

УДК 621.38.002.3:658.512.23

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**Вехтер Е.В., Радченко В.Ю., Соловьев А.Е.***ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: vechter@tpu.ru*

При проектировании изделий основное внимание всегда уделялось практическим и функциональным особенностям продукта, а эстетическая характеристика, художественная идея, композиция и форма уходили на второй план. Сейчас осознание важности последних приобретает все большее значение, и в настоящее время актуальной проблемой является выбор материала при дизайн-проектировании оболочек и корпусов электронных устройств. Целью работы является исследование материалов на возможность их применения при дизайн-проектировании оболочек электронных устройств. Для достижения цели был проведен поиск критериев выбора материалов, анализ свойств материалов, обзор основных видов материалов и возможностей их применения при производстве электронных устройств. Подбор материалов предлагается делать на основе трех главных факторов: эксплуатационного, технологического и экономического, учитывая при этом эстетические и эргономические параметры, которые в совокупности определяют экономическую и техническую целесообразность использования материала. Приведена классификация основных видов материалов, их свойства и возможности использования при проектировании и производстве электронных устройств.

Ключевые слова: материалы, дизайн-проект, электронные устройства, анализ свойств материалов**THE PROBLEM OF MATERIAL SELECTION CONSIDERING OF THEIR CHARACTERISTICS DURING DESIGN ENGINEERING OF ELECTRONIC DEVICES****Vekhter E.V., Radchenko V.Y., Solovlev A.E.***National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: vechter@tpu.ru*

In the past the main part of the implementation of any product were practical and functional features of this product, but nowadays aesthetic characteristics, an artistic idea, a composition and a shape are becoming more important. Now the choice of the material in design of casings of electronic devices is the current problem. The object of this work is to research materials in their ability of application in design engineering casings of electronic devices. To achieve this aim we have searched criterias of materials choice, overview of main types of materials and their use in the manufacture of electronic devices. We chose all materials using three principles: operational, technological and economical, which are determining the economical and technical feasibility of using. All types of materials, properties and the ability of their using in design and manufacture of electronic devices have been generalized.

Keywords: materials, design project, electronic devices, analysis of material's properties

Проблема эстетического совершенствования окружающих предметов стала популярной в современном мире. Сравнительно недавно при проектировании изделий значительное внимание уделялось практическим и функциональным особенностям продукта, а эстетическая характеристика, художественная идея, композиция и форма уходили на второй план; сейчас осознание важности последних приобретает все большее значение [1]. Из множества направлений промышленного дизайна проектирование электронных устройств требует особого подхода.

При проектировании дизайна любой электроники помимо эстетических составляющих необходимо учитывать условия эксплуатации. Это касается всех направлений, относящихся к форме и устройству изделия, от выбора материалов, композиции и формы конструкции до производственных

и технологических процессов изготовления. Выбор материала играет важную роль и напрямую зависит от функций электронных устройств [4]. Он должен отталкиваться не только от художественных и эстетических идей, тактильных ощущений и эксплуатационных особенностей, но и от многих инженерно-технических параметров, включая электрические и магнитные свойства материалов. От этого зависит корректное функционирование и долговечность [2].

Целью работы является исследование метода подбора материалов для обоснования возможности их применения в электронных устройствах. Для этого необходимо выполнить следующие задачи: обзор основных видов материалов; анализ их свойств; определение критериев выбора материалов; обоснование применимости материалов при производстве электронных устройств,

Результаты

1. Критерии подбора материалов

Подбор материалов осуществляется исходя из трех основных принципов: эксплуатационного, технологического и экономического, которые в совокупности, определяют экономическую и техническую целесообразность использования материала [3]. Подробнее критерии рассмотрены в табл. 1.

как контакт с различными поверхностями и другими изделиями, способными поцарапать корпус, случайный локальный либо местный нажим и т.д.

Физические свойства обусловлены химическим составом и типом межзатомной связи материалов, давлением и температурой. В большинстве технологических процессов обработки материалов величина давления не превышает 500 МПа, что почти

Таблица 1

Основные критерии подбора материалов

Принцип подбора	Описание
Эксплуатационный	Основывается на учете характеристик, определяющих работоспособность приборов, инструментов или деталей машин, а так же стойкостные, силовые и другие свойства материала, влияющие на качество изготовленных из него изделий. К ним относятся физико-механические и химические свойства материала
Технологический	Учитывает параметры, влияющие на степень пригодности материала для изготовления деталей приборов, инструментов и машин в рамках требуемого качества при минимальных затратах. Технологичность материала оценивается обрабатываемостью давлением, резанием, свариваемостью, способностью к литью и т.д. От него зависит качество и производительность изготовления деталей для изделия
Экономический	Оценивается экономичность использования материала. Обычно вычисляется стоимостью единицы массы материала в виде порошка, слитков, заготовок, проката, по которым изготовитель производит свою продукцию

На основе этих принципов предлагается следующий порядок подбора материалов: природа (металлы, неметаллы); химическое строение и состав; термодинамические характеристики; физические и химические свойства; механические свойства; технологические свойства; свойства рабочей среды; экономическая целесообразность [5].

2. Свойства материалов

Существуют механические, физические, химические, технологические и эксплуатационные свойства материалов.

Механические свойства – это способность материала сопротивляться деформации и разрушению, которые обусловлены воздействием внешних сил, а также особенность поведения материала в процессе разрушения [3]. При выборе материала для производства изделия необходимо учитывать механические свойства, которые включают в себя следующие показатели: прочность, упругость, пластичность, ударная вязкость, твердость, износостойкость [5].

Эти показатели в значительной степени влияют на сохранение внешнего вида изделия в процессе его эксплуатации. При хорошо подобранных материалах с достаточной твердостью, прочностью и т.д. продукт способен переносить без потери внешнего вида ежедневные бытовые воздействия, такие

не влияет на физические свойства. Физические свойства материалов разделяют на зависимые и независимые от структуры. Последние обусловлены только температурой и химическим составом материала [3].

Общеизвестно, что материалы необходимо выбирать с учетом перепадов температур в окружающей среде, но кроме этого существуют электронные устройства, которые подвержены сильному нагреву, и температура может достигать в некоторых случаях 80–90 °С. Поэтому довольно часто имеет место вопрос об использовании материалов с соответствующими температурными свойствами.

При практическом использовании материала, в зависимости от области применения, назначения и условий эксплуатации, наиболее важными физическими свойствами являются: плотность, теплоемкость, теплопроводность, тепловое расширение и электромагнитные свойства.

Технологические свойства – это способность материала подвергаться обработке [5]. К этим свойствам относят следующие параметры:

- Литейные свойства (для металлов) – способность материала к отливке без дефектов. Зависят от жидкотекучести, усадки и ликвации металла.
- Ковкость (для металлов) – способность материала в холодном или горячем

состоянии без разрушения обрабатываться давлением.

- Свариваемость (для металлов) – способность материала к образованию качественного соединения, которое близко к свойствам основного материала.

- Обрабатываемость резанием.

3. Характеристики материалов

Традиционно в материаловедении принято делить материалы на 2 части – металлы и неметаллические материалы [5]. Основные виды материалов, свойства и их использование при проектировании и про-

изводстве электронных устройств приведены в табл. 2 [3].

Рассмотрим выбор основного материала для корпуса радиостанции (портативной радиостанции) профессионального назначения. Пользователями радиостанций являются люди, чьи профессии могут быть как безвредными, так и связанными с экстремальными условиями труда. В этом случае при выборе материалов необходимо учитывать все возможные условия эксплуатации изделия. Материал должен обладать высокими стойкими характеристиками к физическим воздействиям, таким как удары, давление,

Таблица 2

Основные виды материалов

Вид	Свойства	Применение
Металлы		
Черные металлы	● Высокая прочность, твердость и износостойкость ● Коррозионная стойкость	Практически не используется
Цветные металлы	● Высокая прочность, пластичность и легкость ● Коррозионная стойкость ● Хорошая электро- и теплопроводность	Производство корпусов различной мелкой электроники, кухонной и мультимедийной электроники
Неметаллические материалы		
Полимеры (полиуретаны, пластмассы)	● Хорошая прочность, жесткость, эластичность и легкость ● Высокие диэлектрические свойства, химическая стойкость, стойкость к коррозии и воздействию влаги ● Хорошие тепло- и звукоизоляторы ● Существуют оптически прозрачные, антифрикционные и высокоэластичные полимеры ● Технологичны и экономичны в производстве ● Подвержены горению	Широкое применение при производстве практически любого электронного устройства
Композиты	● Высокая прочность, жесткость, износостойкость и легкость ● Анизотропность, гигроскопичность ● Высокий объем ● Токсичность ● Низкая технологичность и высокая стоимость	Специальные виды электронных устройств, требующие высокой износостойкости, прочности и т.д.
Каучук и резины	● Высокая эластичность (подвержена значительным деформациям), высокое сопротивление разрыву и истиранию, способность поглощать колебания ● Газо- и водонепроницаемость ● Высокие диэлектрические свойства ● Удовлетворительная механическая прочность ● Малая морозостойкость	Изоляция электронных устройств, требующих высокой степени герметичности
Древесина	● Высокая удельная прочность, хорошее сопротивление ударным и вибрационным нагрузкам ● Малая теплопроводность и низкий температурный коэффициент расширения ● Стойкость к кислотам, солям и маслам ● Анизотропность и гигроскопичность ● Отсутствие огнестойкости	Эстетическое и художественное оформление электронных устройств. Корпуса Hi-Fi оборудования
Стекла	● Хорошие диэлектрические свойства ● Низкая механическая прочность ● Низкая прочность при изгибе	Поверхность информационных элементов
Керамика	● Высокая твердость и прочность при сжатии ● Высокая химическая и термическая стойкость ● Отличные диэлектрические свойства	Элементы электронных устройств, требующие термо- и электрозащиты

скольжение по грубым поверхностям и т.д. Поэтому выбор основных материалов корпуса достаточно широк, это может быть твердый металл, полимер либо композит. Далее, исходя из технологического принципа подбора и позиционирования рации как устройства, не требующего материалов с высокими эстетическими свойствами, где на первом месте стоит идея практичности, удобства и надежности, рациональнее выбрать полимерный материал.

Производство корпусов составной морфологии включает несколько сложных и дорогостоящих операций, не менее сложен процесс производства из композитных материалов. Применение полимеров позволяет упростить и удешевить технологию производства.

Неудивительно, что большинство производителей раций используют именно этот материал, варьируя толщину корпуса, его внутреннюю конструкцию применяя различные конструктивные решения для увеличения жесткости изделия и придания заданных свойств изделию и т.д.

Заключение

Дизайн-проектирование электронных устройств представляет собой особый вид деятельности, при котором, помимо художественного видения, необходимо обладать знаниями в технической области проектируемого продукта. От этих знаний зависит верный выбор материалов, который основывается на их механических, температурных, электромагнитных и технологических свойствах. От материалов зависит корректная работа, долговечность, сложность обслуживания и безопасность как самого продукта, так и пользователя.

Проделанная работа позволяет при выполнении дизайн-проектов оболочек и корпусов различных электронных устройств оптимально подобрать материалы, оттал-

киваясь от их свойств, которые могут в той или иной степени повлиять на эксплуатационные характеристики устройства, от функций и условий эксплуатации проектируемого электронного устройства.

Список литературы

1. Арзамасов Б.Н., Сидорин И.И., Косолапов Г.Ф., Материаловедение: учебник для вузов. – М.: Изд-во «Машиностроение», 1976. – 384 с.
2. Арзамасов В.Б., Черепихина А.А., Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 446 с.
3. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г. и др., Материаловедение. учебник для вузов. – 8-е изд. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 648 с.
4. Барышев Г.А., Материаловедение: учебное пособие. – Тамбов.: ТГТУ, 2007. – 140 с.
5. Сажин В.Б., Иллюстрации к началам курса «Основы материаловедения»: учебное пособие для вузов. – М.: ТЕИС, 2005. – 156 с.

Reference

1. Arzamasov B.N., Sidorin I.I., Kosolapov G.F., Materialovedenie. Uchebnik dlya vuzov. Moskva: Izdatelstvo Mashinostroenie, 1976. 384 p.
2. Arzamasov B.N., Cherepahina A.A., Materialovedenie i tekhnologiya konstrukcionnyh materialov. Uchebnik dlya vuzov. Moskva, Izdatelskij centr Akademiy, 2007. 446 p.
3. Arzamasov B.N., Makarova V.I., Muhin G.G. i dr, Materialovedenie. Uchebnik dlya vuzov. 8-e izd. Moskva, MG TU im N.Eh. Bauman, 2008. 648 p.
4. Baryshev G. A. Materialovedenie. Uchebnoe posobie. Tambov, TGTU, 2007. 140 p.
5. Sazhin V.B. Illyustracii k nachalam kursa osnovy materialovedeniya. Uchebnoe posobie dlya vuzov. Moskva, TEIS, 2005. 156 p.

Рецензенты:

Захарова А.А., д.т.н., директор Института кибернетики, Томский политехнический университет, г. Томск;

Люкшин Б.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой механики и графики, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск.