2.6. Надеждност след бърнинг  
  
 Фабричен тест разработен за проверка на системи с маргинални компоненти преди излизането им на пазара; теорията е, че бърнингът ще предпази клиента чрез ??? на най-стръмната част от кривата на ваната.  
 Условната надеждност е полезна при описването на надеждността на даден компонент или система след даден бърнинг период То или след гаранционен период То. Дефинираме условната надеждност като надеждността на дадена система, която е функционирала в продължение на период То.  
 R(t │ T0) = Pr{T> T0 + t │T > T0 }=Pr {T>T0 +t}/ Pr{T>T0}=R(T0 +t)/R(T0)

Пример 2.1  
Нека,

,

където t е в години, което е спадащ темп на повреди (DFR, от **D**ecreasing **F**ailure **R**ate). Тогава за надеждност от 0,90 (или 90%)   
 , а проектираният живот (жизнен цикъл) се взима от   
Ако вземем То=0.5 и шест месечен бърнинг период, тогава

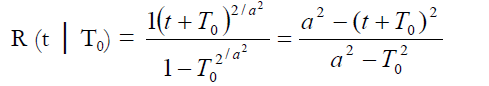
и

Това е увеличение с повече от 4 години на проектирания живот (експлоатационен период) в резултат на 6 месечен бърнинг период. Това подобрение на надеждността от бърнинг периода То ще се реализира само за проект за надеждност (DFR) като показания в следния пример, както е показано в апендикс 2С

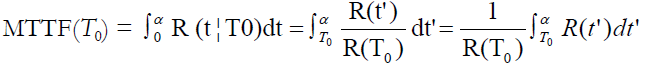
Нека λ(t)= λt , (което е) нарастващ темп на повреди (**IFR –** Increasing Failure Rate) за λ>0. Тогава

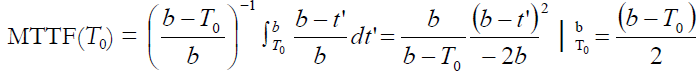
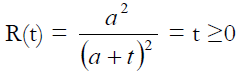
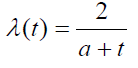
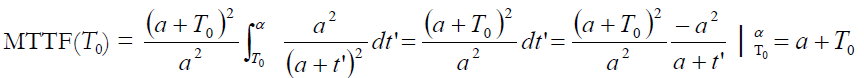
Което може да се опрости до:

  
  
Тъй като  за λ>0 е намаляваща функция при нарастването на То.

За надеждностната функция дадена в пример 2.6., условната надеждност е:  


2.6.1. Остатъчнo MTTF

Тъй като R(t|To) e надеждностна функция, остатъчното MTTF може да се извлече от   
където t’=t+To. За тези устройства, оцелели до времето То, уравнение (2.8) определя „малкото” им останал живот. За компоненти имащи IFR(DFR), се очаква MTTF(To) да бъде намаляваща(нарастваща) функция на То, както е показано в следващите примери.

Надеждностната функция  за  и нула другаде има IFR. Нейната остатъчна MTTF се задава чрез   
Надеждностната функция, където а>0 е параметър на разпределението, има следната „случайностна” функция , която е намаляваща. MTTF е 

Това има интересното свойство, че остатъчната средна стойност се увеличава от сумата на настоящата възраст. Ако То=0, безусловната средна стойност, се получава MTTF=a.  
  
2.7. Физика на метода (методите) на отказ при бърнинг на интегрални схеми.

Тестването е процес, който открива дефекти в дадена партида устройства, които могат да проявят рано дефектни характеристики за разлика от цялата продукция. Такива дефекти възникват в следствие на различни непостоянности, открити чрез стресови или нестресови тестове, включително бърнинг.

2.7.1. Философия на бърнингът

Бърнинг се използва като тест, подлагащ устройства на продължителна работа при високи температури, за да ускори ранни откази и да елиминира участъка на „детска смъртност”. Обикновено бърнингът се основава на моделът на откази по кривата на ваната. Кривата на ваната се използва, за да определи нивото и степента на тестване. Но тези методи за откази са остарели и употребата им е намаляла.

Целта на бърнингът е да предотврати появяването на дефекти. Бърнингът обикновено е изискване, налагано от клиента за демонстрация на повишената надеждност на продукта; производителите имат различни бърнинг процедури за един и същ клас продукти за военни и търговски клиенти.

Типичната бърнинг процедура се състои в поставянето на части в термокамера за определен период от време под влияние на електричество. По време и/или след подлагане на термичен тест се провеждат функционални тестове. Частите, които не издържат теста се отстраняват, а тези, които издържат могат да се използват.

2.7.2. Проблем с настощ(ия) метод при бърнинг

Преглед на бърнинг практиките използвани от някои водещи производители на ИС показват, че въпреки че бърнингът се счита за метод за елиминирането на дребни (маргинални) устройства с дефекти от производствени отклонения, особеностите на бърнингът варират (табл 2.5). Повечето компании имат собствени спецификации за бърнинг за серийни продукти; MIL-STD-833 се използва да удовлетвори бърнинг изискванията за военни продукти. Други компании използват само MIL-STD-833, но изборът на Метод 1051 бърнинг процедури за осигуряване на качеството изглежда своеволен (спорен, предубеден). Набляга се на емпиричния анализ, без никакво внимание към ценовата ефективност или последващи модификации в производствения процес или процесът на сглобяване.

Настоящият бърнинг е обширна процедура, състояща се от комбинация от време, устойчива температура и електрическо натоварване. Бърнинг процедурите често се провеждат без каквито и да е предварителни сведения за природата на дефектите, които да бъдат ускорени, механизмът на отказ на устройството или тяхната чувствителност към постоянна температура или без всякакво количествено доказателство за подобрението, постигнато чрез процеса.

Разглеждайки информацията от различни компания, бърнингът се е показал неефективен за ускоряване на много откази. Информацията, събрана от източници от много процедури показва, че по-голямата част от отказите ускорени чрез бърнинг не са валидни. Валидни откази включват механични повреди, счупени връзки и счупени пинчета на корпуса. Невалидните откази включват повреди при употреба, например електростатичен разряд. Доказано е, че бърнингът разкрива по-малко от 0,5% от отказите от които по-малко от 0,002% са били валидни. Ето защо отказите, които бърнингът ускорява е малко вероятно да се проявят в практиката, което отхвърля целта на бърнингът.

Бърнингът не може да ускори много откази, защото се провежда при приемане на общоприетото схващане, че механизмите на отказ са висока температура, промяна на температурата, темповете на промяна на температурата или че относителната температурна разлика предизвикват откази. Пример, показващ че отказите не са постоянни – TriQuant Semiconductor откриват по време на тестове на техните GaAs ИС, че бърнингът е неефективен в откриването на какъвто и да е механизъм на отказ. Причините очертали нуждата от вникване в архитектурата и механизми на отказ, които са независими от постоянната температура.

Друга причина би могла да бъде това, че бърнинг се провежда без предварително знание какъв механизъм на отказ ще трябва да се ускорява. Употребата на бърнинг без обръщане на внимание на доминиращия механизъм на отказ и природата на температурните зависимости е грешна употреба на концепциите за надеждността. Такава употреба на бърнинг може да предизвика усилия за избягване на откази без получаване на очакваните общи резултати или скъпи системни промени, чиято цена и сложност надвишават очакваните ползи от надеждността.

Тъй като бърнингът не ускорява много откази, някои хора вярват, че той е по-ефективен ако се прилога за по-продължително време. Въпреки това след множество тестове, Моторола стига до извода, че след 160 часа, ефективността на бърнингът намалява значително и отказите се доближават до нула през следващите 1000 часа. Други проблеми се проявяват в следствие на бърнинг, включващ:  
 - повреди на паладия  
 - нарастване на утечните токове  
 - повреди, причинени от допълнителни обработки

Бърнингът потенциално може да повреди паладийното покритие на изводите, което може да предизвика проблеми при запояването. В резултат покритието на крачетата изчезва, оставяйки повърхност, върху която не може да се запоява. Установено е още, че пластмасови части се разлагат по-бързо от съответстващите им керамични части след излагане на различни нива на радиация. Утечният ток се увеличава до точка, в която работата се променя до нежелано ниво. Причината за това се дължи в съдържанието на различни материали в херметически затворения корпус, които отсъстват в керамичните части. По време на бърнинг процесът, частите се поставят и вадят от слотове, термокамерите, които ги правят податливи на допълнителни повреди при обработка. Повредите при обработка, които водят до откази вклюват механични повреди (например изкривени крачета), електростатично разреждане (ESD) и откази поради електрическо претоварване (EOS). Много изследвания са били проведени, за да докажат факта, че бърнингът е източникът на ESD/EOS повреди.

-------------  
таблици  
-------------

Компоненти, поставяни и изваждани от слотове, термокамери, и преди и след-тестови процедури могат да претърпят допълнителни повреди при обработка под формата на изкривени крачета и електростатично разреждане.

Исторически погледнато, йонното замърсяване е бил основният механизъм, ускоряван с бърнинг. Натриеви, калиеви, или йони в оксидите на силициевите МОС устройства под въздействието на температура водят до утечки във връзките и промяна в праговите напрежения, които да предизвикат отказ. GaAs MESFET-базирани ИС нямат оксид между метализацията на гейта и повърхността на канала – интерфейсът е Шотки диод.  
 В опити да се подобри надеждността, производителите на микроелектронни елементи често са подлагали устройства на значително по-дълги периоди на бърнинг. Въпреки това от Моторала отбелязали, че повечето от отказите, ускорени чрез бърнинг се проявяват в първите 160 часа, при няколко или нито един отказ за следващите 1000 часа. Това се контролира от факта, че проектирания дълготраен темп на откази, основан на броя на отказите за 1000 часа е от същия порядък като реално измерения темп на откази за 1000 часа.