

КАЧЕСТВО

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ОТМЫВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДИКТУЕТСЯ РАСТУЩИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К НАДЕЖНОСТИ

ВИЗИТ В ЛАБОРАТОРИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ КОМПАНИИ ZESTRON

Текст: Юрий Ковалевский



В 1975 году в немецком городе Ингольштадт была образована химическая компания Dr. O. K. Wack Chemie GmbH. В 1989 году она представила средства для отмывки, предназначенные для замены материалов, содержащих хлорфторуглероды (ХФУ), а в 1992-м на ее основе была создана компания Zestron, для которой разработка химии для отмывки в области электроники стала основным направлением деятельности.

Сегодня Zestron занимает лидирующие позиции в области средств отмывки для электронной промышленности во всем мире. Помимо материалов для отмывки печатных узлов, компания создает средства для очистки микроэлектронных изделий, а также технологического оборудования.

В ноябре 2019 года при содействии Группы компаний Остек мы посетили аналитические подразделения Zestron в Ингольштадте, где специалисты компании рассказали о том, как она помогает своим заказчикам не только определять качество отмывки, но и находить первопричины явлений, напрямую влияющих на надежность изделий. Кроме того, на выставке productronica 2019 мы поговорили с генеральным директором компании Ральфом Хёкле (Ralph Hoesckle) о текущем состоянии рынка производства электроники, о том, насколько сейчас востребована отмывка мире, и как на эти процессы влияют отраслевые тренды. С этого интервью мы и начнем рассказ о нашем визите в компанию.



Господин Хёкле, как вы оцениваете текущее состояние рынка материалов для отмычки в электронике? Какова динамика бизнеса вашей компании?

В целом наш бизнес развивается довольно хорошо. Наверное, как и многие европейские компании – прежде всего немецкие, мы некоторое время назад почувствовали некоторое ухудшение на рынке автомобильной электроники. Но к счастью, в наших поставках этот сектор занимает лишь относительно небольшую часть. Во многих других секторах рынка мы чувствуем себя очень хорошо и в целом довольны ростом нашего бизнеса.

Я думаю, что и в автомобильной электронике нижняя точка уже пройдена. Сейчас на глобальном рынке очень много возможностей, которые создаются появлением новых технологий в таких областях, как автономный и электрический транспорт, телекоммуникации 5G. Вы можете видеть и по выставке productronica, что на рынке не чувствуется какого-то серьезного спада. Если мы вспомним 2015 год, то, по моим субъективным ощущениям, в этом году выставка проходит лучше.

Даже если сравнить эту выставку с SMTconnect, которая прошла в мае 2019 года в Нюрнберге, тогда было больше недовольных текущим положением вещей. Никто не понимал, что именно происходит. Но сейчас, мне кажется, люди с оптимизмом смотрят в будущее.

В целом складывается хорошая ситуация, в особенности для нас, потому что мы наблюдаем рост требований к надежности электронных изделий, а надежность во многих случаях означает необходимость отмычки.

Что вы можете сказать о российском рынке?

Этот рынок не совсем понятен для нас. Многие локальные рынки испытывают сильное зарубежное влияние – Америки, Германии, Франции... Но россий-



Ральф Хёкле

ский рынок, скажем так, – очень российский. Наверное, это хорошо. Однако для нас это означает, что мы должны определенным образом адаптироваться к его особенностям. Но у нас есть надежный партнер в России – Группа компаний Остек, который нам помогает в этом.

Могу сказать, что за последние лет 15 на российском рынке произошли значительные изменения с точки зрения технических требований. Полтора десятилетия назад практически все электронные сборки изготавливались по технологии монтажа в отверстия; поверхностный монтаж только начинал применяться в России. Сейчас же в вашей стране технология поверхностного монтажа на высоком уровне. Россия за это время сделала большой шаг от относительно простого производства к разработке и изготовлению передовых устройств. Как и на глобальном рынке, растут требования к надежности изделий.

Мы стараемся отвечать этим современным требованиям. Более того, мы выходим за пределы отмывки, рассматривая надежность в целом. Мы стремимся помочь нашим клиентам выявлять первопричины проблем и бороться с ними. Этому служат наши тренинги, проводимые в рамках Zestron Academy, а также лаборатории аналитических подразделений в г. Ингольштадт.

Вы говорите о повышении требований к надежности, которое влечет рост необходимости в отмывке. Но за последнее время произошел достаточно большой прогресс в области безотмывочной технологии. Как это сказывается на востребованности материалов для отмывки?

Конечно, никому не хочется отмывать свои изделия. Безотмывочная технология сейчас доминирует на рынке, и я готов первым подтвердить, что она работает. Но она работает не во всех случаях. Поэтому, с одной стороны, мы имеем нежелание клиентов использовать отмывку, а с другой – их желание создавать надежные изделия. Мы работаем на стыке этих двух потребностей. В этом смысле мы – нишевая компания, но в этой нише мы занимаем большую долю рынка благодаря тому, что мы оказываем сильную техническую поддержку клиентам, которые хотят, чтобы их процессы были стабильны и давали хороший результат.

В начале моей деятельности в Zestron – это было 26 лет назад – наша команда состояла всего из трех человек. Тогда мы занимались прежде всего разработкой отмывочных жидкостей для замены составов, содержащих ХФУ, которые были запрещены из-за влияния на озоновый слой атмосферы. Сейчас только отмывкой у нас занимается 180 человек. Это ли не показатель того, что востребованность данной операции за годы выросла? И произошло это благодаря росту требований к надежности.

Раз вы упомянули запрет ХФУ, не могу не спросить про текущие задачи, связанные с экологией. Сейчас вопросу безопасности окружающей среды уделяется очень большое внимание. Как это сказывается на разработке химии для электроники?

Zestron – немецкая компания, а в Германии безопасность химических материалов – это не только экологичность, но и отсутствие негативного влияния на здоровье тех, кто с ними работает. Для нас очень важны обе составляющие.

Немецкие законы в этой области очень жесткие, поэтому то, что мы продаем на рынке Германии, мы можем продавать и на других рынках. И хотя в некоторых странах, где требования к безопасности не столь строгие, мы могли бы продавать менее безопасные продукты, мы этого не делаем, потому что хотим всегда и везде обеспечивать самый высокий уровень качества и безопасности.

В частности, я хотел бы подчеркнуть, что в наших продуктах не используются так называемые CMR-вещества – канцерогенные, мутагенные или токсические для репродуктивности, что нас отличает от некоторых наших конкурентов, которые все еще применяют их. В Европе CMR запрещены законом. И то, что в наших продуктах нет даже очень малых доз таких веществ, является нашим конкурентным преимуществом, потому что крупные заказчики очень внимательно относятся к сохранению здоровья своих сотрудников, а не только к защите окружающей среды.

Что касается экологии, одним из методов снижения отрицательного влияния на окружающую среду является применение замкнутого цикла отмывки, при котором выбросы сводятся к минимуму.

Какие факторы и требования, помимо экологических, оказывают наибольшее влияние на разработку новых средств отмывки электроники?

В первую очередь это появление новых паяльных паст. 15 лет назад широко применялись пасты типа RMA, которые содержали большое количество канифоли и после которых на платах было много остатков флюса, для удаления которых необходимо было использовать растворители. С тех пор существенно расширилось использование паст на основе водосмываемых и синтетических флюсов, а для эффективного удаления синтетических флюсов нужны другие составы.

Кроме того, произошел переход на бессвинцовую технологию, и это тоже потребовало адаптации средств отмывки.

Сейчас появились пасты, состав которых позволяет долго хранить их без охлаждения. Еще один пример – пасты с большим количеством клейких компонентов, обеспечивающих высокую адгезию.

Каждый производитель пытается улучшить свойства своих паст, меняет их состав, и для нас это всегда вызов, потому что, кем бы ни был этот производитель и какие бы цели не преследовал, если его паста применяется на рынке, мы должны обеспечить удаление ее остатков. С нашей точки зрения, паста – это загрязнение, и если ее состав меняется, мы должны адаптировать состав наших средств.

Итак, экология, безопасность для персонала, изменения составов паст – самые важные факторы, которые влияют на наши продукты. Но кроме них есть еще несколько: меняется оборудование для отмытки, появляются новые типы монтажных оснований, усложняется геометрия конструкций.

Поэтому у нашей команды разработчиков есть работа. Эта команда у нас насчитывает 20 человек, и она очень сильная, потому что наша работа – всегда стремиться к лидерству в технологии. Насколько у нас это получается – судить нашим заказчикам.

Есть ли продукт, который можно назвать «визитной карточкой» компании Zestron?

У нас есть четыре бренда средств отмытки: Zestron – материалы на основе растворителей; Vigon – двухфазные средства на водной основе; Hydron – также средства на водной основе, но однофазные; наконец, Atron – средства на основе ПАВ.

Наверное, назвать то или иное средство «визитной карточкой» было бы не совсем верно, поскольку все они предназначены для различных задач, и их популярность в большой степени зависит от конкретного рынка. Но я могу сказать, что продукты под брендом Vigon особенно широко распространены и хорошо известны в мире. Они занимают лидирующие позиции на глобальном рынке среди средств на водной основе для удаления флюсов. Эти материалы очень надежны благодаря, в частности, широкому окну процесса.

На выставке productronica большинство производителей оборудования говорят об «Индустрии 4.0», о том, как меняются их решения для того, чтобы помочь реализации этой концепции. Как этот тренд отражается на деятельности вашей компании, основным продуктом которой являются материалы для отмытки?

Для нас «Индустрия 4.0» – это прежде всего обслуживание по состоянию. В технологии отмытки важно понимать не только текущее состояние ванны, но и то, как долго она еще будет находиться в приемлемом состоянии. Нужны прослеживаемые данные, которые говорили бы системе, что, например, сейчас процесс еще находится в пределах допустимого окна, но через два дня потребуются пополнить ванну раствором отмытки. Это очень важный во-



Марк Черубин

прос для обеспечения устойчивого качества выполнения процесса, но в то же время очень сложный.

Когда вы имеете дело с такими параметрами, как температура или давление, измерить их обычно труда не составляет. Но, например, когда речь идет о точном измерении концентрации, всё гораздо сложнее. В этом направлении серьезным шагом стала разработка устройства Zestron Eye – цифровой системы мониторинга, обеспечивающей точное измерение концентрации средства отмытки в ванне в реальном времени.

«Индустрия 4.0» – очень важный тренд, особенно в Германии. И хотя нам еще предстоит решить ряд задач в этой области, с уверенностью можно сказать, что мы можем предлагать решения для реализации этой концепции.

Лаборатории аналитических подразделений в г. Ингольштадт нам показал руководитель по маркетингу и менеджер продукции компании Zestron Марк Черубин (Mark Cherubin).

Господин Черубин, какие задачи решаются аналитическими подразделениями Zestron?

Хотя технология отмытки является основной областью деятельности компании, главная наша задача – принести пользу заказчику. А заказчику в конечном счете важно не то, насколько чистое его изделие, а то, насколько оно надежное. Отмытка может быть



Тренинг Zestron Academy

важным, иногда ключевым фактором обеспечения надежности, но – не единственным.

Если наш заказчик сталкивается с некоторой проблемой, он обычно видит ее последствия, например, отслоение покрытия. Но для того чтобы устранить эту проблему, необходимо понять, что ее вызвало, какова ее первопричина. А это невозможно сделать без аналитических исследований.

Первопричиной подобных дефектов могут быть не только загрязнения, но и другие явления, связанные с состоянием поверхности, которые могут образовываться на различных этапах производственного процесса. Поэтому, помимо тренингов по отмывке в рамках Zestron Academy, мы проводим для наших заказчиков коучинги, направленные на поиск причин несоответствий и возможностей оптимизации их процессов, выходящие за рамки операций отмывки.

Кроме того, с ростом требований к надежности нашим заказчикам часто требуется помощь в оценке рисков отказа конечного изделия в условиях эксплуатации. Благодаря нашим компетенциям в области анализа и исследований мы часто можем эту помощь оказать.

Чем отличаются тренинги от коучингов?

Тренинги – это групповые мероприятия, на которые приходят представители разных компаний, желающие больше узнать о процессах отмывки, о том, как их правильно построить и достичь наилучшего результата. Эти мероприятия проводятся на нашей территории, в том числе в лабораториях аналитических подразделений.

Коучинг же проводится только для одного заказчика и, как правило, направлен на решение конкретной проблемы, с которой этот заказчик к нам обратился. В таких случаях наши специалисты выезжают к клиенту, знакомятся с его техпроцессами, исследуют конкретные изделия. Часто эти мероприятия



Сканирующий электронный микроскоп (слева) и ИК-Фурье-микроскоп (справа)

сопровождаются подписанием соглашения о неразглашении конфиденциальной информации. И, как я уже говорил, причина дефекта необязательно лежит в области отмывки. Поэтому у нас есть и оборудование, и специалисты, способные выявлять различные состояния поверхности изделий. То, с чем мы имеем дело, всегда относится к поверхностным состояниям. Внутренние состояния, такие как, например, трещины в паяных соединениях, не входят в сферу нашей компетенции.

Какие инструменты используются для аналитических исследований?

Здесь, в г. Ингольштадт, у нас есть два аналитических подразделения. Они расположены в разных зданиях, потому что одно из них работает в тесной связи с подразделением разработки, а второе в большей мере относится к стандартным исследованиям, связанным с применением процессов отмывки.

Начнем с первого из перечисленных подразделений. Здесь имеются приборы разной сложности, начиная с микроскопа, который несмотря на свою простоту остается очень полезным инструментом. Но здесь же расположены, например, две установки для ИК-спектроскопии. Разница между ними в том, что с помощью первой – ИК-Фурье-микроскопа – вы можете выполнять измерения составов на поверхностях, а вторая – это классический спектрометр, предназначенный для работы с жидкостями, порошками и т. п.

Для чего нужны спектрометры в приложении к электронике?

В прибор, работающий с материалами, можно поместить, допустим, небольшое количество флюса и измерить ИК-спектр, который в дальнейшем будет использоваться в качестве эталонных данных. А с помощью ИК-Фурье-микроскопа можно выявить наличие остатков флюса на электронной сборке.



Установка ионной хроматографии

Этот метод позволяет выявлять органические загрязнения, такие как остатки флюса, жиры и т. п., что очень важно, например, если заказчику нужно нанести на электронную сборку защитное покрытие, потому что, если на сборке имеются такие загрязнения, это может привести к отслоению покрытия.

Также в этом помещении есть сканирующий электронный микроскоп (СЭМ). Он тоже применяется для исследования поверхностей?

Да, это не совсем обычный электронный микроскоп: он оптимизирован именно для исследования явлений на поверхности образца, потому что для нас важно знать, что находится на поверхности, а не внутри материала. Классический СЭМ имеет довольно большую глубину проникновения электронного луча в материал. Но нам это не требуется, потому что те проблемы, с которыми мы обычно имеем дело, расположены на поверхности изделия.

Это достаточно новая установка, мы установили ее здесь в конце 2018 года.

Пример применения СЭМ вы можете наблюдать прямо сейчас: моя коллега исследует полупроводниковый кристалл заказчика, который был отмыт, но заказчик обнаружил, что на его поверхности есть что-то необычное. Она уже определила, что это – некоторое органическое загрязнение, и кроме того, она нашла признаки воздействия на сам кристалл. Как я уже говорил, нам важно не только найти проблему, но также выявить ее первопричину и по возможности дать заказчику совет, как ее устранить. Сейчас мы в поиске этой причины, и электронный микроскоп очень в этом помогает.

Этот микроскоп может не только показать увеличенное изображение объекта, но и провести элементный анализ поверхности. Для этого с помощью электронного луча инициируется радиационное излучение материалов объекта, после чего микроскоп



Цифровой оптический микроскоп

«собирает» это излучение и анализирует его на предмет корреляции со спектрами излучения различных элементов. Таким образом можно определить состав поверхности на определенном участке и выявить наличие на ней того или иного химического элемента. Данная установка, в частности, позволяет получить карту участка, на которой различными цветами показаны области, где присутствует соответствующий данному цвету элемент.

Для каких практических задач может применяться элементный анализ?

Допустим, мы видим область, богатую кислородом. Это может означать наличие окисления, коррозии. Большое содержание углерода может быть признаком наличия в соответствующей области остатков флюса.

Интерпретация результатов таких исследований помогает понять, что произошло с изделием, с его поверхностью, установить соответствие этих явлений с тем, как выполняется технологический процесс у заказчика, и в результате найти первопричину проблемы и помочь заказчику ее устранить, что, как я уже говорил, является для нас главной задачей.

Вы сказали, что на второй площадке выполняются более «стандартные» исследования. Значит, и состав оборудования на ней другой, более простой?

Для анализа причин дефектов необходимы различные инструменты. Используя только один инструмент или метод, часто невозможно понять, в чем суть проблемы и какова ее причина. Это чем-то напоминает пазл. Вы получаете часть информации с помощью одного инструмента, часть – с помощью другого и т. д., в результате собирая цельную картину – определяя первопричину дефекта.

Поэтому и те инструменты, которые вы уже видели, и те, которые расположены во втором подраз-



Установки отмывки различных производителей в техническом центре Zestron

деления, могут использоваться в комбинации. Если заказчик обращается к нам с конкретной проблемой и для него проводится коучинг, то мы выполняем расширенные аналитические исследования, которые обычно требуют участия специалистов из подразделения разработки.

Если же заказчику требуется оптимизировать именно процесс отмывки или он только выбирает технологию и выполняет пробную отмывку, ему нужно знать, насколько чистая поверхность его изделий. Тогда подключение специалистов-разработчиков не требуется, и можно обойтись «стандартными» средствами, собранными на этой – второй – площадке, которую мы называем техническим центром.

Здесь есть, например, оборудование, с помощью которого вы можете выполнять исследования, связанные с ионными веществами. Эти вещества могут быть причиной таких дефектов как поверхностная коррозия, электромиграция и др. После выполнения отмывки уровень ионных загрязнений должен быть очень низким. Это один из ключевых факторов обеспечения надежности изделий.

Данное оборудование включает три установки. Первая из них позволяет определить наличие ионных загрязнений на изделии, например, электронной сборке, целиком. Ее принцип действия основан на методе экстракции растворителем. Изделие полностью погружается в растворитель, а затем выполняется измерение электрического сопротивления полученного экстракта, что отражает степень загрязнения ионными веществами всего изделия.

Вторая установка также работает по этому принципу, но позволяет выполнять анализ локальных участков, которые, например, вызывают сомнения у заказчика или являются наиболее критичными.

С помощью третьего прибора – ионного хроматографа – можно определить не только количество ионных загрязнений, но и их состав. Это дает возможность понять, как появились данные загрязнения, какая операция стала их источником. А уже эти данные могут помочь заказчику оптимизировать свой процесс.

Следующая установка – тоже очень полезный инструмент. Она измеряет поверхностную энергию или, иными словами, угол смачивания. Это позволяет судить о том, насколько данная поверхность обладает гидрофильными или гидрофобными свойствами. Например, если вы планируете наносить на поверхность печатного узла защитное покрытие, лучше, если поверхность будет гидрофобной.

Именно гидрофобной? Почему?

Если говорить строго, это зависит от конкретного типа покрытия. Но в большинстве случаев – именно гидрофобной. Потому что большинство самих покрытий гидрофобные, а адгезия тем лучше, чем меньше различие между поверхностными энергиями покрытия и основания.

Кстати, остатки флюса как раз обычно снижают гидрофобность поверхности и тем самым ухудшают адгезию покрытий.

Еще одна установка предназначена для проверки качества нанесения покрытий. Принцип ее действия заключается в том, что узел с нанесенным покрытием погружается в ванну с водой, на него подается напряжение, и на участках, где покрытие нанесено недостаточно качественно, начинают формироваться пузырьки газа, что и является индикатором наличия несоответствия, поскольку если покрытие нанесено правильно, между проводниками и водой нет контакта и пузырьки под действием электрохимических процессов образоваться не могут.

На этой площадке также присутствуют микроскопы. Это обычные оптические приборы?

Вообще говоря, мы применяем микроскопы трех типов. Вы уже видели на первой площадке два типа микроскопов: обычный оптический и СЭМ.

Здесь у нас тоже есть обычный стереомикроскоп, но, кроме того, на этой площадке расположен цифровой оптический микроскоп. В каком-то смысле он занимает промежуточное положение между стереомикроскопом и СЭМ. В электронном микроскопе изображение получается с помощью детектора электронов, которое потом можно сохранить на диске или посмотреть на экране монитора. В обычном оптическом микроскопе «рабочей частицей» является не электрон, а фотон, а в качестве детектора выступает наш глаз.

В этом же приборе, так же, как и в стереомикроскопе, используются фотоны, но детектор – цифровой. Его увеличение достигает 2 000X, и еще он очень быстрый: с его помощью можно получать снимки один за другим. Фактически, этот микроскоп является для нас стандартным инструментом: мои коллеги исследуют поступающие к нам платы, сборки и другие изделия именно с помощью этой установки, чтобы предварительно выявить наличие проблем.

Вы сказали, что в этом подразделении часто проверяется степень чистоты после пробной отмывки, которую выполняют заказчики, еще только выбирающие технологию и оборудование для этой операции. Могут ли такие заказчики выполнить пробную отмывку на вашей базе?

Да, действительно, часто наши клиенты приезжают к нам, чтобы определиться с тем, как им следует выполнять отмывку их изделий. Многие из них не являются специалистами по отмывке, они еще только выбирают подходящее для них решение. Им нужно получить базовое представление о том, что сейчас имеется на рынке и как подойти к реализации этого процесса.

Это похоже на то, как большинство из нас выбирает автомобиль. Например, я не специалист в автомобилях и чтобы понять, что именно мне нужно, я могу посетить несколько компаний-производителей и сравнить то, что они предлагают. Но, во-первых, это займет достаточно много времени, а во-вторых – мне придется в основном

общаться с продавцами, которые, конечно, смогут подобрать автомобиль данного конкретного производителя, который соответствует моему бюджету, но будет ли их совет непредвзятым? Конечно, более удачным для меня было бы общение с экспертом в области автомобилей, основной бизнес которого – консультации для таких клиентов, как я, и который смог бы мне показать автомобили разных производителей за один день.

Именно эта идея и реализована у нас. Это своего рода демозал. Здесь собрано оборудование от большинства ведущих производителей из разных стран, отличающееся и по принципу работы, и по производительности, и по ценовой категории. Сейчас в нашем центре находятся не все установки: некоторые из них мы забрали в Мюнхен на наш стенд на выставке productronica.

Заказчики приезжают к нам со своими платами, проводят здесь один-два дня, получают консультации наших технологов – не продавцов, а инженеров по техпроцессам. На основе полученной информации они делают вывод, какой процесс и какое оборудование им подходит лучше всего.

Естественно, мы часто слышим вопрос: «Какое оборудование сейчас самое лучшее?» Заказчики задают его, потому что ожидают, что мы, имея опыт работы с установками разных производителей, должны знать, какая машина лучше всех.

Однако наш ответ на такой вопрос всегда звучит так: «Это зависит от ваших потребностей». Ведь и про автомобили мы не можем сказать, что какая-то определенная модель – лучшая для всех. Например, если вы передвигаетесь только по городу, наверное, вам лучше подойдет небольшой экономный автомобиль, а если вы ездите по бездорожью – то, вероятно, мощный автомобиль с большим дорожным просветом.

Поэтому прежде чем выполнить пробную отмывку платы заказчика на различных установках, мы выясняем у него, каков его бюджет, каков объем выпуска, какие требования предъявляются к чистоте поверхности его изделий, какое у них конечное применение и т. п. После этого мы выбираем несколько установок, которые могут подойти данному заказчику, и проводим на них пробную отмывку. Обычно это три-четыре установки, а иногда и меньше.

За год наш технический центр посещают около 400 заказчиков – как в рамках тренингов, так и просто познакомиться с различными технологиями и оборудованием и выбрать для себя оптимальное решение. Наши компетенции и технические возможности помогают им определиться с выбором, а тем клиентам, которые сталкиваются с проблемами на реальном производстве – выявить первопричину этих проблем и улучшить свои процессы, даже если данные проблемы вызваны причинами, не связанными с отмывкой.

Спасибо за интересный рассказ.