

В ПЛЕНОЧНОЙ КЛАВИАТУРЕ ВАЖНО ВСЕ

Рассказывает генеральный директор

ООО "НПП "Вита-Принт" Е.В.Боткин

Лицевая панель с элементами управления и индикации – неотъемлемая часть практически любого электронного прибора промышленного или бытового назначения. На смену металлическим панелям с механическими переключателями все чаще приходят пленочные клавиатуры и лицевые панели. Основная технология, применяемая при изготовлении пленочных клавиатур, – трафаретная печать. Считается, что трафаретная печать – это очень просто, поэтому многие компании наряду с производством рекламно-сувенирной продукции с легкостью берут заказы на изделия индустриального назначения – лицевые панели и пленочные клавиатуры.

В результате у заказчика возникают проблемы, которых никто не ожидал. Клавиатуры отклеиваются, теряют работоспособность, трескается лицевая пленка или краска и т.д. Оказывается, что не все так просто. Очевидно, что не все российские производители электроники имеют достаточно информации и опыта использования пленочных клавиатур. Чтобы восполнить этот пробел, мы обратились к Евгению Владимировичу Боткину, генеральному директору научно-производственного предприятия "ВИТА-ПРИНТ", с просьбой рассказать об особенностях применения пленочных клавиатур.

Выбор на компанию "ВИТА-ПРИНТ" пал, поскольку она работает на рынке трафаретной печати 27 лет, последние 16 из них – исключительно в области индустриальных приложений. Кроме продукции для автомобильной промышленности, компания выпускает и пленочные клавиатуры, используя наиболее совершенные на рынке материалы компании MacDermid Autotype.

Евгений Владимирович, на чем специализируется НПП "ВИТА-ПРИНТ"?

С 1983 года мы начали заниматься трафаретной печатью и были одной из первых хозрасчетных организаций Нижнего Новгорода (тогда еще Горький). Последние 16 лет занимаемся только индустриальными задачами, включая автомобильную промышленность. Система качества сертифицирована по ISO 9001 с 2001 года. Характерный пример нашего "трафаретного продукта" – приборные панели для автомобилей "Лада-Калина", "Лада-Приора" и др.

Сегодня помимо трафаретной печати, мы работаем еще в двух направлениях – производство объемных эмблем с полиуретановым покрытием и так называемый "конвертинг", т.е. перерабатываем всевозможные полимерные материалы (клеякие ленты, пены, пленки и т.д.) в конечные изделия

нужной конфигурации по требованиям заказчиков. Для этого у нас есть все возможности, поскольку компания оснащена рулонными и планшетными плоттерами, устройствами лазерной резки, листовыми высекальными прессами, рулонными машинами (плосковысекальными и ротационными), ламинаторами, гильотинами и т.п.

Последние пять лет мы производим не только лицевые панели, но и пленочные клавиатуры, в том числе со встроенными элементами светодиодной индикации. Технологически это направление является для нас частью направления трафаретной печати.

Почему к производству пленочных клавиатур вы приступили всего пять лет назад?

Принципиально то, что компания ориентирована на качество продукта, а не только на объемы продаж. Клавиатура – это не просто на-

клейка, а функциональная часть прибора. Выход ее из строя – гарантийный случай, возврат прибора из эксплуатации, затраты на ремонт, ущерб для репутации нашего заказчика. Понимая свою ответственность, мы начали производство клавиатур, когда к этому были все предпосылки – качественные материалы и технология, потребность рынка и главное – полная готовность предприятия.

На отработку технологии у нас ушло больше года. Это при том, что мы уже имели большой опыт в трафаретной печати, новейшее оборудование, действующую систему качества, команду профессионалов. Тем не менее, полтора года мы занимались внутренним развитием – тестировали материалы, создавали методики, учили персонал, проводили испытания, одним словом, осваивали технологию, никому ничего не поставляя. И только когда научились создавать серийный продукт, удовлетворяющий самым высоким требованиям по качеству и надежности, начали принимать заказы.

С самого начала мы использовали материалы производства MacDermid Autotype – компании, которая является мировым лидером в производстве материалов для пленочных клавиатур (полиэстеровые пленки для лицевой части и для печати проводников, текстурные и просветляющие лаки и др.*). Для нас ценность поставщика измеряется еще и оперативностью технической поддержки, потребность в которой существует всегда.

Как устроена пленочная клавиатура?

Клавиатура представляет собой пакет из нескольких слоев, склеенных между собой. С обратной стороны имеется клеевой слой для монтажа клавиатуры на лицевую часть прибора. Для подключения к плате служит один или несколько шлейфов (рис.1).

Лицевую поверхность формирует пленка, на обратную сторону которой нанесено изображение. Далее следует ряд клеевых слоев, между которыми располагается схема – слой с токопроводящими элементами, светодиодами и мембранными замыкателями (рис.2). Шлейф является частью пленки с токопроводящим рисунком. Токопроводящие дорожки формируются посредством серебрясодержащей пасты, ламели контактов защищены графитовой пастой. Светодиоды и другие элементы схемы, если необходимо, мон-

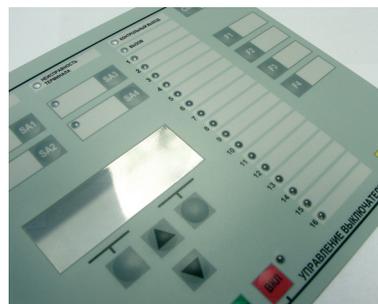


Рис.1. Пленочные клавиатуры на основе материалов MacDermid Autotype

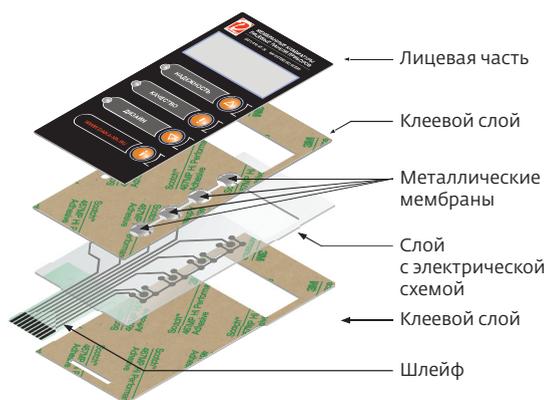


Рис.2. Структура клавиатурного пакета

тируются с помощью нескольких составов – фиксирующий клей, токопроводящий клей, герметик для защиты мест контактов (рис.3).

В клавиатуре может быть один или два слоя с токопроводящим рисунком. Два слоя нужны

* Козлов-Кононов Д. Пленки MacDermid Autotype для электронного оборудования. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2011, №1, с.98–102.

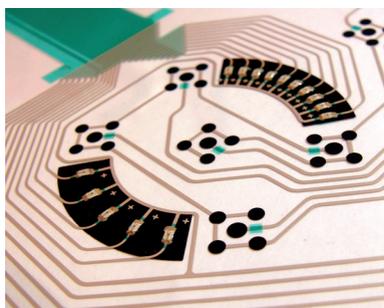


Рис.3. Светодиоды и контактные площадки клавиатуры на слое электрической схемы

для конструкции без металлических мембран, а также для реализации сложных схем с пространственно пересекающимися проводниками (например, в случае матричной клавиатуры) – аналогично двухсторонним печатным платам. Разумеется, это усложняет конструкцию.

Даже из этого краткого описания понятно, что в клавиатуре не может быть несущественных элементов, проблемы с любым из них могут вывести из строя все изделие. Ведь клавиатура испытывает серьезные механические нагрузки, в том числе по боковому сдвигу, подвергается воздействию различных активных сред, должна работать в широком диапазоне температур и т.п.

Уникальность материалов MacDermid Autotype в том, что клавиатура на их основе выдерживает 5 млн. нажатий. Реально даже больше, поскольку на 5 млн. нажатий заканчиваются испытания. Для сравнения – клавиатура на основе поликарбонатных пленок выдерживает 50–100 тыс. нажатий, после чего трескается лицевая пленка, нарушается герметичность и т.д. Мы проводим периодические испытания различных конструкций наших клавиатур, измеряя сопротивление контакта при каждом нажатии. Допускается максимум три ошибки на 5 млн. нажатий с частотой около 1 Гц. При такой частоте на 5 млн. нажатий требуется 1080 ч испытаний – это 45 суток.

Полиэстеровые пленки MacDermid Autotype стойки к целому ряду химических веществ, например к воздействию углеводородных соединений (бензин, масла и т.п.). Этим они выгодно отличаются от поликарбонатных пленок. Следовательно, только такие пленки можно использовать в клавиатурах для бензозаправок, в тестовом автомобильном оборудовании и т.п.

Мембранный переключатель в клавиатуре защищен по классу IP65. Можно делать и более стойкие изделия, выдерживающие погружения в жидкость. Герметизацию клавиатуры обеспечи-

вают клеящие слои, поэтому к ним предъявляют достаточно серьезные требования. Кроме того, именно клеевые слои должны выдерживать сдвигающие нагрузки, защищая пакет от сдвига одного слоя относительно другого. Внешний клеевой слой должен обеспечивать высокую адгезию к различным поверхностям.

Стандартный температурный диапазон – от -30 до 60°C, но при высокой влажности (более 60%) верхняя планка снижается до 50°C.

Для лицевой поверхности используются только материалы MacDermid Autotype?

Для лицевой части клавиатуры лучше материалов нет. MacDermid Autotype производит как глянцевые пленки, так и пленки с различными текстурными покрытиями. Есть пленки для решения специфических задач – с антистатическим покрытием, которое предотвращает накопление статического заряда, пленки с антимикробным покрытием, которые незаменимы для медицинских приборов, поскольку препятствуют размножению бактерий в течение нескольких лет, и др. Есть пленки для получения специальных эффектов, например для имитации металлической поверхности, обработанной щеткой (Brushed). Эффект металла создает краска, нанесенная с обратной стороны. У других производителей пленок с таким эффектом для клавиатур просто не существует.

Сама пленка прозрачная, изображение наносится с обратной стороны, поэтому его невозможно повредить. Лицевая сторона пленки покрыта твердым лаком, который, собственно, и определяет ее текстуру. Чтобы сформировать окно индикатора, наносится специальный просветляющий лак, который заполняет элементы текстуры, делая пленку прозрачной. Можно использовать и изначально глянцевую пленку, но это не всегда удобно – остаются отпечатки от пальцев и т.п. Поэтому в большинстве применений используются матовые тестурированные пленки с просветляющим лаковым покрытием окна.

Как формируются клавиши клавиатуры?

Клавиши могут быть плоскими или формованными (рис.4, 5). Формовка производится при нагреве 60–70°C, в зависимости от толщины пленки и требуемой высоты купола клавиши. Форма купола может быть разной, но самая надежная – в виде полусферы. При сложной форме купола возникают дополнительные локальные напряжения в пленке, что снижает ресурс клавиатуры – появляются микротрещины, через них внутрь может попадать влага, что приводит к ускоренному разрушению контактов.

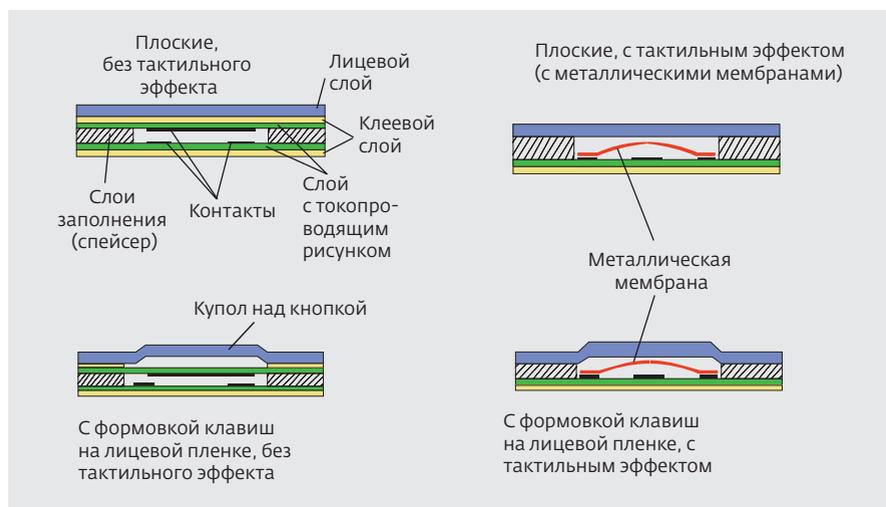


Рис.4. Варианты реализации клавиатур – плоских и с формованным куполом, с металлическими мембранами и без них

Формовка купола нужна для улучшения эргономики изделия, так как формованную клавишу легко найти. Кроме этого внешний вид изделия от этого заметно выигрывает. Сам по себе купол заметного тактильного эффекта не обеспечивает, поскольку толщина лицевых пленок обычно составляет 150 или 180 мкм.

Для получения тактильного эффекта используются металлические мембранные замыкатели (рис.6). Характерный щелчок при нажатии позволяет понять, что произошло замыкание и сильнее жать на клавишу не нужно. Мембраны различаются по диаметру и усилию нажатия. Диаметр варьируется в диапазоне 8-20 мм, с рабочим ходом от 0,33 до 1,16 мм. Для мембран диаметром 10-12 мм есть ряд стандартных усилий нажатия, например, 220 и 280 г. Для больших мембран (20 мм) возможно нормированное усилие вплоть до 3 кг.

Важно помнить, что на кнопку можно нажимать, только если клавиатура лежит на жесткой поверхности – иначе купол мембраны пройдет ниже точки контакта, мембрана выйдет из зоны упругой деформации и может просто сломаться. Поэтому нельзя пользоваться пленочной клавиатурой навесу – ее обязательно нужно располагать на жесткой основе.

Каковы конструктивные особенности шлейфа?

Шлейф представляет собой продолжение слоя с токопроводящими элементами и служит для подключения к плате прибора. Шаг проводников может быть 2,54 или 1,00 мм. Открытые контактные площадки шлейфа покрыты графитовой пастой и подключаются к плате через разъем с нулевым или малым усилием сочленения (ZIF/LIF). При высоких вибрационных нагрузках такие

разъемы не рекомендованы. В этом случае на шлейф устанавливается надежный разъем на соответствующее число контактов, особенность которого – шаг только 2,54 мм. Покрытие контактов в раземе зависит от условий эксплуатации. Стандартные контакты имеют никелевое покрытие. Для агрессивных сред рекомендуется использовать позолоченные контакты.

В зоне выхода шлейфа из тела клавиатуры проводники покрыты диэлектриком. Он защищает их от воздействия влаги, которое ведет к миграции серебра и короткому замыканию. Шлейф может иметь дополнительный пленочный слой для защиты от механических повреждений.

Поскольку шлейф – это часть рабочего слоя клавиатуры, его не делают слишком длинным – ведь тогда площадь (и стоимость) токопроводя-

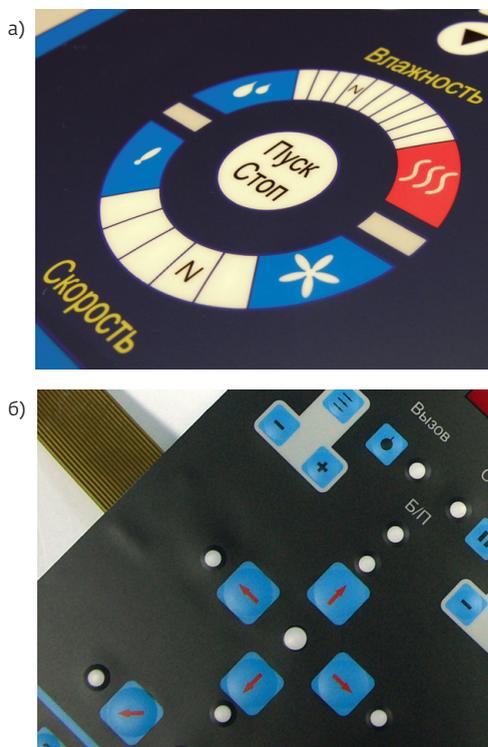


Рис.5. Лицевые поверхности клавиатур с плоскими (а) и объемными (б) кнопками

щего слоя увеличится пропорционально длине шлейфа. Сам шлейф нельзя изгибать с радиусом менее 2,5 мм, "ломать" и т.п.

Клавиатуры каких размеров можно производить?

Есть несколько операций, которые могут ограничивать размер. Скажем, без формовки клавиш мы можем изготовить клавиатуру размером 500×700 мм. При наличии формовки клавиш максимальные габариты составляют 300×500 мм, что определяется форматом прессы для формовки. Разумеется, целесообразно оптимизировать площадь клавиатуры, поскольку она со-



Рис.6. Металлические мембраны

стоит из нескольких слоев, и лишняя площадь будет ощутимо влиять на цену. Клавиатуры больше чем 300×300 мм встречаются редко, хотя есть и исключения, когда большое изделие насыщено элементами управления и такой размер оправдан.

Можно ли для экономии денег заказывать клавиатуры с большой лицевой поверхностью, под которой остальные слои (сам клавиатурный пакет) существенно меньше? То есть делать большую лицевую панель с небольшой клавиатурой?

Технически это возможно. Однако на этапе сборки прибора заказчик столкнется с проблемой. Ведь чтобы реализовать такую конструкцию, на лицевой панели прибора необходимо выполнить два уровня занижения – под пленку лицевой части (например, 0,18 мм) и под клавиатуру (например, 0,8 мм). Но добиться идеального соответствия всех этих уровней невозможно, и перепад в 20–30 мкм по контуру тела клавиатуры будет виден на лицевой части.

Именно поэтому необходимо консультироваться с производителем клавиатур еще на этапе разработки прибора. Это позволит спроектировать клавиатуру, которая идеально впишется в прибор с точки зрения дизайна, эргономики, схемных решений, срока эксплуатации. Производители оборудования часто оказываются заложниками дизайнеров, которые не думают о том, какие технические решения будут (а главное – могут быть) применены.

Каков срок изготовления клавиатур?

Для нового изделия этот срок составляет около шести недель с момента согласования всех технических требований. В общих чертах процесс включает разработку чертежа клавиатуры в соответствии с внутренним стандартом предприятия, разработку технологической документации, подготовку файлов для печати, изготовление и контроль печатных форм, изготовление и контроль вырубных штампов и оснастки для формовки, печать и формовку лицевой части, печать схемы, установку SMD-компонентов, изготовление клеевых слоев, сборку клавиатуры, окончательную вырубку, контроль работоспособности 100% изделий. Понимая процесс, такой срок уже не кажется слишком большим. Для повторных заказов срок изготовления составляет около четырех недель.

На какой стадии разработки прибора есть смысл обращаться в вашу компанию?

Честно говоря, чем раньше, тем лучше. Иногда "просто разговор" помогает людям избежать раз-

работки тупиковых идей. Когда заказчик понял, что это будет за прибор, его габариты и функциональность, уже можно рассчитать цену, провести первичный анализ. Наш подход состоит в том, чтобы предлагать клиенту готовые решения. Для этого мы готовы тратить время на анализ задачи, чтобы предложить оптимальную конструкцию со всех точек зрения. Эта конструкция не всегда самая дешевая, но клавиатура – это не наклейка, чтобы на ней экономить. Наше изделие будет работать столько, сколько нужно, и в тех условиях, в которых нужно.

При разработке клавиатуры необходимо соблюдать определенные правила, например, расстояние между клавишами, положение места, где выходит шлейф и другие. Основные моменты сведены в руководство по разработке клавиатуры, которое мы предоставляем своим клиентам, но все нюансы описать невозможно. Мы охотно консультируем по всем упомянутым вопросам. По желанию клиента мы можем полностью разработать клавиатуру, включая дизайн внешнего вида. В любом случае, без конструкторской документации мы не работаем.

Тут возникает важный нюанс. НПП "ВИТА-ПРИНТ" – это производственная компания, где вся деятельность ведется в соответствии с ISO9001. Система менеджмента качества требует соблюдения определенных правил организации производственного процесса, и мы, как сертифицированная компания, не можем его нарушать, т.е. мы не можем принять заказ без чертежа, без четкого технического задания или по телефону. Небольшим клиентам иногда не под силу выполнить такие требования.

Для решения этой проблемы мы создали дочернюю фирму – "Дана-НН". По сути, это обособленный отдел продаж, основная функция которого – понять требования клиента, формализовать требования к изделию, выполнить чертеж, макет, согласовать его с заказчиком и передать в производство. Именно "Дана-НН" участвует в выставках, содержит демонстрационный зал, офис для работы с клиентами и т.д. НПП "ВИТА-ПРИНТ" работает напрямую с крупными заказчиками, например – с автомобильными заводами, зачастую поставляя продукцию на конвейер.

Помимо клавиатуры и светодиодов, какие еще электронные элементы можно использовать в лицевых пленочных панелях?

Кроме светодиодов, в слое с электрической схемой можно использовать практически любые SMD-компоненты, активные и пассивные. Ограниче-

ния в том, что компоненты не паяются, а клеятся посредством специальных токопроводящих клеев. Соответственно, мощностные характеристики таких компонентов ограничены. Например, предельный ток в токопроводящей дорожке – 100 мА.

Но каждая проблема имеет решение. Ограничения по току можно преодолеть, если использовать жесткую печатную плату или гибко-жесткую печатную плату на полиамидной основе. Мы выполняем такие проекты. Конечно, печатные платы сами не производим, но обеспечиваем весь процесс. Очевидно, что в случае применения жестких и гибко-жестких печатных плат вариантов конструкций существенно больше. Можно использовать любые типы кнопок и элементов управления, приборы с мощной нагрузкой. Это может быть крупная панель из стеклотекстолита, армированная дополнительным слоем алюминия, в которую врезаны тумблеры, кнопки – да все, что угодно, плюс пленочная клавиатура. Можно создавать функциональную лицевую панель. Вариантов очень много.

В заключение еще раз обращаю внимание: пленочная клавиатура – это сложное изделие, параметры которого должны строго соответствовать планируемому применению. Надлежащее проектирование изделий – обязанность каждого серьезного производителя. Под проектированием я понимаю не столько разводку схемы, сколько анализ технических требований, выбор материалов и конструкции клавиатуры, оптимизацию остальных параметров. Только в этом случае данная технология проявит себя исключительно с положительных сторон.

Желаю всем удачи!

Спасибо за интересный рассказ.

*С.Е.В. Боткиным беседовали
И.В.Шахнович и О.М.Овсиенко*