**Министерство образования Российской Федерации**

##### **Новгородский государственный университет**

имени Ярослава Мудрого

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Кафедра физики твёрдого тела и микроэлектроники**

Испытания изделий электронной техники

Реферат по дисциплине:

“Стандартизация и сертификация ИЭТ”

Студент группы

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ “\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2001 г.

Руководитель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2001 г.

Великий Новгород

2001

**Содержание**

Введение 3

1 Классификация основных видов испытаний и порядок их проведения 4

1.1 Климатические испытания изделий электронной техники 13

1.2 Механические испытания изделий электронной техники 17

1.3 Испытания изделий электронной техники на надежность 18

2 Принцип составления плана контроля 20

Заключение 26

Список литературы 27

# Введение

Испытания как основная форма контроля изделий электронной техники (ИЭТ) представляют собой экспериментальное определение количественных и качественных показателей свойств изделия как результата воздействия на него при его функционировании, а также при моделировании объекта. Цели испытаний различны на различных этапах проектирования и изготовления ИЭТ. К основным целям испытаний можно отнести:

а) выбор оптимальных конструктивно-технологических решений при создании новых изделий;

б) доводку изделий до необходимого уровня качества;

в) объективную оценку качества изделий при их постановке на производство и в процессе производства;

г) гарантирование качества изделий при международном товарообмене.

Испытания служат эффективным средством повышения качества, так как позволяют выявить:

а) недостатки конструкции и технологии изготовления ИЭТ, приводящие к срыву выполнения заданных функций в условиях эксплуатации;

б) отклонения от выбранной конструкции или принятой технологии;

в) скрытые дефекты материалов или элементов конструкции, не поддающиеся обнаружению существующими методами технического контроля;

г) резервы повышения качества и надежности разрабатываемого конструктивно-технологического варианта изделия.

По результатам испытаний изделий в производстве разработчик устанавливает причины снижения качества.

В данной работе рассматривается классификация основных видов испытаний ИЭТ и порядок их проведения.

# 1 Классификация основных видов испытаний и порядок их проведения

На первом этапе написания данной работы необходимо четко разобраться с самим понятием “испытание”.

При определении понятия “испытание”, надо отталкиваться не от английского термина “test” (у которого, как известно много значений), а от традиционных норм русского языка. Согласно этим нормам, испытание всегда предполагает какое-либо воздействие или нагрузку. Испытание проходят либо не проходят. Следовательно, результатом испытаний должны быть не результаты измерений, выполняемых при испытаниях, а ответ вида “годится” или ”не годится”, ”соответствует” или ”не соответствует”.

Ситуация с определением и практическим применением понятия “испытание” сложилась очень не просто, а английский термин “test” оказал отечественной метрологии плохую услугу. В англоязычных документах и технических книгах этим термином пользуются для описания существенно различных процедур, включая такие, как контроль, проверка, опробование, испытание и т.п. В отечественной метрологии в свое время неоднократно делались попытки разобраться с тремя фундаментальными понятиями: “измерение”, ”контроль”, ”испытание” /1/.

В руководстве ИСО/МЭК 2 дано следующее определение термина “испытание”: техническая операция, заключающаяся в определении одной или нескольких характеристик данной продукции в соответствии с установленной процедурой. Другое определение дано в ГОСТ 16504-81”Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения”. Испытания – это экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него при функционировании, моделировании объекта и (или) воздействии на него.

Испытания – это разновидность контроля. В систему испытаний входят следующие основные элементы:

а) объект испытаний – изделие, подвергаемое испытаниям. Главным признаком объекта испытаний является то, что по результатам испытаний принимается решение именно по этому объекту: о его годности или браковке, о возможности предъявления на последующие испытания, о возможности серийного выпуска и т.п. Характеристики свойств объекта при испытаниях можно определить путем измерений, анализов или диагностирования;

б) условия испытаний – это совокупность воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта при испытаниях. Условия испытаний могут быть реальными или моделируемыми, предусматривать определение характеристик объекта при его функционировании и отсутствии функционирования, при наличии воздействий или после их приложения;

в) средства испытаний – это технические устройства, необходимые для проведения испытаний. Сюда входят средства измерений, испытательное оборудование и вспомогательные технические устройства;

г) исполнители испытаний – это персонал, участвующий в процессе испытаний. К нему предъявляются требования по квалификации, образованию, опыту работы и другим критериям;

д) нормативно-техническая документация (НТД) на испытания, которую составляют комплекс стандартов, регламентирующих организационно-методические и нормативно-технические основы испытаний; комплекс стандартов системы разработки и постановки продукции на производство; нормативно-технические и технические документы, регламентирующие требования к продукции и методам испытаний; Нормативно-технические документы, регламентирующие требования к средствам испытаний и порядок их использования /2/.

Условия проведения испытаний и перечень контролируемых параметров ИЭТ оговариваются в стандартах и общих технических условиях (ТУ) на изделие.

Все испытания классифицируют по методам проведения, назначению, этапам проектирования, изготовления и выпуска, виду готовой продукции, продолжительности, уровню проведения, виду воздействия, определяемым характеристикам объекта /3/.

На рисунке 1 приведена классификация основных видов испытаний.

По результату воздействия на ИЭТ испытания делят на разрушающие и неразрушающие, а также на стойкость, прочность и устойчивость. Испытания являются разрушающими, если в процессе их проведения применяют разрушающие методы контроля или в результате воздействия внешних факторов испытываемые образцы становятся непригодными для дальнейшего использования. Методы неразрушающего контроля применяют как взамен разрушающих, так и в дополнение к ним. При этом сокращается время анализа отказов, а в ряде случаев более точно устанавливаются место и вид дефекта.

Большинство методов испытаний изделий электронной техники являются либо разрушающими, либо значительно сокращающими технический ресурс изделий. Также в связи с уменьшением объема выпуска изделий возникают ситуации, когда объем выборок для разрушающего контроля становится сопоставим с объемом выпуска изделий. Поэтому наиболее широкое применение в практике испытаний получил выборочный метод, который позволяет судить о всей генеральной совокупности изделий по взятой из нее выборке. Если изделия, входящие в выборку, в полной мере отражают характер и структуру генеральной совокупности, то такая выборка называется представительной или репрезентативной.

# Классификация испытаний

**Стадия жизненного цикла**

**Этап исследования –** исследовательские

**Этап разработки –** доводочные, предварительные, приемочные

**Этап производства –** квалификационные, предъявительские, приемосдаточные, периодические, типовые, инспекционные, сертификационные

## **Уровень проведения –**

Государственные,

межведомственные

**По внешним воздействующим факторам –**

механические, климатические,

биологические,

радиационные, электромагнитных полей, электрические

## **Время** (период) **проведения –**

нормальные, ускоренные

**По определяемым характеристикам объекта –**

Функциональные (на надежность, устойчивость), граничные, технологические

**По результатам воздействия –**

Неразрушающие, разрушающие

### Рисунок 1 - Классификация основных видов испытаний

Выборки классифицируют по ряду признаков:

а) по способу образования (повторные и бесповторные);

б) по преднамеренности отбора (преднамеренные и случайные);

в) по отношению ко времени образования (единовременные и случайные);

г) по целевому назначению (расслоенные и общепроизводительные).

По продолжительности все испытания подразделяют на:

а) нормальные испытания – испытания, методы и условия проведения которых обеспечивают получение в необходимом объеме информации о показателях надежности изделия за такое же время, что и при эксплуатации;

б) ускоренные испытания – испытания, методы и условия проведения которых обеспечивают получение необходимой информации о качестве изделия в более короткий срок;

в) сокращенные испытания – испытания, которые проводят по сокращенной программе.

По назначению испытания можно разделить на исследовательские и контрольные.

**Исследовательские испытания** проводят для изучения определенных характеристик свойств изделия. Результаты этих испытаний служат для решения следующих задач:

а) определения или оценки показателей качества функционирования испытываемых изделий в определенных условиях эксплуатации;

б) выбора оптимальных режимов работы и показателей надежности;

в) сравнения множества вариантов реализации изделия при проектировании и аттестации;

г) построения математической модели функционирования изделия (оценки параметров математической модели);

д) отбора существенных факторов, влияющих на показатели качества функционирования.

Исследовательские испытания при необходимости проводят на любых стадиях жизненного цикла продукции. Исследовательские испытания проводят для изучения поведения объекта при том или ином внешнем воздействующем факторе (ВВФ) или в том случае, если нет необходимого объема информации. Чаще всего это бывает, когда объект недостаточно изучен, например при исследовательских работах, проектировании, выборе оптимальных способов хранения.

Примером исследовательских испытаний могут служить испытания моделей. В целях опытного производства по эскизам изготавливают модель, которую затем испытывают. В процессе испытаний оценивают работоспособность, правильность конструкторского решения, определяют возможные характеристики, выясняют закономерности и тенденции изменения параметров.

Исследовательские испытания проводят в основном на типовом представителе с целью получения информации о совокупности всех объектов данного вида. Таким образом, эти испытания проводятся для изучения характеристик свойств объекта, формирования исходных требований к продукции и ее составных частей, выбора наиболее эффективных методов производства, эксплуатации (применения) и контроля продукции; определения условий эксплуатации.

Исследовательские испытания часто проводят как определительные и оценочные. Цель определительных испытаний – нахождение значений одной или нескольких величин с заданной точностью и достоверностью. Иногда при испытаниях надо лишь установить факт годности объекта, т.е. определить, удовлетворяет ли данное изделие установленным требованиям или нет. Такие испытания называют оценочными.

Испытания, проводимые для контроля качества объекта, называются **контрольными**. Назначение контрольных испытаний – проверка на соответствие техническим условиям при изготовлении. В результате испытаний полученные данные сопоставляют с установленными в технических условиях и делают заключение о соответствии испытываемого (контролируемого) объекта нормативно-технической документации. Контрольные испытания составляют наиболее многочисленную группу испытаний.

Цели и задачи испытаний меняются в течение жизненного цикла изделия. В связи с этим понятно выделение испытаний по этапам. На указанных этапах проводят доводочные, предварительные и приемочные испытания /3/.

Так, **Доводочные испытания** – исследовательские, ипроводят их при проектировании изделий с целью оценки влияния вносимых в техническую документацию изменений, чтобы обеспечить достижение заданных значений показателей качества. Необходимость испытаний определяет разработчик либо при составлении технического задания на разработку, либо в процессе разработки; он же составляет программу и методику испытаний.

Испытаниям подвергают опытные образцы продукции.

**Предварительные испытания** – контрольные для опытных образцов и (или) опытных партий продукции. Их проводят с целью определения возможности предъявления опытного образца на приемочные испытания. Испытания проводят в соответствии со стандартом или организационно-методическим документом министерства, ведомства, предприятия. При отсутствии последних необходимость испытаний определяет разработчик. Программа предварительных испытаний максимально приближены к условиям эксплуатации изделия. Организация проведения испытаний такая же, как у доводочных испытаниях.

Предварительные испытания проводят аттестованные испытательные подразделения с использованием аттестованного испытательного оборудования.

По результатам испытаний оформляют акт, отчет и определяют возможность предъявления изделия на приемочные испытания.

**Приемочные испытания** также являются контрольными для опытных образцов, опытных партий продукции или единичных изделий. Приемочные испытания опытного образца проводят с целью определения соответствия продукции техническому заданию, требованиям стандартов и технической документации, оценки технического уровня, определения возможности постановки продукции на производство.

Представленный на испытания опытный образец (опытная партия) должен быть доработан, а техническая документация откорректирована по результатам предварительных испытаний. Приемочные испытания организует предприятие-разработчик и проводит их по заранее разработанной программе при участии предприятия-изготовителя под руководством приемочной (государственной, межведомственной, ведомственной) комиссии. Приемочные испытания (проверки) могут проводиться специализированной испытательной организацией (государственные испытательные центры).

Члены комиссии по проведению приемочных испытаний, подписывая документы приемочных испытаний, как правило, согласовывают технические условия, карту технического уровня и качества продукции, составляют акт приемки опытного образца (опытной партии). При соответствии опытного образца (опытной партии) требованиям технического задания, стандартов и технической документации комиссия в акте приемки рекомендует данное изделие к постановке на производство. Если в результате приемочных испытаний комиссия выявила возможность улучшения отдельных свойств изделий, не установленных количественными значениями в техническом задании, в акте приемки дается перечень конкретных рекомендаций по совершенствованию продукции, указывается на необходимость их выполнения до передачи технической документации предприятию-изготовителю. Акт приемки утверждает руководство организации, назначившей комиссию по проведению приемочных испытаний.

Для продукции, на которую технический уровень оказался ниже требований технического задания, приемочная комиссия определяет дальнейшее направление работ по совершенствованию конструкции изделия, улучшению их производственно-технических характеристик, а также принимает о проведении повторных приемочных испытаний или о прекращении дальнейших работ.

Испытания готовой продукции подразделяют на квалификационные, приемосдаточные, периодические, типовые, инспекционные, сертификационные.

**Квалификационные испытания** проводят в следующих случаях: при оценке готовности предприятия к выпуску конкретной продукции, если изготовители опытных образцов и серийной продукции разные, а также при постановке на производство продукции по лицензиям и продукции, освоенной на другом предприятии. В остальных случаях необходимость проведения квалификационных испытаний устанавливает приемочная комиссия.

Испытаниям подвергают образцы из установочной (первой промышленной партии), а также первые образцы продукции, выпускаемой по лицензиям и освоенной на другом предприятии.

В состав этих испытаний включают все виды испытаний, предусмотренных в НТД, за исключением проверки сохраняемости.

**Приемосдаточные испытания** проводят для принятия решения о пригодности продукции к поставке или ее использованию. Испытаниям подвергают каждую изготовленную единицу или выборку из партии. Испытания проводит служба технического контроля изготовителя. При наличии на предприятии государственной приемки приемосдаточные испытания проводят ее представители. При испытаниях контролируют значения основных параметров и работоспособность изделия. При этом контроль, установленных в НТД показателей надежности изделий, может осуществляться косвенными методами.

Порядок испытаний установлен в государственном стандарте общих технических требований или технических условиях, а для продукции единичного производства – в техническом задании.

**Периодические испытания** проводят с целью:

а) периодического контроля качества изделий;

б) контроля стабильности технологического процесса в период между очередными испытаниями;

в) подтверждения возможности продолжения изготовления изделий по действующей документации;

г) подтверждения уровня качества изделия, выпущенного в течении контролируемого периода;

д) подтверждения эффективности методов испытаний, применяемых при приемочном контроле.

Периодические испытания предназначены для продукции установившегося серийного (массового) производства. При их проведении контролируют значения показателей, которые зависят от стабильности технологического процесса, но не проверяются при приемосдаточных испытаниях. Для испытаний представляют образцы продукции, отобранные в соответствии с государственными стандартами, техническими условиями и прошедшие приемосдаточные испытания.

Программа периодических испытаний максимально приближена к условиям эксплуатации.

Их периодичность – обычно каждый месяц или квартал, а также в начале выпуска изделий на заводе-изготовителе и при возобновлении производства после временного его прекращения. Периодические испытания включают в себя такие виды испытаний при которых вырабатывается часть ресурса (длительная вибрация многократные удары термоциклы), и сравнительно дорогостоящие испытания (такие, как испытания на работу при повышенной температуре и контроль электрических параметров), поэтому они всегда являются выборочными.

**Типовые испытания** – контроль продукции одного типоразмера, по единой методике, который проводят для оценки эффективности и целесообразности изменений, вносимых в конструкцию или технологический процесс. Испытаниям подвергают образцы выпускаемой продукции, в конструкцию или технологический процесс изготовления которых внесены изменения. Проводит эти испытания изготовитель с участием представителей государственной приемки или испытательная организация. Программу испытаний устанавливают в зависимости от характера вносимых изменений.

Эти испытания являются выборочными, так как относятся к разрушающим испытаниям, предназначены для оценки стойкости конструкции при различных видах механических и климатических воздействий.

**Инспекционные испытания** – это особый вид контрольных испытаний. Их осуществляют выборочно с целью контроля стабильности качества образцов готовой продукции и продукции, находящийся в эксплуатации. Их проводят специально уполномоченные организации (органы надзора, ведомственного контроля) в соответствии с НТД на эту продукцию по программе, установленной организацией, их выполняющей, или согласованной с ней.

**Сертификационные испытания** – элемент системы мероприятий, направленных на подтверждение соответствия фактических характеристик изделия требованиям НТД. Сертификационные испытания, как правило, проводят независимые от производителя испытательные центры. По результатам испытаний выдается сертификат или знак соответствия изделия требованиям НТД. Сертификация предполагает взаимное признание результатов испытаний поставщиком и потребителем.

Программу и методы испытаний устанавливают в сертификационной документации и указывают в положении по сертификации данного изделия с учетом особенностей его изготовления.

Сертификационные испытания в большинстве случаев проводятся для оценки соответствия функциональных показателей условиям эксплуатации, способности к воздействию внешних факторов и критериям надежности. Внешние воздействующие факторы во многом определяют требования к безопасности продукции и поэтому обычно оцениваются в рамках обязательной сертификации. Надежность, как основное потребительское свойство изделия играет существенную роль в конкурентоспособности на рынке /3-5/.

Помимо испытаний, проводимых изготовителем, ИЭТ могут подвергаться проверке при входном контроле у потребителя. При входном контроле не должны проводиться термоудары, термоциклы, длительная вибрация, механические удары, многократные проверки изделий испытательным напряжением. Недопустимы проверки изделий в режимах, отличающихся от указанных в ТУ. Используемая при входном контроле измерительная, испытательная аппаратура и стенды должны соответствовать требованиям на аналогичную аппаратуру и стенды поставщика.

В зависимости от характера воздействия на изделия все ВВФ делятся на классы: механические, климатические и другие природные, биологические, радиационные, электромагнитных полей /6/.

## **1.1 Климатические испытания изделий электронной техники**

Под влиянием климатических факторов в материалах ИЭТ протекают сложные физико-химические процессы, изменяющие их свойства и способствующие отказам. Опыт показывает, что наиболее опасны воздействия высокой и низкой температур, повышенной влажности в сочетании с повышенной температурой, а также воздействие резких колебаний температуры.

Повышенная температура окружающей среды является одним из основных климатических воздействий, обусловливающих нестабильность и деградацию параметров ИЭТ и их отказы.

Стандартизация двух основных групп воздействующих факторов – механических и климатических осуществлена в ГОСТ 16962-71 “Изделия электронной техники и электротехники. Механические и климатические воздействия. Требования и методы испытаний”.

В стандарте воздействующие факторы подразделены на две группы: механические и климатические, соответственно установлены и методы испытаний.

Испытание на климатические воздействия проводят для проверки способности изделий выполнять свои функции, сохранять параметры и (или) внешний вид в пределах установленных норм при воздействии и после него. Для воспроизводимости результатов испытания необходимо его полное и точное описание, исключающее всякую неопределенность толкования. Исходя из этого, в НТД принята такая последовательность операций (этапов) испытания на климатические воздействия:

а) предварительная выдержка (стабилизация свойств изделия), первоначальные измерения параметров и внешний осмотр изделий;

б) установка изделий в камере, выдержка их в условиях испытательного режима и извлечение изделий из камеры, восстановление (конечная стабилизация свойств);

в) заключительные измерения параметров и внешний осмотр изделий.

Предварительная выдержка проводится с целью устранения или частичной нейтрализации воздействия на изделия предыдущих условий. Изделия при этом выдерживают, как правило, в нормальных климатических условиях: при температуре воздуха 25 ± 10 С, относительной влажности 45 -75 %, атмосферном давлении (0,86-1,06)·105 Па. Продолжительность предварительной выдержки определяется временем, достаточным для установления теплового равновесия изделий с окружающей средой. Обычно это время не превышает 2 часов. По окончании предварительной выдержки изделия подвергают внешнему осмотру. К контролирующему персоналу обычно предъявляют требования остроты зрения 0,8, нормального цветоощущения, освещение рабочего места должно быть 50-100 лк.

Рекомендуется выполнять первоначальные и заключительные измерения параметров изделий при одних и тех же значениях температуры и влажности окружающей среды.

При установке изделий в камере следует следить за тем, чтобы между изделиями, а также между изделиями и стенками камеры была свободная циркуляция воздуха. Способ установки и положение изделия при испытании играют важную роль для обеспечения воспроизводимости результатов испытания. Если при эксплуатации возможно несколько вариантов положений изделий, то следует избрать вариант, обеспечивающий наибольшую жёсткость испытания. Если в процессе испытания электрическая нагрузка не подаётся, то изделия можно располагать на сетках из капроновых нитей, натянутых на опоры. При испытания с электрической нагрузкой ИМ устанавливаются на специальных платах.

Воспроизводимость результатов испытаний в значительной мере зависит от точности поддержания заданных параметров испытательного режима. Допуски можно рассматривать как компромисс между стремлениями, с одной стороны, увеличить точность и достоверность испытания, а с другой стороны не удорожать испытания.

Климатические испытания проводят не только на стадии их разработки (ОКР), но и при освоении изделий в серийном производстве, а также в самом серийном производстве для отбраковки потенциально ненадёжных изделий (технологические испытания) и контроля стабильности производства (периодические испытания).

Климатические испытания в серийном производстве изделий обычно проводятся периодически (через 1-3 месяца). Они занимают важное место в технологии и системе контроля качества готовых изделий. Объём климатических испытаний ИМ составляет до 50% всего объёма проводимых в производстве испытаний.

Виды основных климатических испытаний ИЭТ, проводимые на разных стадиях жизненного цикла, приведены в таблице 1.

В практике также применяют сложные виды испытаний: комбинированные, когда изделие подвергается одновременному воздействию нескольких факторов, и составные, когда они подвергаются воздействию различных климатических факторов в определённой последовательности.

Комбинированные и составные испытания целесообразны в случаях, если эффект совместного воздействия климатических факторов нельзя оценить по данным изолированных воздействий.

#### Таблица 1 – Виды и состав климатических испытаний изделий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Виды испытания | Состав испытаний | | |
| Этап разработки (ОКР) и освоение изделий в серийном производстве | Серийное производство | |
| Отбраковочные испытания | Контроль стабильности производства (периодические испытания) |
| Теплоустойчивость | + | + | + |
| Холодоустойчивость | + | + | + |
| Воздействие смены температур | + | + | + |
| Влагоустойчивость длительная | + | - | н |
| Влагоустойчивость кратковременная | + | - | + |
| Воздействие пониженного атмосферного давления | + | - | н |
| Воздействие повышенного атмосферного давления | + | - | н |
| Воздействие солнечной радиации | + | - | - |
| Воздействие соляного тумана | + | - | - |
| Воздействие пыли и песка | + | - | - |
| Грибоустойчивость | + | - | - |
| Воздействие инея и росы | + | - | - |
| Проверка герметичности | + | + | + |
| Термоудар |  | + |  |
| "+"- испытания проводят, " - "-испытания на проводят, "н"- испытания могут быть  проведены, если это предусмотрено НТД на изделия | | | |

Простые климатические испытания обычно проводятся как на отдельных выборках изделий, так и последовательно на одной выборке. Однако следует заметить, что испытания, проводимые последовательно на одной выборке, не являются составными, так как интервал следования одного испытания за другим при этом не играет важной роли и не оговаривается. Длительные испытания на влагоустойчивость, воздействие солнечной радиации, соляного тумана, грибоустойчивость обычно проводят на отдельных выборках изделий. Последовательность климатических испытаний обусловливается целью данных испытаний /3,6/.

## **1.2 Механические испытания изделий электронной техники**

Основными механическими нагрузками, которым могут подвергаться ИЭТ в эксплуатационных условиях, являются ударные, вибрационные и линейные. Наиболее опасна вибрация, которая вызывает механические напряжения и деформации изделий.

Способность ИЭТ выполнять свои функции в условиях механического воздействия называют механической устойчивостью, а после воздействия – механической прочностью изделий. Для определения работоспособности изделий в условиях и (или) после воздействия механических нагрузок проводят механические испытания, во время которых определяют механическую прочность и устойчивость, отсутствие резонансных частот в пределах спектра частот действующей вибрации, проверяют, не образуется ли кратковременных или постоянных коротких замыканий и обрывов в изделии, а также других явлений, которые могут привести к его выходу из строя.

В ГОСТ 16962-71 “Изделия электронной техники и электротехники. Механические и климатические воздействия. Требования и методы испытаний” установлены следующие виды механических испытаний:

а) на обнаружение резонансных частот конструкции и проверку отсутствия их в заданном диапазоне частот;

б) на виброустойчивость и вибропрочность;

в) на ударную прочность и ударную устойчивость;

г) на воздействие одиночных ударов, линейного ускорения и акустического шума.

Все механические испытания ИЭТ проводят при нормальных климатических условиях. Виды механических испытаний и их последовательность указаны в программе испытаний и зависят от назначения ИЭТ, условий эксплуатации, типа производства. Например, в программу определительных испытаний опытного образца и образцов установочной серии обычно включают все виды механических испытаний, а для образцов, изготовляемых в серийном производстве, т.е. периодически испытываемых – только испытания, предусмотренные в стандартах и ТУ на ИЭТ /3,6/.

## **1.3 Испытания изделий электронной техники на надежность**

Надежность – это свойство изделия сохранять значения установленных параметров функционирования в определенных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания и хранения. Надежность, как свойство закладывается в ИЭТ при разработке и изготовлении, а оценивается в процессе испытаний и эксплуатации с помощью показателей надежности. Испытания, в результате которых оценивается надежность, называют испытаниями на надежность. Эти испытания могут быть как определительными, так и контрольными.

Единичным показателем надежности называется такой, который относится к одному из свойств изделий (к безотказности, долговечности, сохраняемости изделия). Комплексным показателем надежности называется такой, который относится к нескольким свойствам, составляющим надежность изделия. Комплексные показатели служат для количественной характеристики в основном только восстанавливаемых изделий, тогда как единичные показатели – для характеристики любых изделий.

Надежность любого изделия характеризуется безотказностью, долговечностью и сохраняемостью.

Под безотказностью понимают свойство изделия непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение заданного времени в определенных режимах и условиях эксплуатации. С течением времени происходят износ и старение, вызывающие отказы.

Долговечность изделия характеризуется его наработкой до отказа, т.е. продолжительностью работы изделия от начала его эксплуатации (испытаний) до возникновения первого отказа.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значения показателей безотказности и долговечности.

При планировании испытаний на надежность необходимо однозначно определить такие данные, как время испытаний, объем выборки и приемочное число. Совокупность этих данных составляет план контроля, для формирования которого пользуются, как правило специальными таблицами и графиками.

План контроля должен позволять быстро оценивать с определенным риском заказчика или поставщика надежность принимаемой партии. Время испытаний не должно быть слишком длительным, а стремление достигнуть минимальных рисков не должно приводить к чрезмерному увеличению объема выборки /6,7/.

# 2 Принцип составления плана контроля

Контроль качества продукции в ходе ее производства должен быть организован так, чтобы принималось подавляющее большинство партий, выпущенных при нормальном ходе производства, и браковались партии с большим количеством дефектной продукции, выпущенные при разлаженном производственном процессе.

Поставленную задачу можно решить путем применения сплошного или выборочного контроля. Если требуется, чтобы не было пропущено ни одной негодной единицы продукции, применяют сплошной контроль. При таком контроле внимание контролера ослабляется, и он может часто совершать ошибки. При выборочном контроле контролер имеет больше времени для осмотра каждой проверяемой единицы продукции. Он знает период времени, отведенный на конкретную работу – проверку выборки, и может сосредоточиться на работе в соответствии с имеющимся временем. Кроме того, сплошной контроль не всегда экономически оправдан, и при контроле качества могут применяться разрушающие методы испытаний /7/.

Под приемочным контролем понимают выборочный контроль, основанный на применении методов математической статистики для проверки соответствия качества изделия установленным требованиям. Различают приемочный контроль по качественному и количественному признаку.

Под контролем по качественным признакам понимается проверка, при которой на основании определенного требования или ряда требований проверяемую продукцию классифицируют как дефектную или бездефектную, или в ней определяется число дефектов. По отношению к изделиям электронной техники степень несоответствия обычно выражается процентом дефектных изделий.

При контроле по количественному признаку определяют значения одного или нескольких параметров изделия, а последующее решение принимают в зависимости от этих значений.

Согласно ГОСТ 15895-77 ”Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения” план контроля – совокупность данных о виде контроля, объемах контролируемой партий продукции, выборок или проб, о контрольных нормативах и решающих правилах.

Планы контроля предназначены главным образом для контроля партий изделий, изготовляемых непрерывными сериями; они как таковые имеют прямое применение при производстве изделий электронной техники.

Для обозначения планов контроля применяется величина приемочного уровня дефектности AQL совместно с кодом объема выборки. Приемочным уровнем дефектности является максимально допустимый процент дефектных изделий, который с точки зрения выборочного контроля можно считать удовлетворительным средним показателем качества в процессе изготовления изделий /4/.

План выборочного контроля включает задание объема выборки и критериев приемлемости партии, из которой взята выборка. Соотношение между объемом партии и объемом выборки устанавливается выбором уровня контроля.

В ГОСТ Р 50779.71-99 (дата введения 2000 г.) приводятся три уровня общего контроля, обозначаемые 1, 2 и 3. При отсутствии специальных указаний применяется уровень контроля 2. Уровень контроля 1 применяется для менее тщательного контроля, уровень 3 – для более тщательного. Там же даны четыре уровня специального контроля: S-1, S-2, S-3, S-4, применяемые для организации контроля при помощи малых выборок (например, в случае проведения разрушающих испытаний), а принятие значительного риска является обоснованным.

Уровень контроля должен быть определен для отдельных групп изделий заинтересованными сторонами (поставщиком и потребителем) или установлен в соответствующей НТД.

Планы контроля составляются с использованием величины AQL и объемов выборок по таблицам стандарта. В этих таблицах различают следующие типы планов контроля:

а) одноступенчатые планы – характеризуются наибольшим объемом выборки, их следует применять в следующих случаях:

1) стоимость контроля изделий является небольшой;

2) продолжительность контроля является слишком длительной;

б) двухступенчатые планы – характеризуются промежуточным объемом выборки (меньшим, чем в одноступенчатых планах и большим, чем в многоступенчатых планах). Эти планы следует применять в том случае, если нельзя применять одноступенчатые планы из-за большого объема выборки;

в) многоступенчатые планы – характеризуются наименьшим ожидаемым числом контролируемых изделий в данном плане контроля. Эти планы следует применять в случае, если время, необходимое для отбора и контроля единиц продукции, является небольшим, а стоимость испытания большой;

г) планы последовательного контроля – рекомендуется применять тогда, когда по экономическим и техническим соображениям является необходимым контроль небольших выборок и когда многократный случайный отбор выборки, состоящей из одной единицы продукции, не является затруднительным, а стоимость отбора небольшая.

При плане одноступенчатого контроля число контролируемых изделий равно объему выборки, указанному в плане. Если число дефектных изделий, обнаруженных в выборке, равно или меньше приемочного числа *Ac*, партия принимается. Если число дефектных изделий равно или больше браковочного числа *Re*, партия бракуется. Поскольку при одноступенчатом контроле решение принимают по результатам только одной выборки или пробы, то эта выборка должна хорошо отражать свойства всей партии и для этого быть случайной. Случайную выборку получают отбором из различных частей партии. Ход действия при применении одноступенчатых планов контроля показан на рисунке 2.

Партия изделий N

Выборка изделий n

Число дефектных изделий в выборке ≤ приемочного числа

Партия соответствует требованиям

Число дефектных изделий в выборке ≥ браковочного числа

Партия не соответствует требованиям

Рисунок 2 - Ход действия при применении одноступенчатых планов контроля

При плане двухступенчатого контроля число контролируемых изделий равно объему первой выборки, указанному в плане. Если число дефектных изделий, обнаруженных в первой выборке, равно или меньше первого приемочного числа *Ac1*, партия принимается. Если число дефектных изделий, обнаруженных в первой выборке, равно или превышает первое браковочное число *Re1*, партия бракуется. Если число дефектных изделий, обнаруженных в первой выборке, находится между первым приемочным и браковочным числами, контролю подлежит вторая выборка, указанная в плане контроля. Числа дефектных изделий, обнаруженные в первой и второй выборках суммируются. Если суммарное число дефектных изделий равно или меньше второго приемочного числа *Ac2*, партия принимается. Если суммарное число дефектных изделий равно или превышает второе браковочное число *Re2*, партия бракуется. На рисунке 3 показан ход действия двухступенчатых планов контроля.

Партия изделий N

Выборка изделий для контроля на первой ступени n1

Выборка изделий для контроля на первой ступени n1

Число дефектных изделий в выборке объема n1

*Z1≤Ac1*

Число дефектных изделий в выборке объема n1

*Ac1<Z1≤Re1*

Число дефектных изделий в выборке объема n1

*Z1*≥*Re1*

Общее число дефектных изделий в выборках на первой и второй ступенях объема n1+n2

*Z1+Z2≤Ac2*

Общее число дефектных изделий в выборках на первой и второй ступенях объема n1+n2

*Z1+Z2≥Re2*

Партия соответствует требованиям

Партия не соответствует требованиям

Число дефектных изделий в выборке объема n1

*Z1≤Ac1*

Рисунок 3 - Ход действия двухступенчатых планов контроля

Порядок проведения многоступенчатого контроля аналогичен двухступенчатому контролю, за исключением того, что число последовательных выборок может быть больше двух.

Последовательный контроль можно рассматривать как предельно допустимый случай многоступенчатого контроля. При этом объем выборки не фиксируется – отдельные единицы продукции извлекаются из партии случайным образом и проверяют. После каждой проверки принимают решение: принять партию, продолжить проверку или забраковать партию.

При производстве изделий электронной техники обычно применяется одноступенчатый контроль, двухступенчатый используется иногда при проведении периодических испытаний, многоступенчатый контроль не применяется.

Система контроля включает нормальный, жесткий и облегченный контроль и правила переходов между ними. Переход от нормального к жесткому контролю или облегченному применяется для обеспечения наилучшей защиты интересов потребителя и изготовителя продукции.

Во всех случаях, не оговоренных особо, проверка начинается с нормального контроля. Если две из пяти последовательно проверенных партий забракованы при первоначальном контроле, приемка продукции должна быть переключена на жесткий контроль. При этом результаты вторичного контроля забракованных партий не учитываются. Обратный переход от жесткого контроля к нормальному контролю осуществляется в том случае, если при жестком контроле принято пять последовательных партий.

Переход от нормального контроля к облегченному производится, если:

а) десять предшествующих партий, подвергнутые нормальному контролю, были приняты;

б) общее число дефектных изделий в выборках из указанных десяти партий равно или меньше установленных предельных чисел. При проведении двухступенчатого контроля должны учитываться дефектные изделия в двух выборках, а не только в первой;

в) производство продукции стабильное;

г) переход к ослабленному контролю согласован с соответствующей ответственной организацией.

Возвращение от облегченного контроля к нормальному производится, если при проведении первоначального контроля:

а) партия забракована;

б) партия принята без применения критериев приемки и забракования (например число дефектных изделий находится между приемочным и браковочным числами);

в) нарушена стабильность производства (например, продукция выпускается нерегулярно или с перерывами);

г) имеют место другие причины, при которых вводится нормальный контроль.

Если десять последовательных партий подвергаются жесткому контролю, приемка продукции должна быть остановлена. Приемка возобновляется после проведения мероприятий по улучшению качества представляемой продукции. На рисунке 4 показаны правила переходов между видами контроля.

10 предшествующих партий приняты , причем общее количество дефектных изде-лий меньше предельного числа; производство устано-вившееся; разрешено соотве-тствующей инстанцией

# Облегченный

# Нормальный

# Жесткий

5 последова-тельных партий

приняты

10 последователь-ных партий остают-ся на жестком кон-троле

# Прекращение контроля

Партия забракована; па-ртия принята, но число дефектных изделий на-ходится между приемо-чным и браковочным числами; нарушена ста-бильность производства; другие причины

2 из 5 последо-вательных партий забракованы

## Начало

Рисунок 4 - Правила переходов между видами контроля

Правила применения выборочного контроля применительно к изделиям электронной техники установлены ГОСТ 25360-82 ”Изделия электронной техники. Правила приемки”. Этот ГОСТ представляет собой некоторое извлечение правил ГОСТ Р 50779.71-99, приемлемых при организации приемки ИЭТ.

# Заключение

В ходе работы была приведена основная классификация испытаний изделий электронной техники.

Следует отметить, что повышение эффективности контроля процесса проектирования и технологического процесса изготовления изделий приводит к снижению роли испытаний готовой продукции. Хорошо организованный автоматизированный контроль технологического процесса производства позволяет сократить объем испытаний готовых изделий. Учитывая необходимость оптимизации стоимости изделия, следует находить разумный компромисс между объемом испытаний и эффективностью контроля изготовления изделий.

# Список литературы

1 Лаптиев Э.И., Брюханов В.А. Метрологическое обеспечение испытаний и сертификации продукции // Стандарты и качество. - 1998. - № 9 – С. 26 – 29.

2 Сергеев А.Г. Латышев М.В. Сертификация. – М.: Логос, 1999. – 248 с., ил.

3 Глудкин О.П. Методы и устройства испытаний. – М.: Высшая школа, 1991. – 336 с., ил.

4 Лукица И.Г., Загребельный В.П. Сертификация как средство повышения конкурентоспособности и обеспечения выхода отечественной продукции на зарубежные рынки // Экономика и производство. – 1997. – №8, 9 –

http://www4.mte.ru/www/toim.nsf/c22965e7622e4326c32567f50022c2eb/774a812f1289a8d3c32565ec00332a3b!OpenDocument

5 Критенко М.И., Бедрековский М.А., Вуколов Н.И. Особенности обеспечения и контроля качества изделий единичного и мелкосерийного производства // Экономика и производство. – 1999. – № 4 –

http://www4.mte.ru/www/toim.nsf/c22965e7622e4326c32567f50022c2eb/a5d59bf6b132a42bc32567a6002bb943!OpenDocument

6 Готра З.Ю., Николаев И.М. Контроль качества и надежности микросхем: Учебник для техникумов. – М.: Радио и связь, 1989. – 168 с., ил.

7 Дружинин Г.В. Методы оценки и прогнозирования качества. – М.: Радио и связь, 1982. – 160с., ил.