения процесса обработки стоков с применением ФФГ вместо традиционно применяемых технологий – достижение лучших результатов при удалении из стоков ионов тяжелых металлов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ , т.к. они представляют наибольшую экологическую опасность. Результаты, полученные при работе с моделированными стоками, показали, что наиболее эффективное удаление упомянутых металлов происходит при pH 7-9 рис 1, что позволяет уменьшить концентрации ионов металлов до допустимых норм. Процесс был успешно применен для очистки стоков гальваники и печатных плат. Допустимые нормы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$  и

T 1

Сравнение основных методов очистки сточных вод

Метод очистки	Свойства	Выполнение ПДК	Надежность	Простота эксплуатации	Себестоимость
Реагентный					
Гальвано-коагуляция			Невозможность регулировать количество железа		
Мембранная технология			Постоянные параметры: • концентрация • качество • температура	Предварительная фильтрация Рециклизация	
Ионообменные смолы			Низкие концентрации	Фильтрация от органики Рециклизация Элюаты	
Электро-коагуляция			Непрерывный контроль химического состава стоков Регулирование режима работы		
ФФГ					

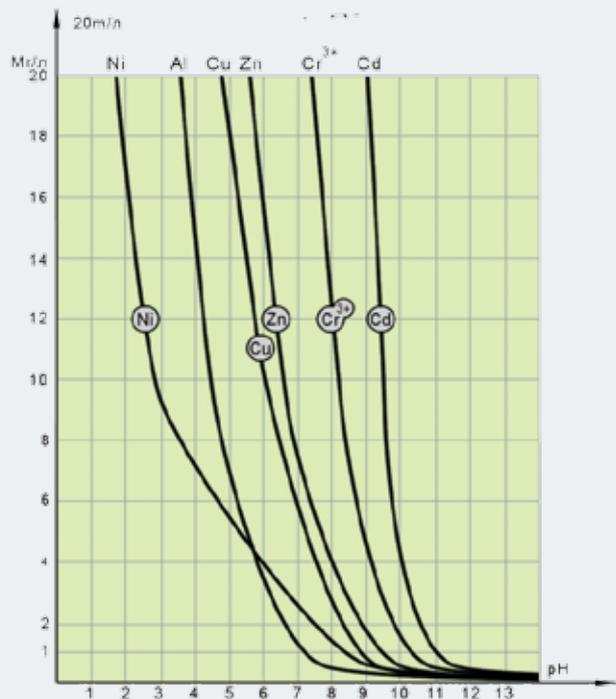
■ – положительные результаты; ■ – имеются недостатки; ■ – оптимальное соотношение

Кривые осаждения ионов тяжелых металлов реагентным способом



Образование малорастворимых гидроксидов или карбонатов происходит при разных значениях pH. Также при разных значениях они начинают растворяться. На практике ни по одному иону тяжелых металлов не достигается ПДК, если они обрабатываются в общем потоке.

Кривые осаждения ионов тяжелых металлов посредством ФФГ



Очистка сточных вод методом ФФГ заключается в многообразных процессах – сорбционном, коагуляционном, восстановительном, совместного осаждения гидроксидов металлов, ферритизации и пр. Высокий эффект очистки достигается тем, что в отличие от гидроксидов ферриты практически не растворимы не только в воде, но и в едких щелочах, а также в разбавленных кислотах.

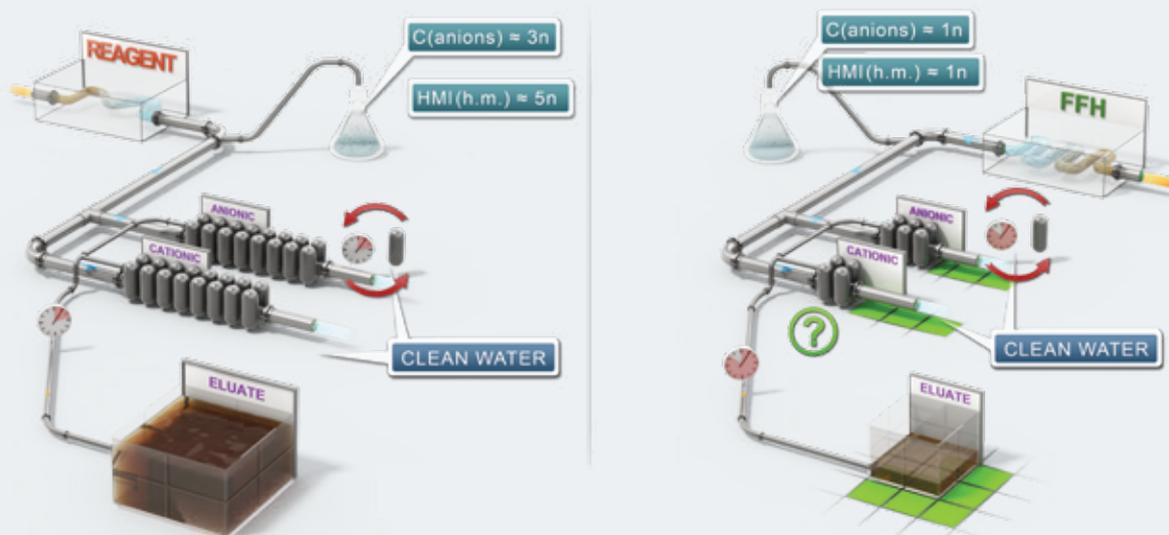
1

Кривые осаждения тяжелых металлов из стоков

Т 2

Сравнение обезвреживания сточных вод традиционным реагентным методом и ФФГ

Основные критерии оценки технологии	Традиционный реагентный метод	Метод очистки ферроферригидрозоле
<b>Достижение ПДК</b>	Достижение мягких норм ПДК	Достижение ПДК в соответствии с требованиями ЕС
<b>Возврат воды в производство</b>	Не возвращается	Возвращается в техническую или оборотную системы
<b>Количество очищенной воды</b>	Дополнительное засоление. Тест с дафниями дает отрицательный результат	Нет дополнительного засоления. Тест с дафниями дает положительный результат
<b>Депонирование осадка</b>	В свалках опасных отходов	В свалках безопасных отходов
<b>Утилизация осадка</b>	Отсутствует	В керамику, в пигмент, в черепицу
<b>Использование токсичных реагентов</b>	Используются кислота, щелочь, бисульфит и др.	Используется незначительное количество щелочи для доведения pH
<b>Необходимость отдельной обработки стоков</b>	Отдельно обрабатываются кислотно-щелочные стоки и хромсодержащие	Все в одном потоке
<b>Очистка в присутствии комплексообразователей</b>	Металлы не высаждаются из комплексов до ПДК	Тяжелые металлы высаждаются до ПДК
<b>Спектр загрязнений</b>	Узкий	Широкий: тяжелые металлы очищаются в присутствии органических веществ, красителей, детергентов и пр.
<b>Зависимость осаждения от степени кислотности раствора (pH)</b>	Разные металлы осаждаются в разных интервалах pH	Все металлы - в одном диапазоне pH
<b>Необходимость отстойников</b>	Отстаивание в течение 4-24 ч.	Отстойники не требуются, что значительно сокращает строимонтажные работы и занимаемые площади



REAGENT

FFH

Количество оборудования  
5 – 1Время реализации  
6 – 1Количество элюатов  
12 – 1Энергопотребление  
8 – 1

2

Вторая ступень очистки

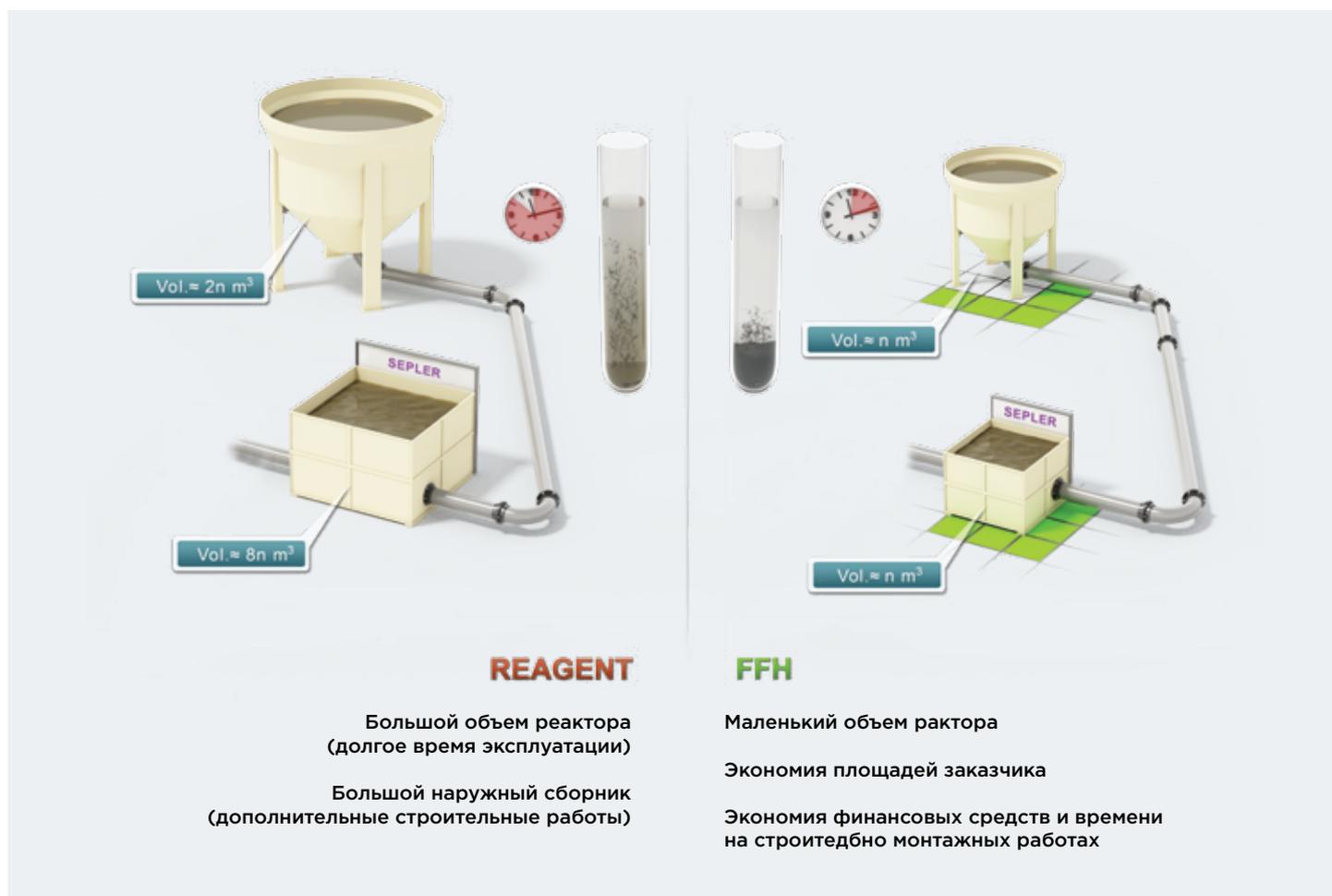
других загрязнителей были достигнуты уже через 10-20 минут. Метод показал себя более эффективным и более быстрым в сравнении с реагентным методом **Т 2**. Осаждение металлов с использованием щелочных агентов по классической реагентной технологии позволяет значительно снизить входящие концентрации металлов (до 2-8 мг/л), но процесс осложняется обратным растворением гидроксидов. Применение ФФГ позволяет избежать этого недостатка: образовавшиеся нерастворимые соединения не подвергаются растворению и могут храниться даже под открытым небом. Также преимуществом обработки стоков при помощи ФФГ является возможность чистить разные стоки в одном потоке; очищенную воду использовать в технических целях или подключить к рециркуляции. Поэтому достигается более высокая степень обезвреживания уже по первой ступени.

В тех случаях, когда необходимо достичь еще более высоких показателей (например, для предприятий, расположенных в природоохранных зонах), обязательна вторая ступень очистки **рис 2**. Достижение более

глубокой очистки на первой ступени с помощью ФФГ позволяет снизить нагрузку на доочистку, что приводит к уменьшению количества единиц оборудования и общего энергопотребления и гораздо меньшему количеству элюатов после регенерации ионообменных колонн.

Электрогенерированный коагулянт ФФГ обладает ферромагнитными свойствами и сильно развитой поверхностью, позволяя проводить осаждение непосредственно в реакторе без использования отстойников **рис 3**. Щелочь и кислота применяются только для корректировки значения pH **рис 4**. Шестивалентный хром, для восстановления которого обычно применяются токсичные реагенты (бисульфит), восстанавливается и осаждается по общей схеме. В конечном итоге значительно экономится площадь под размещение оборудования и склада хранения химикатов, а также улучшается обстановка для персонала станции.

Для повышения экономических показателей производства немаловажным фактором является рациональное использование ресурсов, в т.ч. водных. Этому способствует организация замкнутого водооборота



(рециклизация), которая помогает уменьшить водопотребление и водоотведение различных производственных участков. Обезвреженную воду по реагентной технологии использовать для рециклизации весьма затруднительно, т.к. в процессе ее очистки происходит повышение соленосодержания (засаливание). По технологии ФФГ общее соленосодержание не изменяется, поэтому такую воду можно использовать как техническую либо довести ее доочисткой до необходимых производственным требованиям РИС 5.

Другим важным фактором оценки эффективности технологии обезвреживания является количество и класс опасности образующихся отходов. По технологии ФФГ получается шлам 4-го класса опасности (неопасные отходы), который возможно утилизировать на полигонах бытовых отходов после оформления соответствующего разрешения или использовать как сырье для производства керамики и пигментов. Для предприятия

это означает, что не нужно искать специализированные полигоны для захоронения опасных отходов, а также дает возможность сэкономить, т.к. вывоз шлама 4-го класса стоит в несколько раз дешевле по сравнению с 3 и особенно 2 классом РИС 6.

Таким образом, мы имеем безопасную для окружающей среды технологию и сберегающий ресурсы промышленный процесс<sup>4, 5</sup>.

Внедрив технологию с использованием ферроферригидрозоля, предприятие со средними финансовыми возможностями в состоянии выполнять самые строгие нормы обезвреживания токсичных стоков.

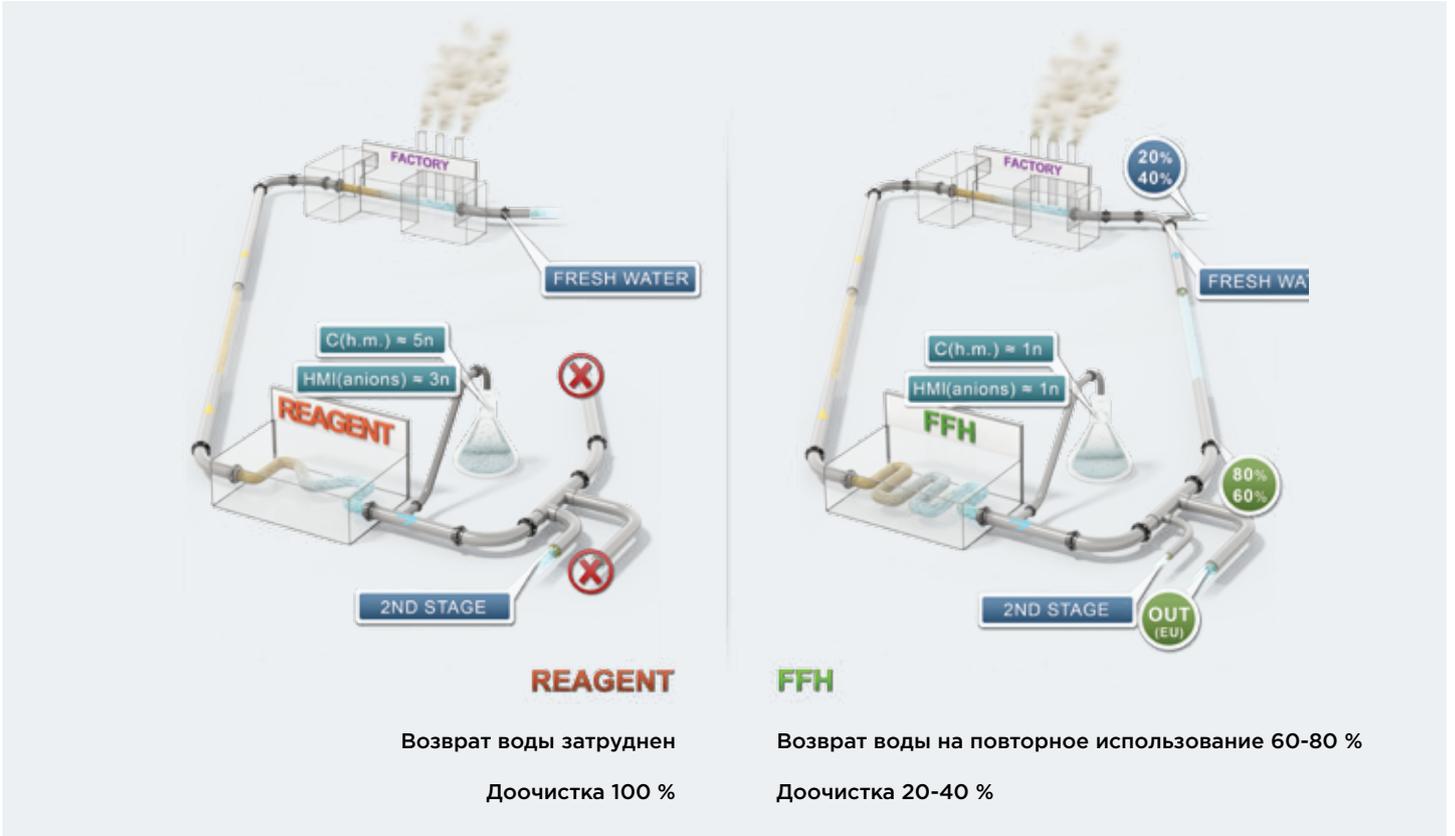
В следующей статье мы подробно раскроем суть технологии ФФГ, особенности процесса получения наноконпозиции ферроферригидрозоля и его свойства. 

ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ.

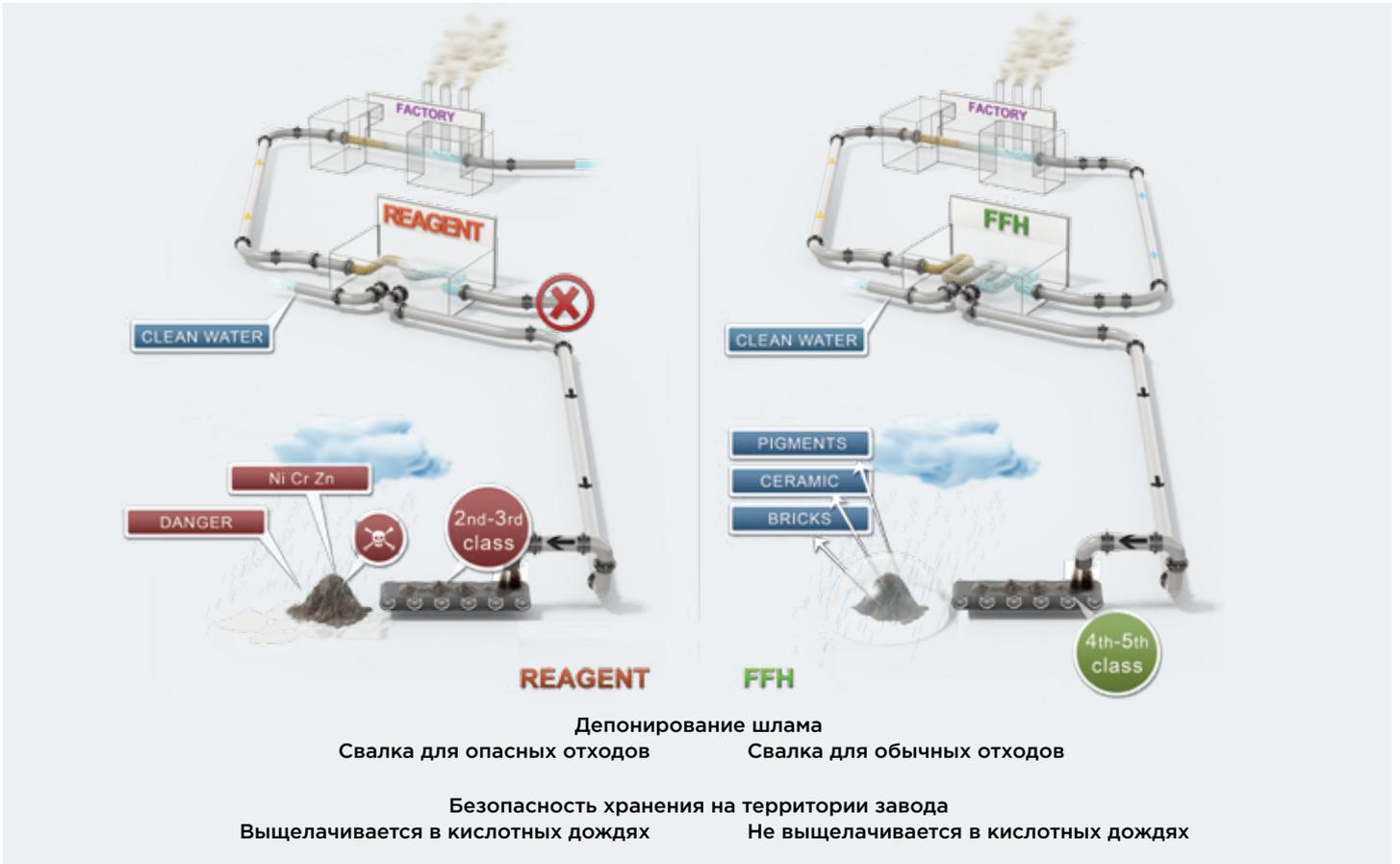
4 Д. Будиловскис и Л.С. Ещенко: ЖПХ, 2004, т. 77, стр. 1520-1524

5 Д. Будиловскис и др.: Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2004, № 11, стр. 36-38





5 Рециклизация обезвреженной воды



6 Шламы

# КАЧЕСТВО

## Уникальный высокотехнологичный ресурс — лаборатория промышленной томографии — для отечественных предприятий

Текст: **Екатерина Незнанова**

”

В феврале текущего года состоялось знаменательное событие. На базе Центра технологий контроля (ЦТК Остек) были введены в эксплуатацию и открыты для свободного доступа томографы m300 и c450. У предприятий отечественной промышленности и научных институтов впервые появилась реальная возможность воспользоваться двумя самыми прогрессивными системами компьютерной томографии производства General Electric для проведения контрольно-измерительных и исследовательских работ. Новая возможность послужила стимулом к основанию в составе Центра первой открытой лаборатории промышленной томографии. Этим событием компания Остек-СМТ отметила годовщину создания в г. Владимире ЦТК – первого в России, СНГ и Восточной Европе исследовательского центра, использующего технологии рентгеновской томографии, а также передовые технологии трехмерных измерений и неразрушающего контроля.



Годовщина Центра технологий контроля – знаковое событие для отечественной промышленности, поэтому мы решили побеседовать на эту тему с генеральным директором ООО «Остек-СМТ» Евгением Липкиным.

### **Евгений, расскажите о предпосылках создания лаборатории промышленной томографии – с чего все началось?**

Если позволите, начну издали. Вот уже 25 лет Группа компаний Остек активно участвует в развитии отечественной промышленности и внедрении передовых промышленных технологий, которые помогут отечественным предприятиям встать в один ряд с мировыми высокотехнологичными компаниями. Последние политические события, с одной стороны, обозначили важность этого движения – сегодня мы везде слышим про импортозамещение, а с другой стороны – ограничили доступ отечественных предприятий к современным технологиям.

В высокотехнологичных странах полным ходом идет так называемая четвертая индустриальная революция. Активно внедряются современные цифровые технологии контроля качества, исследования, анализа и измерений с применением компьютерной рентгеновской томографии и других 3D-технологий. Чтобы не допустить отставания отечественных предприятий от зарубежных коллег, имеющих доступ к передовым технологиям, год назад мы организовали Центр технологий контроля (ЦТК), а сегодня нам удалось построить первую в России открытую лабораторию промышленной томографии.

### **Что значит «Открытая лаборатория»? На взаимодействие с какими организациями она ориентирована?**

Когда мы говорим «открытый», мы подразумеваем «доступный для всех». У нас нет «черных списков». Мы постарались организовать работу таким образом, чтобы сделать доступ к самым передовым технологиям открытым для максимально широкого круга заинтересо-



ванных лиц. У многих при слове «лаборатория» может возникнуть ассоциация с чем-то секретным или недоступным, мы же хотим показать, что открыты для всех. Сейчас среди заказчиков наших исследовательских услуг есть и промышленные предприятия, и научно-исследовательские организации. Отраслевая принадлежность вообще не имеет границ. Мы работаем с машиностроительными заводами и нефтегазовыми компаниями, с металлургами и химиками, с криминалистами и учеными, с искусствоведами и изобретателями. Традиционными областями применения томографии являются двиглестроение, материаловедение, микроэлектроника, геологоразведка, стремительными темпами развиваются новые направления.

Если посмотреть на применение томографов в медицине, то сегодня сложно представить, что ещё 10 лет назад томографы работали только в наиболее крупных клиниках страны и к ним обращались лишь в экстренных случаях. А сейчас диагностика и планирование лечения многих травм и заболеваний проводятся только с применением томографии.

### **Чем Вы можете объяснить столь стремительный рост в применении томографов?**

Все предельно просто. Люди используют то, что, во-первых, удобно, а во-вторых, позволяет работать более качественно и эффективно. Разницу между традиционными технологиями и томографией можно проил-

люстрировать на простом примере. Давайте сравним рентгеновский снимок металлической литой детали и трехмерную модель этой детали, полученную на томографе, который использует ту же рентгеновскую технологию. В первом случае мы имеем рентгеновский снимок, представляющий собой плоскую проекцию. Максимум, что с ним можно сделать – это изучить на глаз и измерить линейкой. В случае с томографией мы получаем трехмерную цифровую модель, построенную на основе сотен и тысяч проекций. Далее с этой моделью можно совершать огромное количество манипуляций. Можно просчитать все размеры, в том числе диаметры отверстий и все возможные объемы, например, объём пустот. На ее основе можно смоделировать различные физические и технологические процессы. Можно сравнить деталь с исходным чертежом и оценить все размеры на соответствие допускам. Можно смоделировать виртуальную сборку нескольких деталей. Список возможностей практически бесконечен.

### **Наверное, подобные лаборатории или центры в том или ином виде существуют в мире. В чем уникальность лаборатории, открытой Остек-СМТ, и Центра технологий контроля в целом?**

Да, Вы правы. И в мире, и в России есть организации, предоставляющие доступ к подобным технологиям. Но существуют отличия, которые делают наш центр в определенной степени уникальным. Во-первых, в нашем цен-



тре представлено оборудование, позволяющее охватить действительно уникальный диапазон решаемых задач в сфере промышленной томографии. Три самых современных томографа различного назначения производства компании General Electric и 3D-сканер Creaform, оснащённые практически полным пакетом возможных опций, размещены на одной площадке и позволяют решить самые сложные задачи. Во-вторых, как я уже говорил, наш центр является открытым, то есть доступ к его ресурсам может получить любая организация и даже физическое лицо. В-третьих, в нашем центре работают уникальные специалисты с многолетним опытом в решении исследовательских и технологических задач и прошедшие обучение в ведущих российских ВУЗах и стажировку за рубежом. Более того, мы работаем в тесном взаимодействии с Владимирским государственным университетом и привлекаем к работе Центра ведущих научных специалистов

в широком диапазоне областей знаний. В-четвёртых, мы находимся в России, поэтому нет необходимости отправлять образцы на исследование за рубеж и можно лично присутствовать при проведении работ.

### **Если предприятию необходимо провести, скажем, томографический анализ образца изделия, что нужно сделать?**

Самое основное, что необходимо сделать предприятию-заказчику – это поставить задачу, а все остальное мы возьмём на себя. Как только будет сформулирована задача и предоставлено описание и образцы объекта исследований, наши специалисты оценят сложность работ, разработают план их выполнения, проведут все необходимые исследования, подготовят отчёт.

## **А в каком виде предоставляется отчёт о проведённых исследованиях?**

У нас есть несколько вариантов отчетов в зависимости от необходимой степени детализации информации и типа исследования. Разумеется, если метролог ожидает результатов измерений, а технолог, скажем, информацию о дефектах, то и форма отчета будет разной. Главный принцип нашей работы в том, что заказчик в полученном по результатам исследования отчете должен увидеть ответы на все заданные им вопросы. Часто к нам обращаются за помощью в решении задач, связанных с обратным проектированием. В этих случаях результатом работы является не отчёт, а САД-данные.

## **Каковы возможности лаборатории в сфере обратного проектирования?**

Обратное проектирование – это процесс разработки нового изделия на основе имеющегося образца. Мы стараемся обеспечить нашим клиентам максимальные возможности в этой области. Томография дает возможность получить полную информацию о геометрии исходного образца, включая все скрытые внутренние размеры. Два наших томографа, m300 и c450, изготовлены в метрологическом исполнении, что позволяет обеспечить предельно возможную для данной технологии точность измерений объекта, а это крайне важно при обратном проектировании. В случае с крупногабаритными объектами дополнительно может быть задействован 3D-сканер. Кроме анализа геометрии мы можем предоставить заказчикам возможности химического анализа, скажем, сплава, из которого изготовлен исходный образец. Для этого мы применяем имеющиеся в нашем распоряжении современные дифрактометры и спектрометры.

## **Почему лаборатория промышленной томографии находится во Владимире, а не в Москве?**

Решение о создании лаборатории именно во Владимире было связано с размерами оборудования и необходимыми для него площадями. Оборудование для томографии крупногабаритное, требует больших площадей, поэтому и помещение для него в Москве стоит в несколько раз дороже. Чтобы минимизировать стоимость наших услуг, мы решили избежать лишних трат. До Владимира можно доехать на машине или «Сапсане» за пару часов. К тому же во Владимире расположена мощнейшая научно-исследо-

вательская база нашего партнера, Владимирского государственного университета, что позволяет сделать Центр еще более полезным для наших заказчиков.

Ну, и наконец, решающее значение имеет тот факт, что год назад во Владимире мы основали наш ЦТК, который, по сути, уже является неким кластером, объединяющим самые прогрессивные методы контроля. Абсолютно логично, что лаборатория томографии должна располагаться именно там.

## **Раз Вы об этом заговорили, то, конечно, всех интересует вопрос стоимости услуг.**

Несмотря на желание, мы не можем оказывать услуги бесплатно, так как нам необходимо обеспечивать заработную плату персоналу, обслуживание дорогостоящего оборудования и покрывать целый спектр затрат, направленных на предоставление услуг наивысшего качества. Стоимость рассчитывается, исходя из сложности работ, типа оборудования, необходимого для исследования, а также зависит от специалистов, привлекаемых для проведения работ. На все работы предоставляется калькуляция с обоснованием стоимости.

## **А сколько составили инвестиции в создание лаборатории?**

С учетом инвестиций в оборудование и помещение они составили более 2 миллионов евро.

## **Идя на такие крупные расходы, нужно быть уверенным, что услуги лаборатории будут востребованы.**

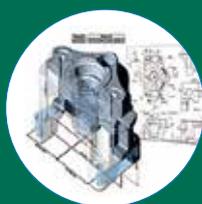
Ещё до открытия лаборатории у нас уже был пул заказчиков, ожидающий запуск оборудования. На нашем складе находятся образцы, ожидающие своей очереди на исследование. Я даже испытываю некоторые опасения за сотрудников Центра, так как после начала информационной компании, посвящённой открытию лаборатории, у них, скорее всего, не останется времени даже на чашечку кофе.

## **Евгений, благодарю Вас за интересную и познавательную беседу!**



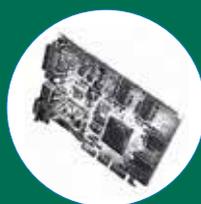
#### Литье

- Отработка технологии литья
- Поиск и анализ пустот, раковин и включений



#### Механообработка

- Контроль качества геометрии ответственных деталей сложной формы
- Обратное проектирование



#### Электроника

- Контроль печатных плат, компонентов и качества пайки
- Исследование совмещения слоев, дефектов металлизации



#### Материаловедение

- Исследования внутренней структуры материалов
- Расчет физических свойств материалов



#### Исследования

- Полезные ископаемые и геологические образцы
- Принципы работы механизмов
- Криминалистика

## Лаборатория промышленной томографии: экспертный контроль качества и проведение исследований

Узнайте о специальных  
ценах, действующих  
до конца апреля 2016 года!

- Самая крупная в Восточной Европе
- Оснащенная передовым оборудованием

Лаборатория создана на базе Центра технологий контроля (ЦТК), предназначенного для решения широкого спектра производственных и научных задач.



будущее  
создается



www.ostec-ct.ru  
(495) 788 44 41  
info@ostec-ct.ru



# Инструмент для сверления заготовок печатных плат. Что нового?



Текст: **Игорь Крупенин**



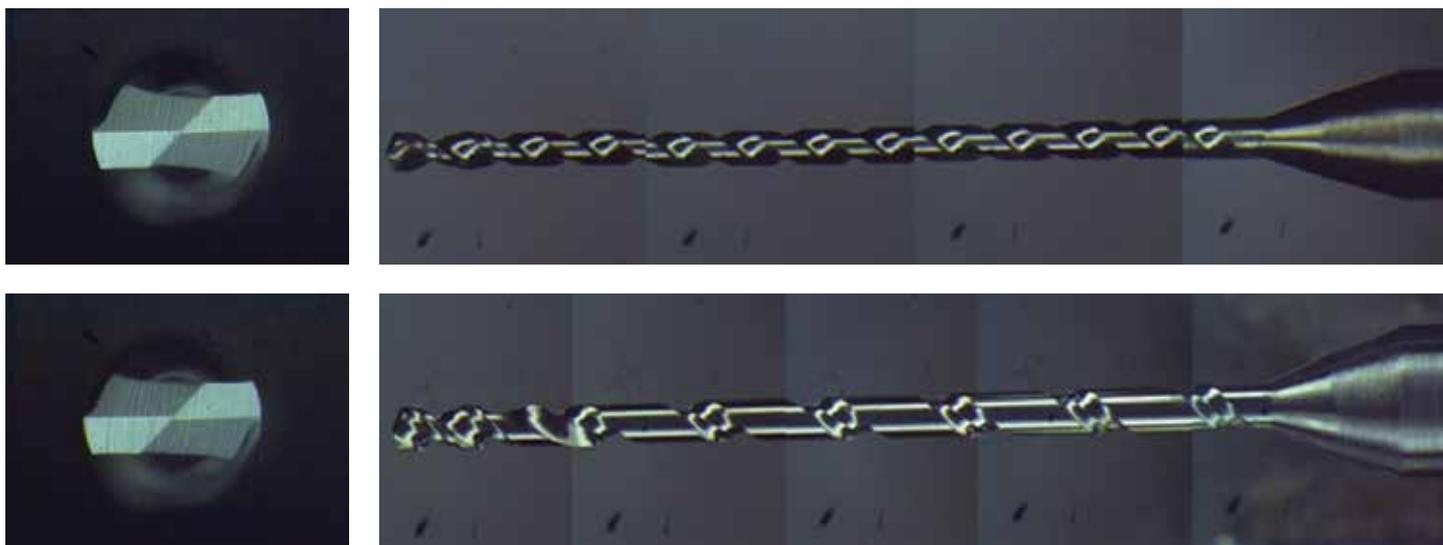
Операция сверления заготовок печатных плат (ПП) — важнейший этап в технологическом процессе изготовления печатных плат. В статье мы рассмотрим уникальную конструкцию сверла, созданную компанией T.C.T. Group, Тайвань, которая способствует уменьшению различных дефектов процесса сверления заготовок ПП, повышает качество и надежность и увеличивает процент выхода годных ПП.



Компания T.C.T. Group (основана в 1988 году в Тайване) — второй в мире производитель режущего инструмента для производства печатных плат по объему выпускаемой продукции. В месяц производится порядка 25 000 000 сверл, фрез и другого специального режущего инструмента для производства печатных плат. Это единственная компания в мире, которая полностью сосредоточила весь цикл производства инструмента для печатных плат в одной компании, проводя: закупку, дальнейшую переработку руды и получение из нее сплава карбида вольфрама, разработку конструкции инструмента, самостоятельное производство станков для изготовления и заточки инструмента, производство конечного продукта и контроль на всех этапах. T.C.T. Group имеет несколько заводов и представительств, расположенных в континентальном Китае, Гонконге, Тайване, Корее, Японии и США.

Компания имеет свой технический центр, оснащенный сверлильными и фрезерными станками, лабораторией изготовления микрошлифов, станками для проверки позиционной точности отверстий и другим контрольно-измерительным оборудованием. Вся продукция компании проходит строжайший контроль, все проверяется в техническом центре: качество металла, структура сверл и их геометрия, поведение инструмента в реальных рабочих условиях.

Среди постоянных клиентов TCT Group ведущие мировые производители печатных плат: Samsung, LG Electronics, Panasonic Electronic Device (Япония), Unimicron (Тайвань), Simmtech (Корея), PCB Technologies (Израиль) и многие другие.



1 Структура стандартных сверл (вверху). Структура сверл серии UCY (внизу)

## Уникальная конструкция инструмента как способ снизить увод сверла

При сверлении отверстий малых диаметров наблюдается увод сверла относительно точки входа. Причин этому множество: неправильные режимы сверления, некачественная накладка, качество материала. С уменьшением диаметра сверла уменьшается и его жесткость. Поэтому увеличивается увод сверла на малых диаметрах особенно при сверлении с большим соотношением глубины сверления к диаметру сверла.

Казалось бы, с этим ничего нельзя поделать. Но специалисты компании Т.С.Т. создали уникальную конструкцию, позволяющую свести к минимуму увод сверла. Специально разработанная серия сверл для микроотверстий «UCY» (диаметром от 80 мкм до 0,5 мм) представляет собой сверло, которое имеет в своем «заходе» стандартно две стружечные канавки, после одного оборота соединяющиеся в одну. Данная конструкция представлена на рис 1.

Какие же преимущества дает эта конструкция?

- Жесткая сердцевина сверла многократно уменьшает смещение от оси в процессе сверления. Это снижение бокового отклонения минимизирует вероятность поломки, что очень важно при сверлении с высоким соотношением глубины к диаметру рис 2.
- Две стружечные канавки, соединяющиеся в одну, позволяют заметно улучшить эвакуацию стружки по сравнению со сверлами с традиционными двумя канавками. Кроме эффективного удаления стружки происходит более эффективное рассеивание тепла. Уменьшение температуры сверла улучшает качество стенок отверстия для различных материалов.

Кроме того, такая геометрия инструмента значительно увеличивает число качественно просверленных отверстий. Если для ответственных МПП ресурс сверла диаметром 0,2-0,3 мм невелик и зависит от структуры многослойной печатной платы, то при использовании сверла серии «UCY» мы при сверлении 4000-5000 отверстий получаем хороший результат. При таком увеличении производительности налицо как экономическая выгода, так и выгода по времени благодаря редкой перегрузке инструмента.

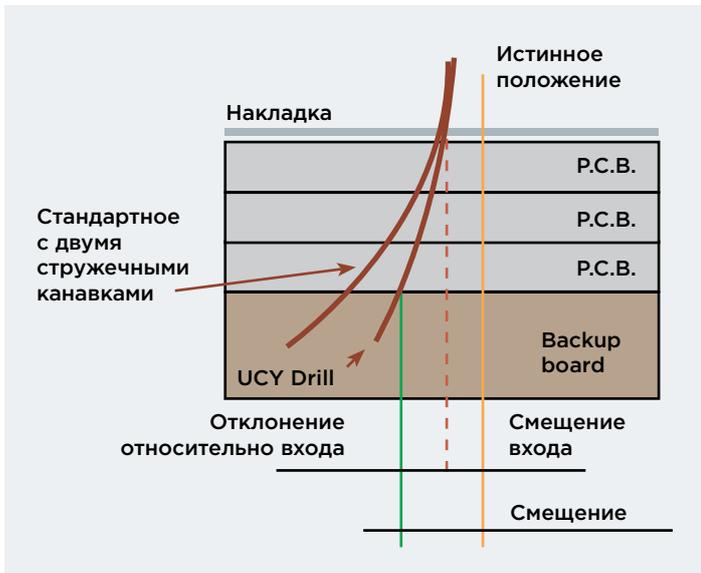
## Сравнительные испытания инструмента

Чтобы сравнить сверла производства компании ТСТ и других производителей, на нескольких российских предприятиях-изготовителях печатных плат были проведены сравнительные испытания сверл ТСТ и другого производителя из Японии. Для этого был спрессован пакет толщиной 2,51 мм рис 3. Сверлились отверстия, и после каждых 250 отверстий просверливалось контрольное отверстие в тест-купон. Результаты испытаний представлены на рис 4.

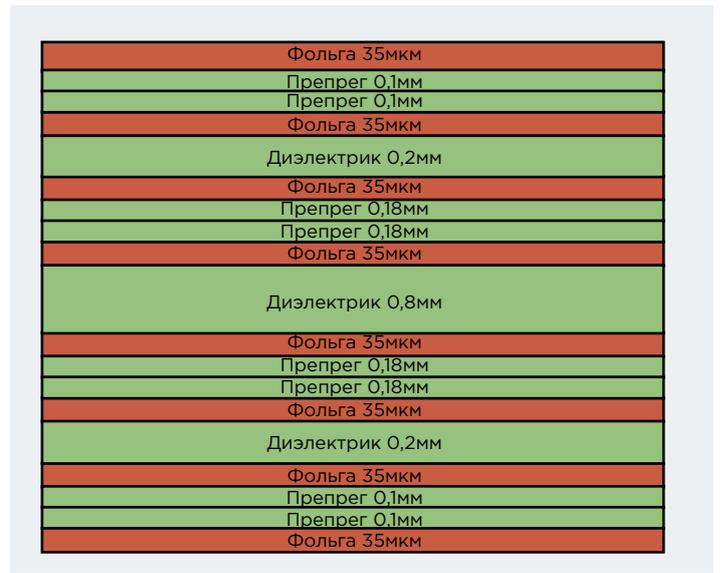
По фотографиям шлифов видно, что сверла Т.С.Т. показывают себя гораздо лучше и обеспечивают более ровные стенки отверстий даже после 4000 просверленных отверстий.

## Рассовмещение. Как с этим бороться

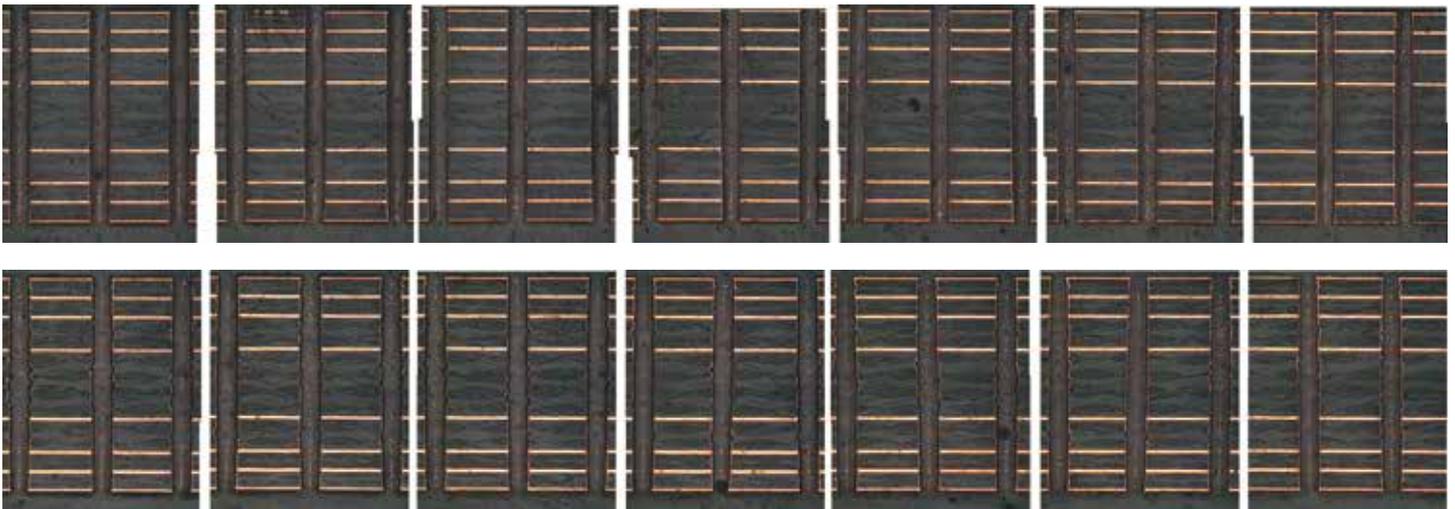
Помимо увода сверла и качества стенок отверстий важным является вопрос рассовмещения просверленных отверстий. И специалисты компании Т.С.Т. нашли на него ответ. Они предлагают при сверлении ответственных



2 Смещение



3 Состав пакета, подготовленного для сравнительных испытаний



4 Шлифы ТСТ (вверху). Шлифы японского производителя (внизу)

плат с отверстиями малого диаметра использовать в качестве накладки специальный материал «LAE» рис 5. Состав материала LAE: алюминий толщиной 100 мкм, специальный адгезивный слой толщиной 7-8 мкм и слой специального лубриканта толщиной от 20 до 80 мкм в зависимости от типа материала. Лубрикантовый слой водорастворим, поэтому если смазка попадает в отверстия, первая же промывка после операции сверления — и остатки лубриканта удаляются. В чем преимущество данного материала по сравнению с другими накладками? Проходя сквозь слой лубриканта, сверло смазывается, и стружка удаляется гораздо легче. Алюминий способствует рассеиванию тепла, выделяемого сверлом при сверлении малых отверстий на больших скоростях. Проходя сквозь накладку, сверло фактически сначала накернивает себе отверстие, а потом уже начинает сверлить плату, за счет чего при правильно подобранных режимах отсутствует рассовмещение.

Таким образом, совместное использование сверл серии UCY и алюминиевой накладки LAE позволяет увеличить выход годных печатных плат, увеличить производительность, а также значительно увеличить ресурс инструмента.

ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ.



5 Состав лубриканта

# Микросхемы в пластиковом корпусе: три режима акустической микроскопии

Текст: **Илья Нотин**  
**Алексей Чабанов**  
**Томас Адамс, консультант, Sonoscan, Inc.**

”

Представьте себе крошечный пузырек воздуха, не видимый глазу и попавший под кристалл в процессе его монтажа на микросхему, которая затем запечатывается в пластиковый корпус. Несмотря на изначально небольшие размеры пузырька, эта полость после монтажа кристалла занимает около 50 % области контакта кристалла с подложкой, а толщина полости составляет всего 10 микрон, что является очень серьезным дефектом. Что вызвало появление такого дефекта: ошибки в технологическом процессе? Использование некачественных материалов? Несоблюдение условий сборки?

Конечно, в данном случае этот компонент был отбракован и никогда не будет установлен в конечное изделие. При его использовании в процессе работы полость могла бы увеличиться в размерах, приводя к нарушению отвода тепла от кристалла и, как следствие, к перегреву и выходу компонента из строя. Очень важно избежать подобных дефектов на этапе сборки изделия и вовремя внести необходимые коррективы в технологический процесс, чтобы не допустить повторения в будущем. Для этих целей в разных областях промышленности широко используются системы акустической микроскопии Sonoscan. С их помощью можно проводить неразрушающий контроль компонентов на наличие таких дефектов, а также выстраивать изображения внутренней структуры изделий, включая трехмерные, без разрушения самого компонента. Инструменты акустической микроскопии насчитывают широкий спектр программных и аппаратных средств работы с ультразвуковыми сигналами для создания акустических изображений внутренних структур изделий. В статье мы рассмотрим три из них.

## Режим отраженного сигнала

Режим отраженного сигнала используется наиболее часто, например, для выявления полостей при монтаже кристаллов. Преобразователь акустического микроскопа направляет к изделию высокочастотные (до 100 МГц) и сверхвысокочастотные (более 100 МГц) ультразвуковые импульсы и детектирует отраженный сигнал. Ультразвуковой импульс отражается только на границах раздела материалов и проходит без отражения сквозь однородные материалы. Скорость распространения в кремнии составляет 8 300 м/с, а сквозь пластмассовый корпус — около 3 000 м/с. Цикл излучения ультразвукового импульса и приема отраженного сигнала от границы раздела в нескольких миллиметрах под поверхностью изделия занимает всего несколько микросекунд.

Коэффициент отражения ультразвука от границы раздела определенных материалов может быть рассчитан, исходя из акустического импеданса (акустическая скорость помноженная на плотность) каждого из материалов. Акустическое сопротивление измеряется в Па·с/м (или Рэйлах (от англ. Rayl) в англоязычной литературе). Плотность кремния составляет 2,33 г/см<sup>3</sup>, таким образом, его акустическое сопротивление составляет около 20 МПа·с/м. Компаунд имеет плотность

около 1,17 г/см<sup>3</sup> и акустическое сопротивление 3,5 МПа·с/м. Коэффициент отражения ультразвука от границы раздела двух вышеупомянутых материалов может быть рассчитан по формуле:

$$R = \frac{(z_2 - z_1)}{(z_2 + z_1)}, \text{ где:}$$

$z_1$  — акустическое сопротивление компаунда,  
 $z_2$  — акустическое сопротивление кремниевого кристалла.

После прохождения ультразвукового импульса сквозь верхнюю поверхность компонента в пластиковом корпусе он достигает поверхности кристалла, в результате чего отражается до 70 % ультразвука.

Существуют два типа отраженных сигналов:

1. Отраженные от границы раздела двух различных твердых материалов, содержащие от 20 до 80 % энергии первоначального импульса.
2. Отраженные от границы раздела твердого материала и воздуха, которая может отразить до 100 % импульса. Что справедливо и в случае, если твердый материал граничит с газом, отличным по составу от воздуха, или вакуумом. Это может быть любой дефект, связанный с наличием пустоты в материале: трещина, расслоение или полость.

Оба типа отраженных сигналов преобразуются в точки акустического изображения. Низкоамплитудные сигналы, отраженные от границ двух твердых материалов, отображаются в диапазоне цветов от темно-серого до светло-серого. Высокоамплитудные отраженные сигналы второго типа отображаются белым цветом. Зачастую для публикации изображений используют спектральные цвета так, чтобы, например, высокоамплитудные сигналы приобретали контрастный красный цвет.

**Инструменты акустической микроскопии насчитывают широкий спектр программных и аппаратных средств работы с ультразвуковыми сигналами для создания акустических изображений внутренних структур изделий**

На рис 1 показано акустическое изображение микро-схемы в пластиковом корпусе, полученное в режиме отраженного сигнала. Ультразвуковой импульс был сфокусирован на верхней плоскости кристалла — плоскости, в которой чаще всего наблюдаются дефекты. Три большие области, окрашенные в красный, являются пустотами. Такие пустоты (отслоения) с лицевой стороны кристалла могут увеличиться в процессе работы и привести к обрыву проволочных проводников, подводимых к контактным площадкам на краю кристалла.

Изображения на основе отраженного сигнала, как правило, получают в диапазоне толщин в окрестности одной области, представляющей интерес, причем диапазон может быть как малым, так и большим. Под работой в диапазоне толщин понимают обработку только тех отраженных сигналов, чье время детектирования соответствует выбранному диапазону толщин в заданной области. На рис 1 в качестве диапазона было выбрано расстояние от поверхности компонента до поверхности кристалла. Прочие отраженные сигналы были отсечены. Таким образом, внимание оператора фокусируется на требуемой области и он четко видит, что проводится контроль именно выбранного диапазона толщин без учета выше- и нижележащих слоев.

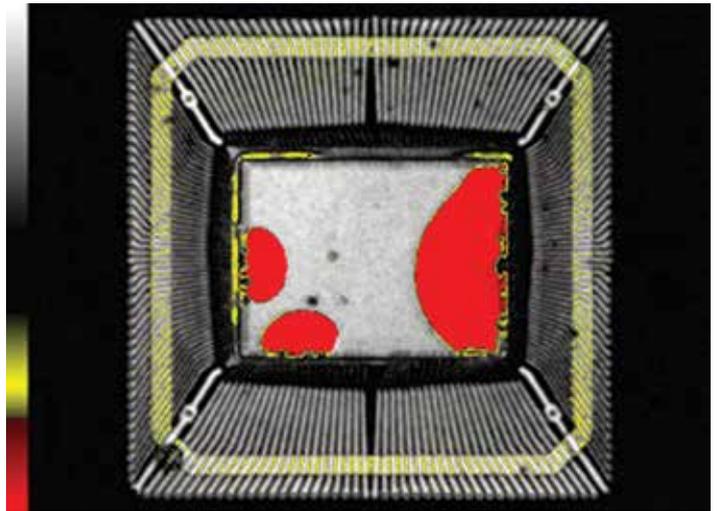
### Режим сквозного сканирования THRU-Scan™

Первый этап работы системы в режиме сквозного сканирования проводится аналогично режиму отраженного сигнала: преобразователь направляет ультразвуковой импульс в образец, однако в данном случае преобразователь не принимает отраженный сигнал. Ультразвуковой импульс проходит сквозь образец, угасая в областях пустотных дефектов, и детектируется вторым преобразователем, расположенным под изделием.

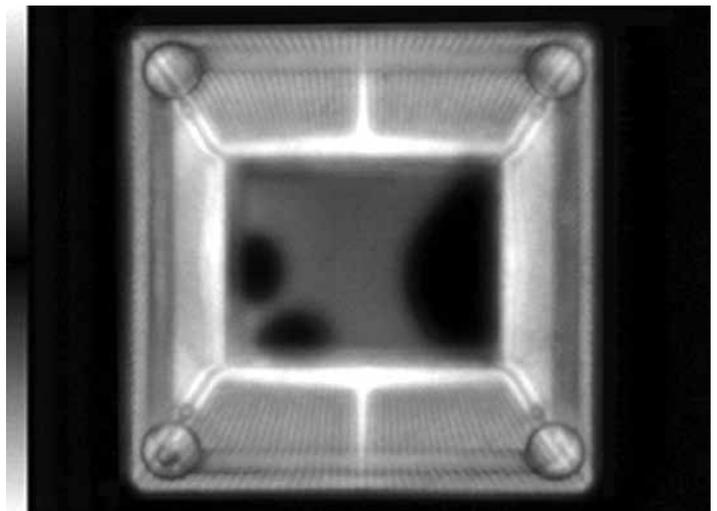
Задача такого вида микроскопии заключается в выявлении дефектных областей, через которые не прошел ультразвуковой импульс. Это приводит к появлению акустической тени на изображении, полученном со второго преобразователя.

Стоит учитывать, что режим сквозного сканирования не позволяет получить данные о глубине залегания дефекта. Пустоты, расположенные на поверхности кристалла, в области контакта кристалла с площадкой и под ней, будут выглядеть аналогично. Зачастую режим сквозного сканирования применяется при контроле компонентов в целях экономии, когда необходимо отбраковать компоненты, имеющие потенциально опасные дефекты вне зависимости от глубины расположения.

На рис 2 представлено акустическое изображение того же компонента, что и на рис 1, но полученное в режиме сквозного сканирования. Три дефекта создали три большие акустические тени в области кристалла. Прочие внутренние структуры образовали светло-серые тени в результате частичного отражения ультразвукового импульса.



1 Акустическое изображение компонента, полученное в режиме отраженного сигнала. Красным обозначены пустоты в компаунде



2 Акустическое изображение компонента, полученное в режиме сквозного сканирования



3 Акустическое изображение компонента в пластиковом корпусе типа BGA, которое позволило выявить отслоение компаунда от кристалла. Наблюдается небольшая темная аномальная область

## Режим Q-ВAM™

Режим Q-ВAM™ используется не так часто, как режимы отраженного сигнала и сквозного сканирования, и, в основном, для решения сложных проблем. Режим Q-ВAM™ также известен как неразрушающий метод получения поперечного сечения.

Традиционно для обнаружения внутренних дефектов (отслоений, трещин и пустот) проводят механическое вскрытие компонента для получения шлифа (разрушающий метод). В случае успешного применения разрушающего метода возможно определение расположения дефекта и природы его появления. Но у этого метода есть ряд недостатков:

- может быть проведена только одна операция контроля компонента;
- происходит разрушение компонента;
- в процессе получения шлифа могут возникнуть дополнительные дефекты, что приводит к ложным результатам контроля.

В режиме отраженного сигнала преобразователь выполняет построчное сканирование образца с получением данных на заданной глубине. В режиме Q-ВAM™ преобразователь перемещается вдоль одной линии до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина фокусировки. Таким образом, при первом сканировании система получает данные о самой нижней плоскости образца, при втором — о плоскости, расположенной немного выше. По достижении верхней плоскости система располагает данными, позволяющими сформировать акустическое поперечное сечение по линии сканирования. Так как данный метод является неразрушающим, могут быть получены поперечные сечения и в других вертикальных плоскостях. Образец также можно повернуть для получения угловых поперечных сечений.



4 Поперечное сечение трещины в компаунде, полученное в режиме Q-ВAM™

Упомянутые выше способы получения сечений являются аналогами разрушающего метода, но без необходимости вскрытия компонента. Изображения, полученные в режиме Q-ВAM™, отображают те же детали, что видны на шлифе при разрушающем методе. Кроме того, Q-ВAM™ позволяет отобразить структуры толщиной до 100 Å, которые сложно обнаружить оптическими методами при работе со шлифами.

На рис. 3 показано акустическое изображение верхней плоскости кристалла в пластиковом корпусе типа BGA. Красным цветом обозначена область отслоения компаунда. Темную часть в области кристалла сложно интерпретировать. Желтый цвет выводов вызван более слабым по сравнению с полостью отражением импульса.

В верхней части рис. 4 изображено акустическое поперечное сечение, полученное в режиме Q-ВAM™ по плоскости, обозначенной белой линией.

Горизонтальная красная линия с разрывом в центре соответствует пустоте над кристаллом в компаунде. В области разрыва красной линии происходит ее расширение с появлением областей, обозначенных желтым цветом. Подобное изображение соответствует трещине в компаунде. Она не достигает верхней части корпуса, однако распространяется далеко вверх, что и привело к тому, что в режиме отраженного сигнала рис. 3 трещина незначительно отразила ультразвуковой импульс.

**Метод акустической микроскопии позволяет выполнять быстрый неразрушающий контроль изделий в рамках существующего производства, а также выявлять различные дефекты в процессе отработки технологии, такие как: поры, полости, непропаи, трещины, отслоения и т.д. Возможность заглянуть внутрь компонента и проанализировать обнаруженные дефекты помогает установить причину их возникновения и на ранних этапах производства внести необходимые коррективы в технологический процесс, тем самым обеспечив высокое качество и надежность выпускаемой продукции.** □

# Достижение заявленных точностей систем пространственного позиционирования

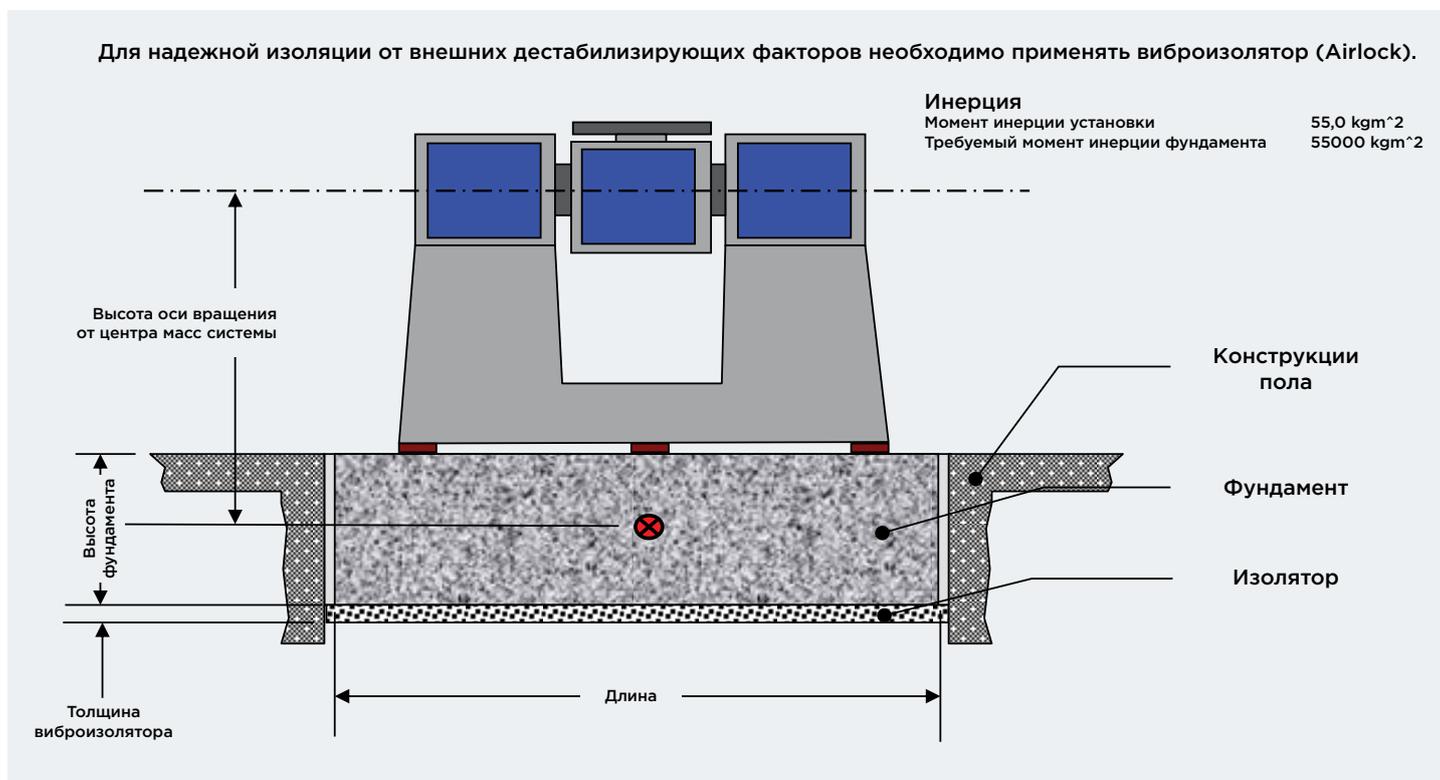


Текст: **Василий Рыбалко**



В журнале «Вектор высоких технологий» № 5(18) сентябрь 2015 в статье «Точно в цель. Точно ли?» мы уже сталкивались с проблемой обеспечения точности при проведении испытаний. Как было отмечено, заявленная точность самого оборудования требует подтверждения в ходе проведения первичной аттестации. Но от чего же в итоге зависит достижение заявленной точности системы пространственного позиционирования? Давайте разберемся.

Для надежной изоляции от внешних дестабилизирующих факторов необходимо применять виброизолятор (Airlock).



1  
Схема размещения двухосной системы пространственного движения на изолированном фундаменте

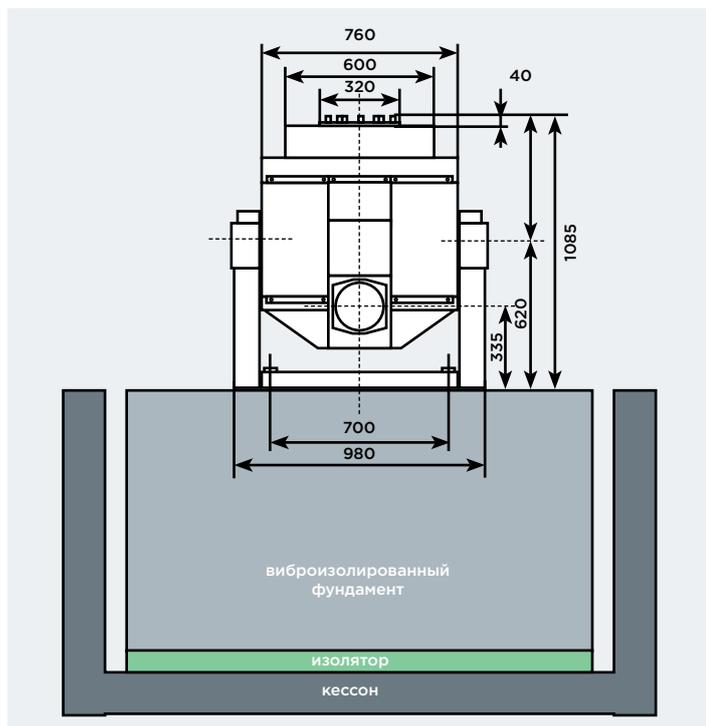
«ЗНАНИЕ ГОРДИТСЯ ТЕМ, ЧТО ТАК МНОГО УЗНАЛО; МУДРОСТЬ СТЫДИТСЯ ТОГО, ЧТО НЕ УЗНАЛА БОЛЬШЕ».

**Уильям Купер (-1760 г.)**

Для любой инерциальной системы — а системы пространственного позиционирования (поворотные столы) воспроизводят внешние воздействия именно для испытаний инерциальных систем, датчиков скоростей, ускорений — должны отсутствовать внешние воздействия, такие как вибрация, быстрое неконтролируемое изменение температуры и прочие, менее влияющие факторы.

При планировании испытательной лаборатории инерциальных систем следует уделить особое внимание предварительной подготовке помещения. И здесь, как для любых инженерных задач, необходимо начать с расчётов и создания проекта. Понимаю скепсис некоторых читателей: мол, зачем, 30 лет работали и все знаем, сделаем «на глаз». Но такой подход означает надеяться на успех, а не быть в нём уверенным.

Первое, с чего начинается расчёт — составление краткого технического задания (ТЗ) на испытание, что позволит не только правильно подобрать оборудование, но и уточнить требования к подготовке помещения. Конечно, испытатели зачастую не знают, что будут испытывать завтра, это определяет разработчик, но необходимость такого прогноза будет являться дополнительным стимулом в определении перспективных требований к испытаниям новых образцов на предприятии. Кроме требований разработчиков есть требования стандартов. К сожалению, стандарты для гироскопов и инерциальных систем ещё только разрабатываются ЦНИИ Электроприбор (СПб), поэтому основными данными для проектирования места размещения будут являться масса и габариты (оптимальное расположение центра масс) изделия, требуемые скорости и ускорения, количество независимых осей, точность позиционирования. Для примера рассмотрим двухосный стенд, проиллюстрировав расчётную схему на рис 1.



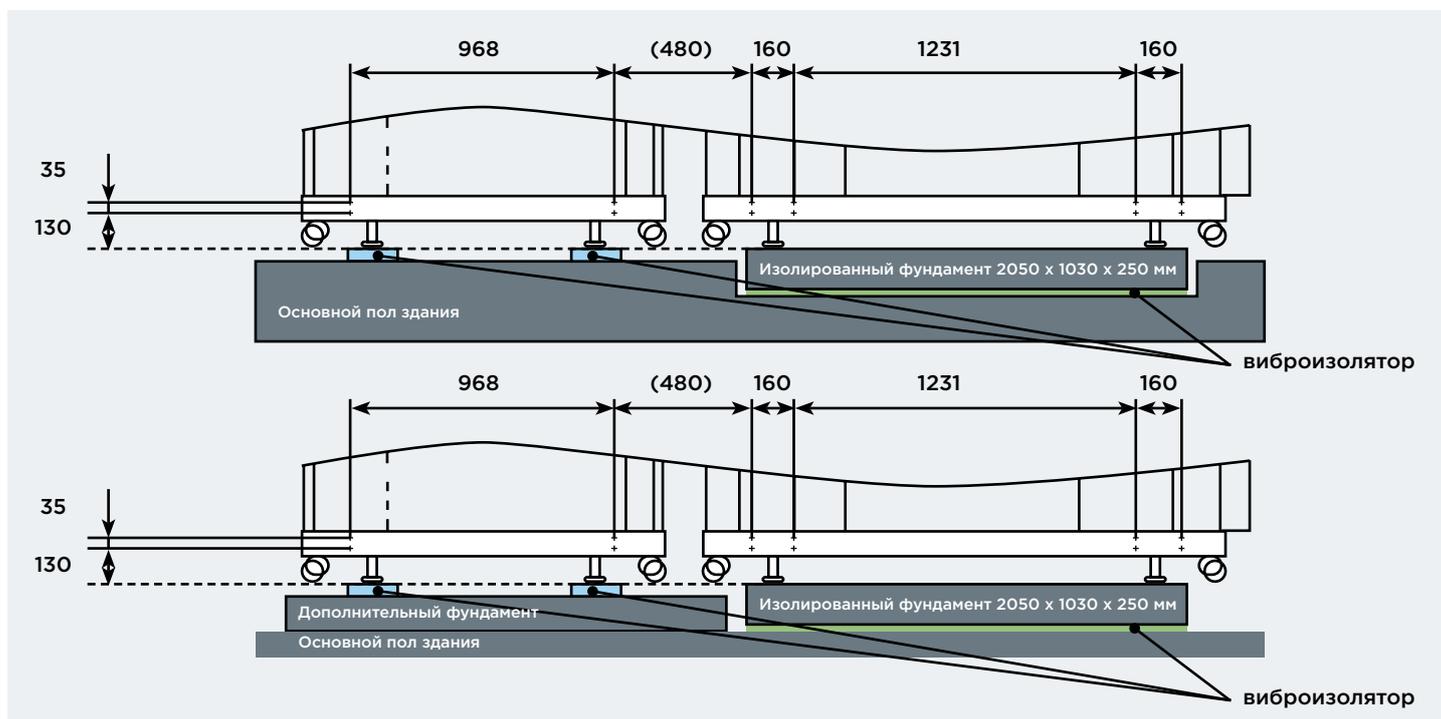
2  
Схема виброизолированного фундамента под актюатор вибростенда

В этом случае важно знать эмпирическое правило: для динамических систем соотношение моментов инерции движущейся части и фундамента должно быть не меньше 1000. Следовательно, при указанных значениях фундамент будет иметь размеры 3000 x 3500 x 800(В) мм и весить примерно 19 тонн.

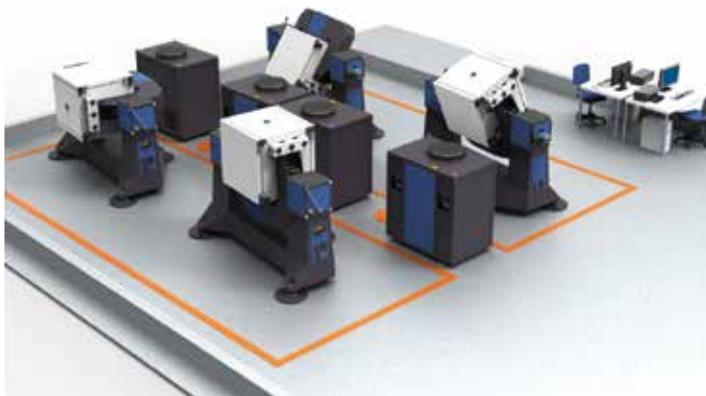
При выборе места расположения такого фундамента на предприятии не следует пренебрегать основным правилом влияния вибрации от активных источников (машин, станков, проезжей части, компрессоров систем охлаждения) — её интенсивность падает пропорционально квадрату расстояния. Поэтому после расчёта сил инерции самого стенда следует выбирать помещение, максимально удаленное от источников вибрации. Одного планировочного решения все равно будет недостаточно, только использование виброизоляторов позволяет полностью избавиться от паразитной (вредной) вибрации на основании стенда, а значит и на объекте испытаний.

Такой подход относится не только к системам пространственного позиционирования, но и к климатическим камерам, вибростендам, правда, в последнем случае изолируются уже конструкции здания от возбуждаемой стендом вибрации РИС 2, РИС 3, РИС 4.

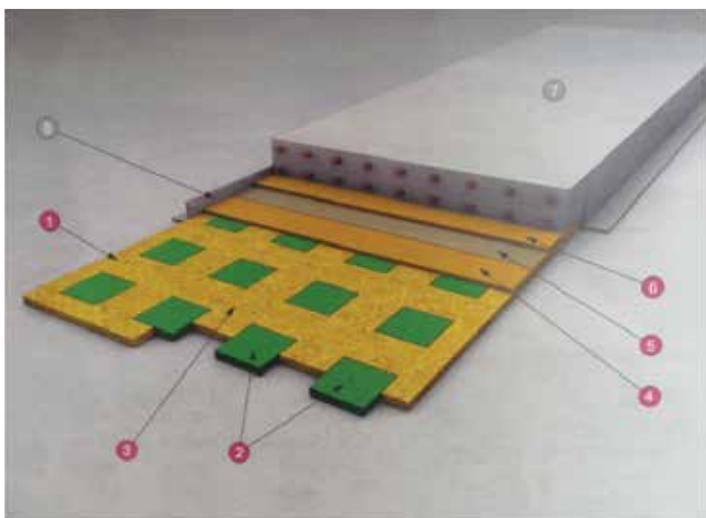
Здесь расчёт нужно поручить профессионалам — поставщику/производителю демпфирующего материала и оборудования. Опыт применения швейцарских изоляторов AirLoc показал их 100 % соответствие требованиям к таким изделиям, оптимальные характеристики, высокую временную стабильность и долгий срок службы (более 50 лет). Это важно, ведь менять элемент конструкции фундамента не просто. Как и при покупке любого продукта следует сформировать ряд требований для расчёта, таких как: масса фундамента (получена из расчёта момента инерции), его геометрические размеры, вес оборудования, динамические силы, действующие на изолируемый объект. Готовый проект содержит полные рекомендации к монтажу и учитывает все особенности здания РИС 5.



3  
Схема виброизолированного фундамента под климатические камеры



4  
 Схема расположения двухосных систем пространственного позиционирования на изолированных фундаментах



При проектировании должны быть учтены аспекты гидроизоляции и откачки поступившей сверху (например после уборки) воды рис 6. Для этого устраивается приямок с насосом. Конечно, не на последнем месте стоит качество монтажа изоляторов, арматурных работ и бетонирования, нельзя «экономить копейки» на бетоне, класс прочности которого должен быть не ниже В22,5-В25.

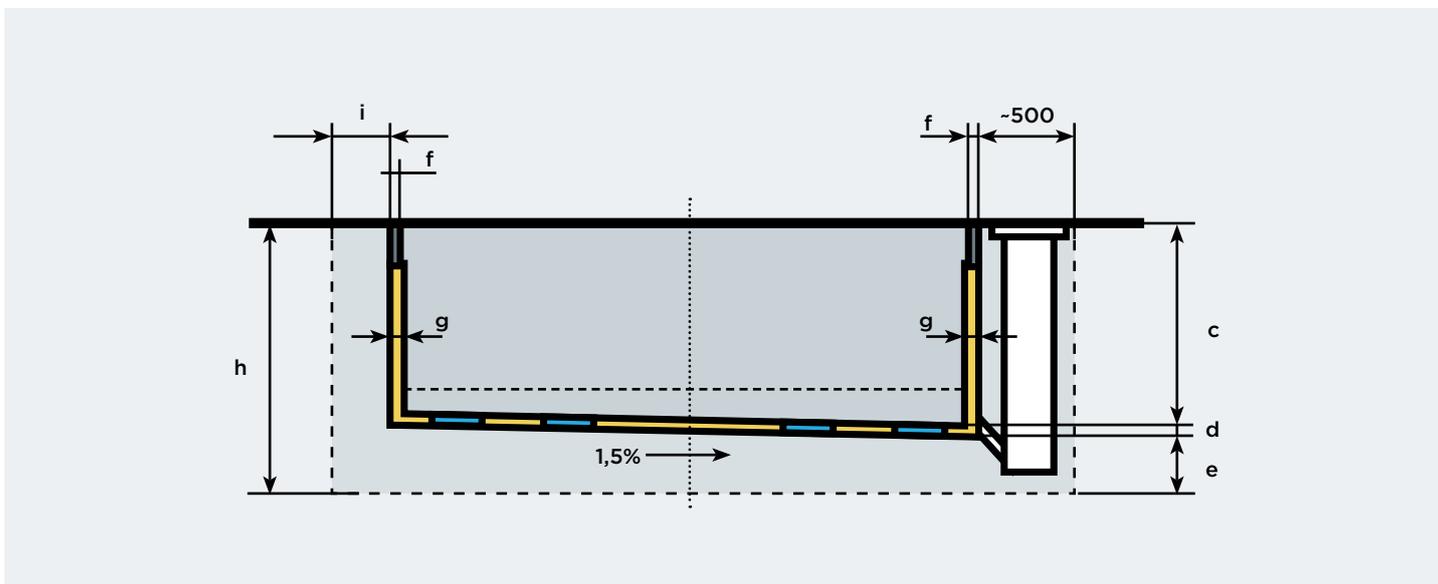
После заливки фундамента проводится шлифование твердеющего бетона для обеспечения плоскостности его верхнего основания не только для облегчения юстировки и монтажа оборудования, но и дальнейшей эксплуатации.

В статье кратко описаны подготовительные этапы работ до установки оборудования. Затем предстоит настройка самой системы пространственного позиционирования с учетом сторон света — от качества проведения этих работ будет зависеть достижимая точность работы оборудования. О процессах настройки и подготовки к аттестации мы поговорим в следующей статье.



ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ.

- 5  
 Основные составляющие изолятора.  
 1-Накладки для дна KombiRoc  
 2-Набор изолирующих накладок AirLoc  
 3-Накладки KombiRoc  
 4-Оргалитовые накладки слой 1  
 5-Влагозащитная пленка  
 6-Оргалитовые накладки слой 2  
 7-Бетонная база  
 8-Пластиковые уголки



6  
 Схема отвода воды из кессона

# Без чего НЕВОЗМОЖНО изобрести TESLA- МОБИЛЬ?

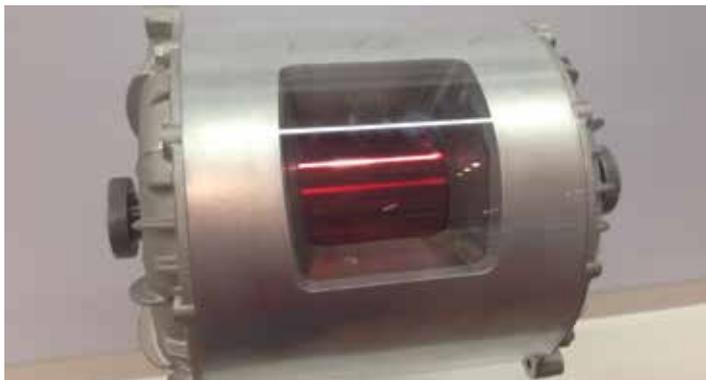


Текст: Алексей Юдин

Всем известна фраза: «Мотор — сердце машины». С этим не поспоришь! Без двигателя автомобиль становится бесполезной кучей металла, перемещать которую можно только либо вручную, либо с помощью тягловых животных. В полностью электрическом седане Tesla model S, автомобиле 2013 года по версии нескольких авторитетных автоизданий, вместо привычного двигателя внутреннего сгорания используется трехфазный асинхронный электродвигатель **рис 1**. Один из этапов сборки этого сверхсовременного автомобиля — этап тестирования электродвигателя, т.е. проверка на отсутствие в нем дефектов.

Определенные виды измерений, подтверждающие качество выпускаемых электродвигателей, выполняют почти все производящие их предприятия. К ним относятся измерение сопротивления обмоток и тест высоким напряжением. Эти тесты настолько общеизвестны и понятны, что, измеряя сопротивление обмотки, многие искренне верят, что этот способ всемогущ и всегда определит наличие всех возможных дефектов, поэтому можно ограничиться только им. На деле это, конечно, не так.

Производство качественных электродвигателей требует от производителя комплексного подхода при



Производитель	Tesla Motors
Марка	Model S
Тип	трёхфазный асинхронный двигатель
Мощность	225, 270 или 310 кВт
Крутящий момент	430, 440 или 600 Н·м
Макс. скорость	201 км/час
Разгон до 100 км/ч	5,6 с
Тип аккумулятора	литий-ионный
Дальность хода	370 или 480 км
Время зарядки	8 ч

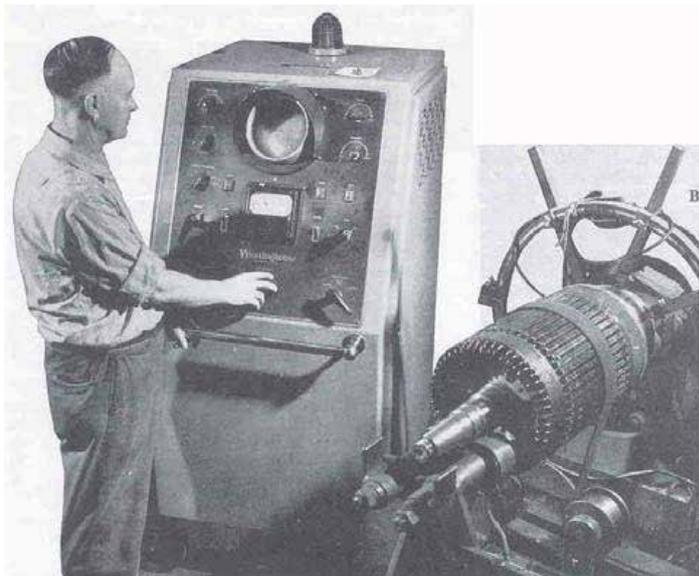
1

Вид в разрезе, электродвигатель Tesla Model S

проверке на наличие дефектов. Особую сложность вызывает поиск межвитковых замыканий. В определенных ситуациях и по изменению в сопротивлении можно диагностировать межвитковые замыкания. Но данный тест не панацея от всех «болезней» электродвигателя. Нельзя утверждать, что если нет различия в обмотках по сопротивлению, то в данных обмотках нет межвитковых замыканий. Уменьшение активного сопротивления за счет замыкания соседних витков, как правило, меньше допуска на сопротивление исправной обмотки.

Еще в 1926 году в качестве основного способа определения межвитковых замыканий был предложен импульсный тест. С тех пор именно этот метод тестирования применяется в производственной практике рис 2.

Современные импульсные тестеры значительно изменились и стали принципиально другими. На смену огромным тестовым машинам пришли компактные переносные приборы весом около 20 кг, позволяющие с легкостью проводить тестирование в полностью автоматическом режиме благодаря наличию у них на борту полноценного персонального компьютера. Но, так или иначе, основу тестирования составлял и составляет именно импульсный тест.



2

Фотография из статьи Westinghouse, июль 1951 года: тестирование межвитковой изоляции путем сравнения осциллограмм



3 Приборы для подтверждения качества электродвигателя: мост одинарный P333, мегаомметр Е6-24, ЕЛ-1, УПУ10



4 Линейка импульсных тестеров компании Schleich GmbH

Чаще всего на предприятиях, занимающихся производством электрических машин, на этапе контроля вы обнаружите следующие приборы:

- омметр, позволяющий измерять активное сопротивление обмоток (например, мост одинарный P333);
- мегаомметр, позволяющий измерять сопротивление изоляции;
- установку пробойную универсальную (чаще всего это УПУ-10).

В лучших случаях к этому перечню добавляется прибор для определения межвитковых замыканий типа ЕЛ-1 или ЕЛ-15, которые в настоящее время уже не выпускаются рис 3.

Давайте рассмотрим подробнее, что представляет собой современный импульсный тестер на примере импульсных тестеров компании Schleich GmbH рис 4. Это автоматизированное средство контроля качества простое в эксплуатации и не требует наличия специальных знаний и опыта у оператора.

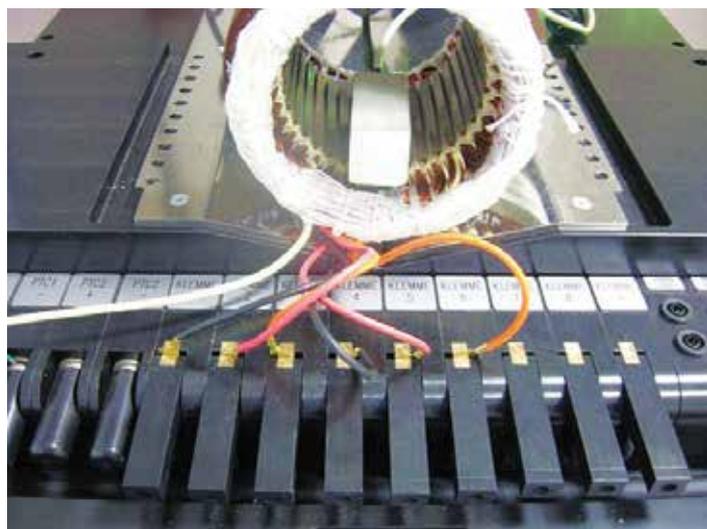
Изучим особенности тестирования в той последовательности, в которой тесты присутствуют в установке.

Первый тест — измерение активного сопротивления. Чтобы добиться точного измерения активного сопротивления обмотки, необходимо измерять его четырехпроводным методом (методом Кельвина). Реализуется в установке это следующим образом: по двум цепям подается ток, по двум другим снимается напряжение, далее по закону Ома прибор вычисляет сопротивление. Компания Schleich комплектует прибор крокодилами Кельвина собственного производства рис 5, рис 6 с надежными пластинами контактирования. Сделано это с целью максимального контроля качества исполнения всех комплектующих, используемых в тестере.

Еще одна особенность данного теста в том, что все измерения сопротивления приводятся к 20°C, чтобы их можно было сравнить в любой момент времени независимо от температуры во время тестирования. Для этого в тестере предусмотрен специальный температурный датчик, который замеряет температуру окружающего воздуха.



5 Три типоразмера крокодилов Кельвина производства компании Schleich



6 Крокодилы Кельвина, расположенные рядом. На фото видны две отдельные изолированные друг от друга части клеммника

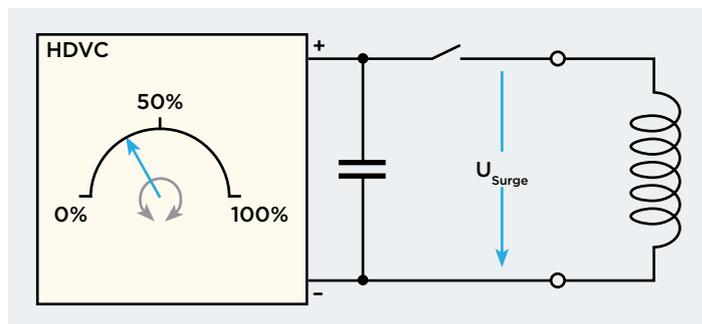
Следующий тест — импульсный. Этот тест один из наиболее важных, потому что он позволяет локализовать наибольшее количество дефектов в обмотке электродвигателя. Суть теста в сравнении осциллограмм, полученных по разным обмоткам: при отсутствии дефектов в обмотках их осциллограммы полностью совпадают.

Для начала разберемся, откуда берутся эти осциллограммы. Импульсное напряжение на обмотке генерируется путем быстрого подключения заряженного конденсатора. На рис 7 приведена блок-схема, иллюстрирующая принцип работы тестера.

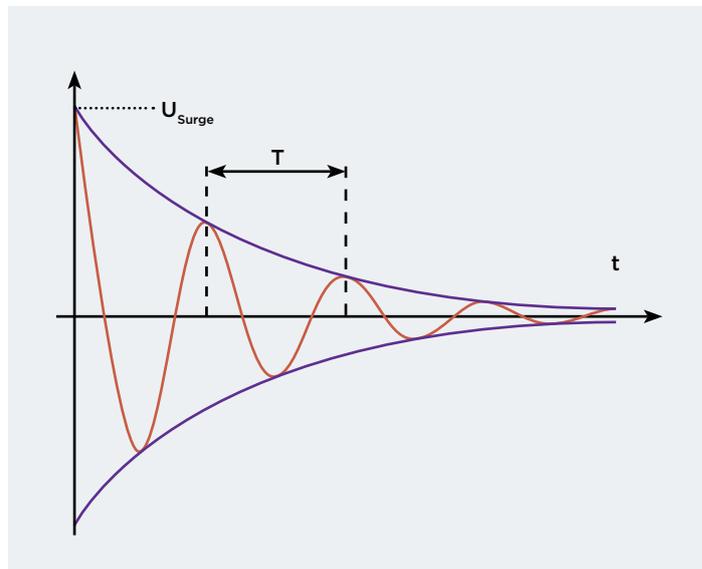
В тестере установлены конденсатор, электронный ключ и дисплей. Катушка справа — это обмотка, которую мы тестируем. Электронный ключ подключает заряженный конденсатор к тестируемой обмотке, вследствие чего на обмотке появляется импульсное напряжение. А связка из конденсатора и катушки образует колебательный контур, в котором и возникают гармонические колебания.

Каждая осциллограмма обладает определенными характеристиками. Эти характеристики зависят от емкости, установленной в тестере, и от индуктивности обмотки. Можно сказать, что характеристики индивидуальны для каждой конкретной обмотки рис 8. Таким образом, если мы рассматриваем абсолютно одинаковые обмотки, то их характеристики должны совпадать, т.е. должны совпадать их осциллограммы.

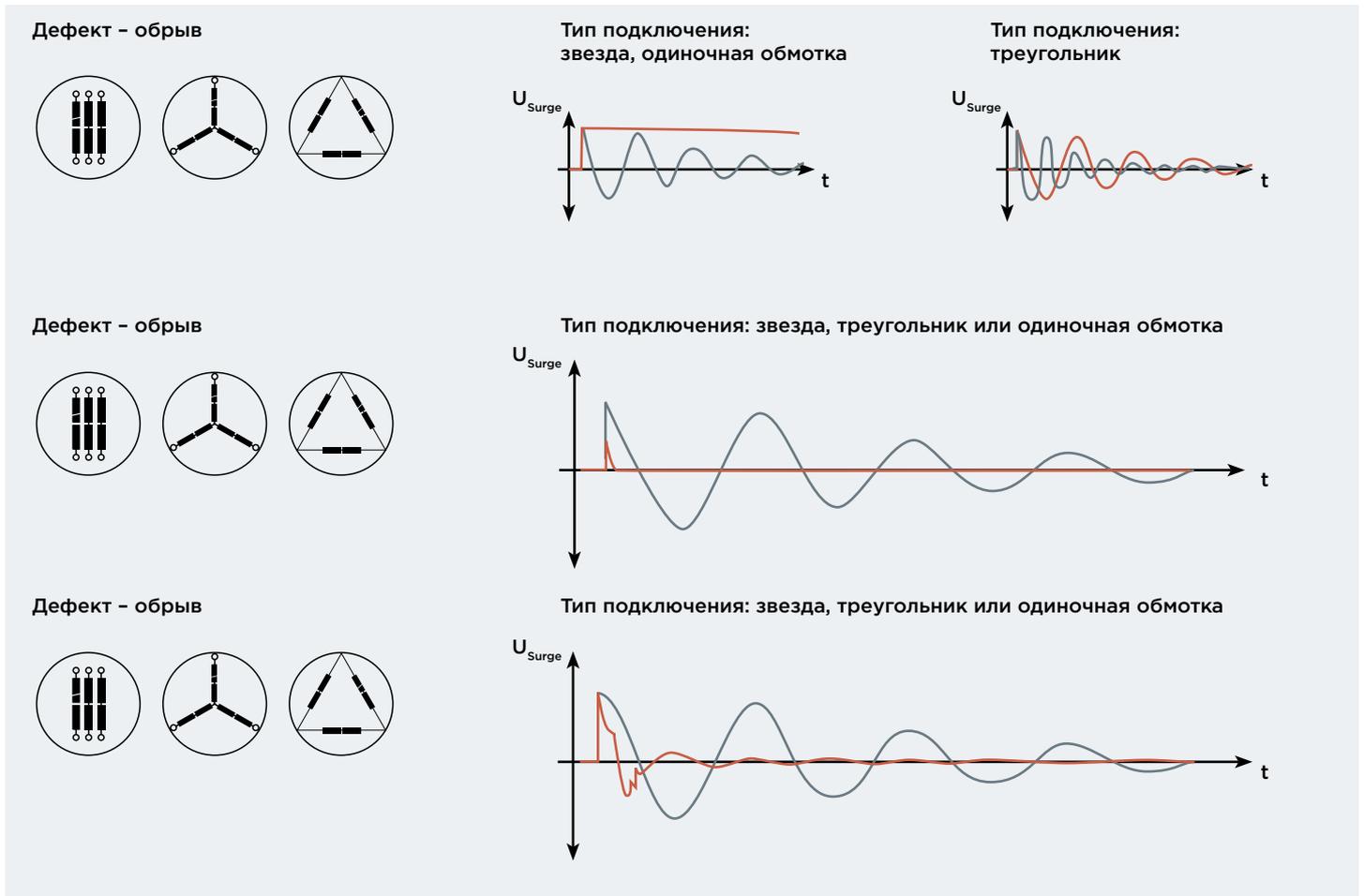
Для того чтобы импульсные тестеры могли работать в автоматическом режиме, в них заложены методы сравнения осциллограмм, которые базируются на сравнении площадей под кривой. Эти математические методы дают несомненное преимущество, позволяющее определять годность изделия без участия оператора.



7 Блок-схема импульсного тестера



8 Характеристики осциллограммы



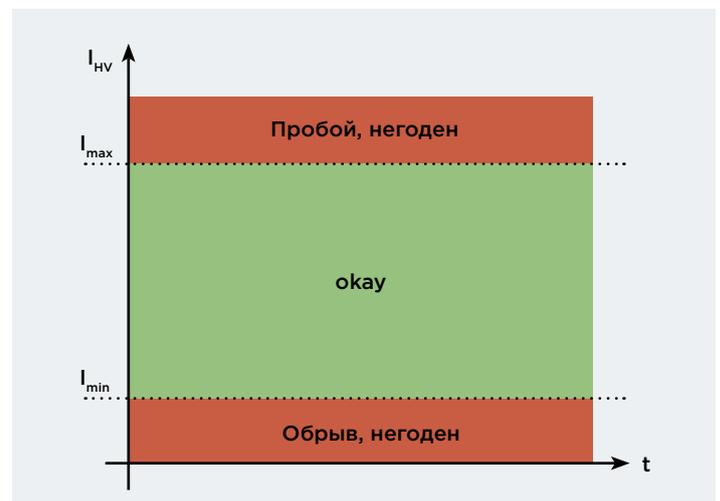
9 Примеры осциллограмм на экране прибора при различных дефектах и схемах включения обмоток

Из-за наличия различных потерь в колебательном контуре энергия, запасенная в конденсаторе, будет рассеиваться. Измеряя зависимость напряжения на концах катушки от времени, мы получим затухающую осциллограмму с характеристиками, отличающимися от исправной обмотки. В тестере также предусмотрено сравнение обмоток статора с определенной схемой включения: звезда, треугольник, одиночные обмотки и т.д. На рис. 9 приведены примеры осциллограмм на экране прибора при различных дефектах и схемах включения обмоток.

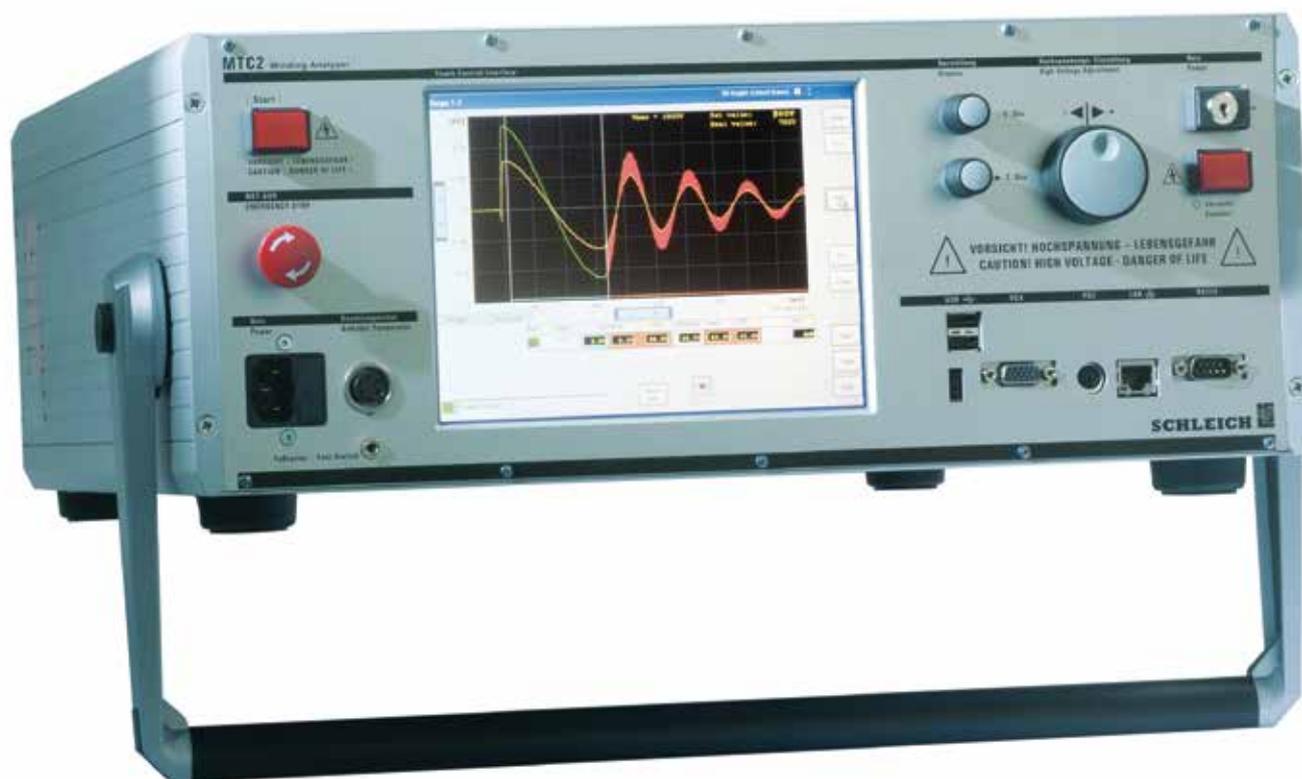
Кроме описанных дефектов прибор может определять следующие ошибки в статоре:

- межвитковые замыкания, которые возникают только при подаче повышенного напряжения;
- замыкания между разными фазами;
- замыкания между разными фазами, которые возникают только при подаче повышенного напряжения;
- неверное количество витков в обмотке;
- неправильное соединение катушек в группе;
- неправильную фазировку обмоток электродвигателя;

- замыкания на корпус;
- ошибки, связанные с укладкой витков катушки в неправильный паз статора.



10 Два порога при измерении тока утечки



11  
Schleich MTC2 — 6кВ

Третий тест, который мы рассмотрим в данной статье — тест высоким напряжением постоянного тока. Импульсные тестеры компании Schleich позволяют измерять сопротивление изоляции, ток утечки, коэффициенты абсорбции и поляризации. Чтобы можно было избежать ошибок подключения, прибор имеет две границы по току утечки: минимальная и максимальная. Если ток утечки больше максимального порога, изделие будет признано негодным. Если ток утечки меньше минимального порога, можно предположить наличие обрыва между клеммами высоковольтных проводов тестера и объекта тестирования [рис 10](#).

Все описанные тесты не требуют переключений во время тестирования. В тестере предусмотрена возможность проверять все обмотки относительно друг друга и корпуса статора благодаря наличию коммутационной матрицы.

В заключение ответим на вопрос, прозвучавший в названии статьи. Определить качество выпускаемого электродвигателя — «сердца» современного гибридного или полностью электрического автомобиля — невозможно без соответствующих тестов. Возможно, кто-то

возразит, что проверки электродвигателя могут сводиться к подключению к сети. Но, даже включив двигатель в сеть, мы тоже проводим определенное «тестирование»: по запаху или внешнему виду. Современные импульсные приборы позволяют находить практически все возможные дефекты, которые могут возникнуть в обмотке электрической машины. Возможности современных импульсных тестеров не сводятся только к трем вышеописанным тестам — это один из возможных вариантов комплектации, который может заменить многие существующие на большинстве предприятий приборы. 

## ОПТИМИЗАЦИЯ

# Маркировка – ключевое звено в системе прослеживаемости и управления процессом обработки проводов и сборки жгутов



Текст: **Роман Лыско**



Маркировка узлов, заготовок и деталей – неотъемлемая часть любого производственного процесса, где есть разделение труда и необходимо обеспечить прослеживаемость изготовления и сборки по всем этапам. Для жгутового производства маркировка проводов, соединителей, ПВХ-трубок и других составляющих жгутовых изделий также является важной частью технологического процесса. В статье мы расскажем о том, как интеграция современных методов маркировки позволяет обеспечить эффективную сквозную прослеживаемость производства.



1 Проводные заготовки, промаркированные бумажными бирками заводом-изготовителем



2 Маркировка проводов методом струйной печати заводом-изготовителем

В популярной интернет-энциклопедии Википедия дано достаточно ёмкое определение термина «маркировка кабеля»: *Маркировка кабеля — нанесение на кабель цветовой разметки, условных знаков (надписей), бирок и этикеток, а также специальных электронных маркеров. Маркировка сообщает о свойствах данного кабеля, позволяет однозначно идентифицировать его среди других кабелей или обнаружить место его залегания.*

Возможные типы маркировки показаны на рис 1, 2.

Маркировка позволяет идентифицировать провода и кабели непосредственно перед тем, как они поступают на жгутовое производство. Совершенно очевидно, что только с помощью заводской маркировки комплексные задачи по идентификации и прослеживаемости в жгутовом производстве решить нельзя. Это обусловлено рядом объективных факторов. На проводах многих марок, особенно с фторопластовой изоляцией, отсутствует заводская маркировка по всей длине провода. Но даже там, где технологически возможно нанесение маркировки по всей длине, промаркировать на заводе-изготовителе провода под задачи жгутовых производств невозможно. По заводской маркировке можно определить только основные параметры проводной продукции. Изготовитель проводов не может знать, под какие типы изделий будет использоваться тот или иной провод, размеры будущих проводных заготовок и другую информацию из конструкторской документации на жгутовые изделия. Поэтому маркировка проводов и других составляющих

жгутовой продукции должна выполняться непосредственно на жгутовых участках.

С бирок или по маркировке, нанесенной на провода, можно получить информацию о производителе, марке провода, номере ТУ или ГОСТ, сечении провода, номере партии, информацию о дате производства и прохождении контроля ОТК. Сегодня на большинстве отечественных предприятий используют маркировку проводных заготовок бумажными или картонными бирками рис 3.



3 Жгутовые заготовки, промаркированные картонными бирками

Данная маркировка позволяет монтажникам узнать, в какой пин должен распаиваться каждый провод либо очередность распайки. Такого рода «промежуточная» технологическая маркировка – трудоемкий процесс, и здесь очевидна высокая зависимость от человеческого фактора. Такая маркировка не может быть интегрирована в интеллектуальную систему управления технологическим процессом (ИСУТП). Для промежуточной технологической маркировки требуется использование автоматических принтеров нанесения маркировки флажкового типа рис 4. Их применение позволяет наносить на этикетки как буквенно-символьные обозначения, так и различного типа кодировку, QR- код, DataMatrix.

Тип кодировки DataMatrix рис 5 позволяет разместить на флажковой этикетке значительно больший объем информации, необходимой монтажнику на этапе сборки и распайки жгутовых заготовок, чем на традиционных картонных бирках.

По нашему опыту, основные пожелания заказчика по организации процесса автоматической маркировки была направлены на миниатюризацию флажковых этикеток, потому что этикетки большого размера создают определенный уровень неудобства для монтажников во время распайки в разъем. Специалисты Остека совместно с производителями систем флажковой маркировки разработали возможность нанесения этикеток-флажков размером 12\*8 мм (окончательный размер этикетки после склейки). Печать кодированной маркировки позволяет «нанести» даже на такую миниатюрную площадь этикетки информацию до 200 символов, которые считываются с помощью сканера рис 6.

Данная флажковая маркировка является ключевым элементом в технологии сквозной идентификации жгутовых заготовок. Сканируя этикетку, монтажник может увидеть всю необходимую информацию для безошибочной сборки изделия. В дальнейшем это позволяет систематизировать промежуточное хранение жгутовых заготовок и обеспечить полную прослеживаемость на всех этапах сборки жгутового изделия.

К практичным достоинствам флажковой маркировки можно отнести улучшенные клеящие свойства расходных материалов, что позволяет наклеивать их на провода, часто применяемые на специализированных производствах: МГТФ, МС, МГШВ, МП, БПВЛ. На флажковых этикетках есть микроперфорация, облегчающая их удаление после завершения процесса сборки жгутов.

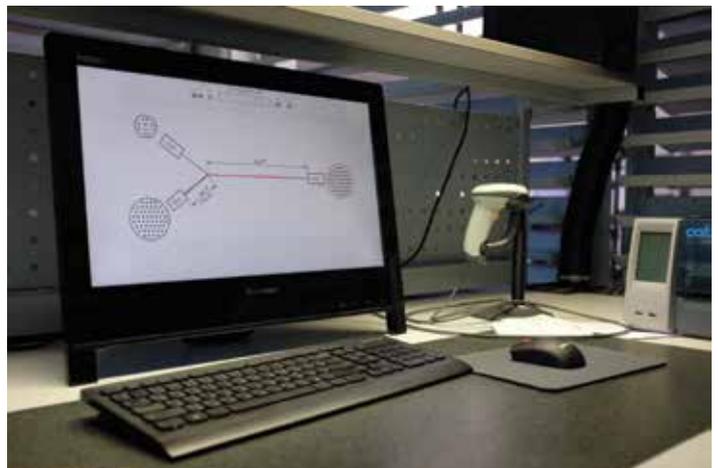
Благодаря маркировке проводных заготовок при дальнейших сборочных операциях существенно сокращаются временные затраты на идентификацию, уменьшая трудозатраты на выпуск готовых жгутовых изделий.



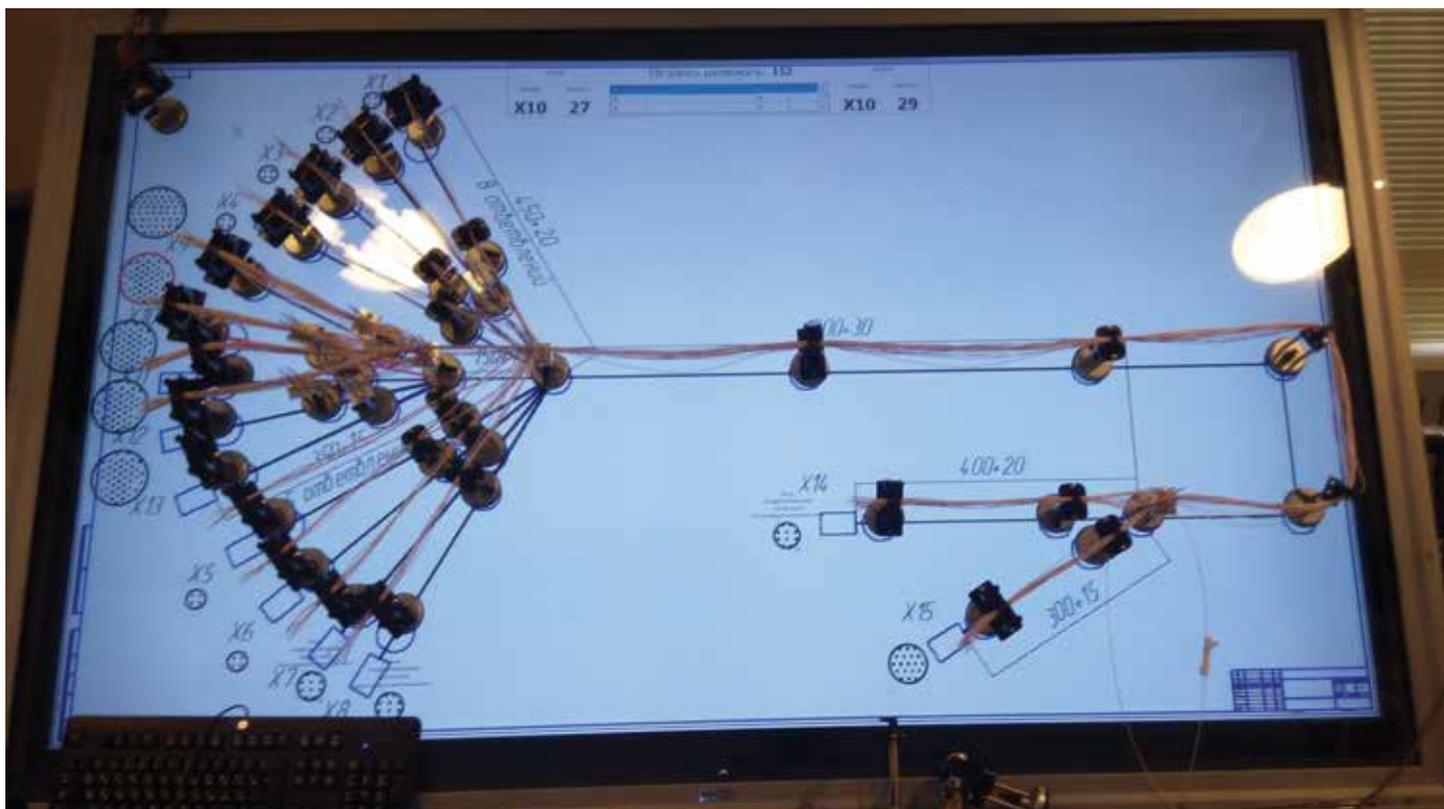
4 Принтер автоматической флажковой маркировки



5 Флажковая этикетка с кодом DataMatrix



6 Современное рабочее место монтажника со считывающим сканером



7 Раскладка жгута на Интерактивном сборочном плазе

Возможность пооперационного контроля и прослеживаемость каждого этапа сборки сводит к нулю вероятность ошибочной сборки жгутового изделия.

Первичная маркировка после обработки проводной заготовки служит основой для внедрения на жгутовых производствах Интерактивного сборочного плаза (ИСП) рис 7. В предыдущих номерах журнала «Вектор высоких технологий» за 2015 год мы подробно рассказывали об этой запатентованной разработке ГК Остек.

ИСП обеспечивает безошибочность жгутовой сборки и позволяет полностью визуализировать данный процесс, начиная от подсвечивания трассы раскладки до отображения пинов для распайки. Но все эти функциональные возможности интерактивного сборочного плаза не были бы реализуемы без промежуточной технологической маркировки проводных заготовок.

В ходе нашей работы с предприятиями спецотраслей заказчики неоднократно озвучивали задачи не только по промежуточной технологической маркировке, но и по нанесению маркировки на провода, ПВХ-трубки, разъемы, которые сохранялась бы в течение всего срока эксплуатации изделий. Эта потребность конечных заказчиков – предприятий-изготовителей специальной продукции – обусловлена требованиями конструкторской документации. Также нестираемая маркировка позволяет существенно упростить финишную сборку, эксплуатацию и ремонт готовых изделий.



8 Лазерная маркировка проводов



9 Лазерная гравировка ПВХ-трубки

В настоящее время все более активно используются лазерные виды маркировки проводов рис 8, ПВХ и термоусаживаемых трубок рис 9.

Применение лазерных методов маркировки гарантирует неповреждение жилы провода, сохранность изоляционных свойств материалов и маркировки в течение всего срока эксплуатации изделий. Помимо этого, современные лазерные системы маркировки можно синхронизировать с ИСУТП и в дальнейшем обеспечить прослеживаемость жгутовых изделий и заготовок на всех стадиях жизненного цикла. Решения, предоставляемые Остekom, подходят под отечественные провода и другие материалы, применяемые в производстве изделий спецтехники.

Еще одной актуальной задачей для отечественных заказчиков является лазерная гравировка разъемов рис 10.

Лазерная гравировка существенно упрощает процесс нанесения букв и символов на разъем. Систему лазерной гравировки можно интегрировать с ИСУТП, снижая до минимума влияние человеческого фактора при нанесении маркировки. Этот вид гравировки обеспечивает сохранность нанесенных буквенно-символьных обозначений в течение всего срока эксплуатации изделий.



10 Лазерная гравировка разъема

Сегодня портфель решений ГК Остек включает технологические решения по маркировке, позволяющие обеспечить прослеживаемость всех этапов сборки и всего жизненного цикла изделия. Ключевая особенность данных решений не только в способе нанесения маркировки, но и в «привязке» нанесения буквенно-символьных или кодовых изображений к ИСУТП, что позволяет повысить эффективность всех производственных процессов независимо от особенностей любого производства кабельно-жгутовой продукции. В жгутовом производстве наиболее узкие места связаны в большей степени с организацией процесса сборки. Сквозная маркировка дает возможность оптимизировать данный процесс как с точки зрения временных затрат, так и обеспечения безошибочности сборки. Эти решения внедрены на ряде отечественных предприятий и уже доказали свою эффективность. ▣

# Печатаемый термоинтерфейс Dow Corning TC-4025.

## Новый класс материалов для отвода тепла



Текст: **Андрей Петров**

»

Сегодня российские производители светодиодного освещения взяли курс на оптимизацию затрат и повышение конкурентоспособности своей продукции. Обострилась и без того активная конкурентная борьба за «место под солнцем». В этих условия каждая компания выбирает свой путь — одни идут по пути тотального снижения издержек и использования максимально дешёвых компонентов, другие сосредоточены на оптимизации технологического процесса и внедрении новых подходов, позволяющих сократить расходы. В статье мы расскажем о первом опыте внедрения новой технологии печатаемых теплопроводящих подложек Dow Corning и совместно проведённой работе инженерами ГК Остек, разработчиками ГК «Световые технологии» и представителями Dow Corning. Эксперименты проводились на новой демонстрационной площадке Остека в Технопарке «Орбита». Об опыте внедрения новых технологий и результатах эксперимента мы поговорим с заместителем технического директора ГК «Световые технологии» Антоном Булдыгиным.

**Антон Владимирович, в первую очередь, хочу поинтересоваться, как Вам понравилась новая демонстрационная площадка Остека, где проводился эксперимент?**

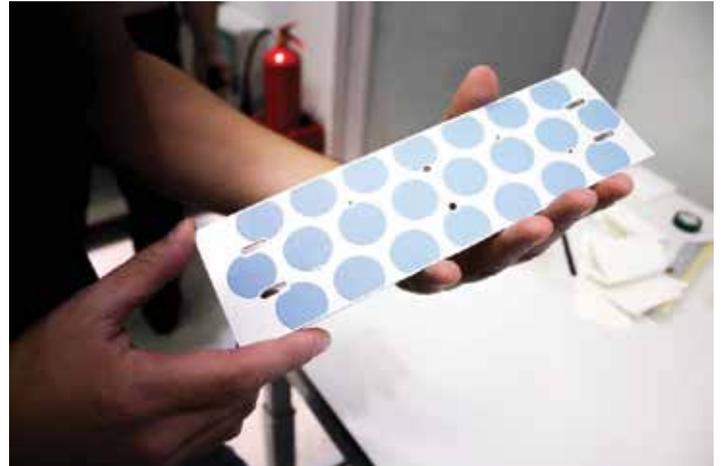
Прямо скажу, был приятно поражён масштабом. Уже много лет мы знаем компанию Остек как одного из крупнейших поставщиков технологий в России и очень рады, что у вас появилась дополнительная площадка для демонстрации возможностей предлагаемого оборудования и внедрения новых технологических процессов. Нам понравилось, что здесь можно провести полноценные работы, на деле ознакомившись с любой технологией. Парк оборудования впечатляет размахом, лично у меня возникает полное ощущение, что я присутствую на современном производстве. Картину дополняет и отличная поддержка технического персонала. Приятно, что в России появилось такое место.

**В своих светильниках в качестве теплопроводящего материала вы, как и большинство производителей, используете теплопроводящие пасты. С чем связан повышенный интерес к внедрению новых типов материалов в ваших изделиях?**

Да, разумеется, мы используем теплопроводные пасты в ряде изделий. Однако применение паст при крупносерийном производстве не совсем удобно. Дело в том, что паста, ввиду своих физических особенностей, не позволяет сделать процесс её нанесения чистым и быстрым. В нашем случае она наносится на компоненты светильника на этапе сборки и осложняет процесс тем, что требует от оператора особой аккуратности и внимательности, увеличивая сборочное время. Поэтому мы начали поиск альтернативных технологий, чтобы сделать операцию сборки чистой и быстрой и, по-возможности, сократить стоимость этого этапа. То есть уменьшить не только стоимость материала, но и затраты на этап в целом.

**Что мешает использовать теплопроводящую пасту или клей?**

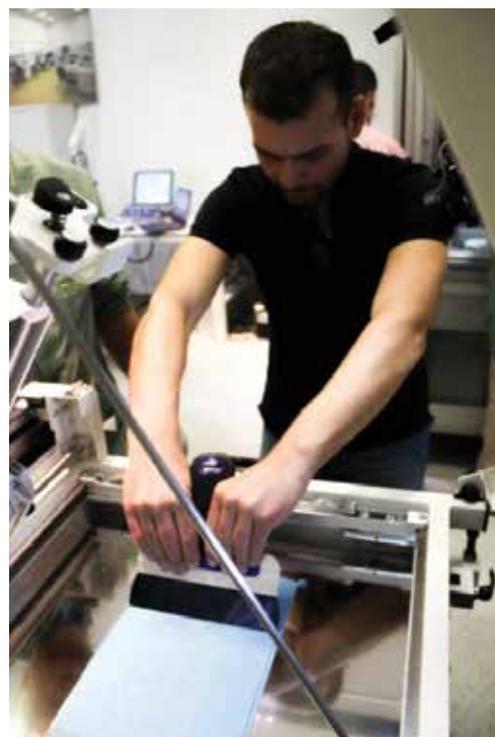
Знаете, а это не всегда возможно в принципе. Последний пример: мы начали поставки уличных светильников в Европу, где по нормативам требуется обеспечить возможность замены «в поле» светодиодного модуля в неисправном светильнике. Конечно, прибор для этого снимают со столба и замена происходит в сервисной машине, но давайте представим, сколько неудобств



1  
Образец печатной платы с нанесённым теплопроводящим покрытием Dow Corning TC-4025

получит рядовой монтажник при возне с пастой. Скорее всего, ничего хорошего из этого не выйдет. Даже объяснить толком весь процесс неподготовленному человеку — задача не из простых. Поэтому единственно верным тут может быть только plug-n-play решение.

После нескольких попыток отработать технологию теплопроводящих подложек мы пришли к выводу, что это абсолютно не наша история. Толстые подложки не позволяют точно позиционировать светодиодный модуль в конструкции, тонкие постоянно скатываются и при нанесении отнимают очень много времени у сборщика.



2  
Процесс нанесения материала TC-4025

Что касается использования клея, то для профессиональных решений вряд ли это целесообразно, так как ремонтпригодность изделия становится неочевидна. Ведь в этом случае замена источника света будет сопряжена с заменой целого конструктивного узла, что влечёт за собой размытие ответственности в гарантийных случаях и неоправданно дорого с точки зрения стоимости ремонта.

Решением нашей задачи стал новый тип теплопроводящего материала — печатная теплопроводящая подложка Dow Corning TC-4025.

### **Какие конструкторские и технологические преимущества предоставляет новый тип подложки?**

Использование отверждённого термоинтерфейса по сравнению с вышеописанными технологиями выглядит наиболее выигрышно. Печатная плата, на которую нанесён такой материал, не пачкается, и работа с ней не обязывает сборщика или монтажника быть чрезмерно аккуратным и уделять много внимания операции. Всё сводится к простой отвёрточной сборке без отвлечения на шаблоны, ракели и пр.

С эксплуатационной точки зрения это именно то решение, которое требуется для простого обслуживания светильника в случае неисправности. Любой монтажник, не имея специальной квалификации, при помощи отвёртки в состоянии заменить светодиодный модуль в светильнике даже в полевых условиях. При этом трудовые и временные затраты на это будут сведены к минимуму.

В нашем производственном цикле нанесение данного материала планируется производить на участке SMD, сразу после монтажа светодиодного модуля. Для этого участка вывести точность процесса не представляет никакой сложности, а его чистота обеспечивается естественными условиями подобного производства.

Важно отметить и точность нанесения материала. На сборке контролировать толщину слоя практически невозможно, слишком велико влияние человеческого фактора. Поэтому технологические допуски на расход пасты достаточно велики. С новым типом материала ситуация в корне меняется, так как толщина слоя задана шаблоном, и технологические потери небольшие. Точность операции определяется ещё и тем, что она частично автоматизирована, таким образом вероятность ошибки здесь много ниже, чем при ручном нанесении.

### **Что показали результаты испытаний теплового режима опытных образцов?**

После нескольких проведённых испытаний могу сказать, что наши расчётные данные полностью подтвердились. Интересно, что несмотря на консистенцию

Технология «печатаемых подложек» выглядит следующим образом: на первом этапе происходит подготовка и смешивание двух компонентов материала Dow Corning TC-4025. Далее полученная смесь наносится ракелем через металлический трафарет на печатную плату/корпус. Использование трафарета позволяет аккуратно и быстро наносить материал на изделия любой формы. После нанесения термоинтерфейс отверждают нагревом до 100-150 градусов на 10-20 минут. Материал полимеризуется и образует мягкий теплопроводящий слой.

материала (а он не жидкий), тепловое сопротивление контактного пятна совершенно не ухудшается. Температуры р-п перехода светодиодов, которые мы имеем при использовании, пожалуй, самой популярной термопасты на рынке — Dow Corning SC 102, абсолютно совпали с теми, что мы получили при применении TC-4025. Все полученные термограммы свидетельствуют о том, что с точки зрения процесса теплопередачи эти материалы абсолютно идентичны. А вот практичность разительно отличается в пользу TC-4025.

Для операторов цеха SMD операция нанесения оказалась несложной, на сборочном участке на это решение отреагировали ожидаемо положительно — всегда приятно иметь чистое рабочее место.

### **Какой экономический эффект вы ожидаете от внедрения данной технологии? Ведь обычно новые материалы и технологии достаточно дорогостоящие.**

Новый материал от Dow Corning не стал исключением из правила, он действительно дороже. Однако оценка экономической целесообразности не сводится к простому сравнению стоимости материалов. Здесь следует оценивать целый комплекс факторов.

Так как вязкость TC-4025 выше, чем у пасты, нанести его можно намного точнее. Этим обстоятельством мы воспользовались для снижения стоимости материала в изделии. Мы решили наносить слой термоинтерфейса не сплошным покровом, а контактными пятнами, площадь и форма которых определяются расчётами. Так, эквивалентное тепловое сопротивление достигается балансом между меньшей площадью контактного пятна при большей его теплопроводности. Логика проста: теплопроводность является неотъемлемой характеристикой материала, в то время как его количество прямо влияет на затраты. В результате расчётов получилось, что для обеспечения сопоставимого с пастой те-



3 Процесс испытаний печатной платы на тепловой режим

плового сопротивления контактного пятна при использовании ТС-4025 площадь контакта можно уменьшить почти вдвое.

Далее необходимо упомянуть толщину наносимого слоя. Вязкость ТС-4025 позволяет наносить существенно более тонкий слой, чем у термопасты. Исходя из измеренной шероховатости типовой посадочной площадки, получаемой на нашем производстве, мы определили необходимую толщину термоинтерфейса. Конечно, она

Основные характеристики теплопроводящих подложек ТС-4025 и ТС-4015

Параметр	ТС-4015	ТС-4025
Вязкость, сП	103000	70000
Теплопроводность, Вт/м*К	1,7	2,5
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,6	2,8
Цвет	голубой	голубой
Твердость Шорр 00, ед	50	50
Время жизни, час	4	4
Эластичность, %	75	75
Температурный диапазон	-55 °С — +200 °С	-55 °С — +200 °С
Адгезионная прочность, кг/см <sup>2</sup>	27	27
Время полной полимеризации, час	24 часа при 25 °С 148 минут при 40 °С 48 минут при 75 °С 16 минут при 100 °С 10 минут при 125 °С	24 часа при 25 °С 148 минут при 40 °С 48 минут при 75 °С 16 минут при 100 °С 10 минут при 125 °С
Огнестойкость UL 94	V-0	V-0
Особенности		
Гарантийный срок, мес.	12	12



4 Подведение итогов опытных работ

в разы отличалась от того, что получается при использовании пасты. В случае с ТС-4025 контролировать толщину слоя можно более точно, и она оказалась меньше, чем толщина слоя пасты.

В сумме эти два преимущества позволили значительно сократить объём наносимого материала и тем самым получить экономический эффект, несмотря на разницу в стоимости.

Стоимость сокращённых трудозатрат на сборочном участке несколько выше появившихся затрат на участке SMD, что оправдано частичной автоматизацией процесса нанесения. А так как оборудование, участвующее в процессе, несложное, амортизационные расходы при крупносерийном производстве не превышают приемлемых величин.

Сейчас мы можем уверенно говорить, что применение этой технологии экономически оправдано. Справедливости ради отмечу, что доля стоимости этого компонента в абсолютной величине на изделие настолько мала (менее 0,2 %) что практическое преимущество от его применения выглядит более весомым.

Начиная работу с данным материалом, мы думали только о практичности, и сначала закладывали ТС-4025 в спецификации светильников для освещения улиц и автомагистралей, где его практические характеристики особенно ценны. Но получив экономические выкладки, мы приняли решение о широком применении материала в нашей продуктовой линейке. Я уверен, что это решение позволит создавать надёжные и практичные осветительные приборы для самых различных областей применения.

**Антон Владимирович, благодарим Вас за беседу и желаем успешного внедрения новой технологии на производстве!** 



Видеть сегодня изделия будущего невозможно,

## НО ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПАУНДОВ В ИХ ПРОИЗВОДСТВЕ — НЕОБХОДИМО



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

### ОБОРУДОВАНИЕ DOPAG — ЭТО:

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



будущее  
создается

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



Решения в области заливки и герметизации

## ТЕХПОДДЕРЖКА

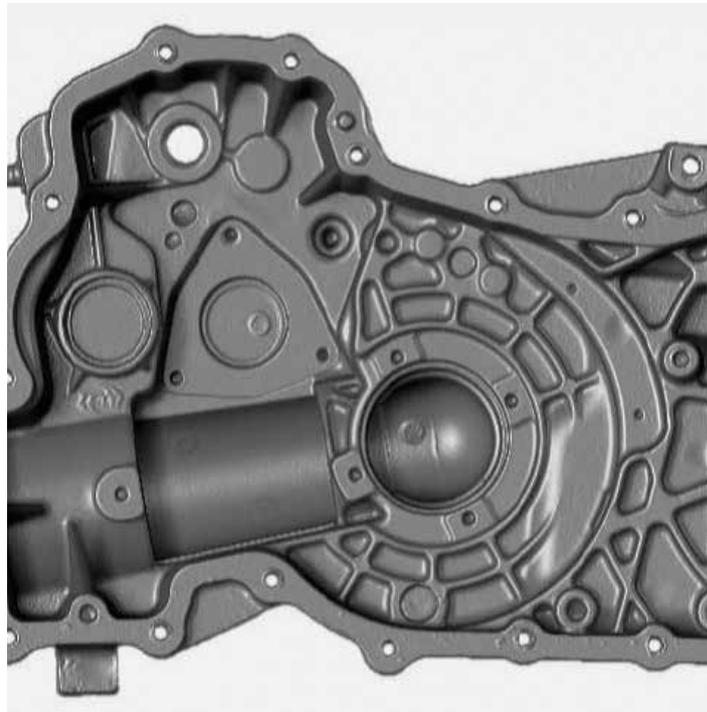
# Лазерное 3D-сканирование и портативные КИМ для контроля геометрических параметров и обратного проектирования



Текст: Павел Косушкин



Лазерное 3D-сканирование позволяет контролировать геометрические параметры крупногабаритных изделий сложной формы, линейные и угловые размеры, проводить полный анализ отклонений формы от эталонной модели, а также быстро и легко восстанавливать конструкторскую документацию на изделие в случае ее отсутствия или утраты.



1 Реальный объект и его цифровая модель

**3D**-сканеры — это устройства для трёхмерных измерений, которые используются для получения данных о реальных объектах для их последующей обработки и анализа с использованием цифровых технологий рис 1. 3D-сканерам не требуется контактировать со сканируемым объектом, они могут применяться для полного или частичного 3D-измерения любого материального объекта. Большинство данных устройств генерирует точки чрезвычайно высокой плотности по сравнению с традиционными контактными устройствами измерения, что дает значительно больше информации об измеряемом объекте. В статье мы рассмотрим оборудование для трехмерных измерений компании Creaform, а также области его применения и преимущества перед другими системами.

Одними из самых известных моделей метрологического оборудования компании Creaform являются MetraSCAN и HandyPROBE. MetraSCAN — это лазерный 3D-сканер, предназначенный для высокоскоростного сканирования и проведения прецизионных измерений крупногабаритных объектов сложной формы. HandyPROBE — портативная координатно-измерительная машина, заменяющая традиционные измерительные руки, она позволяет измерять объекты простой формы (плоскости, конусы, цилиндры и т.д.) и сохранять результаты измерений в виде САПР-данных рис 2.



2 Лазерный 3D-сканер MetraSCAN и беспроводной измерительный зонд HandyPROBE

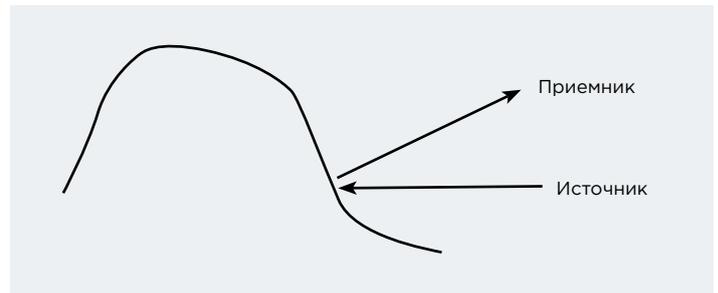
## Принцип действия лазерного 3D-сканера

Принцип действия лазерного сканера построен на триангуляционном методе измерения расстояния до объекта. Суть этого метода в следующем: исходящий из источника луч лазера, отличающийся от обычного света высокой параллельностью пучка, падает на поверхность. Далее часть падающего пучка отражается от этой поверхности и попадает в приемник **рис 3**.

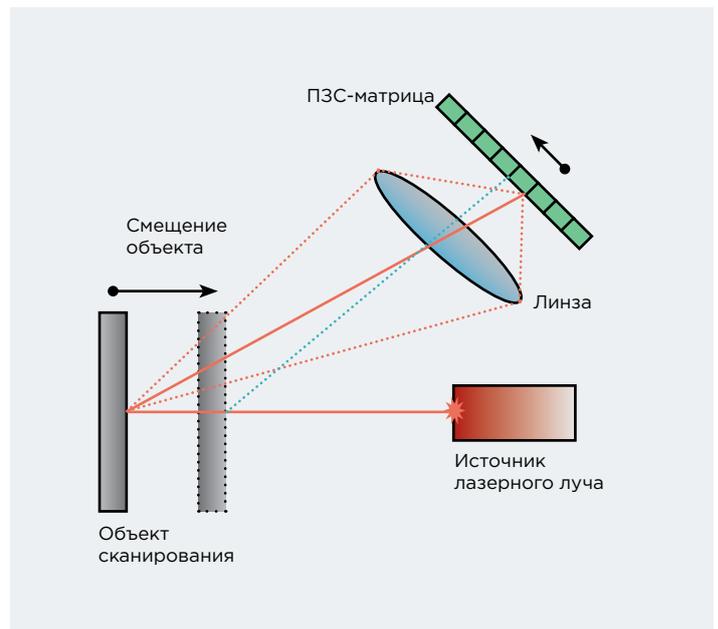
На приемнике линза фокусирует отраженный луч на ПЗС-матрице, где положение яркого пятна на матрице показывает направление входящего луча, т. е. угол между лазерным лучом и возвращенным светом **рис 4**.

Угол отражения лазера изменяется в зависимости от расстояния до объекта и, таким образом, изменяется положение точки лазера на приемнике. Учитывая, что источник лазерного луча и приемник фиксированы и расположены на определенном расстоянии, мы можем измерить угол отражения простым геометрическим построением **рис 5**.

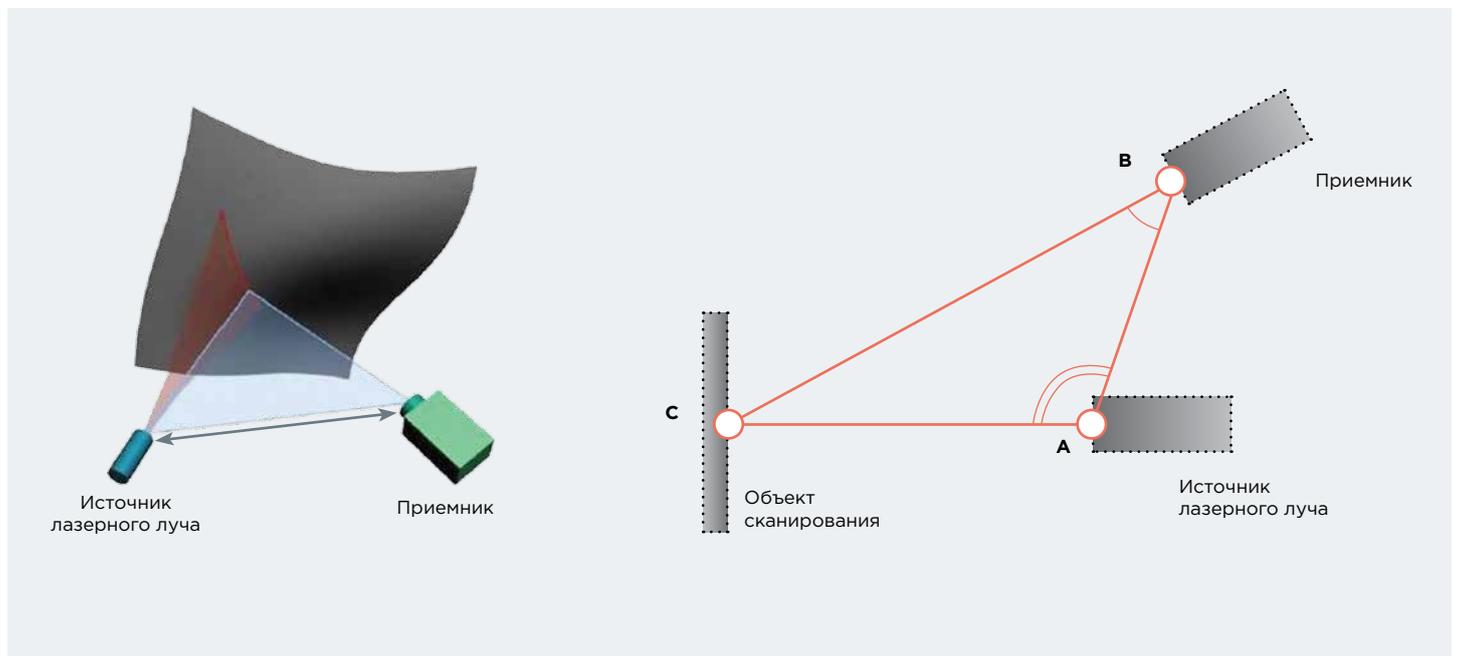
В итоге мы знаем три параметра: расстояние от приемника до источника (AB), угол между лучом, испущенным лазером, и линией приемник-лазер ( $\angle CAB$ ) и угол между отраженным лучом и линией приемник-лазер ( $\angle CBA$ ). По этим трем параметрам можно восстановить все стороны и углы треугольника и, в том числе, расстояние до объекта.



**3** Схема отражения луча лазера от физического объекта



**4** Схема оценки расстояния до объекта с использованием геометрической пары камера-лазер



**5** Основная схема метода триангуляции лазерного сканирования

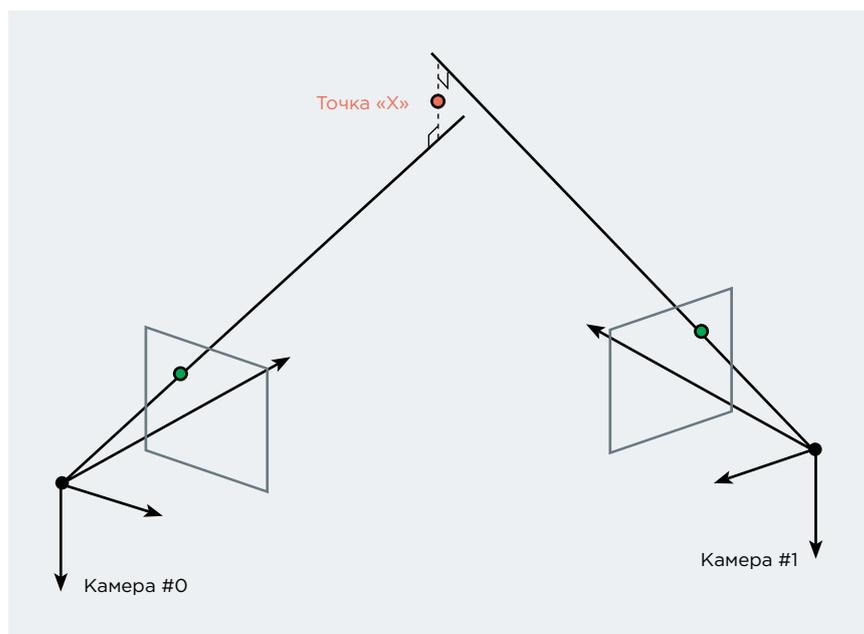
## Принцип действия системы слежения (трекер C-Track)

Для определения положения сканера MetraSCAN и беспроводного зонда HandyPROBE в пространстве применяется система слежения C-Track рис 6. На самом сканере и измерительном зонде расположены специальные светоотражающие метки, положение которых и считывается системой. C-Track представляет собой две камеры слежения, расположенные на определенном расстоянии. Камеры в каждый момент времени должны считывать не менее трех меток для оптимального отслеживания сканера (измерительного зонда). Расстояние между метками на оборудовании заранее определено.

Считывание меток основано на методе триангуляции рис 7.



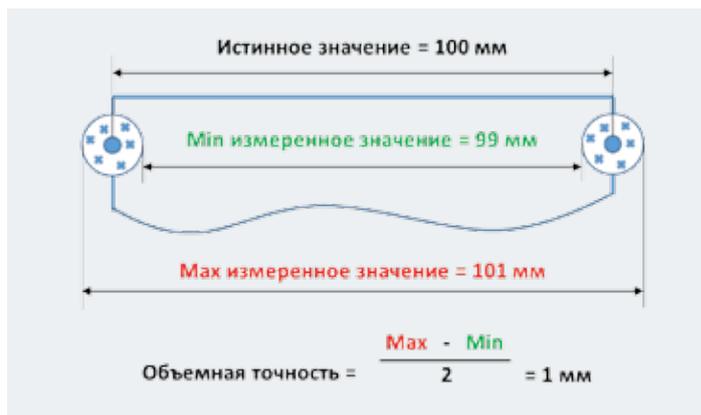
6 Система слежения C-Track



7 Метод триангуляции для определения положения меток системой слежения C-Track

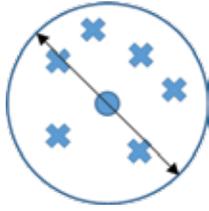
## Подтверждение точности измерений 3D-сканера и портативной КИМ

Одной из основных технических характеристик оборудования является «объемная точность». Так как мы имеем дело с данными сканирования (облаком точек), и все измерения проводятся в специальном программном обеспечении, часто возникает вопрос: что же такое объемная точность и что мы имеем в результате исследования. Исходя из классического определения точности — характеристика качества измерений, отражающая степень близости результатов измерений к истинному значению измеряемой величины — рассмотрим схему, изображенную на рис 8.



8 Схема измерения расстояния между двумя точками на объекте

Каждая полученная точка со сканера MetraSCAN или HandyPROBE лежит в пределах сферы, центром которой является «истинная» точка и диаметр которой равен точности измерительного прибора (в нашем случае 0,085 мм).



В подтверждение точности измерений оборудования компании Creaform было произведено измерение эталонной меры, калиброванной при помощи КИМ и представляющей собой две сферы и два конуса, расположенные на определенном расстоянии рис 9. Из Т 1 видно, что погрешность результатов измерений не превышает заявленную точность оборудования 0,085 мм.

## Применение

В использовании 3D-сканеров можно выделить два направления рис 10:

- воссоздание САПР-данных для обратного проектирования и быстрого прототипирования;
- измерение объекта для контроля его геометрических параметров (для таких вариантов применения, как, например, выборочный контроль и анализ для автоматизированной подготовки производства).

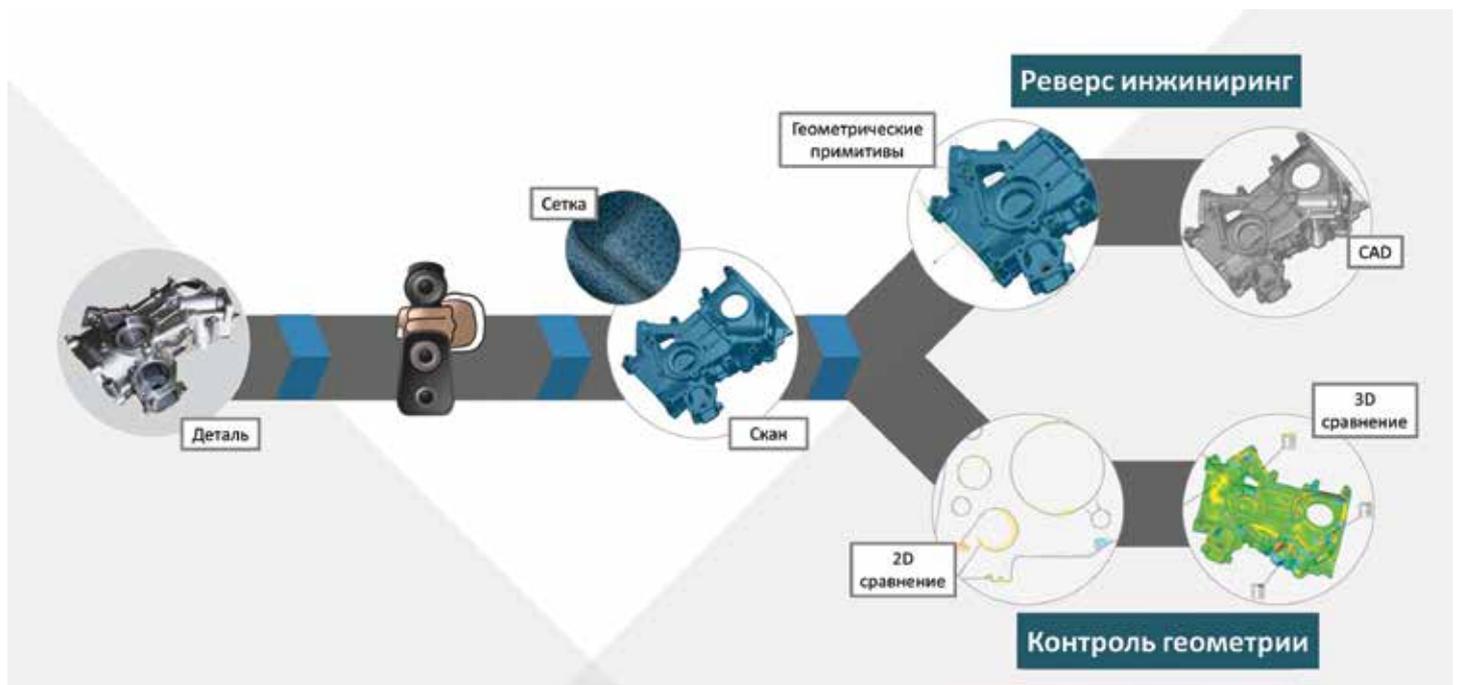


9 Измерение расстояния между сферами с помощью сканера MetraSCAN

Т 1

Результаты измерений эталонной меры, калиброванной при помощи КИМ

Параметр	Расстояние между сферами MetraSCAN, мм	Расстояние между конусами HandyPROB), мм	Диаметр сферы 1, мм	Диаметр сферы 2, мм
Эталонное значение	647,719	520,666	38,112	38,110
Измеренное значение	647,730	520,658	38,119	38,121
Отклонение	0,011	0,008	0,007	0,011



10

Основные направления 3D-сканирования

## Контроль геометрии

Независимо от отрасли и сферы деятельности каждая компания нуждается в оценке качества изготовленной продукции, чтобы оставаться конкурентоспособной и поддерживать свою репутацию на рынке.

Оборудование компании Steaform позволяет предприятиям улучшать свои производственные процессы и решать различные технические задачи: измерение линейных и угловых размеров рис 11, анализ отклонений формы рис 12. Эти измерения можно применить для производственных задач:

- контроля оснастки;
- контроля первого изделия;
- контроля в сборочных операциях;
- контроля качества продукции поставщиков;
- анализа деформации и износа;
- анализа сопрягаемости деталей;
- виртуальной сборки;
- контроля прототипа.



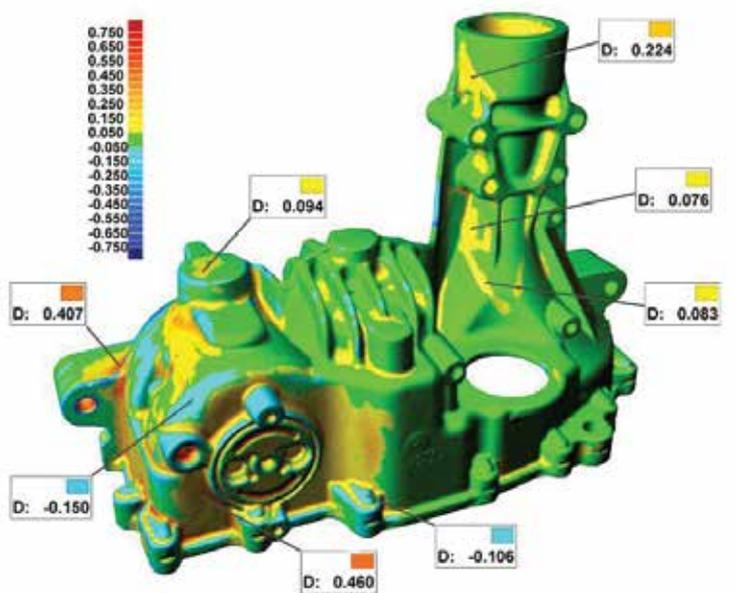
11 Контроль крупногабаритных объектов в цеховых условиях

## Обратное проектирование

Обратное проектирование (реверс-инжиниринг) — это создание виртуальной 3D-модели существующего физического объекта. Например, когда нужно изменить дизайн изделия, но соответствующая документация на него отсутствует; или в случае изношенных и поврежденных деталей, по которым нет доступа к документации рис 13.

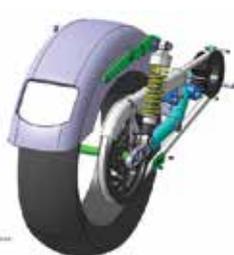
Реверс-инжиниринг решает следующие виды задач:

- разработка запасных частей;
- создание исполнительной документации на детали/оснастку;
- проектирование матриц, пресс-форм, ступеней, зажимных приспособлений и шаблонов;
- конкурентный анализ продукта;
- измерение среды эксплуатации или сопрягаемых деталей;
- измерение существующих деталей для вторичного рынка или изготавливаемого на заказ оборудования;
- внесение конструктивных изменений прототипа в файл САПР;
- изучение формы, прототипа для подтверждения правильности концепции;
- изучение прототипов для проверки эргономичности.



12 Сравнительный анализ данных сканирования и САД-модели

13 Примеры обратного проектирования: воссоздание физического объекта для дальнейшей модернизации





14 Создание цифровой модели вазы с последующей печатью на 3D-принтере VoxelJet VX500

## Цифровое копирование

Цифровое копирование также является созданием точной цифровой копии реального физического объекта с возможностью редактирования и изменения данных сканирования. Может использоваться в сфере искусств, для музейных ценных экспонатов, а также для последующей 3D-печати рис 14.

Сегодня метрологи используют тактильные КИМ, имеющие большой вес из-за гранитного основания, их требуется устанавливать в специально оборудованных метрологических комнатах. Поэтому при портативных измерениях возникают серьезные проблемы в реальных производственных условиях.

Оборудование компании Creaform имеет ряд преимуществ, который отличает его от всех сканеров и контрольно-измерительных машин в области сканирования и метрологии:

- динамическое отслеживание;
- портативность;
- сканирование без расположения меток на объекте;
- измерение крупногабаритных деталей сложной формы;
- высокая скорость сканирования и измерений;
- простота использования.

### ДИНАМИЧЕСКОЕ СЛЕЖЕНИЕ

Оптическая система C-Track осуществляет привязку системы координат к объекту за счет определения размещенных на нем отражателей, что дает возможность свободно перемещать трекер, сканер и сам объект в пространстве в процессе сканирования. Это позволяет получить заявленную точность измерений в условиях повышенных вибраций.

Для демонстрации преимущества C-Track в цеховых условиях был проведен эксперимент с измерительной рукой



15 Эксперимент с использованием измерительной руки и HandyPROBE

и портативной КИМ HandyPROBE рис 15. Для оценки влияния вибраций использовался робот, запрограммированный на генерацию небольших и быстрых сдвигов.

В табл. 2 представлены результаты измерений эталонной меры без внешних вибраций и с вибрациями рис 16, рис 17, полученными для обоих устройств в течение определенного времени. Синим цветом выделены отклонения измерений, полученных с помощью HandyPROBE. Красным выделены отклонения измерений, полученных с помощью измерительной руки. Результаты ясно показывают преимущество динамического отслеживания, так как не выявлено снижения точности для оптической КИМ.

Динамическое отслеживание обеспечивает высокую точность измерений в цеховых условиях и активно способствует снижению ошибок оператора.

### ПОРТАТИВНОСТЬ HANDYPROBE

Абсолютная портативность HandyPROBE позволяет проинспектировать крупногабаритные детали сложной формы, отдельные части или комплексные сборки рис 18. Отсутствие проводов и легкий вес измерительного зонда значительно облегчают задачу измерений, что является выгодной заменой традиционным измерительным рукам.

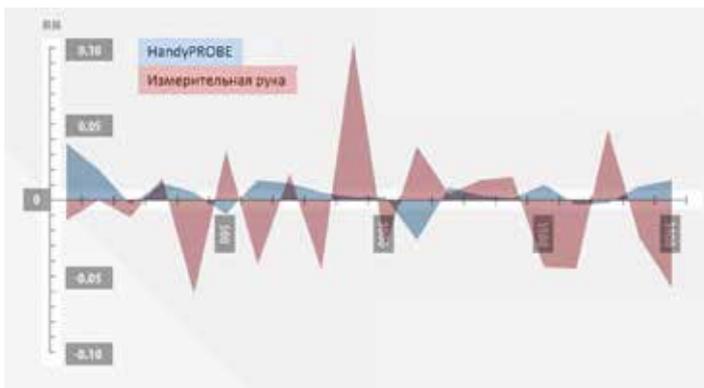
### 3D-СКАНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОК

Для традиционных сканеров необходимо наличие специальных меток на самом объекте. Эти метки наклеиваются на объект для его позиционирования относительно сканера в пространстве и получения корректных данных сканирования. MetraSCAN может выполнять сканирование объекта без использования светоотражательных меток на самом объекте рис 19. Данные метки уже расположены на самом сканере, и отслеживание происходит при помощи системы C-Track. Это значительно упрощает задачу. Например, если объект очень большой (от 4 до 10 метров), процесс нанесения меток может занять длительное время, что нецелесообразно. Или если на объект в принципе нельзя наклеить метки — на ценные экспонаты, объекты искусства или песчаные формы — для традиционных сканеров задача становится невыполнимой.

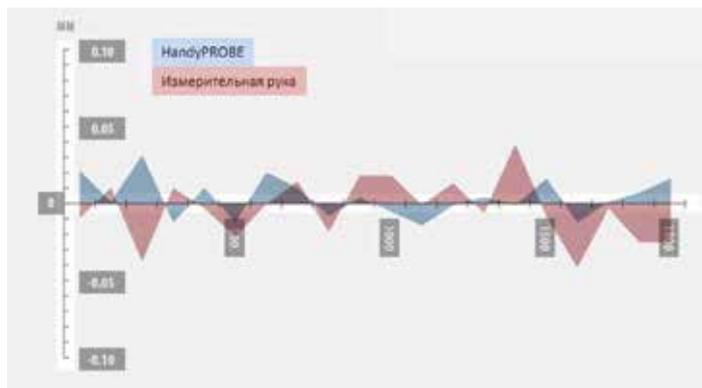
T 2

Результаты измерений эталонной меры без внешних вибраций и с вибрациями

Средство измерения	Среднеквадратичное отклонение (RMS) без вибраций	Среднеквадратичное отклонение (RMS) с вибрациями	Максимальная ошибка без вибраций	Максимальная ошибка с вибрациями
Измерительная рука	0,018 мм	0,039 мм	0,041 мм	0,103 мм
HandyPROBE	0,011 мм	0,013 мм	0,031 мм	0,037 мм



16 График результатов исследований без вибраций



17 График результатов исследований с вибрациями

**Лазерное 3D-сканирование — перспективный метод контроля качества геометрии крупногабаритных деталей сложной формы в условиях промышленного производства. Данный метод находит все большее применение в авиационной, машиностроительной и нефтегазовой отраслях. Оборудование MetraSCAN и HandyPROBE обладает рядом неоспоримых преимуществ при использовании в цеховых условиях, благодаря простоте управления, портативности и высокой точности измерений.** 

Заказать услуги по сканированию, а также протестировать работу сканера на собственных изделиях в демозале Остек-СМТ можно по телефону +7 (495) 788-44-41 или на сайте [www.ostec-ct.ru](http://www.ostec-ct.ru) в разделе «Услуги».



18 Измерение крупногабаритного объекта с помощью беспроводного зонда HandyPROBE



19 Сканирование изделия сканером MetraSCAN без использования меток на объекте

# Виды оснасток для тестеров жгутов и кабелей. Что выбрать?



Текст: Игорь Смирнов

Перед всеми пользователями систем автоматического тестирования кабельно-жгутовой продукции когда-либо вставал вопрос: а каким образом мы будем состыковывать нашу измерительную систему со всем многообразием жгутов или блоков на нашем производстве? Ведь просто приобрести систему контроля или даже создать её — недостаточно, главная трудность как раз и заключается в том, как предусмотреть её стыковку с проверяемыми образцами изделий.

На сегодняшний день можно выделить три основных направления проектирования и создания оснасток:

**1. Универсальное автоматизированное рабочее место контроля типа «УЛЕЙ»** рис 1. Применяется на многономенклатурных производствах с небольшой серийностью и большим числом разнообразных разъемов. Главное преимущество — это простота эксплуатации, всего за несколько шагов вы получаете ответ о годности жгута. Оператор выполняет несколько действий:

- выбирает в ПК заранее написанную тестовую программу;
- подключает жгут к стенду «УЛЕЙ» с помощью интуитивно понятной светодиодной индикации над каждым необходимым разъемом;



1 Универсальное автоматизированное рабочее место контроля жгутов и кабелей «УЛЕЙ»

- нажимает кнопку «СТАРТ» и получает распечатку отчета «ГОДЕН» или «НЕ ГОДЕН» со всеми параметрами\*;
- на основании полученных данных принимает решение о передаче изделия на доработку или отправке его дальше с пометкой «ГОДЕН».

\* Если в изделии есть ошибки, они отражаются в отчете: повышенное сопротивление изоляции, не прошел тест на диэлектрическую прочность изоляции («пробой»), есть обрывы или замыкания и т.д.

## 2. Набор технологических кабелей-переходников под всю номенклатуру проверяемых изделий РИС 2.

Используется так же, как и в п.1, на многономенклатурных производствах с самыми разнообразными разъемами на проверяемых изделиях.

Суть работы довольно проста: на измерительной системе стоят разъемы одного типа (DIN41612, 6P100, СНЦ144 и т.д.), к ним оператор каждый раз подключает технологический кабель-переходник, на одном конце которого разъем для соединения с тестером, а на другом — ответная часть разъема проверяемого изделия. Затем к этому разъему на технологическом кабеле подключается проверяемое изделие.



2 Технологические кабели для соединения тестера и проверяемого изделия

Преимущество этого способа – относительно бюджетная стоимость самого тестера. Но в тоже время неудобство при подключении каждый раз переходников, необходимость места для хранения этих самых переходников, поиск нужных в огромной куче других. И не стоит забывать, что количество сочленений у разъемов на выходе тестера не бесконечно.

### 3. Собственные специализированные оснастки под конкретные группы изделий

рис 3, 4. Обычно создаются на предприятиях с мелко- и среднесерийным производством, с небольшой номенклатурой изделий. Можно назвать такие оснастки «простой» версией «УЛЬЯ» — небольшое количество разъемов, без светодиодной индикации, малые габариты. Но свои задачи такой вариант также с успехом решает. Часто в этом решении применяется метод параллельных подключений, что позволяет сократить количество тестовых каналов. Принцип работы идентичен «УЛЮ»: оператор берет изделие, подключает его к оснастке и проверяет с помощью заранее написанной тестовой программы.

Преимущество такого способа перед набором технологических кабелей-переходников — это удобство работы: нет необходимости каждый раз искать и переподключать переходники, что в итоге значительно сокращает общее время на тест одного изделия.

Сегодня на рынке автоматизированных систем контроля жгутов и кабелей можно найти все три варианта создания оснастки. И в каждом отдельном случае надо детально смотреть на цели и задачи производства, чтобы подобрать наиболее подходящий вариант.

Но сейчас я предлагаю ненадолго вернуться в прошлое, во времена СССР, и на минутку представить себе — а как делали тогда? Какие инженерные мысли посещали конструкторов систем контроля и технологической оснастки? За время работы в Остеке я посетил множество разнообразных предприятий спецтехники: это авиастроительные предприятия, машиностроительные заводы и заводы по выпуску спецтехники на гусеничных шасси, корабельные верфи и конструкторские бюро, предприятия Роскосмоса, Росатома и многие другие. И, знакомясь с их жгутовым производством, а главное, с участком тестирования, понял, что все новое — это хорошо забытое старое.

Когда только начали появляться первые системы автоматизированного контроля кабелей, жгутов и ячеек (еще даже на перфолентах), появились и первые виды оснасток. И были они... да такими же, как и сейчас — в виде универсальных панелей рис 5 или в виде технологических кабелей рис 6. «Велосипед» был изобретен еще тогда, просто сейчас технологии шагнули далеко вперед, и появились новые возможности для улучшений и доработок. Как когда-то компьютеры занимали огромные площади — целые залы и лаборатории, а все их вычисления сводились к простому калькулятору, так и оснастки были громоздкие, неудобные, работающие на переключении тумблеров. Но на тот момент это была автоматизация, это было быстро, удобно и шло в ногу со временем.



3 Специализированная оснастка с параллельным подключением некоторых разъемов



4 Специализированная оснастка с 4-проводным подключением



5 Рабочее место контроля 30-летней давности



6 Технологические кабели для соединения системы типа КУСТ (1975г. выпуска) и АСК



7  
Универсальное рабочее место контроля УЛЕЙ для проверки 270 различных типов жгутов

А если говорить о технологических оснастках настоящего времени, о решениях типа «УЛЕЙ» рис 7, то тут улучшения коснулись самых разных аспектов, и это:

- компактное (по сравнению с прошлым), размещение разъемов на минимальной площади и с учетом геометрических размеров каждого проверяемого жгута;
- возможность доустановки разъемов в свободные колонны при внесении изменений в КД на проверяемые объекты;
- удобство подключения и выбора разъемов с помощью светодиодной индикации;
- лучшие технические характеристики самого тестера с возможностью проведения самых разнообразных проверок в максимальных диапазонах точности, что подтверждено метрологически.

Нынешние эффективные решения создаются определенными компаниями на рынке, специалисты которых за время своей работы накопили огромный опыт и знания по созданию различных видов технологических оснасток. А раньше собственные решения на предприятиях обычно создавались группой высококлассных специалистов, которые, безусловно, решали поставленную перед ними задачу, но тратили на это много времени, сил и средств. И эти решения были «закрытыми», они не дублировались на другие предприятия.

Специалисты «Остек-Электро», благодаря своему многолетнему опыту работы с автоматизированными системами контроля кабелей и жгутов, разработали для своих заказчиков самые разнообразные виды технологических оснасток рис 8. Опираясь на детальный анализ номенклатуры проверяемых изделий, а также её исполнение, серийность и другие технические характеристики, мы подбираем самый оптимальный вариант реализации технологической оснастки — будь то стандартный «УЛЕЙ», специальное исполнение или же просто переходные кабели.



8

Технологические оснастки, разработанные специалистами ООО «Остек-Электро»

Для каждого производства, для каждого проверяемого изделия или жгута можно применить технологию тестирования с любым из этих трех видов оснасток, но вот что будет наиболее целесообразным, наиболее долговечным и, главное, работоспособным — выбрать придется вам. А наша команда специалистов, включая собственное производство и конструкторский отдел, всегда готова провести анализ вашей документации на проверяемые изделия, оценить их номенклатуру и специфику, понять масштаб задачи. И далее вместе с вами выработать наиболее оптимальное и подходящее решение для производства. ▣



# Новый язык управления производством

## LOGOS

Цифровая  
система  
управления  
приборным  
производством

Система LOGOS разработана специально для управления приборным производством. Она дает новые возможности сбора и обработки информации, необходимой для принятия решений, от которых зависят качество, сроки и эффективность работы предприятия.

### Преимущества системы

- исчерпывающая и объективная картина производства для руководителя предприятия;
- прозрачность производственных процессов на всех уровнях;
- прослеживаемость продукции по всему технологическому циклу;
- оперативное и перспективное планирование на основе точных данных;
- диагностика и предупреждение отклонений по качеству, срокам и эффективности;
- сокращение издержек за счет оптимизации ресурсов и снижения доли незавершенного производства.



будущее  
создается

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





## Видеть сегодня производство будущего невозможно, **НО ПУТЬ К НЕМУ — НЕОБХОДИМО**

Чем сложнее производство, тем сложнее учесть все факторы, от которых завтра будут зависеть его эффективность, рентабельность, конкурентоспособность его продукции. Опираясь на свой опыт и сотрудничество с ведущими мировыми поставщиками оборудования и технологий, мы содействуем комплексному развитию предприятий электронной и радиоэлектронной промышленности. Наш подход основан на пяти слагаемых: исследование, планирование, проектирование, оснащение, сопровождение. Эта формула технологического роста позволяет предприятиям найти оптимальный путь к успеху.



будущее  
создается

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

