

# КЛИМАТИЧЕСКИЕ КАМЕРЫ ESPEC (TABAИ): СИСТЕМА СОЗДАНИЯ, ПОДДЕРЖАНИЯ И КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ

Современная электронная техника в ходе эксплуатации подвергается воздействию различных внешних факторов. Один из них — повышенная влажность. Этот фактор отрицательно воздействует на все составные части изделия: корпусные детали, электронные узлы, детали управления и пр., вызывая с течением времени коррозию и, соответственно, ухудшая их технические характеристики или полностью выводя из строя. Производители электронной аппаратуры как бытового, так и специального назначения вынуждены разрабатывать и, соответственно, изготавливать продукцию с учетом этого фактора. Особенно важно учитывать его для техники, эксплуатирующейся вне помещений в условиях непосредственного воздействия атмосферного воздуха повышенной влажности и температуры, например тропического климата. Соответственно такая техника в процессе разработки и производства должна испытываться с использованием оборудования, позволяющего создавать режимы повышенной температуры и влажности. Компания Espec (Tabai) предлагает различные модели климатических камер «тепло-холод-влага» (серии Platinus, Bench-Top, SM), обеспечивая производителей электронной техники высококачественным испытательным оборудованием.

Павел Масич  
Евгений Кашин  
info@ostec-smt.ru

## ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ВОДА

Для создания влажности в климатических камерах Espec (Tabai) используется очищенная вода. Обычная водопроводная вода, нагреваясь и испаряясь, создает накипь в виде отложений на нагревателе, что напрямую сказывается на ухудшении теплопередачи и уменьшении срока его работы. Соответственно, для создания влажности необходимо использовать воду с удельной электропроводностью от 0.1 до 10 мкСм/см. Также не рекомендуется вода с удельной электропроводностью менее 0.1 мкСм/см.

Для получения воды с необходимыми показателями камеры комплектуются устройством деионизации воды Espec. Устройство меняет цвет в зависимости от уровня загрязненности, что позволяет легко его проверять. Срок службы устройства, к сожалению, нельзя предсказать точно, так как он сильно зависит от чистоты исходной воды.

Таким образом, подключение камеры напрямую к источнику воды не рекомендуется. Специалисты ESPEC также не рекомендуют для создания влажности применять воду, получаемую путем рециркуляции,

т.е. уже использованную. Вода, полученная в результате рециркуляции, как правило, всегда более загрязнена, чем исходная. В случае ее использования, стабильность рабочих параметров климатической камеры падает. Это является причиной для того, чтобы не использовать

подобные системы подготовки воды в климатических камерах.

Камеры Espec для создания влажности оборудованы стандартной канистрой для воды, которую необходимо наполнять водой от 1 до 4 раз в месяц. На рис. 1 представлена канистра для воды камер серии Bench-Top. Канистра легко снимается и устанавливается обратно.

## МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ВЛАЖНОСТИ

Первый метод — с использованием генератора пара.

Генератор пара представляет собой изолированную емкость со встроенным кипятильником (рис. 2). Когда вода в емкости нагревается, пар поднимается через специальную трубу к смесителю климатической камеры (место, где находятся основные нагреватели камеры и охлаждающий змеевик). Специальное устройство контролирует выходную мощность нагревателя генератора пара в зависимости от требуемой влажности.

**Преимущества метода:**

- позволяет быстро создать большой объем влаги (эффективно использовать для больших камер);
- параметры водяного пара стабильны.

Рис. 1 Канистра для воды



Рис. 2 Генератор пара

### Недостатки метода:

- большой объем воды, требующей нагрева, что задерживает начало подачи пара;
- для получения пара вода должна почти постоянно быть в кипящем состоянии;
- постоянное кипение вызывает осаждение накипи в большей степени;
- необходимо регулярно разбирать систему для контроля и очистки;
- требуется нагреватель, потребляющий много электроэнергии.

Второй метод — с использованием распылителя.

Он предполагает использование для распыления воды специального сопла, расположенного в смесителе. Когда воздушно-капельная смесь проходит мимо нагревателя климатической камеры, она превращается в пар.

### Преимущества:

- очень простая система;
- позволяет создавать большой объем влаги;
- не происходит перегрева нагревателя;
- экономия электроэнергии, так как нагреватель используется в режиме незначительного нагрева.

### Недостатки:

- потенциальная возможность засорения сопла;
- трудность создания влажности при высоких температурах.

Третий метод — с использованием небольшой водяной ванночки.

Подобен первому способу, но нагрев происходит в открытой емкости. Небольшая ванночка располагается в смесителе камеры. Так как воздух из рабочего объема камеры обязательно проходит через смеситель, то он также забирает и пар над ванночкой.

### Преимущества:

- быстрое создание влажности благодаря малому объему воды;
- нет необходимости доводить воду до кипения для создания влажности в камере;
- более низкая температура воды способствует меньшему образованию накипи;
- контроль и очистка ванночки проводятся очень быстро.

### Недостатки:

- нет возможности генерировать большие объемы влаги;
- постоянное наличие воды в ванночке во время испытания может затруднить контроль влажности при ее низких величинах.

В климатических камерах ESPEC используются все три метода создания влажности. Для стандартных камер среднего размера используется система водяной ванны. Для больших камер используется генератор пара. В случае работы камер при задании низких температур и высокой влажности используется распылитель.

Специалисты Espes гордятся реализацией сис-

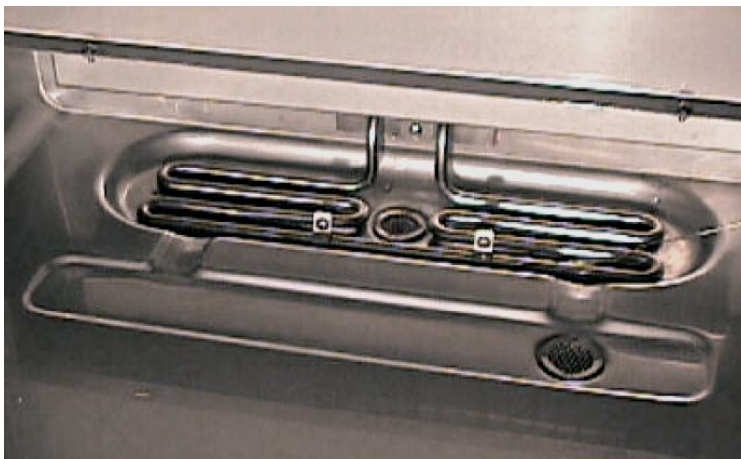


Рис. 3 Водяная ванна

темы небольшой водяной ванны, установленной в большинстве климатических камер компании. Ванна является частью цельного корпуса климатической камеры (рис. 3). Она изготавливается в одном технологическом процессе вместе с внутренней нижней панелью. После этого в нее устанавливается нагреватель. Это повышает общую надежность камеры и облегчает очистку системы создания влажности. Никто кроме Espes не смог так эргономично реализовать этот узел!

## СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ

Существует два метода для измерения уровня влажности в климатических камерах: аналоговый и цифровой.

Аналоговый метод заключается в использовании мокрого и сухого термометров.

Сухим термометром является термопара, измеряющая температуру воздуха. Мокрым термометром является термопара со специальным мокрым фитилем. Когда сухой и влажный термометры помещены в воздушный поток климатической камеры, на мокром термометре температура ниже, потому что вода на нем постоянно испаряется, поглощая тепловую энергию. Величина энергии испарения, и, соответственно, конечная температура напрямую связаны с влажностью окружающего воздуха. Микроконтроллер камеры сравнивает температуры на двух термопарах и вычисляет относительную влажность.

Рис. 4 Мокрый термометр



## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

### Преимущества:

- надежная и простая технология;
- легкое обслуживание;
- отсутствие необходимости калибровки;
- простое определение неисправностей;
- любые отказы устраняются двумя способами: заменой фитиля или наполнением водой смачивающей емкости;
- фитили очень дешевы и легко меняются.

### Недостатки:

- необходимость регулярно менять фитили;
- не может использоваться для температур ниже 3°C и выше 95°C.

Таблица 1  
Климатические камеры Espec с влажностью

Модель	Диапазон температуры/ влажности	Рабочий объем, л
SH-221	-20 ... 150°C/ 30 ... 95% RH	22.5
SH-241	-40 ... 150°C/ 30 ... 95% RH	
SH-261	-60 ... 150°C/ 30 ... 95% RH	
SH-641	-40 ... 150°C/ 30 ... 95% RH	64
SH-661	-60 ... 150°C/ 30 ... 95% RH	
LH-113	35 ... 85°C/ 45 ... 95% RH	105
LHL-113	5 ... 85°C/ 40 ... 95% RH	
LHU-113	-20 ... 85°C/ 40 ... 95% RH	
PR-1K[H]	-20 ... 100°C/ 20 ... 98% RH [-20 ... 150°C]	120
PR-2K[H]		225
PR-3K[H]		408
PR-4K[H]		800
PL-1K[H]	-40 ... 100°C/ 20 ... 98% RH [-40 ... +150°C]	120
PL-2K[H]		225
PL-3K[H]		408
PL-4K[H]		800
PSL-2K[H]	-70 ... 100°C/ 20 ... 98% RH [-70 ... +150°C]	306
PSL-4K[H]		800
SML-2	-40 ... 180°C/ 20 ... 95% RH	1800
SMS-2	-70 ... 180°C/ 20 ... 95% RH	
TBE	-40 ... 80°C/ 10 ... 95% RH	от 4200 до 52 710
TBL	-30 ... 80°C/ 10 ... 95% RH	
TBR	-10 ... 80°C/ 20 ... 95% RH	

Цифровой метод основан на использовании твердотельного датчика.

Метод реализуется с помощью специального электронного устройства. Датчик измеряет электрическую емкость специального материала, которая зависит от уровня влажности. Микропроцессор анализирует значения емкости и выдает значение влажности микроконтроллеру камеры. Таким образом, в отличие от предыдущего метода, измерение проводится косвенно.

### Преимущества:

- отсутствие необходимости замены каких-либо деталей в процессе эксплуатации;
- позволяет измерять влажность в диапазоне от 0°C до 100°C (хотя климатические камеры и не могут контролировать влажность в этих экстремальных точках).

### Недостатки:

- необходимость регулярной калибровки (каждые полгода);
- точность измерения меняется в зависимости от температуры;
- высокая стоимость при замене.

В общем, главное отличие этих двух методов для пользователя — необходимость определенного обслуживания. Калибровка — в одном случае, и замена фитиля мокрого термометра — в другом.

Сегодня многие компании используют твердотельные датчики в своих климатических камерах, потому что их проще устанавливать и они позволяют меньше загружать микроконтроллер самой камеры. ESPEC использует в своих климатических камерах систему сухого/мокрого термометров, так как она более надежна и легка в эксплуатации для пользователей. Система твердотельного датчика используется только в случаях, когда необходимо замерять влажность при экстремальных температурах или в оборудовании конструктивно трудно разместить систему термометров.

Espec значительно улучшил систему сухого/мокрого термометров. Фитиль мокрого термометра разработан специально для использования в климатических камерах. Он служит дольше, так как изготовлен из специального материала.

Таким образом, компания Espec реализовала в своих климатических камерах систему создания, измерения и контроля влажности, которая, ввиду своей высокой стоимости на этапе производства, редко используется другими производителями климатического испытательного оборудования. Компания Espec не экономит на качестве Вашего оборудования.