

# Сравнительный анализ шкафов сухого хранения

Л. Чуйкова<sup>1</sup>

УДК 621.796 | ВАК 05.27.06

Технологи, работающие с электронными изделиями, знают, что влажность – один из наиболее опасных факторов окружающей среды, воздействующих на стабильность технологических процессов и качество конечного продукта. Нарушение условий хранения компонентов и материалов для производства изделий электроники часто становится основной причиной выпуска дефектной продукции и, как следствие, увеличения издержек в производстве.

В статье описываются не только основные требования международных стандартов к хранению материалов и компонентов, чувствительных к влаге, но и дается информация по оборудованию для выполнения этих требований. Кроме того, для ознакомления читателя с параметрами, на которые надо обращать внимание при выборе оборудования, дается сравнительный анализ технических характеристик шкафов сухого хранения SDB1106 ESD производства «Совтест АТЕ» (Россия) и Catec Dry 870ЕС (Китай).

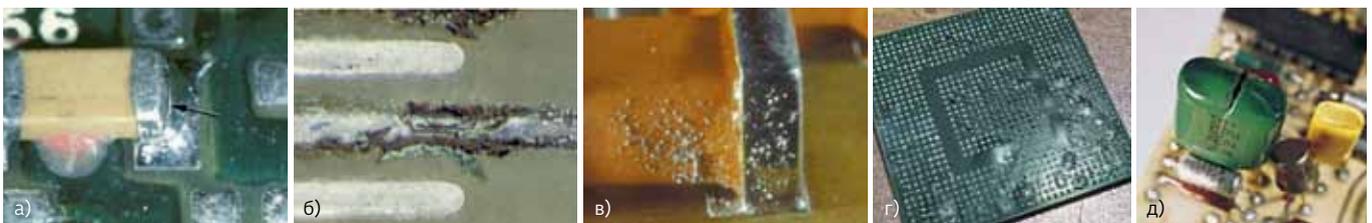
**В**лажность способна вызвать различные механические повреждения радиоэлектронных изделий, например, коррозию внутренних слоев печатных плат, разбрызгивание припоя, нарушение паяемости, тепловой распад материалов, появление микротрещин в корпусе интегральных микросхем (ИМС), «эффект попкорна»<sup>\*</sup> и др. (рис. 1).

Дефекты паяного соединения проявляются в виде трещин или микропор (т. н. «раковин»), которые образуются в результате того, что влага, которую впитал в себя компонент, при пайке начинает испаряться и выходит пузырьками воздуха.

## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ПО ХРАНЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ И КОМПОНЕНТОВ

Согласно международному стандарту IPC/JEDEC J-STD-020С 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).

Зачастую в процессе производства используются не все компоненты из упаковки. В таких случаях оставшиеся



**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

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

\* «Эффект попкорна» – растрескивание микросхем при пайке. Связан с высокой скоростью нагрева при преодолении точки кипения воды (100 °С).

компоненты повторно помещаются в вакуумную упаковку, герметизируются и отправляются на хранение в специальные шкафы – шкафы сухого хранения, которые обеспечивают необходимый уровень влажности.

Если же повторная герметизация упаковки невозможна и заданное время между распаковкой и пайкой превышено – а для некоторых компонентов это время может составлять всего четыре часа, – то их свойства можно восстановить. Обычно это достигается путем просушки компонентов в сушильном шкафу. В отличие от шкафов сухого хранения, которые относятся к технологическому оборудованию, сушильные шкафы оснащены вытяжной системой, буквально вытягивающей влагу из помещенных внутрь изделий или компонентов, и эти шкафы уже относятся к категории испытательного оборудования.



**Рис. 2.** Оборудование сухого хранения производства ООО «Совтест АТЕ»: а – тумба SDB210 ESD; б – шкаф SDB1106 ESD

### СИСТЕМЫ СУХОГО ХРАНЕНИЯ СЕРИИ SOVTEST DRY BOX

Для длительного хранения распакованных компонентов и материалов применяются, как уже говорилось выше, шкафы сухого хранения, обеспечивающие создание контролируемых климатических условий. На сегодняшний день на мировом рынке технологического оборудования представлен широкий спектр шкафов сухого хранения.

**Таблица 1.** Уровни чувствительности электронных компонентов к влажности

Уровень	Срок хранения после вскрытия упаковки при условиях $\leq 30\text{ }^\circ\text{C} / 60\% \text{ RH}$
1	Не ограничен при $\leq 30\text{ }^\circ\text{C} / 85\% \text{ RH}$
2	365 дней
2a	28 дней
3	7 дней
4	3 дня
5	2 дня
5a	1 день
6	После вскрытия необходимо произвести пайку в течение времени, указанного на упаковке

Однако из российских компаний, которые их производят, только одна поставляет это оборудование уже более семи лет, причем не только на предприятия России, но и в страны Таможенного союза и Балтии – ООО «Совтест АТЕ». В номенклатуре продукции предприятия такие системы представлены линейкой Sovtest Dry Box (SDB).

Системы сухого хранения Sovtest Dry Box обеспечивают отсутствие влаги при хранении печатных плат и электронных комплектующих, таких как интегральные схемы, полупроводники и т.д., создавая внутреннюю среду, удовлетворяющую требованиям российских и международных промышленных стандартов\*, которые регламентируют условия хранения и эксплуатации изделий электроники.

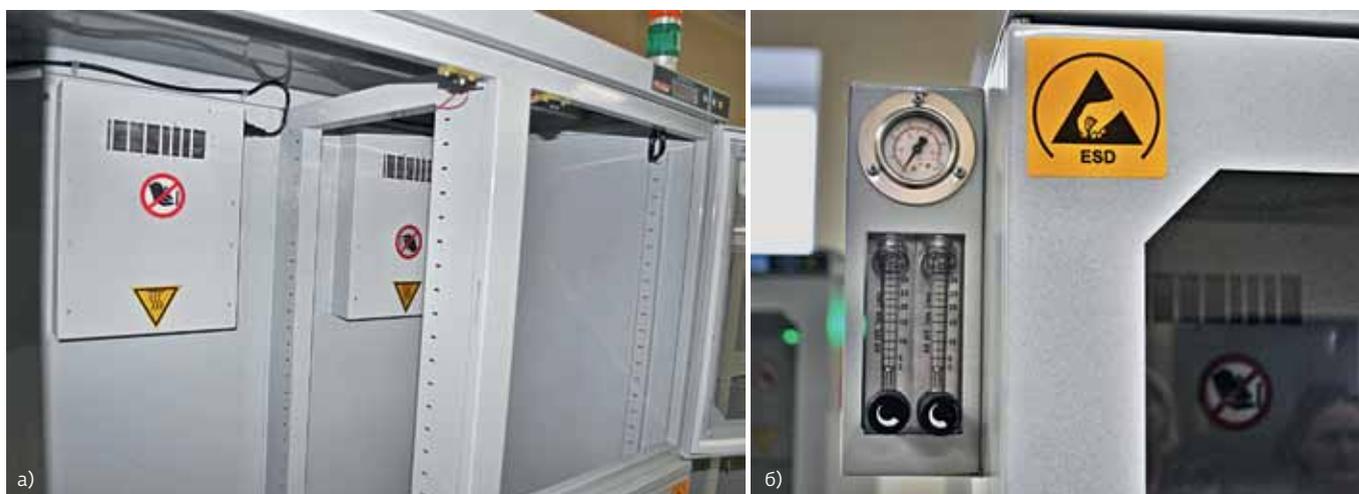
Влагодчувствительные компоненты помещаются в тумбу (рис. 2а) или шкаф (рис. 2б) сухого хранения SDB

\* **IPC/JEDEC J-STD033.** Установка, упаковка, транспортирование и применение чувствительных к влажности и оплавлению SMD-компонентов;

**ГОСТ 21493-76.** Изделия электронной техники. Требования по сохраняемости и методы испытаний;

**ГОСТ 15150-69.** Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды;

**ГОСТ 23216-78.** Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.



**Рис. 3.** 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

с заранее установленными параметрами среды. Влажность варьируется в диапазоне от 1 до 50%, в зависимости от требуемых условий хранения компонентов и материалов.

Базовым режимом линейки шкафов SDB является поддержание низкого уровня влажности при температуре  $25 \pm 5$  °С. В случае, если в помещении сравнительно холодно – так, что температура хранимых компонентов опускается ниже допустимого значения, – в шкафах сухого хранения SDB можно опционально установить устройство обогрева, способное поддерживать температуру до 40 °С (рис. 3а). При наличии специальных требований по предотвращению окисления выводов компонентов шкафы могут быть оборудованы системой подачи инертного газа (рис. 3б).

Шкафы сухого хранения SDB позволяют хранить не упакованные во влагонепроницаемый пакет компоненты поверхностного монтажа, обеспечивают доступ к требуемым элементам в течение короткого времени, способны быстро восстанавливать внутренний уровень влажности после открывания / закрывания двери.

### СРАВНЕНИЕ С АНАЛОГОМ

Специалисты «Совтест АТЕ» провели сравнительный анализ шкафов сухого хранения: модели SDB1106 собственного производства (образец № 1) и аналога китайского производства Catec Dry 870EC (образец № 2), который в силу своей низкой стоимости пользуется популярностью у российских производителей электроники. Исследования проводились по специально разработанной методике и предусматривали сравнение ряда основных функциональных особенностей и рабочих параметров образцов. Условия окружающей среды в помещении, где проводились испытания: 25 °С, RH 60%.

**Конструкция изделий.** Оба образца выполнены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к промышленному оборудованию. Изделия имеют одинаковую конструкцию (сварной стальной каркас) и схожи по внешнему виду, однако лакокрасочное покрытие у образца № 2 нанесено неравномерно. Отличаются также материалы, использованные для изготовления внутренних узлов: осушители образца № 1 – цельнометаллические; у осушителей образца № 2 корпуса выполнены из пластмассы, что снижает срок службы и надежность изделия в ходе его эксплуатации.

По сравнению с системой контроля влажности серии Sovtest Dry Box, образец № 2 имеет малоинформативную двухцветную панель индикации. Кроме того, у него отсутствуют звуковой сигнализатор открытия дверей



**Рис. 4.** Отображение светового сигнализатора открытия дверцы (красные мигающие лампочки) и текущего значения влажности на панели индикации шкафов серии SDB

шкафа и световой сигнализатор режима работы шкафа (рис. 4).

Образец № 1 оснащен эргономичными ручками-замками, предусмотрена возможность установки опорных ножек совместно с колесами или вместо них.

В ходе исследований качества защиты от электростатического разряда оба образца показали полное соответствие требованиям международных стандартов IEC (EN) 6340-5-1/2.

**Функциональные характеристики систем.** При практических одинаковых наружных габаритах полезный объем шкафов сухого хранения предприятия «Совтест АТЕ» значительно больше, он составляет 989 л против 870 л у китайского аналога. Столь заметная разница обусловлена различием технических решений в части размещения осушителей: у образца № 1 они установлены снаружи шкафа, а у образца № 2 – внутри (рис. 5). Примечательно, что в технической документации образца № 2 этот факт не указан.

Согласно официальным техническим характеристикам тестируемых образцов, поддержание заданных значений относительной влажности обеспечивается:

- в диапазоне 0–100% с погрешностью  $[(0...100) \pm 2]\%$  для образца № 1;
- в диапазоне 1–10% с погрешностью  $[(1...10) \pm 3]\%$  для образца № 2.

Во время испытаний на соответствие заявленным характеристикам влажность внутри шкафов сначала была

доведена до состояния окружающей среды (25 °С, RH 60%), после чего дверцы в шкафах были закрыты, шкафы включены, и задан минимальный порог влажности, указанный производителем в технической документации.

Проверка показала, что погрешность в заявленных характеристиках у образца № 1 гораздо ниже, чем у образца № 2. 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 влажности внутри аналога смог выйти лишь на отметку RH 3,6% 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 имеют сходные показатели. На рис. 6 приведен график изменения уровня влажности в образце № 1 после поочередного открытия дверей в различных комбинациях; график, построенный по результатам аналогичного теста для образца № 2, выглядит практически так же.

Оценка точности поддержания заданных параметров в течение длительного времени проводилась по



Рис. 5. Размещение осушителей: а – в образце № 1; б – в образце № 2

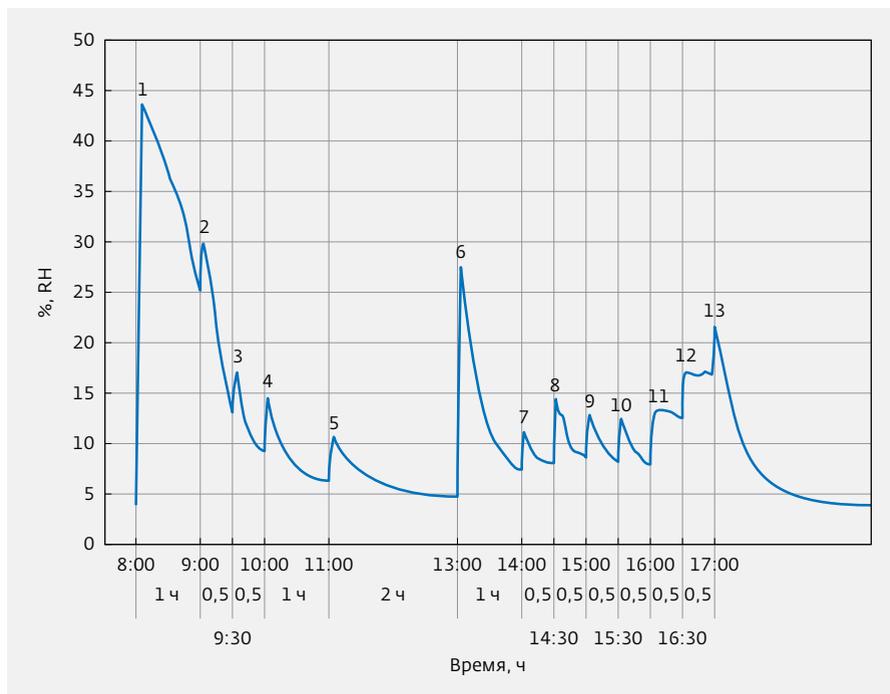
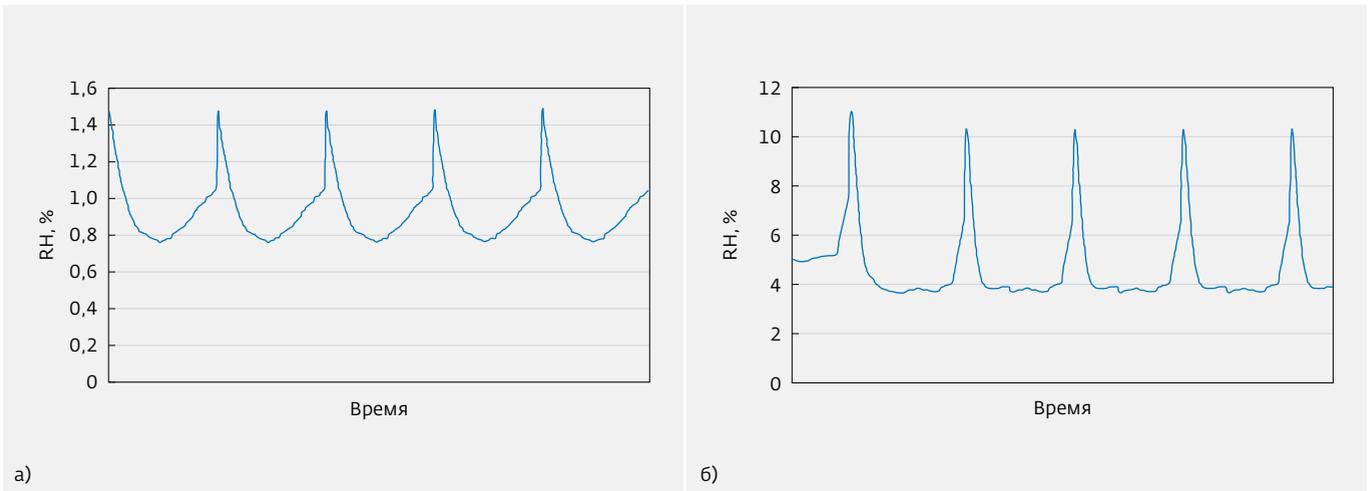


Рис. 6. График изменения уровня влажности в образце № 1 после поочередного открытия дверей в различных комбинациях



**Рис. 7.** Оценка точности поддержания заданных параметров: а – образец № 1, заданное значение RH 0%; измеренные значения: RH min 0,75%, RH max 1,48%; б – образец № 2, заданное значение RH 1%; измеренные значения: RH min 3,6%, RH max 10,27%

результатам наблюдения обоих образцов в течение пяти рабочих дней. Образец № 1 показал большую стабильность поддержания заданных значений. В течение всего времени наблюдения после выхода в рабочее состояние влажность внутри шкафа поддерживалась с абсолютной погрешностью 1,48% (рис. 7а). Что касается работы образца № 2, то здесь специалисты зафиксировали всплески влажности, превышающие заданное значение в несколько раз (рис. 7б).

Разница в заданных значениях для образцов № 1 (RH 0%) и № 2 (RH 1%) объясняется тем, что в заявленных технических характеристиках образца № 2 указан контролируемый уровень влажности 1–10%. Это означает,

что производитель не гарантирует определенной точности поддержания уровня влажности при пороговом значении RH 0%; соответственно, устанавливать такой порог на испытаниях неправомерно.

Более стабильные показатели образца № 1 объясняются тем, что в нем процесс осушения управляется интеллектуальным алгоритмом с обратной связью. Наличие такого алгоритма у образца № 2 вызывает большие сомнения.

**Эксплуатация систем.** Анализ эксплуатационной документации образцов № 1 и № 2 показал, что комплект, поставляемый заказчику вместе со шкафом сухого хранения предприятия «Совтест АТЕ», превосходит по



**Рис. 8.** Документы, подтверждающие высокое качество шкафов сухого хранения производства ООО «Совтест АТЕ»: а – патент на шкаф сухого хранения (пять вариантов); б – декларация соответствия Таможенного союза; в – сертификат о происхождении товара; г – диплом лауреата конкурса «100 лучших товаров России» 2015 года

информативности документацию системы-аналога. Он включает в себя руководство по эксплуатации оборудования, паспорт, гарантийный талон, а также инструкцию по проверке технических характеристик оборудования, в то время как в комплекте документации на образец № 2 паспорт и инструкция отсутствуют; нет также электрической схемы шкафа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследования подтвердили высокую конкурентоспособность шкафов серии Sovtest Dry Box (SDB) по ряду параметров, в том числе в отношении технических характеристик и конструкционных особенностей. Если рассматривать их в рамках программы по импортозамещению, то шкафы SDB являются достойной альтернативой зарубежным аналогам и даже превосходят многие из них по надежности и ряду функциональных параметров.

\* \* \*

Высокое качество систем сухого хранения производства «Совтест АТЕ» подтверждено рядом документов, таких как:

- патент на изделие (рис. 8а);

- декларация соответствия Таможенного союза (рис. 8б);
- сертификат о происхождении товара (форма СТ-1) (рис. 8в).

Системы сухого хранения серии Sovtest Dry Box полностью соответствуют требованиям экологичности, безопасности и энергоэффективности. Признанием их высокого качества стал диплом лауреата конкурса «100 лучших товаров России» 2015 года (рис. 8г). Приобретая шкафы серии SDB, вы гарантируете себе правильную организацию хранения изделий электроники, чувствительных к влаге.

## ЛИТЕРАТУРА

1. IPC/JEDEC J-STD-020C. Moisture / Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Devices. Классификация по уровню чувствительности к влажности негерметичных твердотельных компонентов поверхностного монтажа при пайке оплавлением.
2. IPC/JEDEC J-STD-033C. Handling, Packing, Shipping and Use of Moisture / Reflow Sensitive Surface Mount Devices. Установка, упаковка, транспортирование и применение чувствительных к влажности и оплавлению SMD компонентов.