

Оборудование, проверенное временем: как правильно хранить материалы и компоненты

Л. Чуйкова¹

УДК 621.796 | ВАК 2.2.2

Правильно выбранные условия хранения материалов и компонентов, чувствительных к влаге, помогают избежать различных технологических дефектов, возникающих в процессе монтажа изделий радиоэлектронной аппаратуры. В статье описаны требования международных и российских стандартов к хранению материалов и компонентов. Рассмотрены особенности и преимущества шкафов сухого хранения производства ООО «Совтест АТЕ», проведено сравнение этого оборудования с аналогом китайского производства.

Колебания температуры и влажности окружающей среды могут повлиять на физико-химические свойства материалов. При несоблюдении условий хранения ускоряется развитие некоторых дефектов в материалах, снижающих прочность соединений и конструкций, а также ухудшающих функциональные и электрические характеристики изделий. У ряда материалов происходит химическое разложение и ускоряется старение, что приводит к деградации характеристик. При пониженной температуре наблюдается резкое колебание температуры изделия, вызываемое нагревом во время работы и охлаждением после отключения питания. При изменении окружающей температуры на поверхности и внутри материалов конденсируется влага.

Влажность – один из наиболее опасных воздействующих климатических факторов. Она ускоряет коррозию материалов, изменяет электрические характеристики диэлектриков, вызывает тепловой распад материалов, гидролиз, рост плесени и другие механические повреждения изделий.

При хранении интегральных микросхем (ИМС) в условиях незащищенной среды практически в 100% случаев возникают микротрещины в корпусах ИМС. Корпуса микросхем накапливают влагу, далее в процессе автоматизированной пайки в момент оплавления возникает внутреннее расслоение компонента («эффект попкорна») и появление трещин на поверхности или внутри самого корпуса. В дальнейшем это приводит к дефектам узла и полному разрушению компонента.

Печатные платы также должны храниться в определенных климатических условиях. При повышенной влажности происходит коррозия печатных плат и насыщение их влагой. Это приводит к нарушению паяемости, коррозии внутренних слоев печатных плат, разбрызгиванию припоя и другим дефектам (рис. 1).

Нарушение условий хранения компонентов и материалов для производства изделий электроники – основная причина выпуска дефектной продукции и, как следствие, увеличения издержек в производстве.

ТРЕБОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ И РОССИЙСКИХ СТАНДАРТОВ К ХРАНЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ И КОМПОНЕНТОВ

Согласно международному стандарту IPC/JEDEC J-STD-020C все электронные компоненты в негерметичных корпусах подразделяются по степени чувствительности к влажности окружающей среды на восемь уровней. Каждому уровню соответствует определенный временной промежуток, в течение которого компонент должен быть установлен на плату (табл. 1).

Вне герметичной упаковки корпуса электронные компоненты поглощают влагу из атмосферы, что приводит к появлению различных технологических дефектов, описанных выше. Довольно часто в процессе производства используются не все компоненты из упаковки, а ее повторная герметизация просто невозможна.

Согласно стандарту IPC/JEDEC J-STD-020D, если между распаковкой и пайкой не выдерживается стандартное время 24 ч, а для некоторых компонентов 4 ч, то необходимо корректировать время термообработки (пайки). Если данное время выходит за пределы стандартного, то влагочувствительные компоненты помещаются в специальные

¹ ООО «Совтест АТЕ», ведущий инженер-технолог, lchuiikova@sovtest-ate.com.

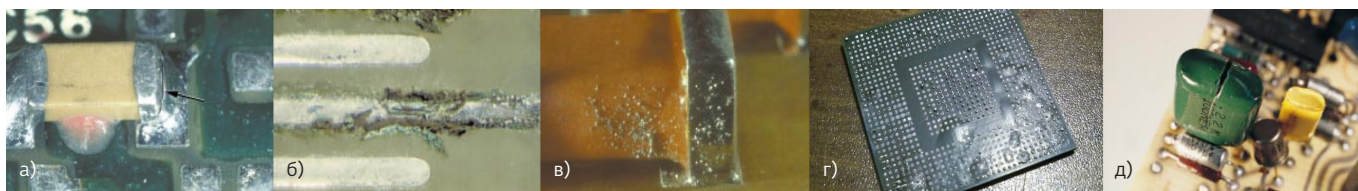


Рис. 1. Примеры дефектов, вызываемых влажностью: а – нарушение целостности компонента и галтели припоя; б – коррозия контактных площадок и проводников ПП; в – разбрызгивание припоя; г – «эффект попкорна»; д – трещина корпуса компонента

шкафы сухого хранения с установленной средой внутри шкафа. Влажность варьируется в диапазоне от 1 до 50%, в зависимости от требуемых технических условий хранения компонентов и материалов.

В 2009 году инженеры «Совтест АТЕ», опираясь на собственный опыт и технологические возможности предприятия, разработали систему сухого хранения. Изначально продукция предполагалась для производственных нужд компании, но после демонстрации на выставке ChipEXPO шкафов серии Sovtest Dry Box (SDB) ею активно заинтересовались и другие производители электроники. Подобная популярность объяснялась не только отсутствием на тот момент аналогов отечественного производства, но, в первую очередь, высоким качеством, оптимальными техническими характеристиками и невысокой ценой.

Всего год спустя, в 2010 году, шкаф сухого хранения серии SDB вошел в перечень ста лучших товаров России и стал одним из победителей одноименного конкурса. С того момента и по сегодняшний день было продано более 2500 единиц данного оборудования. Свое применение оно нашло практически в каждой отрасли промышленности: начиная от производства электроники, заканчивая медициной.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПРЕИМУЩЕСТВО

За более чем 13 лет производства данных систем портфель предприятия пополнился разными моделями шкафов, а также тумбами сухого хранения серии SDB (рис. 2), предназначенными для защиты от влаги материалов, радиоэлементов, печатных плат, электронных блоков и других изделий радиоэлектронной техники.

Конструкция шкафов является пыле- и влагонепроницаемой, что обеспечивает класс защиты от внешних воздействий IP 65 в соответствии с международными стандартами. При этом все конструктивные части оборудования имеют антистатическое исполнение и гарантируют полную защиту размещаемых в них изделий от поражения статическим электричеством.

Шкафы сухого хранения оснащены адаптерами для подключения к локальной сети. Обслуживающее программное обеспечение предоставляет оператору доступ ко всем шкафам, объединенным в ЛВС, позволяя удаленно наблюдать за состоянием их работы и настраивать режимы (рис. 3). В одну локальную сеть можно объединить до 100 и более шкафов.

Шкафы объединяются в сеть по технологии Ethernet посредством коммутирующего сетевого оборудования. ПО работает с контроллерами шкафа по протоколу TCP/IP. Таким

Таблица 1. Уровни чувствительности электронных компонентов к влажности

Уровень	Срок хранения после вскрытия упаковки при условиях ≤30 °C / 60% RH
1	Не ограничен при ≤30 °C / 85% RH
2	365 дней
2а	28 дней
3	7 дней
4	3 дня
5	2 дня
5а	1 день
6	После вскрытия необходимо произвести пайку в течение времени, указанного на упаковке



Рис. 2. Оборудование сухого хранения производства ООО «Совтест АТЕ»: а – тумба SDB 210 ESD; б – шкаф SDB 1106 ESD

образом, оператор может удаленно проводить измерение заданных параметров и управлять, вносить корректировку в режимы работы шкафов. В случае изменения адресации клиентской сети имеется возможность удаленной конфигурации сетевых параметров контроллеров шкафа.

Основные параметры, настраиваемые в обслуживающем ПО, и служебные процедуры: уровень влажности, температура, концентрация азота, запуск и остановка принудительной регенерации. Также оператор может следить за работой блоков управления, узлов осушителя, дверей, датчика подачи азота.

Настройки сетевого подключения, доступные в ПО:

- настройки подключения ШСХ к ПК (IP-адрес, маска подсети, шлюз по умолчанию);
- настройки подключения ПК к шкафам сухого хранения (выбор сетевого интерфейса, порта подключения).

Оператор дистанционно прослеживает работу шкафов сухого хранения,

вносит корректирующие действия в работу любого шкафа, получает графическое представление собранных измерений в сокращенном (за последние 8 ч) или в полном (данные за последний месяц) виде. Загруженные данные при этом отображаются на масштабируемом графике (рис. 4).

Базовым режимом работы линейки шкафов серии SDB является поддержание низкого уровня влажности при температуре 25 ± 5 °С. В случае, если в помещении сравнительно холодно – настолько, что температура хранимых компонентов опускается ниже допустимого значения, – в шкафах сухого хранения серии SDB можно опционально установить устройство обогрева, способное поддерживать температуру до +40 °С (рис. 5а). При наличии специальных требований по предотвращению окисления выводов компонентов шкафы могут быть оборудованы системой подачи инертного газа (рис. 5б). Расход электроэнергии в процессе работы оборудования минимален, потребляемая мощность – 8 Вт.

Шкафы сухого хранения серии SDB позволяют хранить не упакованные во влагонепроницаемый пакет компоненты поверхностного монтажа, обеспечивают быстрый доступ к требуемым элементам и способны в течение короткого времени восстанавливать внутренний уровень влажности после открывания/закрывания двери. В зависимости от требуемых условий хранения компонентов и материалов влажность можно регулировать в диапазоне от 1 до 50%.

Кстати, срок хранения компонентов в условиях относительной влажности менее 5% не ограничен. Таким образом, появляется возможность производить монтаж «точно

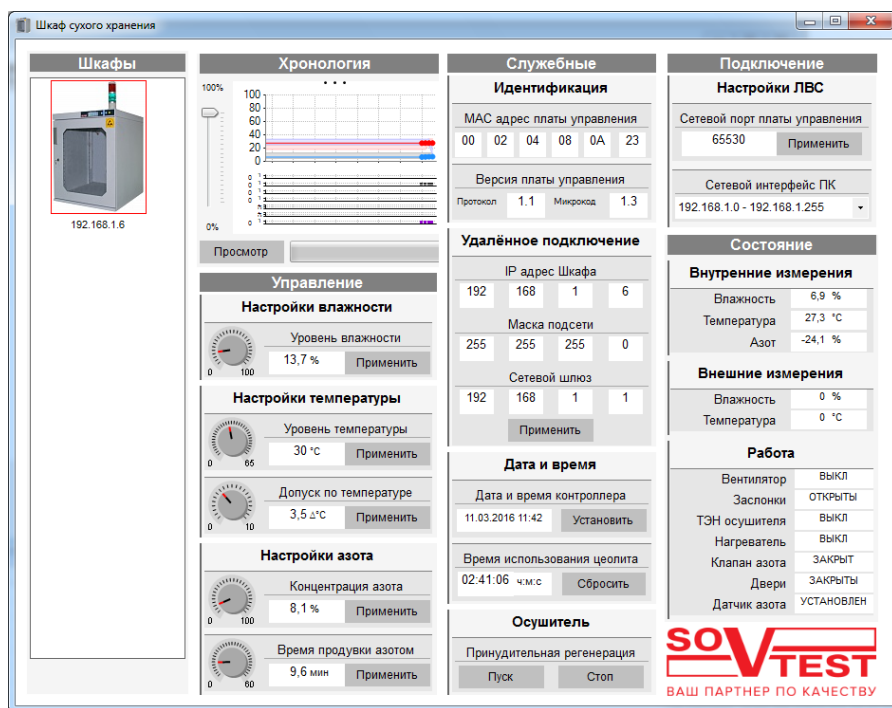


Рис. 3. Настройка и управление режимами работы шкафов сухого хранения

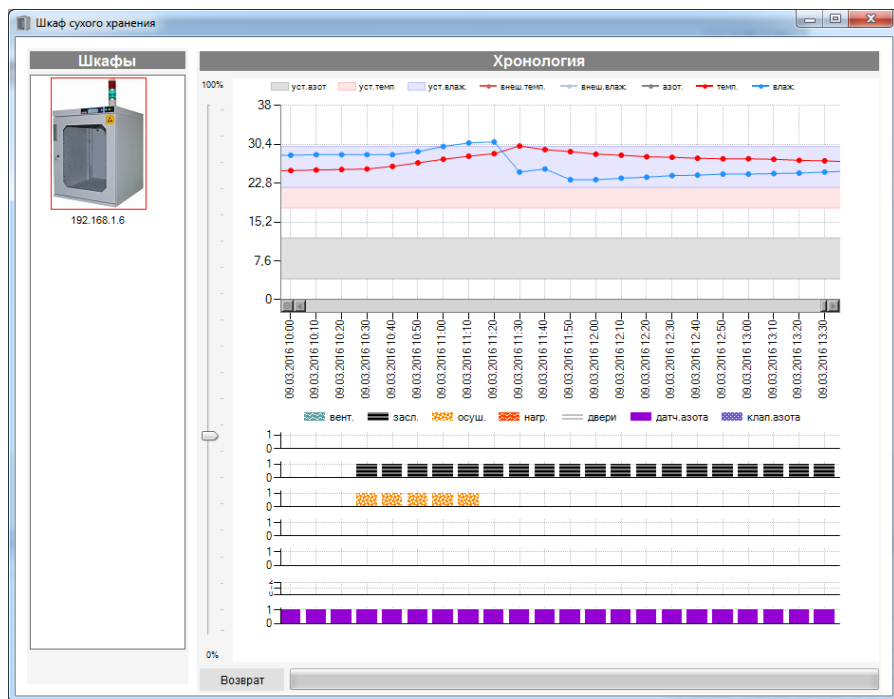


Рис. 4. Хронология изменения параметров работы шкафов сухого хранения

в нужный момент времени» с использованием требуемого количества элементов, которые также могут храниться в катушках, питателях и других габаритных носителях.

СРАВНЕНИЕ С АНАЛОГОМ

Наряду с высоким качеством шкафов серии SDB стоит упомянуть и еще один немаловажный аспект: шкафы производства «Совтест АТЕ» значительно дешевле импортных аналогов. Однако конкурировать в этом вопросе с китайскими производителями сегодня не может, пожалуй, ни одна страна мира. Соответственно, китайские шкафы сухого хранения в силу своей низкой стоимости также пользуются популярностью у российских производителей электроники. Чтобы понимать, есть ли у них (помимо стоимости) принципиальные отличия в технических характеристиках и качестве исполнения, специалисты «Совтест АТЕ» провели сравнительный анализ оборудования.

В качестве объектов исследования были взяты два образца: модель SDB 1106 собственного производства и аналог китайского производства CatecDry 870ES. Исследования проводились по специально

разработанной методике и предусматривали сравнение ряда основных функциональных особенностей и рабочих параметров образцов.

Сравнивая конструктивные особенности, специалисты отметили, что материалы, использованные для изготовления внутренних узлов, отличаются: осушители российского образца – цельнометаллические; корпуса осушителей зарубежного аналога выполнены из пластмассы, что снижает срок службы и надежность изделия в ходе его эксплуатации. Кроме того, у последнего отсутствуют звуковой сигнализатор открытия дверей шкафа и световой сигнализатор режима работы шкафа.

При практически одинаковых наружных габаритах полезный объем шкафов сухого хранения предприятия «Совтест АТЕ» значительно больше, он составляет 989 л против 870 л у китайского аналога.

Эксперты также решили проверить, соответствуют ли реальности заявленные производителем показатели минимальных значений влажности. Проверка показала, что погрешность в заявленных характеристиках у российского образца гораздо ниже, чем у его аналога. Фактическая относительная влажность в шкафу производства «Совтест АТЕ», согласно показаниям внешнего поверенного измерительного устройства, достигла 0,75% при заявленном значении RH 0%±2%, в то время как уровень



Рис. 5. Опциональные блоки шкафов линейки SDB: а – блок с нагревательным элементом для поддержания стабильной температуры внутри шкафа; б – блок контроля и управления функцией подачи инертного газа



Конструирование

Сборка и тестирование электроники

Гибка и резка металла

Изготовление корпусов

Порошковая покраска

Сборка готового изделия

В настоящее время предприятие «Совтест АТЕ» имеет собственный завод с механообрабатывающим производством и линией порошкового напыления, что позволило приступить к серийному выпуску шкафов сухого хранения серии SDB увеличенного объема (рис. 6). Благодаря уменьшению затрат на производство, удалось снизить себестоимость и цену готового изделия.

Изготовление и сборка шкафов ведутся на современном оборудовании, а высокое качество достигается благодаря активному контролю каждого этапа производственного процесса. Во время изготовления и контроля (входной контроль комплектующих, сборка, визуальный контроль сборки узлов, испытания на воздействие статического напряжения, испытания основных параметров изделия) ведется отслеживание каждой единицы выпускаемого оборудования по серийному номеру.

Проверка выпускаемых шкафов выполняется по разработанной инструкции приемо-сдаточных испытаний, которая устанавливает методы и средства проверки характеристик шкафов сухого хранения с помощью поверенных средств измерения. Средства измерения и вспомогательное оборудование готовятся к работе

Рис. 6. На заводе ООО «Совтест АТЕ» реализован полный цикл производства шкафов сухого хранения

влажности внутри аналога смог выйти лишь на отметку 3,6% RH при заявленном значении RH 1%±3%.

Дальнейшие исследования проводились с целью оценки динамических характеристик: времени выхода оборудования в рабочее состояние и точности поддержания заданных режимов. Скорость выхода в рабочее состояние определялась путем измерения времени восстановления заданного порога влажности после того, как в различных комбинациях открывались двери шкафов. Динамические характеристики для обоих образцов дали сходные показатели. А вот точность поддержания заданных параметров в течение длительного времени продемонстрировал только шкаф SDB 1106. Это можно объяснить наличием в нем интеллектуального алгоритма управления осушением с обратной связью. Что касается работы китайского образца, то здесь специалисты зафиксировали всплески влажности, превышающие заданное значение в несколько раз.

Соответственно, нет никаких гарантий стабильности работы данного оборудования.

в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на измерительные приборы.

В ходе проверки заполняется протокол и подтверждается возможность воспроизведения влажности в пределах допускаемых отклонений в диапазоне от 1 до 50% с заданной погрешностью, не превышающей ±2%, и установление пригодности использования оборудования в соответствии с его назначением.

Таким образом, шкафы серии Sovtest Dry Box, несмотря на простоту в эксплуатации и обслуживании, обладают максимальной надежностью в работе, полностью отвечают всем нормам экологичности, безопасности, энергоэффективности и по ряду параметров превосходят зарубежные аналоги по техническим характеристикам и конструкционным особенностям.

Изделия получили декларацию соответствия Таможенного союза, сертификат соответствия требованиям антистатика, сертификат соответствия CE, запись в Едином реестре промышленной продукции. ●



SOVTEST
ВАШ ПАРТНЕР ПО КАЧЕСТВУ

СИСТЕМЫ СУХОГО ХРАНЕНИЯ

Более 13 лет «Совтест АТЕ» производят шкафы и тумбы сухого хранения, предназначенные для защиты от влаги материалов и изделий радиоэлектронной техники.

**ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОВЕРЕННОЕ
ВРЕМЕНЕМ!**



серийный выпуск
систем сухого хранения
с 2009 года



системы экологичны,
безопасны,
и энергоэффективны



максимальная
надёжность в работе



простота и ясность
при эксплуатации

- защита от внешних воздействий IP 65 в соответствии с международными стандартами;
- антистатические конструктивные части изделий;
- изготовление и сборка шкафов на современном оборудовании;
- контроль всех этапов производственного процесса.



SDB 151 / 151 NM



SDB 302 / 302 NM



SDB 702 / 702 NM



SDB 1106 / 1106 NM



SDB 1560 / 1560 FT



SDB 306



SDB 210



А Россия, 305000, г. Курск, ул. Володарского, 49 А
Т +7 (4712) 54-54-17 W sovtest-ate.com E info@sovtest-ate.com