

Александр Задорожный

3D-разработка теплоотводящих систем

Неминуемое структурное усложнение микро- и нанoeлектронных устройств все более ужесточает требования к температурным режимам их работы. Зачастую в одном корпусе светодиодного светильника располагается уже не один кристалл, а целая сборка, светоотдача которой превышает светоотдачу лампы накаливания в 8–10 раз. Это приводит к неминуемому росту рабочих температур, которые без применения дополнительных мер могут разрушить сложную внутреннюю структуру устройства. Если говорить о сложных микро- и нанoeлектронных сборках, то обычные радиаторы из алюминия или меди уже совершенно не соответствуют рабочим режимам. Возрастает сложность самих теплоотводящих устройств — это уже не просто пластинки и иголки, а многокомпонентные системы с использованием тепловых труб, жидкостей, составных структур. Разработка таких устройств является задачей нетривиальной [1, 2].

При разработке теплоотводов нельзя со 100% уверенностью довериться чертежу, выполненному по классической двухмерной схеме, — чертеж в таком виде не предоставляет возможности посмотреть на объект со всех сторон, не показывает неточностей и имеет очень большую вероятность ошибки. До прихода 3D-технологий у человечества просто не было выбора — все чертежи изготавливались на листе бумаги. В настоящее время 3D-технологии стали более доступны и максимально упрощены — появилось большое количество инженерных программ как для разработки, так и для предварительного просмотра, с дружелюбным интерфейсом и большими возможностями (SolidWorks, 3DSMax, Rhino, Magics и др.). Если раньше разработка чертежа изделия в 3D-формате стоила порядка нескольких сотен тысяч рублей, то сейчас это может сделать студент практически любого технического вуза. На помощь разработчикам и ис-

полнителям пришли 3D-технологии — чертеж, выполненный в формате 3D, можно покрутить на экране компьютера, выявить наличие ошибок в размерах, функциональные неточности (две детали не сходятся друг с другом, не совпадают отверстия, поверхности и т. п.). Объемные чертежи позволяют разработчику наглядно представить объект в реальности.

Вместе с тем с приходом технологии DDM (Direct Digital Manufacturing) [3] у инженеров-конструкторов появилась уникальная возможность реализовывать свои объемные чертежи в виде недорогих моделей-прототипов, выполняемых по различным технологиям из различных материалов — это может быть пластик, воск, порошки металлов, изделия из которых формируются при помощи фотоотверждения или экструзионной печати. Себестоимость таких моделей оказывается копеечной, а сколько пользы они в себе несут! Представьте, что вы можете покрутить свое изделие в руках еще до его изготовления на заводе... Технологии послойного выращивания позволяют создавать детали любой сложности с любой внутренней структурой.

Объемное моделирование и прототипирование используются при создании пресс-форм, в дизайн-студиях и центрах, специализирующихся на разработке 3D-файлов для различных областей (промышленный дизайн, ювелирное производство, разработка бытовой техники, создание игрушек), в научно-исследовательских институтах при разработке корпусов аппаратуры, деталей различных агрегатов и машин тяжелой и легкой промышленности, в микроэлектронике, авиации, кораблестроении, при создании турбин двигателей и т. д.

Учитывая все вышесказанное, преимущества DDM- и 3D-моделирования трудно переоценить, и при производстве систем теплоотвода микроэлектронных устройств технологии быстрого прототипирования просто необходимы. На сегодняшний день производители

радиаторов и теплоотводящих корпусов, скажем, светодиодных энергосберегающих светильников, в погоне за своими европейскими и азиатскими конкурентами стали обращать внимание не только на функциональность устройства, но также и на его внешний вид. То есть радиатор перестает быть только теплоотводящим устройством: теперь это может быть оригинальный корпус, продуманный в дизайн-студии (рис. 1).

Сегодня существует несколько методов создания прототипных моделей.

Послойное выращивание из пластика методом экструзии расплавленной нити

Выращивание осуществляется при помощи экструзии расплавленной пластиковой нити под давлением через фильеру микрометрового диаметра и укладывания получившейся нити пластика по слоям [4, 9]. Нить протягивается от источника в промежуточную камеру, где разогревается до температуры плавления (порядка +250 °С). Далее по каналам она подается на печатающую головку, которая укладывает ее на подложку в соответствии с координатами, заданными 3D-файлом модели. Для построения нависающих слоев модели автоматически выстраиваются поддержки из различного по свойствам материала, который затем удаляется из готовой модели либо вручную, либо вымывается в специальной ванне с раствором. Принцип действия очень схож с работой обычного принтера, который печатает текст на бумаге, только печать осуществляется не чернилами, а пластиком. Применяются пластики различных типов. В машинах офисного типа (настольные системы для выращивания деталей небольших размеров), как правило, используется хорошо известный прочный конструкционный материал — ABS и ABS+. В промышленных системах — пластики на основе ABS и PC (ABS-M30, ABS-M30i, ABSi, PC-ABS, PC, PC-ISO), а также высокотемпературные и высокопрочные пластики ULTEM*9085, PPSF/PPSU. Достоинства используемых материалов заключаются в их высоких прочностных характеристиках (позволяющих производить механическую обработку), влагостойкости и химической стойкости. Модели могут быть использованы в качестве реальных изделий (например, корпус прибора, ручка степлера и др.). Пластиковые модели необходимы, как правило, на этапе отработки конструкции и создания пресс-форм в машиностроении, авиации, приборостроении



Рис. 1. Примеры корпусов светодиодных светильников

Таблица 1. Характеристики принтеров Dimension

Параметр	Принтер				
	Uprint	Uprint+	SST 768	SST Elite	SST 1200es
Рабочая зона, мм	203×152×152	203×203×152	203×203×305	203×203×305	254×254×305
Материал	ABS+	ABS+, цветной	ABS, цветной	ABS+, цветной	ABS+, цветной
Толщина слоя, мм	0,254	0,254/0,330	0,254/0,330	0,178/0,254	0,254/0,330

Таблица 2. Характеристики систем Fortus

Параметр	Принтер			
	200mc	360mc	400mc	900mc
Рабочая зона, мм	203×203×203	355×254×254, возможность увеличения до 406×355×406	355×254×254, возможность увеличения до 406×355×406	914×610×914
Материал	ABS+	ABS-M30, PC-ABS, PC	ABSi, ABS-M30, ABS-M30i, PC-ABS, PC-ISO, PC, ULTEM*9085, PPSF	ABS-M30, ABS-M30i, PC-ABS, PC-ISO, PC, ULTEM*9085, PPSF

Таблица 3. Характеристики принтеров Solidscape

Параметр	Принтер			
	T612BT2	T76+	R66+	D66+
Рабочая зона, мм	305×152×152	152×152×152	305×152×101	305×152×101
Погрешность по осям, %	±0,1			
Толщина слоя, мкм	12,7; 25,4; 38,1; 50,8; 76,2; 127	12,7; 25,4; 38,1; 50,8; 76,2	12,7; 25,4; 38,1; 50,8; 76,2	12,7; 25,4; 38,1; 50,8; 76,2

и прочих сферах промышленности, где требование высокой точности (больше сотен микрон) не так критично, как требования к прочности.

Послойное выращивание из воска

Для построения модели используются основная и поддерживающая головки, которые инжектируют расплавленный воск в виде капелек с высокой частотой (до 13 кГц), так что на рабочей плате остается непрерывная линия из застывшего воска [5]. Головки работают поочередно, выстраивая внешний и внутрен-

ний периметры сечения и заполнение; после завершения слоя он шлифуется фрезой до выбранной толщины (12–76 мкм). Поддерживающий восковой материал удаляется в ванне со специальным раствором при температуре до +55 °С. Основной материал представляет собой термопластик на базе литейного воска со специальными добавками, придающими ему относительную твердость и прочность. Материал хрупкий, но сохраняет форму и размеры, практически беззудачный, выплавляется полностью без золы и твердых остатков. Разрешение принтеров составляет 5000 dpi, размерная точность около 0,1%. Данная тех-

нология используется в основном в ювелирной промышленности, в стоматологии, при создании высокоточных моделей деталей авиационных двигателей и т. д.

Stratasys

Сегодня более 45% мирового рынка производства 3D-моделей принадлежит компании Stratasys [6], которая является основателем технологий FDM, а затем DDM.

В линейке Dimension имеется 2 типа машин, различающихся по способу удаления поддерживающего материала: BST (Breakaway Support Technology) и SST (Soluble Support Technology). В первом случае (BST) поддерживающий материал удаляется вручную, при помощи физической силы и вспомогательных инструментов, а в SST — при помощи растворителя на основе концентрированной щелочи. Наибольшее распространение получили машины второго типа — из-за удобства и минимального риска повредить тонкие элементы прототипа. Характеристики принтеров приведены в таблице 1. Информация по линейке Fortus приведена в таблице 2.

Solidscape

Другим заметным лидером на рынке 3D-прототипирования является компания Solidscape [5], специализирующаяся на производстве прецизионных систем для быстрого и точного прототипирования с последующим использованием в производстве готовых изделий по технологии литья по выплавляемым моделям. Строительный материал — литейный воск. На сегодня принтеры Solidscape (табл. 3) полностью обеспечивают запросы ювелиров по качеству моделей, совместимости материалов с литейными технологиями, скорости построения, затратам на приобретение оборудования и его эксплуатацию. Принтеры находят применение также в авиационной промышленности, микроэлектронике, стоматологии и других областях, где важна проработка деталей и высокая точность моделей (рис. 2).

Выбор машины определяется тем, для какой области необходима модель. Если требуются



Рис. 2. Примеры прототипов, изготовленных на Solidscape



Рис. 3. Примеры прототипов, изготовленных на Dimension

высокая точность и идеальная поверхность детали и не так критична прочность, то выбор, конечно, падает на Solidscape с погрешностью в 0,1% по всем трем осям.

Но принтеры Solidscape не смогут создать модели больших размеров. Здесь приходит на помощь компания Stratasys. Если нужны большие модели из высокопрочного пластика либо после создания есть необходимость подвергнуть прототип стерилизации радиацией, то это — системы Fortus [8], их параметры приведены в таблице 2. Если достаточно ABS-пластика, то это офисные системы Dimension [7] (рис. 3).

Машины действительно максимально дружелюбны к пользователю. Софт интуитивно понятен, требуются настройки только необходимых параметров, ничего лишнего, поэто-

му обучение оператора происходит всего за пару часов. Работают аппараты практически бесшумно и не требуют специальных условий, поэтому под них не нужно выделять отдельное помещение (некоторые предприниматели устанавливают принтеры Solidscape прямо на кухнях в своих квартирах). Модели на выходе действительно обладают солидной прочностью — можно ронять, обрабатывать функционал — полностью сохраняется и форма, и прочность.

Так что если производитель задумывается о том, чтобы оснастить свое производство и конструкторский отдел установкой DDM, то вышперечисленные машины станут прекрасными помощниками при разработке и создании новых изделий. ●

Литература

1. <http://www.rlocman.ru/review/article.html?di=52377>
2. Ноэль Л. Охлаждение и регулирование температурных режимов светодиодов // Полупроводниковая светотехника. 2010. № 3.
3. <http://rapidpsi.com/>
4. <http://www.dimensionprinting.ru/technology.html>
5. <http://www.solidscape.ru/product/product.html>
6. <http://www.stratasys.com/>
7. <http://www.dimensionprinting.com>
8. <http://www.fortus.com/default.aspx>
9. <http://www.nikarus.com>