

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики
Направление подготовки 261400 "Технология художественной обработки материалов"
Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии художественного изделия из металла по технологииковки

УДК 672.1: 658.512.23:621.735

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж21	Кондратьева Юлия Михайловна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Кухта Мария Сергеевна	д.ф.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АРМ	Буханченко Сергей Евгеньевич	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения по ООП

Из планируемых результатов обучения наиболее ярко проиллюстрированы:

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Готовность уважительно и бережно относиться к историческому наследию, накопленным гуманитарным ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также отражать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры при изготовлении художественных изделий
P2	Способность понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии
P3	Понимание социальной значимости своей будущей профессии и стремление к постоянному саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
P4	Способность к восприятию информации, понимания ее значение развитию современного общества, знает основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях
P5	Владение литературной, деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и на одном из иностранных языков, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования текстов профессионального назначения с учетом логики рассуждений и высказываний
P6	Способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой культуре
P7	Умение применять необходимые знания в области естественных,

	социальных, экономических, гуманитарных наук и готовность использовать их основные законы, а также методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения профессиональных задач
P8	Способность сочетать научный подход в исследованиях физико-химических, технологических и органолептических свойств материалов разных классов для решения поставленных задач в ходе своей профессиональной деятельности
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P9	Способность осуществлять выбор необходимого оборудования, оснастки, инструмента для получения требуемых функциональных и эстетических свойств художественно-промышленных изделий, определить и разрабатывать технологический процесс обработки изделий из разных материалов с указанием технологических параметров для получения готовой продукции.
P10	Способность решать профессиональные задачи в области проектирования, подготовки и реализации единичного и мелкосерийного производства художественно-промышленных изделий.
P11	Способность выбрать художественные критерии и использовать приемы композиции, цвето- и формообразования, в зависимости от функционального назначения и художественных особенностей изготавливаемого объекта.
P12	Способность организовывать работу коллектива в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также его контроль по выпуску серийной художественной продукции в соответствии с трудовым законодательством
P13	Способность к планированию участков, выбору и размещению необходимого оборудования и индивидуальных установок для единичного и мелкосерийного производства художественных изделий, обладающих эстетической ценностью.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 93 с., 25 рис., 16 табл., 20 источников, 4 прил.

Ключевые слова: художественная ковка, сварка, технология, светильник, металл, бионический стиль, стилизация.

Объектом исследования является технология художественной ковки, как в целом, так и применительно к конкретному изделию.

Цель работы – создание декоративного напольного светильника по технологии художественной ковки.

В процессе исследования проводились классификационные и комплексные анализы функций светильника, элементов конструкции, этапов формообразования и стилизации, а также свойств материалов, применяемых для создания изделия.

В результате исследования были получены и классифицированы данные о различных функциях и параметрах разрабатываемого объекта, что позволило в дальнейшем создать рабочее изделие в реальном масштабе с применением заявленных технологий.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: светильник изготовлен из конструкционной стали, общий вес конструкции – около 13кг. Геометрические параметры (ВхШхД): 1600х700х700мм. Изделие имеет пять световых элементов общей мощностью в 200Вт, обеспечивающих световой поток в 2050 люмен.

Степень внедрения: единичное и мелкосерийное производство.

Область применения: жилые помещения с низким и нормальным уровнем освещенности, а также интерьеры общественных мест.

Экономическая эффективность/значимость работы определяется оригинальностью конструкции и индивидуальностью разработки, что обеспечивает конкурентоспособность разработанного изделия на рынке.

В будущем планируется дальнейшая работа с технологиями художественной ковки и сварки, а также продолжение работы над проблемами формообразования и стилизации в бионическом стиле.

Определения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ Термины и определения.
2. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. ГОСТ 12.0.003-99 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы
4. ГОСТ 12.3.002-75 Процессы производственные. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.2.009-99 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»
6. ГОСТ 12.3.002—75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности
8. ГОСТ Р 52108-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения
9. ГОСТ 17677-82 Светильники. Общие технические условия
10. ГОСТ Р 54945-2012 Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности
11. ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент
12. ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия
13. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки
14. ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент
15. ГОСТ Р 52246-2004 Прокат листовой горячеоцинкованный. Технические условия

16. ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия
17. СанПиН 2.24.548-96 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
18. СНиП II – 4 – 79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.

Оглавление

Введение.....	8
1. Обзор литературы.....	11
2. Объект и методы исследования	20
3. Разработка и создание интерьерного светильника по технологии художественной ковки. 22	
3.1. Аналитический обзор аналогов и прототипов объекта.....	22
3.2. Систематизация и комплексный анализ функций объекта.....	27
3.3. Предметный анализ элементов конструкции изделия	31
3.4. Разработка эскиза изделия; выбор стиля и уровня стилизации	35
3.5. Выбор материалов и расчет конструкции изделия.....	43
3.6. Этапы изготовления и сборки изделия	49
4. Результаты проведенной разработки.....	54
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	57
6. Социальная ответственность.....	70
Заключение.....	85
Список публикаций	87
Список используемых источников	88
Приложение А Эскиз изделия	90
Приложение Б Визуализация 3D-модели.....	91
Приложение В Светильник «Dandelion».....	92
Приложение Г Сборочный чертеж изделия	93

Введение

Технология художественнойковки известна человечеству с давних времен. Количество и разнообразие объектов, создаваемых по данной технологии, крайне велико и ограничивается лишь фантазией авторов и свойством материала. При помощи данной технологии стало возможно создавать не только объекты с жесткой геометрией и симметричной конструкцией, но и практически любые пластичные формы, что достигается за счет пластичности самого используемого материала – металла. В современном мире, где использование металлов распространено крайне широко, художественнаяковка не только не потеряла свою актуальность, но и нашла новые применения, в совокупности с современными технологиями. В данном проекте рассматривается сочетание технологииковки с современными стилевыми решениями, влияние свойств материала и особенностей технологических операций на конечную форму объекта, а также решением проблем некоторых особенностей формообразования, связанных с переносом визуальных свойств объектов живой природы на кованое изделие, чем и обуславливается актуальность работы.

Целью данной работы было создание изделия по технологии художественнойковки. Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- ознакомление с технологией художественнойковки и последующее ее освоение;
- обзор существующих аналогов и прототипов проектируемого изделия;
- систематизация и анализ различных функций изделия;
- создание эскиза на основе сделанного анализа;
- разработка непосредственной технологии создания изделия;
- изготовление изделия в реальную величину;

- составление отчета по проделанной работе и технической документации к изделию.

Объектом исследования является сама технология художественнойковки, как в целом, так и применительно к конкретному изделию. В исследовании рассмотрены инструменты, основные технологические операции и этапы создания изделия, а также материалы, применяемые в данной технологии. Несмотря на то, что за прошедшее время технология не претерпела значительных изменений в плане основных операций, появились некоторые новые инструменты и способы их использования, что также отражено в исследовании.

Предметом исследования является непосредственно разработка дизайнерского изделия по технологии художественнойковки. В исследовании содержатся этапы эскизирования и проектирования изделия, подбор материалов, расчеты конструкции, а также непосредственно технология изготовления проекта. Помимо этого, описаны различные сложности, возникавшие в процессе разработки и создания изделия, их влияние на изменение формы объекта и общей концепции проекта.

Процесс разработки дизайнерского изделия всегда сопряжен с творческой работой и анализом. Если технология художественнойковки существует давно, то создание непосредственной формы изделия – это личный вклад конструктора и дизайнера. Новизна данной работы обуславливается именно поиском этой формы, разработкой оригинальной конструкции изделия, применительно к этой технологии. Практическим результатом этой разработки является законченный объект интерьерного дизайна, который выполняет практическую функцию светильника, а также представляет собой самостоятельный арт-объект, или же дополняющий интерьерную композицию предмет.

Реализация разработанного изделия согласно выбранной технологии происходила в несколько этапов, описанных в разделе, посвященном

изготовлению объекта. Результатом проделанной работы является рабочее изделие в натуральную величину, изготовленное по технологии художественнойковки с применением других технологий обработки и соединения металлов (резание, сварка). Промежуточные результаты работы также обсуждались в рамках доклада на международной научно-практической конференции «Теория и практика дизайна», проводившейся в Томском Институте Бизнеса в апреле 2016 года. По итогам обсуждения, в проект были внесены поправки, что отражено более подробно в разделе, посвященном проектированию объекта.

1. Обзор литературы

В настоящее время существует много способов художественной обработки металлов давлением. Творческий человек, инженер декоративно-прикладного искусства, выбирая технологию обработки металла, должен учитывать особенности различных способов обработки, влияющих на процесс формообразования изделия. Среди видов обработки металлов давлением различают ковку, дифовку, чеканку, металлопластику и др. Остановимся подробнее на технологии и инструменте для художественной ковки.

В литературе ковкой называют обработку металлов давлением, то есть, при помощи различных видов удара и изгибания[1]. Целью процесса является получение поковки требуемой формы и размеров. В зависимости от температуры заготовки во время обработки, различают горячую и холодную ковку. При использовании технологии горячей ковки, металл заготовки нагревается до «ковочной температуры» - такой температуры, при которой пластичность металла повышается до максимума, но при этом не происходит изменений в его структуре. Для холодной ковки используются холодные заготовки, однако ковать холодным способом можно лишь металлы, имеющие малую твердость – олово, малоуглеродистая сталь, бронза и т.д. К холодной ковке также относят гнутье – придание заготовкам, чаще пруткам, определенной формы путем изгибания.

Алгоритмически процесс ковки можно разделить по стадиям:

- Заготовка – это первичный полуфабрикат, получаемый путем отделения требуемой части металла от проката или литья, по объему достаточный для получения поковки.
- Поковка - основное изделие, получаемое в результате обработки заготовки ковкой.

В технологии ковки художественных изделий различают следующие виды ковки:

- Предварительная ковка производится в следующих целях. Для измельчения дендритов и грубых кристаллитов, для получения однородной мелкозернистой структуры. Для полного исключения пустот и пор металла и их последующей заваркой. Для проковки сердцевины слитка и придания необработанной заготовке требуемой предварительной формы.
- Черновая ковка проводится при значительной деформации металла. Сюда можно отнести черновую проковку ребер, сбивку углов Ортогональную протяжку.
- Завершает изготовление ювелирного или художественного изделия окончательная ковка. Как ее еще называют – чистовая ковка. Это один из немногих методов обработки металлов, который невозможно заменить никакой другой обработкой[2].

Технологический процессковки состоит из ряда операций – законченных частей технологического процесса. По функциональному признаку операции можно классифицировать следующим образом: предварительные, основные, вспомогательные и отделочные.

К предварительным операциям относятся: отрубка, отрезка, надрубка, надрезка и вырубка. Надрезка и отрезка осуществляется режущим инструментом с удалением части металла в отход – на токарном станке, фрезерном, газорезом и т.д. При отрезке заготовка отделяется полностью, при надрезке частично и потом обламывается. Этот процесс оставляет хороший торец, однако очень трудоемок и вызывает отход металла.

Надрубка и отрубка аналогичны, не предусматривают отхода и весьма эффективны. Процесс вырубки относится к получению заготовок из плит, путем контурного отделения заготовки от исходного металла. Все эти процессы служат для получения заготовок.

Основные операцииковки подвергают заготовку пластическому формоизменению с целью получения поковки требуемых форм и размеров. К ним относятся: протяжка, раскатка, осадка, высадка, проколка, прошивка,

пробивка, раздача, гибка, торсировка, кузнечная сварка. Протяжка – операция увеличения длины всей или части заготовки за счет уменьшения площади поперечного сечения. Эта операция применяется при получении поковок типа стержня – круглых, квадратных и плоских, возможно с утолщениями по длине.

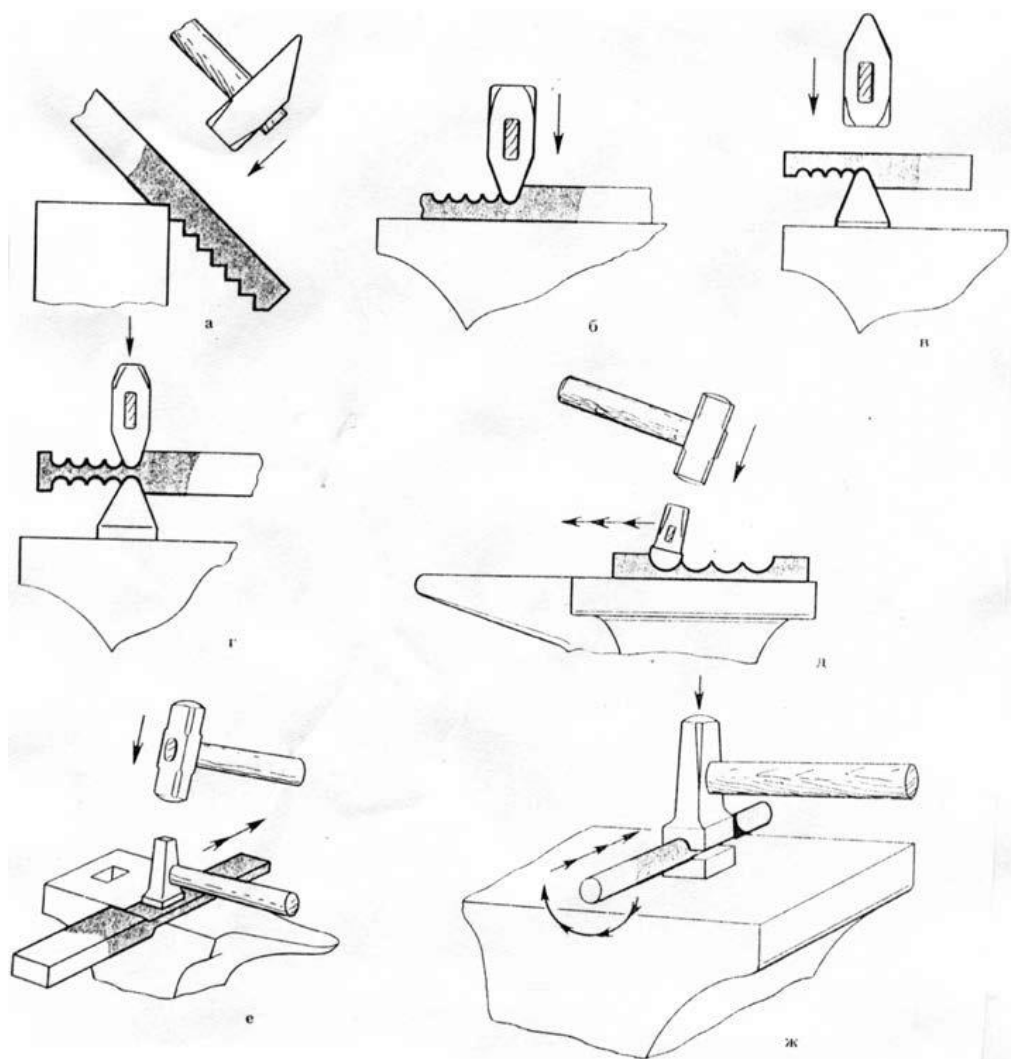


Рисунок 1. Протяжка

Раскатка – операция аналогичная протяжке, применяемая для увеличения диаметра кольцевых заготовок, за счет уменьшения площади поперечного сечения их стенок.

Осадка – основная кузнечная операция, обратная протяжке. Здесь уменьшают величину всей заготовки, за счет увеличения площади ее поперечного сечения.

Нагретую заготовку устанавливают вертикально на наличник наковальни,

поддерживая клещами за середину, наносят по верхнему торцу удары молотом, с нарастающим усилием. С ударами высота заготовки увеличивается, а площадь поперечного сечения увеличивается. При этом заготовка приобретает бочкообразную форму. Это не является эффективным проявлением процесса, однако при художественной обработке, такой эффект можно весьма оригинально использовать.

Высадка – уменьшение высоты части заготовки, при увеличении площади поперечного сечения этой части. Эту операцию можно назвать локальной осадкой. При необходимости получения поковки с утолщением в средней части, ее так же высаживают, применяя специальный инструмент. Часто встречаются операции получения отверстий в поковках. К ним следует отнести – проколку, пробивку и прошивку.

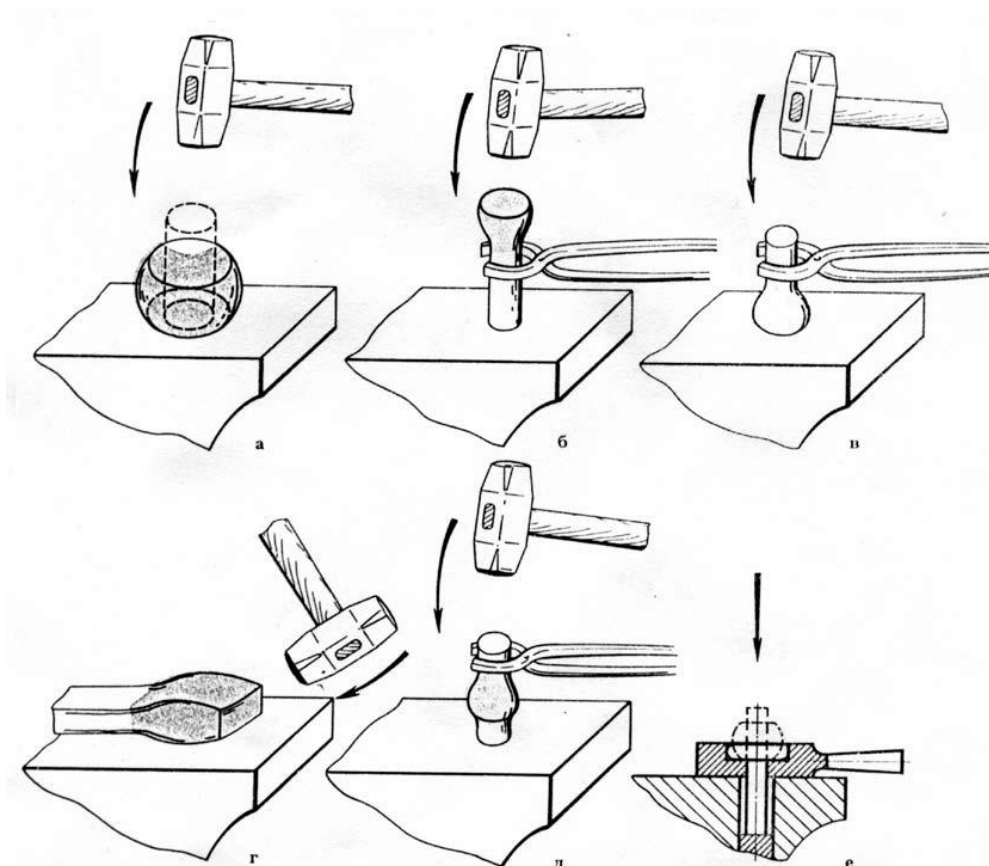


Рисунок 2. Осадка и высадка

Проколка – операция выполнения отверстия в поковке без удаления металла в отход. Выполняется с применением разновидности накладного

инструмента – кузнечного шила. С помощью этой операции получают отверстия в поковках толщиной до 25 мм. Однако качество отверстия, полученного данным образом невелико.

Пробивка – выполнение в заготовке отверстия с удалением металла в отход. Этой операцией получают отверстия заданной формы – круглые, шестигранные, квадратные и т.д. Качество, получаемых отверстий намного выше, чем при получении их проколкой, однако это требует применения достаточно сложного инструмента. Этой операцией получают отверстия в более толстых заготовках.

Прошивка – операция получения несквозных отверстий, за счет свободного вытеснения металла кузнечным инструментом – прошивком. Прошивка может служить предварительной операцией перед пробивкой глубокого отверстия и дальнейшей раскатки.

Раздача – увеличение поперечного сечения отверстия при одновременном воздействии кузнечного инструмента - раздатчика, по всему периметру сечения. При небольшом увеличении отверстия эту операцию называют калибровкой.

Торсировка – или скручивание – осуществляют поворотом части заготовки вокруг ее продольной оси. Этой операцией позволяют получать поковки спиральной формы из плоских и квадратных в сечении заготовок.

Кузнечная сварка – получение неразъемных соединений в результате соединения двух, или нескольких заготовок внахлест и интенсивнойковки их ударным инструментом.

Вспомогательные операцииковки применяются с целью улучшения и облегчения последующейковки. К ним можно отнести пережим и сбивку углов. Пережимом формируют в поковке углубления, или уменьшают ее сечение, путем внедрения инструмента. При этом последующие формообразующие операции становятся менее энергоемкими. Сбивка углов, это операция, при которой ударным кузнечным инструментом деформируют острые углы у заготовок квадратного или прямоугольного сечения.

В завершающей части работы проводят отделочные операции. Отрубкой удаляют излишки металла и заусенец. Правкой устраняют искажение формы поковки для ее полного соответствия эскизу. Правку осуществляют в горячем и холодном состоянии. Операция проглаживание устраняет неровности поверхности поковки при помощи гладилок. Вариантом проглаживания является калибровка, применительно к имеющимся в поковке отверстиям.

Все операцииковки состоят из приемов – отдельных действий и перемещений заготовки и инструмента. Существуют следующие приемы проведения кузнечных операций.

Переход – часть операции, которая проводится без замены кузнечного инструмента и перестановки заготовки.

Проход – последовательные однотипные удары молотом по заготовке, в результате которых она пластически деформируется при осуществлении одной из основных операций.

Кантовка – часть операции, состоящая из поворота заготовки вокруг оси. Подача – часть операции, состоящая из продольного или поперечного перемещения заготовки во время прохода или между переходами. Осуществление основных операций может происходить при использовании одного или нескольких приемов[3].

Инструмент дляковки можно разделить на группы по своему функциональному назначению: опорный, ударный, подкладной и вспомогательный. Опорный инструмент представлен наковальнями и шпераками.

Наковальня – основной опорный инструмент, на котором производятся практически все операцииковки. Наковальня представляет собой массивную металлическую опору. Различают однорогие, безрогие и двурогие наковальни. Наиболее распространен однорогий тип с коническим, круглым рогом для таких операций, как гибка по радиусу и раскатка. Противоположный край рогу, называют хвостом, он служит для гибки поволоков, под прямым углом. Верхнюю плоскость наковальни – наличник, снабжают двумя отверстиями – круглым и

квадратным. В квадратное отверстие вставляют хвосты подкладного инструмента, над круглым отверстием производят операции, требующие проход инструмента через заготовку (на пример пробивки). Наковальня устанавливается строго горизонтально, в 700 – 800 мм от уровня пола. Для гашения динамики удара устанавливается на массивную опору, чаще деревянную.

Шпераки – маленькая, чаще двурогая наковальня, весом не более 4 кг. Имеет разнообразный профиль и при художественной ковке имеет широкое применение. Используется для гибки, правки и 24 выколотке различных орнаментальных элементов. Хвостом шперак устанавливается в квадратное отверстие наличника наковальни. Ударный инструмент ручнойковки представлен кувалдами и ручниками.

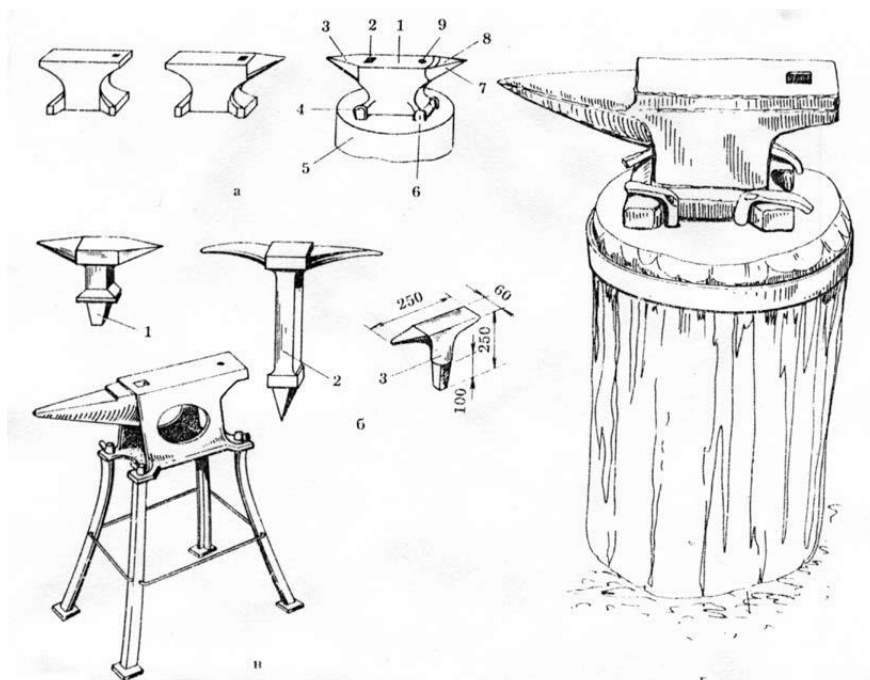


Рисунок 3. Наковальни и шпераки

Кувалда. Полное название – боевой двуручный молот (не потому, что использовался в бою, а потому, что им осуществляется бой, и держат кувалду, при работе, только двумя руками). Вес бойка молота от 2 до 16 кг. По силе удара различают: локтевой – легкий, плечевой – средний и навесной удар, когда кувалда описывает в воздухе полный круг. Кувалда имеет оба плоских бойка или один клиновидный с продольным или поперечным расположением.

Ручник или молоток кузнеца – относится к основному кузнечному инструменту. Вес его бойка составляет не более 2 кг. Им производятся мелкие работы, а так же он служит для передачи указаний от кузнеца к ковалю.

Топор, зубило и подсечка – применяют для разделительных операций. Зубила, топоры и некоторые другие, называют еще накладным инструментом. Вебсь он снабжен рукоятками, для удержания во время работы. Подсечка – типичный представитель подкладного инструмента имеет четырехгранный хвостовик, который вставляется в отверстие наличника наковальни. Зубило так же используется при насечке узоров. Пробойники – инструмент, служащий для пробивки отверстий. Имеют разнообразные сечения рабочей части. Используются для выполнения декоративных подзоров, решеток. Обжимки (они же парный инструмент, когда и накладной и подкладной инструмент работает совместно) – состоят из двух частей верхника и нижника. Имеют самые разнообразные сечения рабочей поверхности – круглые, овальные, квадратные, шестигранные, фасонные. При помощи обжимок поковке придают правильную форму. Подбойники – относятся к обеспечению вспомогательных операций. Применяются для облегчения и ускорения ручнойковки, а так же для образования перехватов, желобков, канавок, углублений. Расткатки – одна сторона у него плоская, другая выпуклая. Служит для ускорения вытяжки или раскатки поковок. Гладилки – служат для выглаживания поверхности поковок. Рабочая поверхность гладилки хорошо отшлифована, имеет плоскую или полукруглую поверхность. Вилки – применяются для гибки и закручивания элементов поковки. Вспомогательный инструмент – применяют для облегчения ковочных операций и ускорения процесса. Кузнечная форма – представляет собой массивную плиту с отверстиями и ручьями. Служит для получения фигурных отверстий, гибки, получения поковок заданных форморазмеров.

При художественной ковке применяют различные оправки. Фасонные и профильные оправки служат для производства элементов эскизной модели художественного изделия. Плита со штырями, при наличии возможности изменения их положения применяется при гибке завитков, кривых прутков и

полос. Набрав шаблон, посредством расположения штырей, заготовку огибают между ними, получая требуемую форму поковки. Инструмент, при помощи которого заготовку удерживают и поворачивают, во времяковки называют клещами. В зависимости от конфигурации поковок, клещи имеют разные формы губок, из расчета прилегания их по всей длине сцепления. Рукоятки стержней изготавливаются пружинящими, чтобы они могли удерживаться одной рукой. Для фиксации зажима заготовки на рукоятки клещей насаживают зажимное кольцо – шпандырь[4].

Помимо перечисленного инструмента, для ручнойковки используются также ножницы по металлу для листовых заготовок и тонких прутков. Кроме того, из-за применения большой ударной силы и передачи таким образом тепла в заготовку, в верхнем слое металла образуется наклеп – деформационное упрочнение. Это придает верхнему слою заготовки хрупкость и снижает пластичность всей заготовки, что усложняет дальнейшую обработку. Чтобы снять наклеп, заготовку необходимо отжечь – нагреть до определенной температуры, при которой структура металла изменится. Для этого применяют различные печи – электрические, топливные, электродуговые и т.д[5].

2. Объект и методы исследования

В начале разработки было сформулировано техническое задание: разработать дизайн-проект интерьерного светильника и изготовить его при помощи технологии художественнойковки. Обязательными условиями являлись технология и материал изготовления – металл. Началось проектирование с обзора аналогов и систематического анализа функций выбранного объекта – интерьерного светильника. Были выделены и систематизированы также стандартные элементы конструкции объекта. Использование данных проведенного анализа позволило разработать эскиз изделия, изготовление которого в металле представлялось возможным. Также проведенный анализ во многом повлиял на выбор стилового решения будущего изделия – было выбрано стилевое направление бионического дизайна. Эскиз изделия разрабатывался с учетом знаний, полученных в курсах композиции и технического дизайна, с целью уделить внимание не только конструкции объекта, но также эстетике его внешнего вида, так как изделие предполагалось не только как светильник, но и как художественное изделие (арт-объект).

В дальнейшем возникла необходимость перенести эскиз в объемную среду. Для достижения этого использовалась система автоматизированного проектирования SolidWorks, позволяющая не только создать модель объекта заданных размеров и параметров материала, но и получить информацию о массе объекта, критических точках конструкции, и, помимо этого, автоматически создать техническую документацию на изделие. В процессе создания модели были использованы знания и умения, полученные при освоении курса компьютерного моделирования. Результатом данного этапа работы стала 3D-модель изделия в реальных размерах, которая была принята за основу составления технологического маршрута создания объекта.

Следующим этапом разработки был выбор материалов и инструментов для создания изделия. Данный выбор напрямую зависел от используемых технологий обработки и соединения материалов, поэтому, основываясь на

знаниях, полученных в курсах художественного материаловедения и художественнойковки и технологии соединения металлов, были выбраны соответствующие материалы и инструменты – стальной трубный прокат, листовой прокат, а также дополнительные элементы (крепежи, декоративные элементы и т.д.).

Конечным этапом разработки стало составление технической документации, включающей в себя чертежи изделия, описание этапов обработки отдельных деталей и последующей сборки конструкции, а также составление подробного отчета обо всем процессе разработки и создания изделия. Данная документация составлялась с использованием знаний и навыков, полученных в процессе обучения по курсу технологии обработки материалов, а также на основе выполненного в данном курсе курсового проекта.

Подробнее методы анализа, проектирования и расчетов, примененные при разработке изделия, описаны в соответствующих разделах дипломной работы.

3. Разработка и создание интерьерного светильника по технологии художественной ковки

Данный раздел содержит аналитическую информацию, касающуюся разработки конструкции изделия, а также обоснование выбора стилового решения, материалов, расчет конструкции и других параметров изделия. Также в разделе приведен поэтапный иллюстрированный процесс создания и сборки готового изделия.

3.1. Аналитический обзор аналогов и прототипов объекта

Для начала разработки собственного дизайн-проекта, в первую очередь необходимо провести обзор существующих аналогов и прототипов. Однако следует учитывать, что данный обзор будет тем точнее, чем уже будет спецификация выбранных для описания объектов. Перед началом отбора аналогов, необходимо выделить параметры, по которым они будут подбираться. Факторы выбора аналогов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные факторы отбора аналогов

Фактор	Описание
Тип изделия	Основная группа, к которой можно отнести объект. Определяется основной функцией.
Область применения	Является объект интерьерным или экстерьерным.
Способ установки/крепления	Способ размещения объекта в пространстве (на полу/земле, на стене, на потолке и т.д.)
Материал изготовления	Непосредственно материал, из которого изготовлена основная часть конструкции.
Технология изготовления	Способ изготовления изделия.

Согласно представленным факторам, выбранные для анализа объекты соответствовали следующим параметрам:

- Тип объекта – светильник;
- Область применения – интерьерный;
- Способ установки – торшер (напольный);
- Материал изготовления – металл (предпочтительно – сталь);
- Технология изготовления – ковка.

Аналоги, соответствующие данным параметрам, были отобраны из электронных ресурсов и каталогов. Ниже представлены их изображения и краткая аналитика.



Рисунок 4. Кованый торшер в форме вазы

Светильник, представленный на рис. 4, обладает оригинальной конструкцией и обилием декоративных элементов, что позволяет отнести его к художественным изделиям. Учитывая также эти факторы, можно сказать, что данный торшер не является технологичным, так как изготовление большого количества разнообразного декора в промышленных масштабах является

затруднительным. Однако сильной стороны данного изделия является скорее эстетика внешнего вида, чем простота и технологичность конструкции.



Рисунок 5. Стальной торшер в виде вазы с цветами

На рис. 5 представлена другая вариация торшера-вазы, однако основа выполнена по несколько другой технологии – не из отдельно стоящих гнутых прутков, а из многократно спаянных между собой. В плане технологичности, данное изделие очень схоже с предыдущим – несмотря на то, что используемые материалы просто и распространены в промышленных масштабах, выполнение таких сложных форм на производстве в больших объемах не представляется возможным.



Рисунок 6. Напольный светильник-колонна

Напольный светильник, представленный на рис. 6, является более технологичным, нежели предыдущие аналоги. Несмотря на присутствие декора, можно отметить, что форма этих элементов довольно проста и может быть достигнута за счет промышленных средств производства (гибочных станков). Затруднение для изготовления в больших объемах представляет лишь процесс сборки готового изделия, скорее всего, это потребует ручных операций, что позволяет отнести производство данного светильника к мелкосерийному типу. С эстетической же точки зрения, данный аналог проигрывает двум предыдущим, так как имеет более простую форму и симметричную композицию.



Рисунок 7. Напольный светильник в виде канделябра

Представленный на рис. 7 торшер имеет технологичную конструкцию, так как совокупность простой формы и отсутствие как такового декора позволяет изготавливать такие светильники в промышленных условиях. Изогнутой формы стоек можно достичь на гибочных станках, так как отсутствуют сложные изгибы конструкции. Детали основания и крепления патрона также могут быть изготовлены промышленным путем, благодаря своей распространенности и простой форме. Крепление конструкции при помощи

колец также облегчает сборку светильника и сводит количество ручных операций к минимуму. Лаконичность формы также позволяет сказать об эстетичности объекта, однако, в сравнении со светильниками более сложных форм, данный аналог оказывается позади в плане художественной ценности.

На основе проведенного аналитического обзора можно сделать вывод, что в основном кованные напольные светильники являются скорее эстетичными, нежели технологичными объектами. Используемые материалы чаще всего просты и являются продуктами металлопроката, но обилие декора разнообразных форм и размеров сильно усложняет конструкцию и делает изделие менее технологичным, увеличивая количество ручных операций, необходимых для изготовления и сборки как отдельных элементов светильника, так и конструкции в целом. Увеличение технологичности, в свою очередь, может негативно отразиться на внешнем виде изделия, т.е. на эстетической составляющей. Простая конструкция и отсутствие декоративных элементов лишают изделие оригинальности и индивидуальности, присущих художественным изделиям.

После оценки результатов проведенного анализа было принято решение остановиться на менее технологичном виде изделия, сосредоточившись на эстетической составляющей. Изделие предполагалось изготовить полностью вручную, практически без использования станочного оборудования и деталей, изготовленных промышленным путем, но с использованием таких же простых материалов – проката, трубного и листового.

3.2. Систематизация и комплексный анализ функций объекта

Каждое изделие, вне зависимости от своего типа, выполняет определенные функции, заложенные в него конструктором. Прежде чем приступать к разработке проекта, было необходимо выделить эти функции, чтобы впоследствии убедиться, что разработанное изделие их выполняет, причем таким образом, что выполнение одной из функций не создает помех для выполнения другой. В первую очередь, были выделены функции, присущие конкретному типу изделия – светильнику. Их названия и характеристики приведены в таблице 2[6].

Таблица 2. Функции светильников

Функция основная	Освещение пространства помещения, обозначение траектории движения
Функция побочная	Элемент дизайна интерьера и элемент средового дизайна – эстетически привлекательный и художественно выразительный арт-объект
Функция поддерживающая	Элемент коммуникации, влияющий на психологический климат

Согласно данной иерархии, основной функцией светильника является освещение пространства. Эта функция оказывает большое влияние на формообразование объекта, так как предполагает наличие креплений для световых элементов, которые не будут перекрыты другими частями конструкции (минимально затенены), а также определенное расположение этих световых элементов относительно друг друга, чтобы освещение пространства было максимально равномерным. Эти условия во многом становятся ограничительными при разработке конструкций художественных (декоративных) светильников. Однако было бы неправильно считать, что лишь основная функция определяет формообразующие факторы конструкции объекта. Побочной функцией светильника, согласно табл. 2, является его эстетическая привлекательность, то есть, эстетика внешнего вида изделия.

Данная функция во много является формообразующей, так как именно она определяет художественную выразительность объекта, соответствие заданной стилистике и способность объекта вписаться в интерьерное пространство. Задача дизайнера в первую очередь сводится к тому, чтобы создать визуально гармоничный и эстетичный объект, используя законы композиции и знания о перцепции и формообразовании. Говоря о перцепции (восприятии объекта), следует сказать, что поддерживающая функция как раз основывается на этой концепции, так как даже эстетически привлекательный объект может выглядеть непритязательным или чужеродным в среде, в которой правильное его восприятие затруднено. Объект может дисгармонизировать с окружающим его пространством по форме или цвету, что подсознательно заостряет внимание человека на нем и вызывает отрицательные эмоции. Именно поэтому при разработке средового объекта важно помнить не только об эстетике вида самого объекта, но и том, как он будет взаимодействовать с окружающей его средой, что также непосредственно влияет на формообразование[7].

Выделение основных функций по типу изделия – несомненно, важный этап разработки, так как эти функции являются в свою очередь формообразующими факторами. Но при этом следует также учитывать, что у светильников различных типов данная иерархия может меняться в зависимости от того, какая функция важнее для конкретного типа изделия. В этом случае появляется необходимость составить классификацию светильников, причем для данного проекта была выбрана классификация по назначению и месторасположению (табл. 3).

Таблица 3. Классификация светильников

Тип светильника	Назначение	Основная функция
Экстерьерные светильники (ориентационные)	Уличное освещение для открытых пространств и автодорог	Освещение пространства
Экстерьерные светильники (декоративные)	Садово-парковое освещение открытых зон	Украшение экстерьера
Производственное освещение	Освещение рабочих зон на производствах	Освещение пространства
Интерьерные светильники (для общественных мест)	Светильники для офисов и других общественных мест	Освещение пространства
Интерьерные светильники (декоративные)	Светильники для жилых помещений, служащие одновременно объектом интерьера	Украшение интерьера
Специальные светильники	Освещение, предназначенное для специализированных помещений (операционные медицинские лампы, бестеневые и точечные светильники и т.п.)	Освещение пространства

Как видно из таблицы, когда речь идет о декоративных светильниках, интерьерных или экстерьерных, на первый план выходит функция, побочная для других видов светильников – художественно-эстетическая составляющая конструкции. Разумеется, освещение пространства также будет являться функцией изделия, но для арт-объекта, которым является декоративный

светильник, уже не будет представлять такой большой важности, как, например, для производственного или дорожного освещения[8]. Таким образом, подводя итог проведенного анализа, следует отметить, что в процессе разработки в первую очередь учитывалась формообразующая функция декоративного светильника как интерьерного арт-объекта, а функция освещения пространства отошла на второй план, хотя все еще присутствует у объекта. Подробнее вопрос обеспечения означенных функций у изделия рассмотрен в соответствующих разделах.

3.3. Предметный анализ элементов конструкции изделия

При разработке изделия следует учитывать, что любой сборочный объект состоит из некоторых конструктивных элементов, которые обычно стандартны для этого вида изделий. После проведения аналитического обзора аналогов стало очевидно, что для интерьерного напольного светильника можно в общем случае выделить следующие конструктивные элементы (рис. 8).

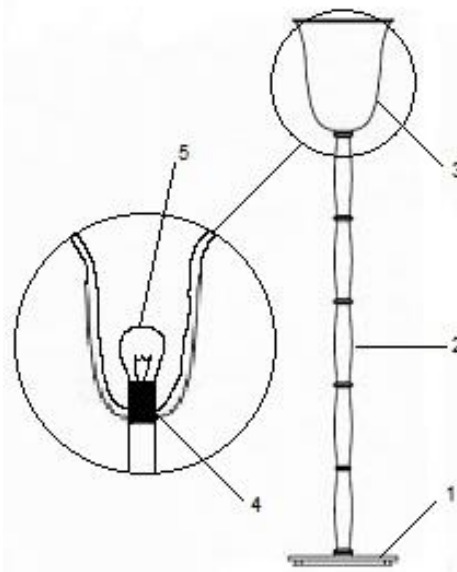


Рисунок 8. Конструктивные элементы простого торшера
(1-основание, 2-корпус, 3-плафон, 4-патрон, 5-световой элемент)

Как видно из рис. 8, конструкция напольного светильника содержит в общем случае всего 5 конструктивных элементов, не считая элементов питания, которые подразумеваются внутри корпуса. Стоит отметить, что количество световых элементов и соответственно количество патронов для ламп и плафонов может варьироваться. Рассмотрим конструктивные элементы светильника подробнее.

Основание светильника представляет собой опору всей конструкции. Оно несет на себе вес объекта, отвечает за устойчивость, а, следовательно, и за безопасность эксплуатации изделия. Также в основании могут быть размещены электрические элементы светильника (провода, резисторы, конденсаторы

и т.п.). Для кованого светильника основание выполняется из металла и является частью основного каркаса. Также основание может быть отлито из пластмассы и других полимерных материалов или сделано из древесины или камня.

Корпус светильника является его основной частью, соединяющей основание со световыми элементами в единую конструкцию. Также в корпусе находятся провода, питающие лампы. Создание конструкции этого элемента является основным этапом разработки, так как он занимает наибольший в процентном отношении объем в изделии. Для кованых светильников корпус выполняется из металла, но он также может быть сделан из полимеров или дерева.

Патрон – это конструктивный элемент, предназначенный для соединения лампы с проводами. Для ламп накаливания и энергосберегающих ламп в патронах используется цоколь Эдисона – резьбовая система соединения, обозначаемая как E(xx), где xx – диаметр цоколя лампы в миллиметрах. Размеры цоколей стандартны, основные применяемые в современных светильниках представлены на рис. 9. Корпус патрона обычно производится из пластмассы, которая изолирует токопроводящие части. Также существуют другие виды патронов для светодиодных или галогеновых ламп. Патрон обычно крепится к корпусу светильника и закрывается от свободного доступа в целях безопасности, однако необходимо помнить, что у пользователя должна быть возможность заменить патрон в случае его поломки.

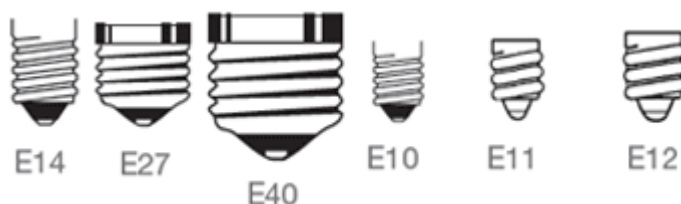


Рисунок 9. Основные размеры цоколей

Световой элемент или лампа – деталь светильника, отвечающая за функцию освещения пространства. Лампы различаются по типу излучающего элемента (лампы накаливания, галогеновые, светодиодные), а также по размерам (как колбы лампы, так и цоколя) и мощности (стандартно 15, 40, 60 и

100Ватт). Также лампы можно классифицировать по форме (лампы в виде спиралей, труб, лампы шары, «свечки» и т.д.), цвету (прозрачные и матовые) и свету, который они дают (холодный (дневной) или теплый). При разработке конструкции светильника необходимо учитывать, какой именно тип лампы предполагается использовать, и какое суммарное количество света будут давать все световые элементы.



Рисунок 10. Виды ламп по типу излучающего элемента
(слева направо – лампа накаливания, люминесцентная лампа, светодиодная лампа)

Плафон – это элемент светильника, закрывающий лампу и предназначенный для рассеивания или направления светового потока. В случае с лампами накаливания, плафон также выполняет защитную функцию, так как нагревается меньше самой лампы и снижает риск получения ожогов при случайном контакте. Однако, в отличие от остальных элементов, плафон не является обязательной частью конструкции. Плафоны обычно изготавливаются из прозрачного или матового стекла или пластика и имеют различную форму, в зависимости от типа светильника, для которого они предназначены. Также смежную с плафоном функцию имеет абажур, который обычно выполняется из ткани, но существуют также разновидности из пластика, стекла и бумаги. Преимущество плафона перед абажуром заключается в том, что плафон не гасит большое количество светового потока, а также расположить несколько

плафонов в конструкции одного светильника проще и целесообразнее, чем несколько абажуров.

Так как в большинстве случаев лампа, патрон и плафон производятся промышленным путем, основная часть работы над светильником состоит в разработке металлического каркаса. Элементы конструкции ажурного металлического декора можно изготавливать штамповкой или ковкой, т.е. одним из методов, обработки металла давлением. В этой части технологии одинаковы для конструкционной стали, меди или алюминия. Соединяться же детали могут различными способами, в зависимости от материала – сваркой, пайкой или склеиванием. Так как изначально в качестве технологии была выбранаковка, корпус и основание, составляющие металлический каркас светильника, были разработаны для данной технологии. Соединение конструктивных элементов между собой предполагало также наличие резьбовых соединений для крепления патрона и упрочнения конструкции «корпус+основание».

3.4. Разработка эскиза изделия; выбор стиля и уровня стилизации

Одним из важнейших аспектов в разработке художественного изделия является выбор определенного стиля, черты которого будут присущи объекту. Стили, применительно к дизайну, являются художественными методами формообразования, опирающимися на процесс творческой деятельности, индивидуальной для каждого дизайнера, а также на художественные принципы проектирования, выработанные в рамках развития искусства в целом. Дизайн насчитывает множество стилевых направлений, которые изменялись со временем, появлялись и исчезали, однако, основные элементы, по которым стилевые направления можно отличить друг от друга оставались неизменными, чем прочно закрепились в ассоциативном восприятии человека. Стилль представляет собой определенную форму выражения пластической способности искусства, так как всегда являет собой синтез социального, стадийного и индивидуального. Формальные признаки стиля и их повторение составляют понятие стилизации – намеренного изменения – упрощения формы объекта. Как и в любом широком понятии, в стилизации существуют различные уровни, зависящие от степени изменения первоначальной формы:

- первый уровень – репликация – повторение первоначального вида объекта с незначительными упрощениями или вовсе без них;
- второй уровень – декоративная стилизация – отказ от некоторых элементов объекта, упрощение формы;
- третий уровень – абстрактная стилизация – высшая форма отказа от реалистичных деталей объекта путем их удаления и замены на абстрактные элементы.

В качестве иллюстраций описанных уровней, в таблице 4 приведены авторские эскизы стилизованного образа цветка одуванчика[9].

Таблица 4. Уровни стилизации образа одуванчика

Репликация	Декоративная стилизация	Абстракция
		

И также как стилизация делится на различные уровни, также по этим уровням можно распределить и сами стилевые направления, каждому из которых присущ определенный метод изменения и искажения изображаемых объектов.

При выборе стиля для декоративного интерьерного светильника, прежде всего, следует учитывать, что данный объект должен дополнять интерьер, и пусть он будет привлекать к себе внимание, прежде всего, он должен гармонировать с окружающим пространством. Основываясь на обзоре аналогов можно выделить несколько основных стилей, в которых выполнено большинство аналогичных изделий. Ниже представлены краткие описания этих стилей с примерами.

Минимализм. Стиль, отличающийся простыми лаконичными формами, отсутствием декоративных элементов и неброской, часто ахроматической цветовой гаммой. У светильников в этом стиле чаще всего один световой элемент и простой по форме корпус. Для оформления верхней части нередко используются простейшие геометрические тела – шар, куб, параллелепипед (рис. 11).



Рисунок 11. Напольный светильник в стиле минимализм

Классицизм или классический стиль. Отличается прямыми формами, четкой симметрией и большим количеством декоративных элементов. В этом стиле часто встречаются флоральные мотивы, особенно в декоре – элементы в форме листьев, цветов или повторяющие линии лозы. Нередко светильники в этом стиле выполняются в виде канделябров – с несколькими световыми элементами, расположенными симметрично относительно некоторой оси или точки, но существуют и варианты с одной лампой. Для классических светильников редко используют плафоны, предпочитая им абажуры с формой усеченного конуса (рис. 12).



Рисунок 12. Светильник в классическом стиле (тип – канделябр)

Стиль «хай-тек». Название стиля образовано от английских слов *high technologies* – высокие технологии. Светильники, выполненные в этом стиле

часто напоминают минималистичные, однако есть определенные черты, отличающие стиль хай-тек: во-первых, светильники в стиле хай-тек чаще имеют несколько световых элементов (рис. 13), расположенных рядом, тогда как в минимализме световой элемент зачастую один. Во-вторых, минималистичные формы чаще склоняются к строгой геометрии, тогда как стиль хай-тек нередко уходит в плавные линии. В-третьих, цветовая гамма стиля хай-тек более разнообразна, чем в минимализме, и может включать в себя яркие цвета.



Рисунок 13. Напольный светодиодный светильник в стиле хай-тек

Бионический стиль. Данный стиль отличают отсутствие симметрии и плавные линии. Количество декора может варьироваться, однако чаще всего остается небольшим. Бионический стиль или бионика основан на стилизации и репликации существующих природных форм, однако не следует считать бионический стиль копированием[10]. В данном случае, формообразование бионики есть интерпретация форм через материал изделия (рис. 14).



Рисунок 14. Светильник-дерево в бионическом стиле

После проведенного стилевого обзора, было принято решение остановиться на бионическом стиле. Это было сделано по нескольким причинам: во-первых, существует малое количество аналогов напольных светильников в данном стиле, изготовленных из металла, во-вторых, этот стиль позволяет показать пластику материала, и в-третьих, идея репликации бионической формы в металле показалась интересной для разработки. Бионический метод может быть отнесен как к художественному формообразованию, так и к инженерно-технологическому, если за основу дизайн-проектирования берется функция или принцип организации живой природы.

На основе этих данных были сделаны эскизы различных светильников, реплицирующих существующие бионические формы, в частности – формы различных цветов. Некоторые эскизы представлены ниже.

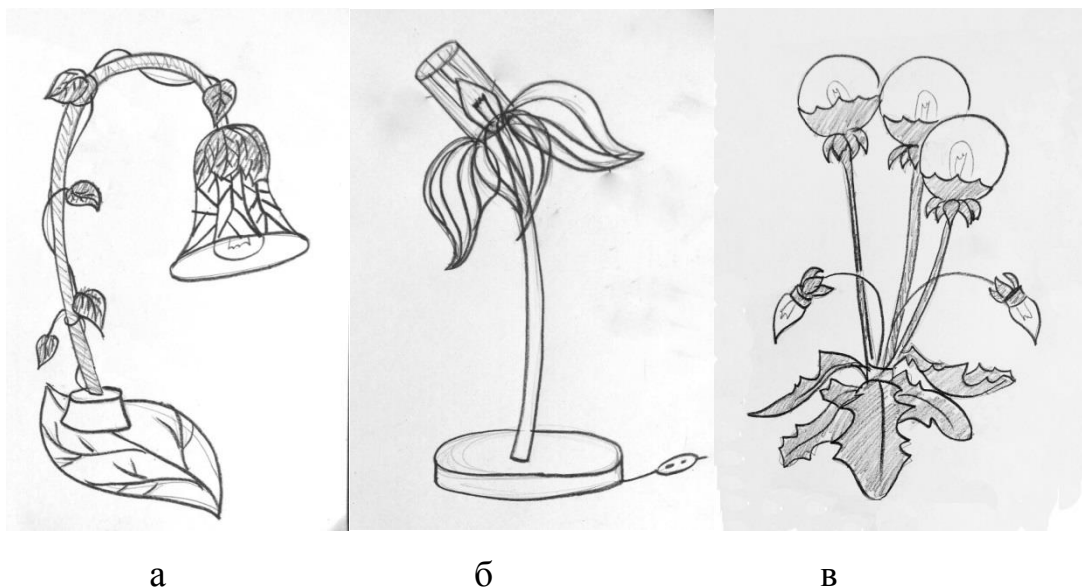


Рисунок 15. Эскизы бионических светильников

(а – лампа с мотивом лозы, б – лампа-лилия, в – светильник-одуванчик)

После обсуждения эскизов было решено остановиться на образе одуванчика, так как он имеет, помимо прочего, символическое значение. Одуванчик – яркий цветок, ассоциирующийся со светом, солнечными бликами. Также важно время появления одуванчика – весна, время оживания природы, прихода тепла и красок после долгой монотонной зимы[11]. Белый шар одуванчика в конце цветения – символ легкости и хрупкости, но в то же время, сам одуванчик и его способность расти в любых условиях и даже прорасти сквозь асфальт и бетон – олицетворение воли к жизни и бесконечного цикла перерождения. Потому образ одуванчика связан семантически со светом и его восприятием людьми, особенно благодаря форме соцветия – шара, напоминающего о Солнце. Дальнейшие поиски формы велись на основе выбранного цветка, с условием, что центром композиции будет являться именно соцветие – расположение светового элемента в форме шара. Варианты представлены на рис. 16.

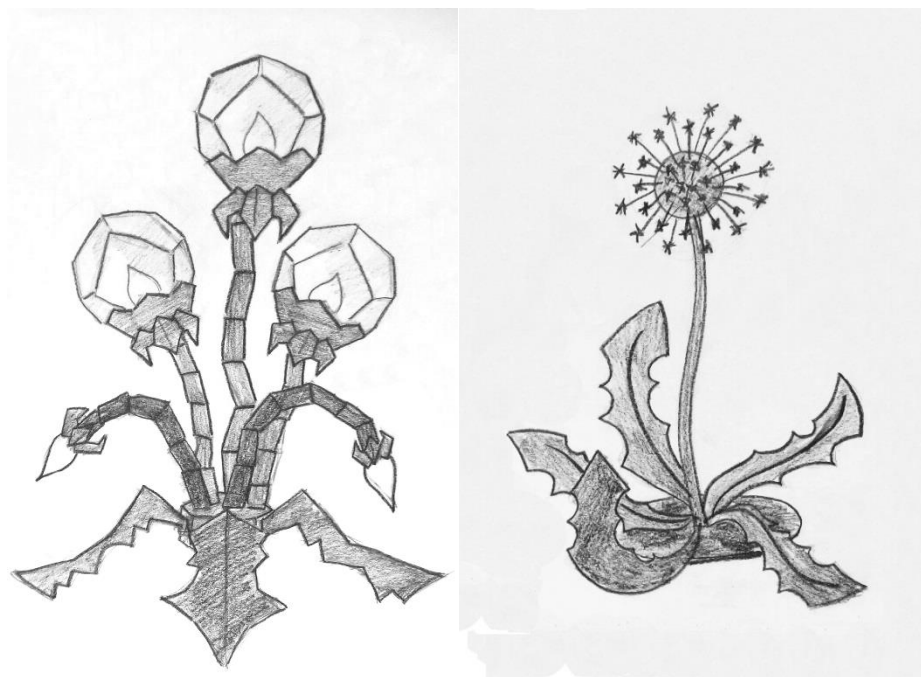


Рисунок 16. Вариации светильника в форме одуванчика
(слева – кристалломорфная модификация, справа – упрощение формы и
разбиение соцветия)

В конечном итоге был выбран изначальный вариант с репликацией формы натурального одуванчика. Такое решение было обусловлено желанием показать в конечном изделии пластичность формы и материала, а также снизить трудоемкость изготовления, которая возникла бы в процессе сборки изделия из отдельных мелких заготовок (рис. 16, слева) или в процессе соединения большого количества светодиодов (рис. 16, справа).

После разработки эскиза, возникла необходимость создать 3D-модель объекта, которая послужила бы опорой для расчетов, составления документации, а также помогла бы визуализировать изделие, что способствовало бы выдерживанию стиля в материале. Модель создавалась в системе автоматизированного проектирования SolidWorks.



Рисунок 17. Модель светильника

На данном этапе первоначальная конструкция претерпела ряд изменений, в сравнении с эскизом. Во-первых, были стебли для обеспечения прочности и гармоничности конструкции, во-вторых, основание из плоского стало более выпуклым, приняло форму части сферы, что помогло обеспечить более лаконичное и безопасное расположение декоративных элементов. И, наконец, форма листьев и чашелистиков стала более стилизованной, для облегчения исполнения данных элементов в металле. На данном этапе проект получил название «Dandelion» (англ. одуванчик).

3.5. Выбор материалов и расчет конструкции изделия

Дальнейший процесс разработки и создания изделия предполагал выбор материалов, соответствующих заданной конструкции, а также подходящих для выбранной технологии деформирования и скрепления. Светильник было решено изготавливать из трубного проката – круглого сечения для корпуса (стеблей одуванчика) и квадратного профиля для каркаса основания. Также необходимо было выбрать материал для обшивки основания и изготовления декоративных элементов (листьев и чашелистиков). Для этой цели был выбран оцинкованный стальной лист, а также стальной прокат для соединительных пластин между корпусом и основанием (рис. 18).

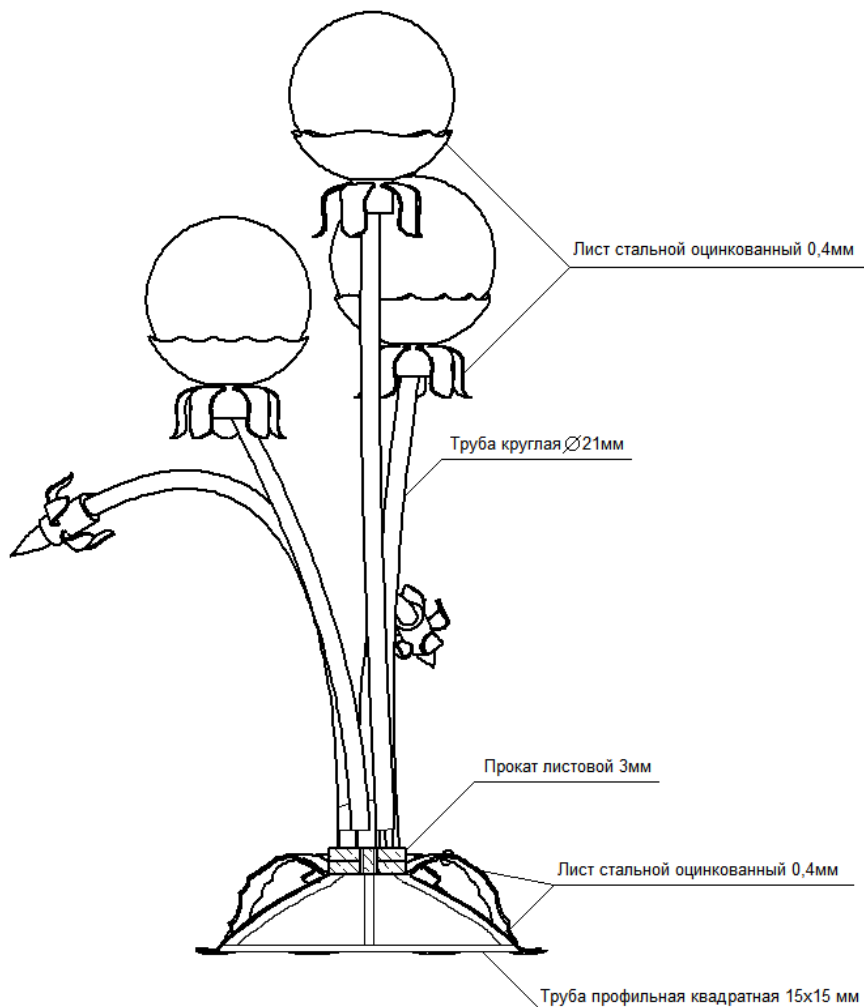


Рисунок 18. Эскиз конструкции с обозначением материалов

Для деталей корпуса была выбрана труба стальная электросварная прямошовная ГОСТ 10704-91 диаметром 21 мм. Данный материал выбирался по геометрическим параметрам, а также по характеристикам стали, из которой он изготовлен. Материал трубы – Сталь 20 ГОСТ 1050-88, обладает хорошей свариваемостью (без ограничений) при электродуговой сварке покрытыми электродами [12]. Из минусов можно отметить низкую коррозионную стойкость данной стали, однако поскольку изделие предполагается покрыть краской и размещать в помещении, этот параметр не представляет важности. Характеристики Сталь 20 приведены в таблице 5.

Таблица 5. Характеристики Сталь 20

Характеристика	Описание
Удельный вес	7,85 г/см ³
Твердость материала	НВ 10 ⁻¹ = 163 МПа
Модуль упругости E	212 ГПа
Температура критических точек	Ac ₁ = 735, Ac ₃ (Ac _m) = 850, Ar ₃ (Ar _{c_m}) = 835, Ar ₁ = 680
Температураковки, °С	начала 1280, конца 750, охлаждение на воздухе
Свариваемость материала	без ограничений, кроме деталей после химико-термической обработки. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС

Для каркаса основания была выбрана труба стальная квадратная ГОСТ 8639-82 с размерами сечения 15x15мм. Квадратный профиль трубы был выбран исходя из соображений, что к ребру такой трубы будет проще прикрепить обшивку, нежели к круглой трубе. Данный материал выбирался сообразно

геометрическим параметрам основания, а также на основании того, из какой стали он изготовлен. Материалом для данной трубы служит сталь обычного качества СтЗсп ГОСТ 380-2005, которая также не имеет ограничений по свариваемости, но обладает очень низкой коррозионной стойкостью. Но поскольку каркас основания не будет соприкасаться с агрессивной и влажной средой, так как он будет защищено стальным листом и окрашено, этот параметр важности не представляет. Характеристики стали СтЗсп представлены в таблице 6.

Таблица 6. Характеристики СтЗсп

Характеристика	Описание
Удельный вес	7,85 г/см ³
Твердость материала	НВ 10 ⁻¹ = 131 МПа
Модуль упругости	200 ГПа
Температураковки	начала 1300, конца 750, охлаждение на воздухе
Свариваемость материала	без ограничений. Способы сварки: РДС и АДС (под флюсом и газом), а также электрошлаковая и КТС

Для скрепления частей корпуса и основания между собой было решено использовать стальные пластины, которые затем стягивались между собой болтом. Материал для пластин – прокат листовой горячекатаный ГОСТ 19903-74 толщиной 3мм. Изготовлен данный прокат из такой же стали, как и квадратная труба – СтЗсп. Данный материал имеет хорошую свариваемость и обрабатываемость резанием.

Обшивка основания и декоративные элементы требовали применения более тонкого стального материала, нежели тот, что использовался для пластин.

По этой причине был выбран материал, который легко поддается деформации, но при этом отвечает необходимым параметрам по толщине и свариваемости – лист стальной оцинкованный ГОСТ 52246-2004 толщиной 0,4мм. Изготовлен такой лист из стали марки Сталь 08пс ГОСТ 1050-88 с цинковым покрытием. Характеристики Сталь 08пс приведены в таблице 7.

Таблица 7. Характеристики Сталь 08пс

Характеристика	Описание
Удельный вес	7,85 г/см ³
Твердость материала	НВ 10 ⁻¹ = 131 МПа
Модуль упругости E	203 ГПа
Температура критических точек	Ac ₁ = 732, Ac ₃ (Ac _m) = 874, Ar ₃ (Ar _{c_m}) = 854, Ar ₁ = 680
Температураковки, °С	начала 1280, конца 750, охлаждение на воздухе
Свариваемость материала	без ограничений, кроме деталей после химико-термической обработки. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС

После выбора материалов необходимо было рассчитать приблизительно вес конструкции, чтобы выяснить, насколько тяжелым для сборки и транспортировки получится изделие, а также проверить устойчивость конструкции. Приблизительный расчет приводится ниже.

Масса основания.

Расчет производится на основании ГОСТ. Масса 1м трубы квадратной составляет около 0,5кг. Каркас основания состоит из кольца диаметром 600мм, 8 частей трубы длиной около 300мм каждая и кольца, диаметром 180мм.

Общая длина трубы, находящейся в основании:

$$1885 + (300 \times 8) + 566 = 4851 \text{ мм}$$

где: 1885 – длина окружности нижнего кольца, мм;

566 – длина окружности верхнего кольца, мм.

Таким образом, масса каркаса основания составляет:

$$4,851 \times 0,5 = 2,43 \text{ кг}$$

Помимо каркаса, в основании также присутствует стальная пластина диаметром 180 мм и толщиной 3 мм и около $0,4 \text{ м}^2$ оцинкованного листа толщиной 0,4 мм. Согласно ГОСТ, масса 1 м^2 листового проката толщиной 3 мм составляет 23,55 кг. Масса 1 м^2 оцинкованного листа толщиной 0,4 мм – 3,34 кг. Таким образом, масса этих элементов:

$$0,03 \times 23,55 + 0,4 \times 3,34 = 2,04 \text{ кг}$$

где: 0,03 – площадь металлической пластины, м^2 .

Общая масса основания:

$$2,43 + 2,04 = 4,47 \approx 4,5 \text{ кг}$$

Масса деталей корпуса.

Корпусные детали – это пять отрезков трубы диаметром 21 мм. Все отрезки имеют различную длину. Также на концах трех отрезков имеются полусферы, выполненные из оцинкованного листа толщиной 0,4 мм. Масса 1 м трубы согласно ГОСТ составляет 0,952 кг. Масса 1 м^2 оцинкованного листа – 3,34 кг. Следовательно, масса труб:

$$(1 + 0,95 + 0,9 + 1,6 + 1,4) \times 0,952 = 5,6 \text{ кг}$$

где в скобках указаны длины соответствующих отрезков в метрах.

Масса полусфер:

$$(0,1 \times 3) \times 3,34 = 1,002 \approx 1 \text{ кг}$$

где 0,1 – масса одной полусферы в м^2 .

Общая масса деталей корпуса:

$$5,6 + 1 = 6,6 \text{ кг}$$

Общая масса конструкции (без электрических частей и плафонов):

$$4,5 + 6,6 \text{ кг} = 11,1 \text{ кг}$$

Таким образом, общая масса всего изделия составит около 13кг по максимальным оценкам. Для удобства транспортировки конструкция может быть разобрана – основание отделяется от корпуса. Следует отметить, что масса является средней для подобных изделий из стали, согласно данным, полученным во время проведения обзора аналогов.

Также на данном этапе был проведен приблизительный расчет количества света, которое будет давать данный светильник. За основу расчета принимались лампы накаливания мощностью по 40 Ватт каждая в количестве пяти штук. Общая мощность ламп составит 200Вт. Световой поток, который дает данная лампа – 410 люмен. Таким образом, общий световой поток будет равен 2050 люмен. Общая световая отдача (эффективность излучения) составит:

$$\eta = \frac{\Phi_v}{P} = \frac{2050}{200} = 10,25 \text{лм} \cdot \text{Вт}^{-1}$$

Такого светового потока достаточно, чтобы обеспечить рекомендуемую [13] для жилых помещений освещенность в 100люкс на площади около 20м². Следовательно, данный светильник может служить самостоятельным источником освещения в помещениях.

3.6. Этапы изготовления и сборки изделия

Следующей стадией после разработки эскиза и выбора материалов стало непосредственно создание конструкции. В первую очередь было необходимо перенести некоторые детали эскиза в реальную величину – сделать разметку, по которой в дальнейшем были согнуты трубы и собрана вся конструкция. Для этих целей использовались тонкие листы ДВП. После того, как разметка была нанесена, было согнуто и сварено кольцо основания – первая часть каркаса (рис. 19) Сварка проводилась вручную, электродуговым методом покрытыми электродами марки ОК 46 ГОСТ 9466-75.



Рисунок 19. Готовое кольцо основания

Следующим этапом, согласно заготовленной разметке, были согнуты и приварены части труб, составляющие каркас. Было решено увеличить количество этих элементов до 8 для создания более гладкой формы основания при обшивке.



Рисунок 20. Приваривание первой поперечины каркаса

Дальнейшее изготовление основания потребовало изготовления дополнительных элементов – стальных пластин. Диаметр был выбран согласно модели, затем в пластинах были просверлены отверстия под корпусные детали, центральное отверстие и вставлены центровочные штифты.



Рисунок 21. Заготовки для пластин

После того, как поперечные части каркаса были приварены, возникла необходимость укрепить верхнюю часть в месте крепления пластин. Для этих целей к поперечинам было приварено дополнительное кольцо такого же диаметра, как и пластина. Затем на место была приварена сама пластина. На этом изготовление каркаса основания было завершено.



Рисунок 22. Готовый каркас основания

Следующий этап создания светильника – гнутье корпусных деталей. Для этих целей также была сделана разметка на листе ДВП, чтобы определить угол и степень изгиба трубы. Лишние части труб затем отрезались болгаркой со шлифовально-отрезным диском.



Рисунок 23. Сборка основания с деталями корпуса

Трубы приваривались изнутри по контуру к соответствующим отверстиям в другой пластине, идентичной той, что была приварена к основанию (за исключением наличия центровочных штифтов). Пластины скреплены между собой системой «болт-гайка», что обеспечивает дополнительно устойчивость конструкции и возможность ее быстрого разбора.

Дальнейшая работа над основанием торшера заключалась в изготовлении и закреплении элементов обшивки. Для этих целей был сделан шаблон, учитывающий размеры одного сегмента основания с напусками (приблизительно 15мм с каждой стороны).



Рисунок 24. Конструкция с зашитым основанием

Сегменты вырезались из оцинкованного стального листа и закреплялись при помощи саморезов, для чего изначально в листах и каркасе основания были просверлены отверстия. Разметка производилась при помощи штангенциркуля, оснащенного глубиномером.

Следующий этап работы состоял в изготовлении и закреплении декоративных элементов в виде листьев к основанию светильника. Листья были

вырезаны из того же листа, которым обшивалось основание, затем им была придана изогнутая форма согласно эскизу.



Рисунок 25. Вид с закрепленными листьями.

Для крепления листьев к основанию были размечены и просверлены отверстия диаметром 4мм, в которых затем была вручную нарезана резьба. Каждый лист крепится на трех винтах – двух у основания и одном в узкой части ближе к концу.

Заключительный процесс работы можно в общем разделить на 2 этапа: закрепление электрических элементов и нанесение лакокрасочного покрытия. К работе с электрическими элементами можно отнести протягивание и соединение проводов, присоединение патронов, закрепление ламп и плафонов, а также вывод электрической вилки из основания. В конце работы на изделие было нанесено защитно-декоративное покрытие – алкидная краска черного цвета для основания и латунного цвета для остальных элементов конструкции. Покрытие наносилось в два слоя при помощи аэрозольного баллона.

4. Результаты проведенной разработки

В процессе разработки проекта напольного интерьерного светильника в бионическом стиле «Dandelion» были подробно изучены и проанализированы существующие аналоги и прототипы, как с точки зрения конструирования подобных изделий, так и на предмет стилистики, в которой они выдержаны. Были выявлены некоторые закономерности между сложностью конструкции, в плане обилия дополнительных элементов, и стилевым решением объекта. Эти данные позволили определить уровень стилизации будущего изделия, а также количество конструктивных элементов уже на этапе разработки эскиза.

Также была создана цифровая модель проекта с применением современных технологий автоматизированного проектирования. Данная модель позволила облегчить процесс реального конструирования, а также избежать неточностей в размерах. С помощью цифровой модели были также решены вопросы расчета массы конструкции, визуализации слабых точек изделия при помощи модуля физической симуляции, и частично – составления конструкторской документации проекта.

Процесс выбора материалов являлся важной частью разработки объекта. В результате анализа рынка существующих материалов были подобраны такие, которые полностью отвечали требованиям, предъявляемым к конструкции изделия не только по прочности и надежности, но и с точки зрения технологии сборки и соединения деталей в единый объект, что позволило избежать возможных проблем на этапе реального изготовления. На основе данных о выбранных материалах был произведен уточненный расчет конструкции, что дало представление о реальных характеристиках изделия на этапе проектирования.

Подготовка элементов и сборка изделия, в свою очередь, позволили оценить трудоемкость создания реального объекта по технологии холоднойковки с применением технологии ручной дуговой сварки. Возникавшие в процессе работы сложности обычно были связаны с большими габаритами изделия, и, как следствие, массой конструкции, или же с несовершенством

оборудования. Как результат этих моментов, в процессе создания объекта возникали такие дефекты, как:

- непровары;
- прожоги;
- недостаточный изгиб элементов;
- излишний изгиб элементов;
- излишняя деформация листового металла.

Для устранения этих дефектов применялись подручные материалы и инструменты. На основе полученных знаний можно сделать вывод, что подобных дефектов можно было бы избежать, имея более широкий набор инструментов или имея в распоряжении станочное оборудование.

Также в процессе разработки была проанализирована технологичность конструкции и влияние ее на художественную выразительность объекта, то есть, сочетание технологичности и эстетики в данном изделии. Поскольку создание объекта требовало больших затрат ручного труда в виду наличия операций, выполнение которых на станочном оборудовании стало бы сложным или вовсе невозможным, технологичность конструкции оценивается как низкая. Тем не менее, некоторые операции, такие как гибка элементов или сверление отверстий и резка листового металла, могут быть выполнены на станках, что повысило бы технологичность изделия и производительность работ в целом. Можно сделать вывод, что разработанная конструкция в таком случае станет пригодна не только для единичного, но и для мелкосерийного производства. Однако производство в промышленных масштабах невозможно за счет наличия элементов сложной геометрии и большого количества ручных операций по скреплению деталей конструкции.

По итогам проделанной работы, данный проект можно считать успешным, на основании того, что он отвечает заложенным в изначальное техническое задание требованиям, а также выполняет функции, которые возложены на него как на изделие определенного типа (декоративный светильник). Помимо этого, данный проект является индивидуальной

разработкой, что несет в себе новизну объекта как такового, несмотря на использование известных технологий. В процессе разработки также были использованы современные методы цифрового моделирования и конструирования, позволившие сократить время разработки в целом и затраты материала в частности, что значительно повышает ресурсоэффективность разработки.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Ж21	Кондратьевой Юлии Михайловне

Институт	Кибернетики	Кафедра	АРМ
Уровень образования	бакалавр	Направление	Технология художественной обработки материалов

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	...
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	...
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	...
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	...
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	...

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж21	Кондратьева Юлия Михайловна		

Введение

Конкурентоспособность разработки – важный критерий оценки изделия, так как именно он показывает востребованность продукта на рынке. Анализ конкурентоспособности должен проводиться на этапе разработки изделия с целью определения целевой группы покупателей изделия, а также для определения экономической целесообразности разработки в целом[14].

Оценка конкурентоспособности продукции основывается на исследовании потребностей покупателя и требований рынка. Чтобы товар удовлетворял потребности покупателя, он должен соответствовать определенным параметрам:

- техническим (свойства товара, область его применения и назначения);
- эргономическим (соответствие товара свойствам человеческого организма);
- эстетическим (внешний вид товара);
- нормативным (соответствие товара действующим нормам и стандартам);
- экономическим (уровень цен на товар, сервисное его обслуживание, размер средств, имеющихся у потребителя для удовлетворения данной потребности).

Далее приведен краткий анализ разработанного декоративного напольного светильника согласно описанным параметрам. Техническими параметрами изделия, разработанного в данной ВКР, являются его основные функции – освещение и украшение пространства. Так как светильник является интерьерным, его технические параметры отвечают требованиям, предъявляемым конкретно к данному типу изделий.

Эргономическими параметрами для светильника являются количество света, который он излучает, а также удобство его повседневной эксплуатации. В процессе расчета освещенности было доказано, что данное изделие отвечает нормам, предъявляемым к силе светового потока и количеству света для данных светильников. С точки зрения удобства использования, данный объект

прост в эксплуатации, так как имеет малое количество изменяемых параметров, однако техническое обслуживание изделия потребует соблюдения определенных правил безопасности (см. раздел «Социальная ответственность»).

Внешний вид товара или эстетическая составляющая – важный аспект конкретного объекта, так как он является, прежде всего, декоративным светильником. Это значит, что эстетическая функция для него является основной и ее удовлетворение должно быть одной из главных задач, решаемых в процессе разработки. Именно эстетикой формы и оригинальностью разрабатываемого изделия во многом обусловлена стоимость его разработки и конкурентоспособность в целом.

Как уже говорилось выше, данное изделие соответствует нормативным параметрам, предъявляемым к объектам такого типа: надежности конструкции и креплений, безопасности эксплуатации, количеству излучаемого света, а также требованиям по утилизации. Список соответствующих нормативов и ГОСТов приведен в начале ВКР.

С экономической точки зрения, целесообразность разработки продукции напрямую зависит от корреляции уровня цен на объекты данного вида со стоимостью конкретного разрабатываемого изделия. Ниже приведен расчет экономических параметров, составляющих общую стоимость разработки данного декоративного светильника. В конце раздела приведен вывод об экономической целесообразности проводимой разработки на основе вычисленных параметров.

Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ. Это можно сделать при помощи линейного графика работ. Для его построения сначала определим полный перечень проводимых работ, их продолжительность и исполнителей. Полученные данные сведены в таблице 8.

Таблица 8. Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителя НР, %	Загрузка исполнителя И, %
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	100	
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	100	10
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	25	100
Разработка календарного плана	НР, И	100	10
Обсуждение литературы	НР, И	30	100
Разработка эскизной части	НР, И	70	100
Выбор материалов и технологий реализации	НР, И	20	100
Проведение расчетов конструкции	И	0	100
Создание изделия	И	70	100
Оформление расчетно-пояснительной записки	И		100
Подведение итогов	НР, И	45	100

Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ определены опытно-статистическим экспертным методом.

Определим ожидаемое время проведения работ, длительность этапов в рабочих и календарных днях, по формулам:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1-1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

Возьмем $K_{д} = 1,1$.

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_{К6} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

В таблице 5.2 приведены продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе.

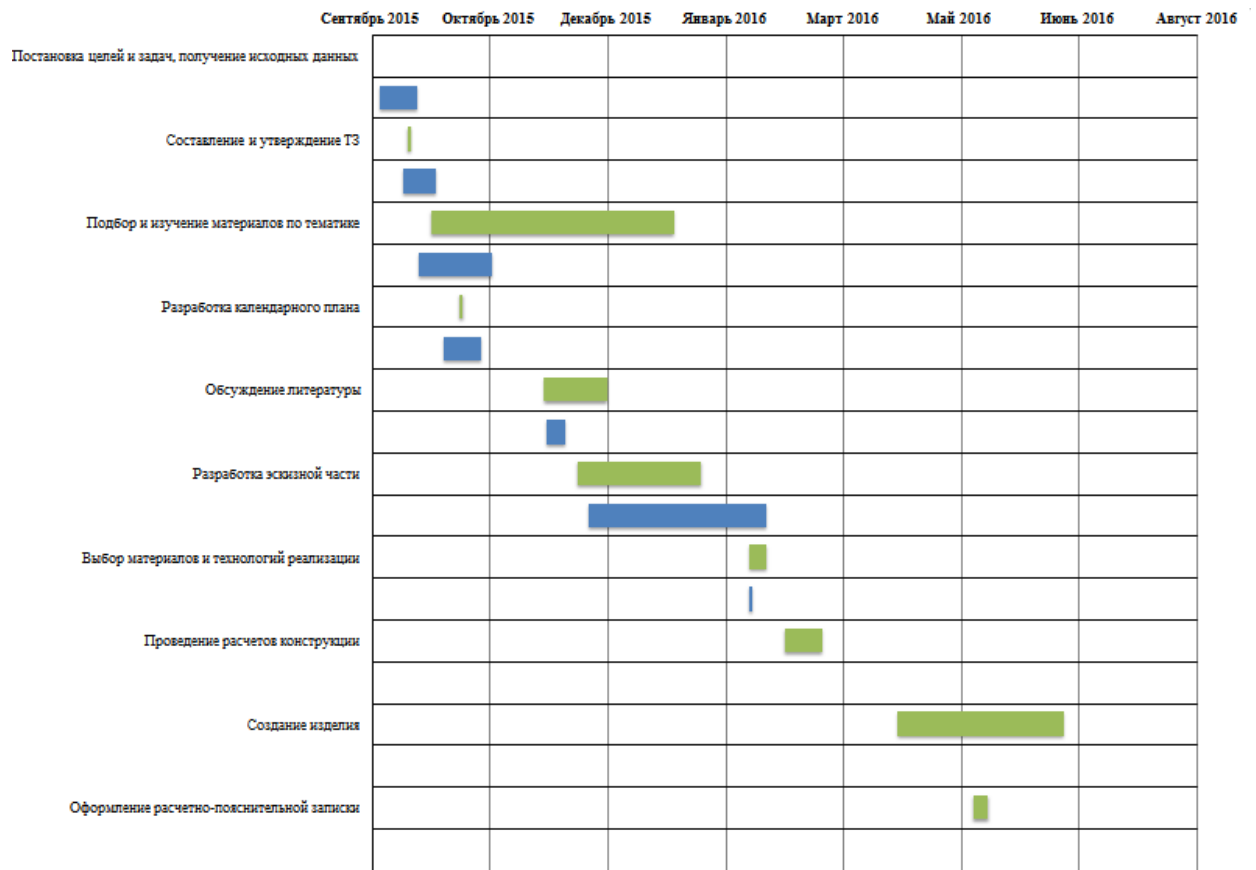
Таблица 9. Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	3	2,4	2,64	0,00	3,18	0,00
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	1	3	1,8	1,98	0,20	2,39	0,24
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	15	22	17,8	4,90	19,58	5,90	23,59
Разработка календарного плана	НР, И	2	3	2,4	2,64	0,26	3,18	0,32
Обсуждение литературы	НР, И	3	6	4,2	1,39	4,62	1,67	5,57
Разработка эскизной части	НР, И	8	15	10,8	8,32	11,88	10,02	14,32
Выбор материалов и технологий реализации	НР, И	5	9	6,6	1,45	7,26	1,75	8,75
Проведение расчетов конструкции	И	12	18	14,4	0,00	15,84	0,00	19,09
Создание изделия	И	15	23	18,2	0,00	20,02	0,00	24,12
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	5	7	5,8	0,00	6,38	0,00	7,69
Подведение итогов	НР, И	3	6	4,2	2,08	4,62	2,51	5,57
Итого:				88,6	25,39	90,66	30,59	109,25

Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ позволяют построить линейный график осуществления проекта (табл. 10).

Таблица 10. Линейный график работ



Расчет накопления готовности проекта

Оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом определяется согласно формулам ниже и отражена в табл. 11.

- $TP_{общ.}$ – общая трудоемкость проекта;
- TP_i (TP_k) – трудоемкость i -го (k -го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_i^H – накопленная трудоемкость i -го этапа проекта по его завершении;
- TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на i -м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя[14].

Степень готовности определяется формулой:

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}$$

Таблица 11. Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	$TP_i, \%$	$CG_i, \%$
Постановка целей и задач, получение исходных данных	2,83	2,83
Составление и утверждение ТЗ	2,74	5,57
Подбор и изучение материалов по тематике	19,01	24,58
Разработка календарного плана	3,02	27,60
Обсуждение литературы	5,63	33,23
Разработка эскизной части	12,53	45,76
Выбор материалов и технологий реализации	10,17	55,93
Проведение расчетов конструкции	10,60	66,53
Создание изделия	17,69	84,22
Оформление расчетно-пояснительной записки	5,78	90,00
Подведение итогов	10,00	100,00

Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Затраты на создание проекта включают все расходы, необходимые для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки.

Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

Расчет затрат на материалы

Так как для написания ВКР не требовалась покупка какого-либо материального оборудования и лицензий на ПО (использовались оборудование и лицензии университета), то к данной статье расходов можно отнести только расходы на покупку реальных материалов, из которых изготавливался проект. Подробнее см. таблицу 12.

Таблица 12. Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	ед	Сумма, руб.
Трубный прокат круглый ø21мм	510	6	м	3060
Трубный прокат квадратный профильный 15x15мм	204	5	м	1020
Лист стальной оцинкованный 0,4мм	200	1,5	м ²	300
Прокат листовой 3мм	2900	0,5	м ²	1450
Электроды для РДС покрытые марки ОК46	90	1	кг	90
Плафоны стеклянные круглые	320	3	шт	960
Патроны ламповые	25	5	шт	125
Лампы накаливания 40Вт	25	5	шт	125
Итого:				6530

Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов по нормам ТПУ для научного руководителя принимается равным 33 162,87р., а для студента-исполнителя – 14 874,45р.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = MO/24,83$$

учитывающей, что в году 298 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 24,83 рабочих дня при шестидневной рабочей неделе.

Расчеты полной заработной платы для обоих участников проекта, с учетом ряда коэффициентов ($K_{ГР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p = 1,3$), приведены в таблице 13.

Таблица 13. Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 162,87	1617,70	26,00	1,59	71 453,59
И	14 874	599,05	91,00	1,70	92 610,04
Итого:					164 063,63

Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН) включают отчисления в пенсионный фонд, социальное и медицинское страхование, и составляют 30 % от полной заработной платы по проекту (табл. 14):

$$C_{соц.} = C_{зп} * 0,3.$$

Таблица 14. Затраты на ЕСН

Исполнитель	ЕСН
НР	21 436,08
И	27 783,01
Итого:	49 219,09

Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{Э}}$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час; Для ТПУ $Ц_{\text{Э}} = 5,257$ руб./квт·час (с НДС).

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t,$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} * K_C$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 15.

Таблица 15. Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Кт	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	0,9	655,2	0,3	1033,32
Станочное оборудование	1	182	0,3	287,03
Сварочный аппарат	0,7	36,3	0,1	19,08
Шлифовальный круг	0,9	81,9	0,3	129,16
Итого:				1468,60

Расчет общей себестоимости разработки

Определим общую себестоимость.

Таблица 16. Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	6530
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	164 063,63
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	49 219,09
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	1468,60
Итого:		221 281,32

Оценка экономической эффективности проекта

В связи с отсутствием достоверных данных и сложностью их получения, нецелесообразно проводить количественную оценку экономической эффективности проекта. Однако можно отразить экономическую целесообразность разработки в целом, основываясь на подсчитанных показателях.

В ходе выполнения ВКР разрабатывается изделие типа напольный светильник. Особенностью данного изделия является его художественная ценность, так как помимо основной функции освещения пространства изделие также выполняет функцию арт-объекта – украшения интерьера. По причине того, что в данном проекте большую важность представляет именно индивидуальность разработки, его стоимость значительно выше типовых образцов подобных изделий. Также повышенная стоимость светильника обусловлена большим количеством ручных операций, включая сборочные, которые было необходимо выполнить на этапе создания изделия. Однако следует отметить, что себестоимость светильника была снижена за счет использования стандартизированных материалов (листового и профильного проката).

В целом можно сделать вывод, что разработка изделия экономически целесообразна за счет получения уникального изделия, что повышает его конкурентоспособность на рынке среди типовых промышленных образцов.

6. Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Ж21	Кондратьевой Юлии Михайловне

Институт	Кибернетики	Кафедра	АРМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	261400 Технология художественной обработки материалов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при производстве объекта.

1.2. Обоснование мероприятий по защите персонала от воздействия опасных и вредных факторов.

2. Экологическая безопасность:

2.1. Анализ «жизненного цикла» разрабатываемого объекта.

2.2. Обеспечение безопасности утилизации объекта и возможности переработки.

3. Безопасность эксплуатации и обслуживания объекта.

3.1. Анализ безопасности конструкции изделия.

3.2. Оценка вредных факторов изделия, воздействующих на человека

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж21	Кондратьева Юлия Михайловна		

Введение

Производство изделий из металла характеризуется наличием разнообразных факторов опасности, зависящих как от типа используемых материалов, так и от применяемых в процессе обработки инструментов[15]. Особенно высокий показатель опасности имеет ручное производство, так как в этом случае человек чаще всего соприкасается с инструментом непосредственно, без посредника в виде управляющего интерфейса станка или обрабатывающего центра. Обработка металлов давлением или ковка подразумевает наличие ударного и режущего инструмента, представляющего собой механическую опасность. Также обработка металлов сопряжена с использованием печного оборудования (муфельных печей, горнов и т.д.), что добавляет к ряду опасных факторов наличие высоких температур. Помимо обработки металлов, опасность представляет также оборудование для соединения металлов – сварочные и паяльные аппараты.

В данном разделе выпускной квалификационной работы описаны и классифицированы опасные факторы, возникающие при производстве и эксплуатации разрабатываемого изделия – напольного интерьерного светильника. В рамках исследования был проведен анализ технологииковки и сварки с целью выявления возможных опасностей, а также была оценена безопасность рабочей зоны производственного помещения, в котором создавалось изделие. Помимо этого, само разрабатываемое изделие было оценено с точки зрения возможных опасностей, связанных с эксплуатацией и обслуживанием светильника: проанализирован уровень опасного воздействия осветительной части изделия на человека в зависимости от типа используемых световых элементов, безопасность конструкции светильника и система изоляции электрических элементов. На основе проведенного анализа сделан вывод о факторах опасности проведенных работ и надежности самого разработанного изделия.

1. Профессиональная социальная безопасность

1.1. Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при производстве объекта

Опасные и вредные факторы в производстве изделий из металла условно можно разделить на следующие группы: физические, химические, психофизиологические и биологические. Эти факторы регулируются ГОСТ 12.0.003-99 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы». Вредными физическими производственными факторами являются повышенная или пониженная температура, высокие влажность и скорость движения воздуха рабочей зоны, повышенные уровни ультразвука, тепловых, ионизирующих, электромагнитных и инфракрасных и других излучений, повышенное содержание пыли и газов в воздухе рабочей зоны, высокий уровень шума и вибрации, недостаточная освещенность, повышенная яркость света и пульсация светового потока.

К химическим опасным и вредным производственным факторам относятся вредные пары и газы, аэрозоли, токсичные пыли, агрессивные жидкости (кислоты, щелочи).

К психофизиологическим вредным производственным факторам процессов обработки материалов резанием относятся физические перегрузки при установке, закреплении и снятии крупногабаритных изделий, перенапряжение зрения, монотонность труда.

К биологическим вредным производственным факторам относятся бактерии, вирусы и микроорганизмы.

Анализ производственного травматизма в механических цехах свидетельствует, что причиной травмирования является непосредственное соприкосновение работающего с травмоопасными элементами. Опасная зона может быть четко ограниченной областью применения инструмента и оборудования, или же изменяться в пространстве, если в процессе обработки объект транспортируется. Обычно цех механической или термообработки металла является совокупностью различных опасных зон, в каждой из которых

должны быть предусмотрены факторы защиты от соответствующих опасностей[16].

1.2. Обоснование мероприятий по защите персонала от воздействия опасных и вредных факторов.

Основным видом травм при работе на металлорежущих станках является ранение рук и ушибы тела. Причинами травм в основном являются неправильное размещение станочного оборудования в цехе; отсутствие или несовершенство конструкций ограждений; непрочное закрепление обрабатываемой детали или инструмента; отсутствие или неприменение защитных приспособлений; отсутствие или неприменение защитных приспособлений; неприменение рабочими индивидуальных защитных средств и др.

Согласно ГОСТ 12.2.009-99 «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности», для всех групп станков общие требования безопасности заключаются, прежде всего, в правильном размещении оборудования в соответствии с технологией производства с соблюдением нормальных расстояний между станками и от станков до стен и колонн здания, предписываемых «Правилами техники безопасности и производственной санитарии при холодной обработке металлов для предприятий электротехнической промышленности». Для обеспечения свободного перемещения станочников и вспомогательного персонала необходимо, чтобы проходы между штабелями материалов и изделий были не менее 0,8 м, а их высота была не больше 1 м[16].

Работы, связанные со сваркой и резкой металла, а также пайкой и лужением, относятся к огневым работам, выполняются в соответствии с требованиями пожарной безопасности и регулируются ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ. «Работы электросварочные. Требования безопасности».

Процессы, связанные с расплавлением металла, сопровождаются выделением вредных паров и газов (пары свинца, окись углерода, окись марганца, окись азота и др.). Поэтому сварочные работы на постоянных местах

выполняются в хорошо вентилируемых камерах с работой местной вытяжной вентиляцией. В условиях проведения работ вне вентилируемых камер необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты (например, шланговый противогаз при работе внутри емкости).

Наряду с производственными вредностями (главным образом в отношении поражения дыхательных путей) возникают и опасные факторы – ожоги лица и глаз ультрафиолетовыми лучами электрической дуги, ожоги брызгами расплавленного металла, поражение электрическим током.

Для защиты электросварщика от случайного прикосновения к токоведущим частям осциллятор помещают в кожух из изоляционного материала. Крышка кожуха имеет блок-контакты, автоматически отключающие установку при ее открывании. Электрододержатель для дуговой сварки должен надежно удерживать электрод. Его рукоятка делается из изоляционного материала (дерево, пластмасса). Для защиты глаз при выполнении электросварочных работ необходимо применять очки или щиток со светофильтром, которой подбирается в зависимости от сварочного тока.

В кузнечных цехах индивидуального или мелкосерийного производства, связанного с большим количеством ручных работ, что влечет за собой наличие случаев травматизма в виде ожогов, ушибов, ранений и т. д.

Основными мероприятиями, улучшающими условия труда в кузнечном производстве, являются:

- 1) комплексная механизация производственных процессов, которая требует укрупнения кузнечных цехов и обеспечения их но-вейшими оборудованием и технологической оснасткой;

- 2) устройство рациональной вентиляции и освещения, обеспечивающих хорошую освещенность и нормальные метеорологические условия;

- 3) предупреждение перегрева организма путем теплоизоляции поверхностей печей, применением завес и воздушных душей;

- 4) систематическая проверка технической исправности оборудования, приспособлений и инструмента и организация их ремонта;

5) организация постоянного технического надзора за безопасностью работ; обучение рабочих правилам техники безопасности и повседневный технический надзор за их выполнением[16].

2. Экологическая безопасность.

2.1. Анализ «жизненного цикла» разрабатываемого объекта.

Жизненный цикл изделия (ЖЦИ) — совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта. Жизненный цикл включает период от возникновения потребности в создании продукции до её ликвидации вследствие исчерпания потребительских свойств. Основные этапы жизненного цикла: проектирование, производство, техническая эксплуатация, утилизация[17].

Проектирование и производство светильника – это задачи, решаемые в ходе исследования данной ВКР. Этот процесс состоит из разработки эскиза, составления технической документации на изделие, расчета конструкции и непосредственно изготовления самого светильника. Данные этапы ЖЦИ изделия проходят в лабораторных или производственных условиях. Дальнейший жизненный цикл изделие проводит за пределами цеха, в котором оно было собрано и изготовлено.

Техническая эксплуатация включает в себя непосредственно использование изделия по прямому назначению, а также замена пришедших в негодность элементов для продолжения нормального функционирования изделия (например, световых элементов) и ремонт изделия или его отдельных частей. Замена элементов конструкции подводит к следующему пункту жизненного цикла – вопросу утилизации отслуживших компонентов изделия или всего изделия полностью. Утилизация подразумевает несколько путей: складирование на свалках, уничтожение и рециклинг, то есть, переработку во вторсырье и последующее введение обратно в производство, что регулируется

ГОСТ Р 52108-2003 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения». С точки зрения защиты окружающей среды, наиболее приемлемым видом утилизации является именно рециклинг, так как переработка снижает не только потребности в новом сырье, но и уменьшает количество отходов производства. Подробнее вопросы утилизации элементов светильника рассмотрены в следующем подразделе.

2.2. Обеспечение безопасности утилизации объекта и возможности переработки.

Как было сказано ранее, утилизация может проходить различными способами. Изделие может быть отвезено на свалку, уничтожено или переработано во вторсырье и отправлено на новое производство. Говоря конкретно о разрабатываемом светильнике, следует отметить, что утилизация объекта целиком возможна только в случае его захоронения на свалке, так как данное изделие состоит из различных материалов. По этой причине желательно подвергать компоненты изделия утилизации по отдельности, разделив их по материалам, из которых они изготовлены.

С позиции обеспечения экологической безопасности, лучший вид утилизации изделия – это рециклинг или переработка. Этот вид утилизации прекрасно подходит для металлических деталей конструкции, так как металл хорошо поддается переработке – переплавке, не теряя при этом своих практических свойств. Неоспоримым фактом является то, что использование вторичного сырья является необходимым элементом для предприятий металлургической отрасли. Благодаря переработке металлического лома удастся достичь существенного снижения затрат для всего производства. Экономия осуществляется и в затратах на приобретение материала шихтового типа, и в расходах на оплату энергоресурсов, и во многом другом. Кроме того, благодаря переработке и вторичному использованию лома металла снижается общая нагрузка на природные ресурсы, которые достаточно сильно истощились к настоящему времени, и улучшается общая экологическая обстановка. Все

факторы, перечисленные выше, служат существенным доводом, говорящим о необходимости переработки металла.

Чаще всего сырьем для переработки является лом черных металлов. Обусловлено это тем, что на сегодняшний день в достаточно больших количествах осуществляется изготовление стали, в технологическом процессе литья которой предполагается использование существенного количества металлолома, который смешивается с чугуном. Особенностью этого технологического процесса является то, что с увеличением количества металлургического лома, используемого в процессе выплавки, происходит значительное улучшение качества готовой продукции, в нашем случае речь идет о стали.

Основой технологического процесса переработки металла является сортировка металлолома. В первую очередь необходимо отделить лом цветных металлов от лома черных металлов, так как они участвуют в разных технологических процессах и обладают абсолютно различными физическими свойствами. При дальнейшей сортировке черного лома учитываются следующие показатели:

- уровень содержащихся в нем углеродных веществ;
- содержание легирующего состава;
- качественные показатели, а их на сегодняшний день существует порядка двадцати восьми видов.

На следующем этапе лом, относящийся к черному металлу, отделяется от лома чугунного. К первому типу лома принято относить:

- металлическую стружку;
- металл, который идет в отходы в результате литейного производства;
- металлолом, образовавшийся в результате использования бытовой техники;
- отработанный материал с предприятий промышленного производства.

Чугунный лом образуется за счет стружки, получаемой в результате обработки деталей из чугуна, и отходов, образующихся в процессе литейного производства.

После сортировки лом отправляется на переплавку и очистку от шлаков. В дальнейшем готовое сырье заново отправляется в производство.

Таким образом, рециклинг металлических частей конструкции является лучшим способом утилизации данных компонентов изделия. Однако, помимо металлических частей, изделие содержит также другие элементы, например, лампы и стеклянные плафоны. Утилизация ламп в большой степени зависит от их типа, так как различные лампы обладают разными свойствами, в том числе и негативно влияющими на экологию окружающей среды.

Высокое тепловыделение ламп накаливания позволяет добиться некоторой экономии на отоплении. Однако даже если считать, что лампа накаливания горит в те дни, когда требуется дополнительное отопление, её нагрев позволяет за 25 тыс. ч использования сэкономить всего 17 кг выбросов двуокси углерода, что пренебрежимо мало по сравнению с тем количеством CO₂, которое будет выработано при получении необходимой электроэнергии. Мало того, при высокой температуре воздуха может потребоваться дополнительная энергия на его охлаждение[18].

Простейшим способом утилизации мусора (если не считать захоронения на свалках, что для ламп неприемлемо ввиду большого содержания ядовитых веществ) является его сжигание. При этом получается заметное количество тепла, которое может быть преобразовано в энергию. Однако для ламп такой метод утилизации даёт не более 0,1% от потреблённой на предыдущих этапах энергии, а из-за наличия в люминесцентных и светодиодных лампах большого числа электронных компонентов, а в люминесцентных — ещё и ртути, их сжигание ведёт к образованию большого количества вредных летучих или растворимых химических соединений, что заставляет использовать дорогостоящие системы очистки. Мало того, при таком способе утилизации теряется большое количество ценных материалов, использованных в их

конструкции, например, алюминия из радиаторов, меди и латуни из контактов, стекла колб. Поэтому директивы ЕС требуют переработки вышедших из строя люминесцентных и светодиодных ламп отдельно от обычного бытового мусора, при которой производится извлечение этих материалов и сжигание остатков после такой переработки. Эта работа может быть выполнена только на специализированных предприятиях и является довольно энергозатратной, хотя и позволяет снизить как количество токсичных для человека отходов, так и потери минеральных ресурсов.

3. Безопасность эксплуатации и обслуживания объекта.

3.1. Анализ безопасности конструкции изделия.

Основой безопасности конструкции изделия является возможность выполнения изделием заложенных в него функций без вреда для здоровья человека и состояния окружающей среды. Для разрабатываемого светильника факторы опасности в процессе эксплуатации можно разделить на несколько групп:

- механическая опасность (падение светильника, нежелательный резкий контакт с элементами конструкции);
- электрическая опасность (удар током при замене лампы или включении/выключении светильника);
- термохимическая опасность (выделение вредных веществ из пластиковых частей или изоляции проводов при нагреве).

Механическая опасность при эксплуатации светильника возникает, прежде всего, при транспортировке или переносе изделия. В виду большого веса конструкции (около 13-15кг), рекомендуется транспортировка по частям или 2 и более людьми. Также во избежание опасности опрокидывания светильника или столкновения со светильником рекомендуется не устанавливать его в проходах, узких коридорах или помещениях, в которых часто находятся маленькие дети. Конструкция является устойчивой при установке на горизонтальную поверхность, форма основания позволяет распределять нагрузку равномерно по всей занимаемой площади. Острые

кромки листового металла закрыты или притуплены для обеспечения безопасности элементов при демонтаже[19].

Электрическая опасность возникает, как правило, при включении/выключении светильника или при неправильной замене ламп и других электрических элементов. В момент включения светильника происходит резкий скачок напряжения в схеме изделия, следовательно, вероятность удара током увеличивается. Тот же эффект возникает и при выключении светильника или отделении от сети. Для снижения вероятности получения электрического удара, в конструкции использованы провода с качественной изоляцией и дополнительные защитные элементы. Для предотвращения электрификации в процессе замены ламп и других электрических элементов изделия необходимо соблюдать технику безопасности, основным положением которой является необходимость всегда убедиться в том, что прибор отключен от сети, прежде чем снимать защитные элементы или заменять лампы.

Термохимическая опасность выделения вредных веществ из пластиковых частей изделия возникает при использовании ламп накаливания, так как эти лампы характеризуются высокой температурой поверхности во время работы, что обусловлено особенностью конструкции данных световых элементов. Однако данная опасность возникает только в том случае, если в конструкции изделия использован низкокачественный пластик, поэтому, чтобы не лишать пользователя возможности установки в светильник ламп накаливания, применяемый в изделии пластик отвечает требованиям экологической безопасности. Выделение вредных веществ из изоляции проводов при их нагреве также является термохимической опасностью, устраняемой за счет использования сертифицированных материалов.

На основании изложенного материала можно сделать вывод, что при правильной эксплуатации и соблюдении техники безопасности при ремонте и обслуживании электрических приборов, изделие является надежным и безопасным для использования. Следует отметить, что для данного светильника

предусматривается эксплуатация исключительно в помещении, поэтому не рассмотрены факторы опасности, связанные с воздействием на светильник погодных условий и иных природных факторов.

3.2. Оценка вредных факторов изделия, воздействующих на человека.

Говоря о светильнике, прежде всего, следует отметить вредные факторы, связанные с освещенностью и характеристиками ламп, используемых в данном изделии. Через зрительный аппарат человек получает порядка 90% информации. От освещения зависит утомление работающего, производительность труда, его безопасность. Достаточное освещение действует тонизирующе, улучшает протекание основных процессов высшей нервной деятельности, стимулирует обменные и иммунобиологические процессы, оказывает влияние на суточный ритм физиологических функций организма человека. Практика показывает, что только за счет улучшения освещения на рабочих местах достигался прирост производительности труда от 1,5 до 15%. Зрительный аппарат человека воспринимает широкий диапазон видимых излучений от 380 до 770 нм, т.е. от ультрафиолетовых до инфракрасных излучений.

Для характеристики зрительных условий работы используются различные световые физические величины.

Световой поток (F) - это мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению. Единицей светового потока принимается люмен (лм).

Сила света (I) характеризует плотность светового потока, то есть отношение светового потока к телесному углу. Единицей силы света является кандела (кд).

Освещенность (E) - это плотность светового потока на освещаемой поверхности, измеряется в люксах (лк).

Фон - поверхность, к которой прилегает объект различения. В зависимости от величины коэффициента отражения различают фон светлый ($> 0,4$), средний ($= 0,2-0,4$), темный ($< 0,2$).

Коэффициент контраста объекта с фоном определяется отношением абсолютной величины разности яркости объекта и фона[20].

При выполнении различных зрительных работ возможны случаи, когда при одном и том же значении коэффициента контраста либо фон светлее объекта - прямой контраст, либо фон темнее объекта - обращенный контраст. Исследованиями было установлено, что прямой контраст более благоприятен для зрения - уменьшается время зрительного восприятия, снижается утомляемость глаз.

При расчете светового потока и освещенности, обеспечиваемых светильником, было принято, что в светильнике установлены лампы накаливания мощностью по 40 Ватт каждая в количестве пяти штук. Общая мощность ламп составит 200Вт. Световой поток, который дает данная лампа – 410 люмен. Таким образом, общий световой поток Φ будет равен 2050 люмен. Общая световая отдача (эффективность излучения) составит:

$$\eta = \frac{\Phi_v}{P} = \frac{2050}{200} = 10,25 \text{ лм} \cdot \text{Вт}^{-1}$$

Такого светового потока достаточно, чтобы обеспечить рекомендуемую для жилых помещений освещенность E в 100люкс на площади около 20м^2 согласно СНиП 23-05-2010 «Естественное и искусственное освещение». Следовательно, данный светильник может служить самостоятельным источником освещения в помещениях. Однако в помещениях с темным фоном или для выполнения зрительных работ, требующих повышенной концентрации внимания, и, как следствие, повышенной освещенности, необходимо использовать дополнительное освещение. При недостатке освещенности могут возникнуть проблемы со зрением, вплоть до необратимых изменений. Такой же эффект возникает и при избытке света – слепящий свет вызывает спазм сосудов глаза, что приводит к ухудшению зрения и, в некоторых случаях, к слепоте.

Другой вредный фактор светильника, действующий на человека, зависит непосредственно от типа используемых ламп. Коэффициент пульсаций освещённости характеризует колебания во времени светового потока,

падающего на единицу поверхности. Коэффициент пульсаций освещённости определяется отношением амплитуды колебаний освещённости к их среднему значению. Широко распространено мнение, что человеческий глаз чувствует световые пульсации частота которых не превышает нескольких десятков Герц. На этом допущении построено воспроизведение видеоизображений в кино и телевидении – там частота смены кадров составляет 25 Гц, 50Гц и более, что воспринимается глазом человека как целостное во времени, плавно изменяющееся изображение. Дело в том, что мозг человека перестает успевать полноценно обрабатывать ту часть поступающей ему от органов зрения информации, которая изменяется с частотой выше нескольких десятков Герц.

Иными словами, если в воспринимаемой органами зрения человека информации присутствует пульсация освещённости или яркости, частотой ниже указанных, то она воздействует непосредственно на сетчатку глаза человека, затем поступает в зрительный тракт и уже через наружное коленчатое тело, зрительную радиацию, анализируется в первичной зрительной коре. В результате, мы можем описать условия получения зрительной информации: яркость и контраст изображения, цвета и оттенки, есть ли пульсации яркости или освещённости. Если же параметры изображения нас не устраивают, то мы пытаемся как-то приспособиться к их восприятию и, в конце концов, сознательно ограничиваем время визуального восприятия этой информации ввиду дискомфорта.

Однако медицинские исследования показали, что органы зрения и мозг человека продолжают воспринимать и реагировать на изменения воспринимаемой зрительной информации вплоть до частоты 300Гц. Такие изменения в воспринимаемой органами зрения информации оказывают уже невизуальное воздействие. Самое опасное в невизуальном воздействии света – это то, что мы не чувствуем напрямую его влияния на наш организм и не можем принять меры для уменьшения опасных последствий такого воздействия на наше здоровье. Невизуальное воздействие света может приводить к расстройству биологических ритмов человека и к "циркадным стрессам",

которые, в свою очередь, могут приводить к развитию таких заболеваний, как депрессии, бессонница, патологии сердечно-сосудистой системы.

Нормы коэффициента пульсации определяются ГОСТ, а также строительными нормами и правилами (СНиП). В СНиП 23-05-2010 "Естественное и искусственное освещение" указывается, что коэффициент пульсаций освещённости рабочей поверхности рабочего места не должны превышать 10% - 20% (в зависимости от степени напряжённости работы), при этом нормируются только те пульсации, частота которых ниже 300Гц. Максимально допустимое значение коэффициента пульсации в жилых комнатах – 20%.

В ГОСТ 17677-82 "Светильники. Общие технические условия" приведены требования к рабочей частоте пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) светильников с люминесцентными лампами. Она должна быть не ниже 400Гц.

С 01.01.2013г. введен в действие новый ГОСТ Р 54945-2012 "Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности". В нем прямо указывается, что "коэффициент пульсации освещенности учитывает пульсацию светового потока до 300 Гц. Частота пульсации свыше 300 Гц не оказывает влияния на общую и зрительную работоспособность". Также, в ГОСТ Р 54945-2012 сформулированы требования к условиям проведения измерения, и методика расчета коэффициента пульсации освещенности.

Заключение

Технология художественнойковки известна человечеству с давних времен. В современном мире, где использование металлов распространено крайне широко, художественнаяковка не только не потеряла свою актуальность, но и нашла новые применения, в совокупности с современными технологиями. В данном проекте было рассмотрено сочетание технологииковки с современными стилевыми решениями, влияние свойств материала и особенностей технологических операций на конечную форму объекта, а также решением проблем некоторых особенностей формообразования, связанных с переносом визуальных свойств объектов живой природы на кованое изделие.

В процессе разработки были проанализированы и классифицированы функции декоративных светильников и стандартные элементы конструкции. Также был проведен анализ уровней стилизации в формообразовании объектов бионического дизайна, что повлияло на выбор конечной формы изделия.

Выбор материалов являлся важной частью разработки объекта. В результате анализа рынка существующих материалов были подобраны отвечающие требованиям, предъявляемым к конструкции изделия не только по прочности и надежности, но и с точки зрения технологии сборки и соединения деталей в единый объект, что позволило избежать возможных проблем на этапе реального изготовления. На основе данных о выбранных материалах был произведен уточненный расчет конструкции, что дало представление о реальных характеристиках изделия на этапе проектирования.

Самым трудоемким процессом разработки была непосредственно сборка изделия. Она была сопряжена не только с наибольшим количеством опасных факторов, но и значительным процентом проблем, возникавших в процессе всей разработки изделия. Однако возникавшие проблемы были решены, что позволило в конечном итоге создать рабочее изделие, отвечающее нормативам и требованиям, предъявляемым к объектам данного типа.

При экономической оценке изделия была вычислена себестоимость и цена разработки напольного интерьерного светильника «Dandelion» при

единичном производстве, с учетом заработных плат разработчиков. Вычисленные данные позволили оценить не только реальную стоимость разработки индивидуального дизайн-проекта, но также конкурентоспособность изделия и ресурсоэффективность всего исследования в целом. Следует отметить, что повышения ресурсоэффективности также удалось добиться за счет использования современных средств автоматизированного проектирования, позволивших сократить время разработки, составления технической документации, а также избежать некоторых возможных проблем на этапе прототипирования.

Подводя итоги проведенной работы можно отметить, что на выходе получен проект, удовлетворяющий технологическим и художественным требованиям, а также нормативам производственной и экологической безопасности. Изделие разработано с учетом заявленной технологии и современных направлений в дизайне. Практическая значимость разработки связана с созданием реального изделия, которое может быть впоследствии улучшено и воссоздано в производственных условиях.

Список публикаций

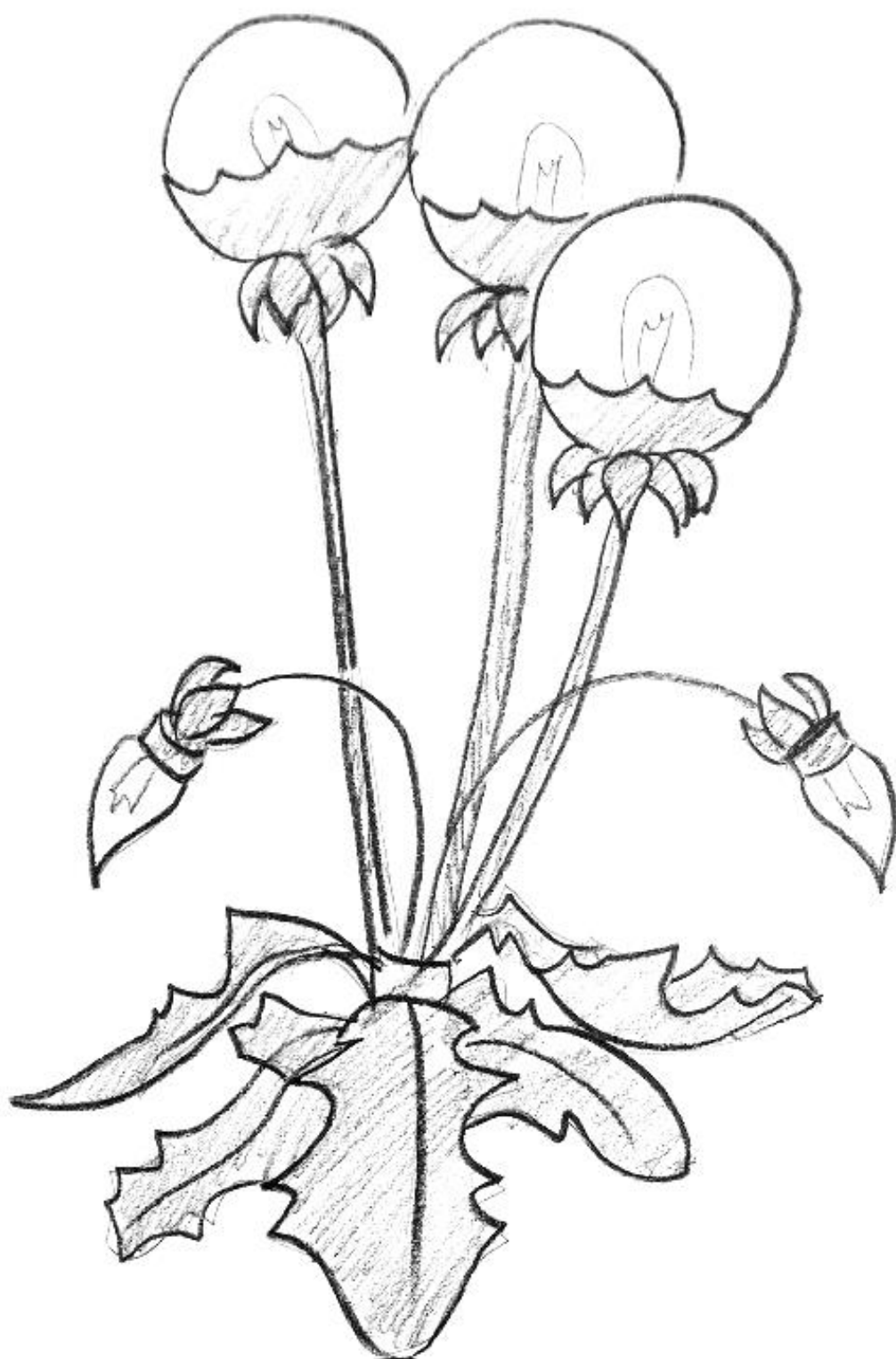
1. Kondratyeva Y. M. Computer-Aided Design System SolidWorks: Applications in Industrial Design [Electronic resorces] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 13-16 Ноября 2013. - Томск: ТПУ, 2013 - С. 425-426.
2. Kondratyeva Y. M., Shepetovsky D.V. Computer-Aided Design System Solidworks: Application In Modern Engineering [Electronic resorces] // Сборник научных трудов II Международной конференции «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине», Томск, 19 - 22 мая 2015 г. - Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 249 с.
3. A G Baginski, O M Utyev and Y M Kondratyeva The Design Of A Die With A Vacuum Thermal Insulation [Electronic resorces] // International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2015 (MEACS2015) 1–4 December 2015, Tomsk, Russia, IOP Science Publishing, 2016.
4. Кондратьева Ю.М., Кухта М.С. Стилизация и репликация бионических форм в дизайне кованных интерьерных светильников. // Научный журнал Томского института бизнеса «Gaudeamus Igitur» Теория и практика современного дизайна, Томск, июнь 2016.
5. Кондратьева Ю.М., Першина А.Д. Психология восприятия объектов дизайна на примере малых архитектурных форм [Электронный ресурс] // Сборник трудов XI международной научно-практической конференции «Научные исследования и разработки молодых ученых», Новосибирск, 20-23 мая 2016 г. - Новосибирск: Издательство НГТУ, 2016.

Список используемых источников

1. Технология художественной обработки металлов / В.Ю. Пирайнен, М.А. Иоффе, О.Н. Магницкий. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009.
2. Художественнаяковка и слесарное искусство / Семерак Г., Богман К. – М.: Изд-во Машиностроение, 1982г.
3. Художественнаяковка и литье Москвы / В. Ледзинский, Анатолий Теличко, Александр Зверев. – М.: изд-во Машиностроение, 1989г.
4. Металл в интерьере. Metal Interior Decoration / Елена Игнатьева, Светлана Георгиева, Мария Козырева. – М.: Изд-во Мир Металла, 2012, 212 с.
5. Художественнаяковка / Рябушкина С.А. – М.: изд-во Мир металла, 2011г.
6. Кухта М. С., Соколов А. П., Данила К. Г. Анализ процессов формообразования в дизайне декоративных светильников. // Дизайн. Материалы. Технология. Ц 2012.
7. Кухта М.С., Соколов А.П., Сокур К.С. Художественно-проектные решения и современные технологии арт-объектов средового дизайна. // Известия Томского политехнического университета. - 2011
8. Кухта М.С. Дизайн и технологии. Томск: STT, 2017 - 170 с.
9. Кондратьева Ю.М., Кухта М.С. Стилизация и репликация бионических форм в дизайне кованных интерьерных светильников. // Научный журнал Томского института бизнеса «Gaudeamus Igitur» Теория и практика современного дизайна, Томск, 2016.
10. Миронова А.Н. Бионические формы в создании предметной среды и интерьера/А.Н. Миронова, В.Ю. Немцева – Мурманск: Изд-во МГПУ, 2009
11. Рудольф Арнхейм. Искусство и визуальное восприятие – М.: Издательство «Прогресс», 1974.
12. Сталь конструкционная. Марки и сплавы. [Электронный ресурс]. - URL: <http://metallicheckiy-portal.ru/>, свободный

13. Освещенность рабочего места. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mtomd.info/>, свободный.
14. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.
15. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.]. — 5-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2009. — 335 с.: ил. — Для высших учебных заведений. —Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 333.
16. Охрана труда. [Электронный ресурс]. - URL: <http://trudova-ohrana.ru/>, свободный.
17. Экология: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 19-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014.
18. Сравнительная оценка жизненного цикла источников света. [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.russianelectronics.ru/>, свободный.
19. СНиП II – 4 – 79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования..- М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.
20. СанПиН 2.1.8 2.2.4.1190-03. Физические факторы производственной среды. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003

Приложение А Эскиз изделия



Приложение Б Визуализация 3D-модели



Приложение В Светильник «Dandelion»

Приложение Г Сборочный чертеж изделия