

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт

Кафедра «Материаловедение и технологии обработки материалов»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ инициалы, фамилия
подпись _____
« ____ » _____ 2017г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
в форме бакалаврской работы**

29.03.04 – Технологии художественной обработки материалов

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗ-
ГОТОВЛЕНИЯ УЛИЧНОГО ФОНАРЯ**

Руководитель _____ к.т.н., доцент Абкарян А. К.
подпись, дата должность, ученая степень

Выпускник _____ Шишкин Д. М.
подпись, дата

Красноярск 2017

Консультанты по
разделам:

Художественная часть

подпись, дата

Титова С. А.

Нормоконтролер

Березюк В. Г.

Красноярск 2017
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Материаловедение и технологии обработки материалов»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
_____ В. И. Темных

« ___ » _____ 2017 г

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Шишкину Дмитрию Михайловичу
Группа МТ 13–10 Б Направление 29.03.04 – Технология художествен-
ной обработки материалов

Тема бакалаврской работы: Разработка композиционного решения и
технологии изготовления уличного фонаря

Утверждена приказом по университету №17807/с от 30. 12. 2016 г.

Руководитель БР: А. К. Абкарян, доцент, к.т.н.

Исходные данные для БР: Разработка композиционного решения и
технологии изготовления уличного фонаря

Перечень разделов БР: содержание, введение; литературный обзор;
художественная часть; технологическая часть; заключение, список исполь-
зованных источников, приложения.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием
основных чертежей, плакатов, слайдов: дизайн – проект, сборочный чер-
теж, детализировка модели, презентация.

Руководитель БР _____ А. К. Абкарян
(подпись)

Задание принял к исполнению _____ Д. М. Шишкин
(подпись)

« 13 » июня 2017г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка композиционного решения и технологии изготовления уличного фонаря» содержит 64 страницы текстового документа, 10 формул, 1 приложение, 6 использованных источников, 8 листов графического материала.

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КОВКА, КОМПОЗИЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ, УЛИЧНЫЙ ФОНАРЬ, ГИБКА, ЛИСТОВОЙ МАТЕРИАЛ, СОРТОВОЙ МАТЕРИАЛ, ПРОТЯЖКА, ВЫТЯЖКА, ШТАМПОВКА, СВАРКА, СБОРКА.

Цели бакалаврской работы:

- приобретение теоретических основ и практических навыков для выполнения проектной работы;
- изучение и рассмотрение различных видов и стилей композиционного решения кованых изделий, от древней Руси до нашего времени;
- развитие информационной базы и профессиональных знаний в области проектирования современных художественных изделий.

Задачи бакалаврской работы:

- развитие творческого мышления;
- изучение и освоение основных навыков по созданию формы и оформления декоративных кованых изделий;
- изучение приёмов по гармонизации композиции в дизайне изделия.

Данная работа была разработана в единственном экземпляре, стиль у фонаря своеобразный, но основывается на стиле классицизм. Так же он отличается от других фонарей индивидуальным композиционным решением.

В итоге были рассмотрены состав, строение, химические и физические свойства выбранной стали. Рассчитана масса как отдельных частей фонаря, так и изделия в сборе. Подготовка к работе и используемые инструменты и оборудования, а так же подробно расписан и проиллюстрирован ход работы.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	4
ВВЕДЕНИЕ	7
1 Литературный обзор	8
1.1 История возникновения и развития художественнойковки как ремесла Значение художественнойковки в развитии промышленности и металлургии	8 9
1.2 История уличных фонарей	10
1.3 Виды уличных фонарей	12
1.3.1 Источники света в уличных фонарях	12
1.3.2 Виды уличного освещения	12
1.3.3 Типы конструкций уличных светильников	13
1.3.4 Типы уличных светильников по внешнему виду	14
2 Художественная часть	14
2.1 Разработка композиционного решения	14
2.2 Цветовое решение	17
3 Технологическая часть	18
3.1 Общие сведения	18
3.1.1 Технологии обработки металлов	18
3.1.2 Основные сведения о металле	19
3.1.3 Режимы нагрева металлов	20
3.2 Кузнечный инструмент и оборудование	21
3.2.1 Кузнечные горны	21
3.2.2 Пневматические молоты	22
3.2.3 Инструменты и приспособления	24
3.3 Технологический процесс изготовления кованого изделия	32
3.3.1 Обоснование выбора материала	32
3.3.2 Расчёт массы	32
3.3.2 Каркас фонаря	39
3.3.3 Крышка фонаря	41
3.3.4 Узор крышки фонаря	42
3.3.5 Дно фонаря	44
3.3.6 Узор низа фонаря	45
3.3.7 Основа подвеса	48
3.3.8 Узор подвеса	51
3.3.9 Цепи	53
3.3.10 Покраска	54
3.3.11 Провод	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	57
ПРИЛОЖЕНИЕ А	58

ВВЕДЕНИЕ

Художественнаяковка представляет собой изготовление изящных предметов быта из различных металлов методамиковки. Она приобретает художественную ценность, становится произведением искусства, в отличие от обычнойковки.

В данной бакалаврской работе представлено проектированиекованого уличного фонаря и его технология изготовления.

Фонарь подвесной настенный и состоит непосредственно из самого фонаря и его подвеса, который крепится к стене. Для его изготовления необходимо для начала разработать эскиз изделия, его чертеж с размерами всех деталей, выбрать материал, а так же вспомогательные материалы, метод их обработки, инструмент и оборудование, при помощи которых будет изготавливаться и обрабатываться данное изделие.

Цель данной работы: приобретение теоретических основ и практических навыков для выполнения проектной работы. Изучаются и рассматриваются различные виды и стили композиционного решениякованных изделий, от древней Руси до нашего времени, с целью развития информационной базы и профессиональных знаний в области проектирования современных художественных изделий.

Задача данной работы: развитие творческого мышления, изучение и освоение основных навыков по созданию формы и оформления декоративныхкованных изделий, а так же приёмов по гармонизации композиции в дизайне изделия.

Данная работы состоит из трёх частей: литературный обзор, художественная часть, технологическая часть.

В первой части описаны основные операцииковки, изложена историякованных уличных фонарей, их виды, предназначение.

Вторая, художественная часть, состоит из описания разработки композиционного решения, выбора стиля, дизайна, а так же и разработки эскиза фонаря.

Третья часть представляет собой описание технологического процесса изготовления фонаря.

Рассмотрены состав, строение, химические и физические свойства выбранной стали, её поведение при обработке и в окружающей среде. Представлены инструмент и оборудование, понадобившиеся для создания данного изделия.

Рассчитана масса как отдельных частей фонаря, так и изделия в сборе. Трудоёмкость в часах.

Подготовка к работе и используемые инструменты и оборудования.

Подробно расписан и проиллюстрирован ход работы, с техникой безопасности.

1 Литературный обзор

1.1 История возникновения и развития художественнойковки как ремесла

Одним из самых древнейших ремесел является художественнаяковка. Историками доказано, что еще в каменном веке люди уже обрабатывали металлические самородки. Работа с металлами, изготовление различных сплавов в древности была из области алхимии, но с развитием системы образования, стала точной наукой.

При раскопках территорий Древней Руси, обнаружилось, что предки древних славян в превосходстве владели художественнойковки. Большую популярностьимело тогда изготовление кованых украшений (рис.1). Практически во всех раскопках того периода были обнаружены остатки древнего кузнечного дела. Кроме украшений в кузницах изготавливалось оружие и броня для защиты и нападения, инвентарь для обработки земель и различная хозяйственная утварь.



Рисунок 1 – Кованые украшения древней Руси

Кузнечное дело в средние века было очень развито. В летописях XIII-XVI в. часто встречаются упоминания не только о наличии кузниц в городах, но и о целых кузнечных поселках. Среди кузнечного времени были специализированные оружейники и мастера-универсалы, которые выковывали что угодно.

В те времена кузнецы и оборудованные кузницы имели особую важность, ведь необходимость в них, как в вопросах вооружения, так и в вопросах ведения хозяйства, стояла остро. Кузнецы умели самостоятельно изготовить всё изделие целиком. Ведь весь процесс от плавки руды, до украшения изделия выполнялся в одиночку.

Кузнецы-оружейники пользовались особым признанием. При любом войске имелся кузнец или даже несколько мастеров-оружейников, способных незамедлительно обустроить кузницу в любом месте, чтобы починить и изготовить оружие и колеса телег. Ни один удачный поход не обходился без опытного кузнеца.

Кузницы средних веков создавали настоящие произведения искусства, которые даже в наше время сложно создать, и даже с использованием современных компьютерных технологий. Очень восхищает создание древними кузницами сложных мелких механизмов для часов, заводных игрушек, музыкальных шкатулок. В наше время изделия средневековых мастеров художественнойковки можно увидеть в различных музеях по всему миру. Даже существуют специализированные музеи художественнойковки, например в городе Руан (рис.2).



Рисунок 2 – Музей художественнойковки в городе Руан

Значение художественнойковки в развитии промышленности и металлургии

Вгоды правления Петра I активно развивается машиностроение, в разных уголках страныпоявляются металлургические заводы, Россия становится страной промышленно развитой. Кузнечному делу уделяется большое внимание,как и раньше, ведь без него не обойтись в военном деле.

Строительство из камня и развитие архитектуры, послужило толчком для развития художественнойковки. В архитектуре стали применять кованые изделия: решетки, заборы и кружевные кованые ворота стали украшать дома в развивающихся городах.

Созданным ранее школам оружейного кузнечного мастерства, приходят на сменуновые школы художественнойковки. В каждом регионе страны появляется собственный стиль, индивидуальная особенность художественного кузнечного дела.

В основном все кованные изделия изготавливались из железа, а сверху покрывались сталью. Работа с сырой рудой отошла на второй план только в конце XVIII века, а вскоре совсем исчезла. В большей степени это связано с развитием паровозов и возможностью транспортировки металла. Трудоемкие кузнечные работы с развитием техники кардинально изменились. Например, паровая пресс-машина заменила кузнечный молот, а электромашин и техника вовсе облегчили труд кузнеца, но древняя технология до сих пор обширно используется и передается от поколения к поколению.

Сегодняшним мастерам художественнойковки работать намного проще, чем кузнецам средневековья. Но, несмотря на это, обладать художественным вкусом должен каждый кузнец и в наше время. Ведь каждое изделие должно быть произведением искусства и носить почерк своего мастера. Каждому кузнецу необходимо иметь собственный стиль, свой подход и изюминку. Ведь без этого изделия становятся очередной штамповкой, которые выпускаются с конвейеров на заводах.

1.2 История уличных фонарей

Ещё в начале XV века люди попытались осветить городские улицы. С этой инициативой первым выступил Генри Бартон - мэр Лондона. По его указу на улицах Британской столицы появились первые фонари, которые помогали ориентироваться в полной темноте. Спустя время французы тоже предприняли попытку освещения городских улиц. В начале XVI века жителей Парижа обязали ставить на окна осветительные лампы для ночного освещения улиц города. В 1667 году Людовик XIV издаёт указ об уличном освещении. Первые уличные фонари показаны на рисунке 3.



Рисунок 3 – Первые уличные фонари во Франции

В результате этого указа улицы Парижа осветились множеством фонарей и осветительных ламп, а царствование Людовика XIV прозвали блестящим.

Первое в истории освещение уличными фонарями было тусклым, так в фонарях применяли свечи и масло. Со временем в них стали использовать керосин, что позволило несколько улучшить освещение, однако этого все равно оказалось недостаточно. В начале XIX века в использование вошли газовые фонари, которые значительно улучшили качество освещения. Это изобретение принадлежало Уильяму Мердоку - английскому изобретателю. В то время к его изобретению мало кто относился серьезно. Некоторые даже считали его сумасшедшим, однако он смог доказать необходимость его изобретения, ведь газовые фонари имели массу преимуществ перед керосиновыми. В 1807 году на улице Пэлл-Мэлл заработали первые в истории газовые фонари. Вскоре столица практически каждого европейского государства могла похвастаться таким же освещением.

В России же появление первого уличного освещения осуществилось благодаря Петру I. В 1706 году император, празднуя победу над шведами под Калишем, приказал на фасадах домов близ Петропавловской крепости вывесить фонари. И спустя уже двенадцать лет улицы Петербурга были освещены. На московских же улицах фонари были установлены благодаря инициативе императрицы Анны Иоанновны.

Изобретение электрического освещения стало поистине невероятным событием. Первые электрические фонари, освещающие мост в Санкт-Петербурге показаны на рисунке 4.



Рисунок 4 – Первые электрические фонари, освещающие мост в Санкт-Петербурге

Первую в мире лампу накаливания создал русский электротехник Александр Лодыгин. За это его наградили Ломоносовской премией Петербургской академии Наук. Спустя некоторое время американец Томас Эдисон представил лампочку, которая освещала лучше, а в производстве была недорогой. Это изобретение, несомненно, вытеснило городских улиц газовые фонари [1].

1.3 Виды уличных фонарей

1.3.1 Источники света в уличных фонарях

Аббревиатура любого светильника начинается с буквы, которая обозначает тип лампы, например: светильник ЖКУ имеет расшифровку – «желтый консольный уличный». Эта маркировка означает, что в светильнике применяется натриевая лампа высокого давления. Буква «Р», соответственно – ртутная лампа, «И» – галогенная лампа накаливания, «Г» – металлогалогенная лампа, «Д» – светодиодная лампа, «Л» – люминесцентная лампа. То есть светильник ЛКУ – «люминесцентный консольный уличный».

Сейчас лампы накаливания для наружного освещения теряют свою популярность. Они имеют большое энергопотребление и ограниченный срок службы, поэтому более подходящими являются натриевые или ртутные источники света. Светильники с люминесцентными лампами используются в основном – для подсветки, а для освещения небольших участков – галогенные прожектора. Так же входят в обращение светодиодные лампы, но пока их цена достаточно высока. Еще одним новым направлением являются светильники, работающие от солнечных батарей, но они применяются редко, чаще всего для индивидуального освещения.

1.3.2 Виды уличного освещения

Для освещения кольцевых дорог и автотрасс применяется освещение рефлекторного типа. При таком освещении в лампах внутренняя сторона колбы зеркальная, благодаря чему световой поток более сильный и яркий. Такая лампа имеет мощность 250 – 400 Вт.

Дворы, улицы, небольшие дороги и площади освещаются используя рассеянное освещение. Плафон из стекла или прозрачного пластика рассеивает лучи света, тем самым посылает их на большое расстояние. Для такого освещения лампы имеют мощность 70 – 250 Вт.

Для освещения тротуаров, автобусных остановок, скверов и велосипедных дорожек не требуется столь яркого освещения. Чаще всего применяются

не высокие светильники с плафоном в виде шара или цилиндра. Они дают рассеянный свет, а лампы имеют мощность 40 – 125 Вт.

1.3.3 Типы конструкций уличных светильников

Опоры для уличных фонарей могут быть как деревянными, так и металлическими или железобетонными. Светильники крепят на прямоугольных, круглых и шестигранных столбах, а так же на стенах зданий. Металлические кронштейны для крепления фонарей подвергают обработке горячим цинкованием, а так же порошковой краской.

Второй буквой в маркировке обозначают тип установки фонаря, которые могут быть (рис.5):

Подвесными;

Настенными – закреплёнными на стену;

Венчающими – закреплёнными сверху на столбе;

Консольными – имеющими слегка изогнутую опору-столб.



Рисунок 5 – Типы конструкций уличных светильников: *а* – подвесной; *б* – настенный; *в* – венчающий; *г* – консольный

Наиболее популярным для освещения дворов и улиц является консольный тип светильников, которые имеют прочный отражатель и алюминиевый корпус. Их прозрачная часть изготовлена так же из крепкого материала – поликарбоната, который проходит обработку с целью светостабилизации. Повышенная прочность, быстрая замена лампы и удобное управление сделало этот тип светильников более востребованными. Служат они много лет, при этом не теряя прочностных качеств, ни внешнего вида.

1.3.4 Типы уличных светильников по внешнему виду

Типы уличных светильников могут быть самыми разными. В зависимости от того, в какую сторону направлен свет, можно выделить:

- Прожектора, которые используются для освещения участка большой площади, а так же подсветки отдельных частей сада;

- Уличные светильники классического или паркового типа;

- Светильники в форме сферы, состоящие из опоры и плафона в виде шара. Их так же называют – уличный шар. Эти светильники отличаются от других типов тем, что световой поток равномерно распространяется по всем сторонам. Плафон изготавливается с глянцевым или матовымнапылением, которое служит для отражения света;

- Светильники, которые работают по принципу отражения света. Их внешний вид представляет собой полую трубку, из которой идет свет, а сверху находитсясветоотражатель. Светильники такого типа хорошо подходят для освещения дорожек на участке или сада;

- Болларды – уличные светильники, выполненные из полированного металла,камня или пластика. Относятся к ландшафтным светильникам;

- Настенные уличные светильники – светильники, которые закрепляются на горизонтальной или вертикальной поверхности. Их основное предназначение – декоративное освещение ландшафта;

- Энергосберегающие светильники, которые крепятся на столбы.

2 Художественная часть

2.1 Разработка композиционного решения

Целью дизайна разрабатываемого изделия является создание гармоничной предметной среды, наиболее полно удовлетворяющей материальные и духовные потребности человека. Важнейшие два компонента для создания дизайна изделия: функциональность и эстетичность.

Данная часть проекта – наиболее креативна, в ней описывается разработка изделия и предлагается свое видение. Стиль у фонаря своеобразный, но основывается на стиле классицизм. Так же он отличается от других фонарей индивидуальным композиционным решением и имеет свою изюминку.

При разработке фонаря перебиралось много вариантов его композиции (рис.6), но конечным эскизом изделия стал последний, наиболее совершенный вариант (рис. 7).



Рисунок 6 – Эскизы разработки фонаря

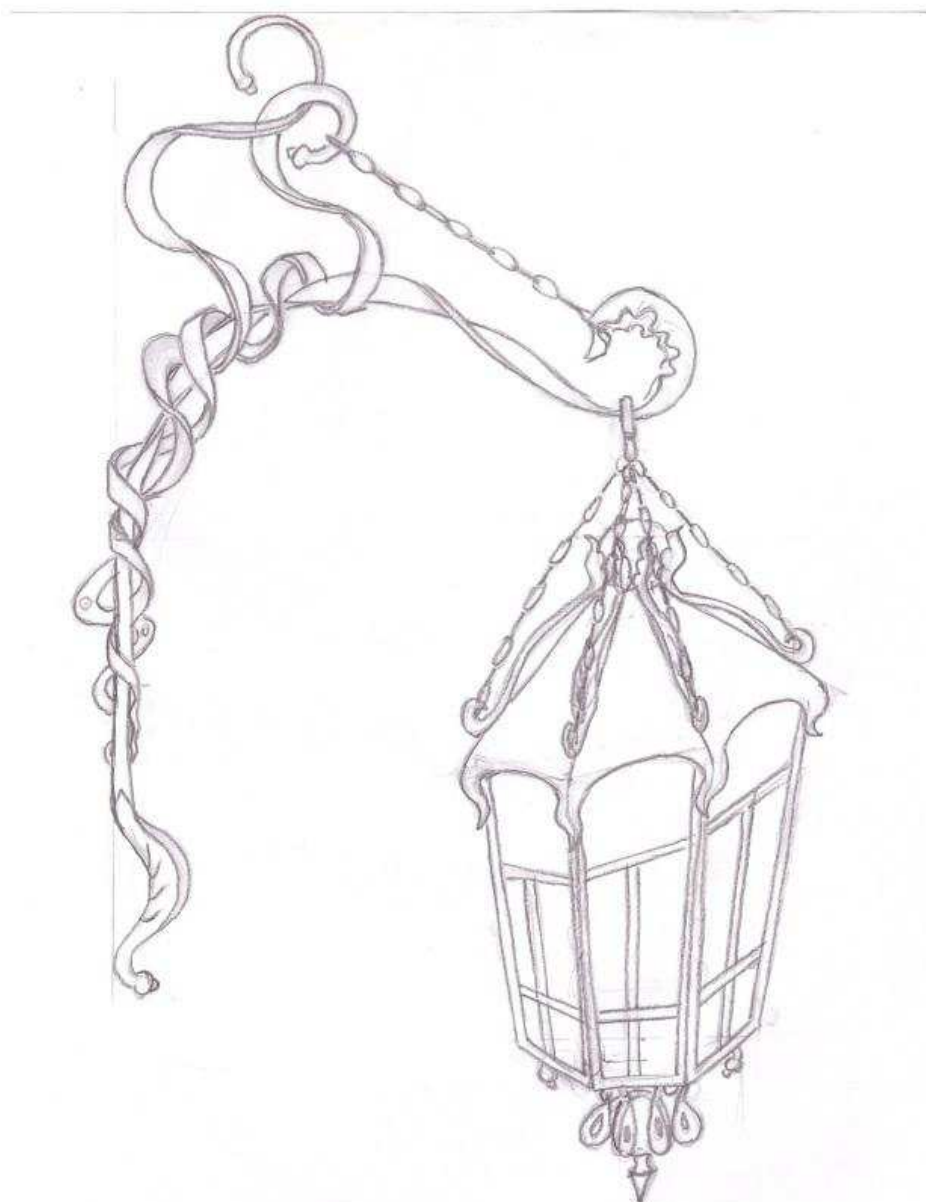


Рисунок 7 – Конечный эскиз уличного фонаря

Идея изготовления уличного фонаря пришла не сразу, но и выбрана была не случайно. Ведь что как не подвесной кованный фонарь придаёт особый вид на улицах города или приусадебного участка, а так же выполняет своё функциональное предназначение.

Фонарь состоит из двух частей – подвеса и самого фонаря. Подвес состоит из двух скрученных между собой и вокруг третьей металлических лент. Основная лента книзу перетекает в круглый прут, который заканчивается большим листом. За этот прут будет крепиться вся конструкция к стене. Так же на эту ленту будет вешаться фонарь на конце, удалённом от стены. Две других ленты дополняют композицию и укрепляют основную.

Сам фонарь, как и многие другие фонари, имеет в основаниях шестиугольники, где нижний меньше верхнего. Но во всех других фонарях основания параллельны, а в данном случае верхнее находится под наклоном к нижнему. Наклон выполнен к основанию подвеса. Фонарь так же имеет декоративный узор как сверху, так и снизу, а подвешивается он к подвесу при помощи цепей, которые держат фонарь за шесть закрученных окончаний элементов узора.

Шестиугольный фонарь был выбран не случайно. Он смотрится намного эстетичнее квадрата, прямоугольника или какой-то другой формы. А так же правильный шестиугольник символизирует собой изобилие, гармонию, красоту и свободу человека.

Цепи придают определённую неустойчивость конструкции, но играют особую роль в композиционном решении – они придают фонарю свою изюминку, необычность композиционного решения.

Так же в изделии присутствует золотое сечение, но лишь в одном из элементов фонаря – узоре под его нижним основанием. Золотое сечение - это сечение отрезка на две части так, что длина большей части относится к длине меньшей части так же, как длина всего отрезка к длине большей части. Меньшей частью отрезка в данном случае является расстояние от нижнего основания фонаря до шара в узоре, а большей частью – расстояние от верха шара до острия пика (нижней точки узора).

Сам классицизм – это стиль художественного искусства великолепно-го, также стремившегося к античным образцам, времени эпохи Просвещения, стиль, который заменил барочную декоративность и легкомысленность рококо на новый дух лаконичности и строгости. В классицизме предпочтение отдается изломанным и изогнутым линиям, пересекающимся окружностям, классическим листьям аканта, растительному орнаменту из цветов или листьев лавра. Огромное распространение получает применение волют – спиралевидных завитков с кружками, имеющих эллиптическую форму. Кроме того, во времена расцвета нередко можно встретить парные волюты. В решетках завиток часто имеет пышные разветвленные формы и напоминает скульптуру.

2.2 Цветовое решение

Цветовое решение не менее важно, чем композиционное. Сочетание определённых цветов и тонов могут придать наилучший вид даже самому примитивному, обыденному изделию, а при правильном сочетании цвета и композиционного решения изделие становится не просто поделкой, а произведением искусства, радующим душу своим внешним видом.

Рассмотрев варианты цветовой гаммы на эскизе, был выбран черный цвет с бронзовым напылением, для лучшего эстетического вида всего фона-

ря стёкла имеют желтый цвет, что будет давать свету, исходящему от фонаря, тёплый жёлтый оттенок.

Каркас самого фонаря будет чёрным, для лучшего контраста со стеклами, что придаёт ему более четкий, приятный для глаза вид. Остальные элементы фонаря будут покрашены таким образом, что на более выступающих элементах будет преобладать бронзовый цвет для придания изделию большего контраста и объёма, а так же воздушной перспективы. Чёрный цвет и цвет бронзы это два противоположных цвета, сочетание которых придаёт наилучший эстетичный вид изделию, атак же в определённой мере придают фонарю некую старину. Преобладание тёплых оттенков в изделии придают человеку спокойствие, уверенности в себе.

Чёрный цвет – «цвет отсутствия цвета»: впитывает в себя абсолютно все цвета, не отпуская их во внешний мир. Чёрный цвет парадоксален: связан с бесконечностью, с тишиной, с женской жизненной силой, вызывает ощущение тайны, защищённости и утешения.

Бронза – прекрасный поделочный материал, не то что бы золото, но есть и некоторое сходство. Оттенки бронзы зависят от ее состава: могут преобладать желтые (латунные нотки) или медные. Бронза – декоративный металл, и мы привыкли его видеть в чудесной форме, поэтому и цвет ее стал синонимом красоты и богатства.

3 Технологическая часть

3.1 Общие сведения

3.1.1 Технологии обработки металлов

Многие из металлов и сплавов, при нагреве до температурыковки, становятся пластичными, то есть при воздействии на них небольших усилий могут менять свою форму без разрушения. К таким металлам относятся сталь, медь, латунь, и др., при нагреве которых пластичность их увеличивается.

Во времяковки металл подвергается различным видам воздействий, по которым называются все кузнечные операции: протяжка, разгонка, раскатка, кузнечная сварка, гибка, передача, скручивание, прошивка, проковка, осадка, пробивка, обрубка, надрубка, вырубка, и вспомогательные операции. При применении данных операций из заготовок получают поковки или детали необходимой формы.

Заготовкой называют первичный полуфабрикат, который получают путем обрезки, разрезки, отрезки, вырубки, обрубки части металла от исходного материала.

Поковка - это полуфабрикат, при обработке которого получают готовое изделие, называемое деталью. Поковкой называется основное изделие, кото-

рое получают в результате горячей обработки металла операциямиковки. Иногда ковкой изготавливаются сразу детали, если они не нуждаются в последующей механической обработке.

Деталью называется готовое изделие, которое получают из одного по марке и наименованию материала.

Завершающие операции при получении из поковокдеталей:

- очистка изделия от окалины;
- охлаждение изделия послековки;
- термическая и химико-термическая обработка;
- защита от коррозии.

Для нагрева заготовок применяется горн, в котором топливом является древесный или каменный уголь, а так же применяется нагревательная печь, которая работает на жидком топливе. При ковке заготовок используется кузнечный инструмент, как для ручнойковки, так и дляковки на молотах.

Непосредственно в процессековки и по её окончанииковки контролируются. Температура нагрева металла определяется по цветамкаления, а так же специальными приборами. Размерыковки контролируются обычными и специальными измерительными инструментами и приборами в процессековки и по её окончании[2].

3.1.2 Основные сведения о металле

При ковке художественных изделий кузнецам приходится иметь дело с разного рода металлами, которые различаются по механическим, технологическим и физическим свойствам.

При нагреве заготовок одни нагреваются быстро, а другие более медленно. Так же при нагреве одинаковых по размерам заготовок из разных металлов до ковочной температуры необходимо сжечь разное количество топлива. Первое связано с теплопроводностью металла, откуда следует то, что чем меньше теплопроводность, тем дольше будет нагреваться заготовка. Так же необходимо иметь в виду: теплопроводность сталей примерно в пять раз меньше теплопроводности алюминия и меди. Второе связано с теплоемкостью материалов, откуда следует: чем выше теплоемкость металла, тем больше нужно топлива для нагрева заготовки до необходимой температуры.

Технологические свойства металлов: ковкость, свариваемость, усадка, закаливаемость.

Ковкость характеризует способность металла деформироваться под воздействием ударов.

Свариваемость – это способность металлов образовывать сварные соединения в нагретом состоянии под действием удара. Лучшей свариваемостью обладают стали с малым содержанием в них вредных примесей и углерода, а так же плохо–легированные стали.

Усадкой называется уменьшение размеров заготовки при её охлаждении. Заготовки из стали уменьшаются в размерах на 1,2–1,3 % при их охлаждении с ковочной температуры до комнатной.

Закаливаемость – способность металлов приобретать высокую твердость при закалке. В кузнечных работах в основном используется сталь – сплав железа с углеродом. В зависимости от количества углерода в стали они делятся на низкоуглеродистые, содержащие до 0,25 % углерода, среднеуглеродистые 0,25–0,6 %, и высокоуглеродистые 0,6–2 %. Наиболее хорошо поддаются закалке стали, которые содержат 0,4–0,7 % углерода. Повышенное содержание углерода в стали увеличивает её твердость и закаливаемость, но снижает ковкость и теплопроводность.

В сталях кроме углерода так же содержатся примеси: марганец, кремний, сера, фосфор и некоторые другие элементы. Сера и фосфор являются вредными примесями, так, при содержании фосфора более 0,05 % сталь становится хрупкой в холодном состоянии, а при содержании серы более 0,045 % сталь становится красноломкой, то есть при нагреве заготовка разрушается от ударов молотом или молотком [3].

3.1.3 Режимы нагрева металлов

Любой кузнец должен знать режимы нагрева металла, температуру начала и концаковки каждого металла, чтобы правильно вести процессковки.

Режимом нагрева металла – это определенные правила, порядок и способы нагрева металла, которые обеспечивают скорость и температуры, так необходимые для получения кузнечных заготовок, удовлетворяющих требованияковки и получения из них качественных поковок.

Оптимальная температура дляковки сталей различных марок зависит от их химического состава, так, например, для углеродистых сталей температура нагрева определяется количеством углерода – чем больше углерода содержит сталь, тем ниже её температура плавления иковки.

Температура нагрева металла имеет важное значение дляковки, ведь она может напрямуювлиять на качество изделий получаемых методомковки, поэтому за ней необходим постоянный контроль. Для этого в кузницах с нагревательными печами используют различные виды термометров и пирометров. При нагреве металла в горнах, любой кузнец должен уметь сам определять приближенную температуру нагрева металлов «на глаз» по её цветамкаления, при дневном освещении в тени (рис.8).

Цвет	Наименование	t° С
	Ослепительно белый	1250 - 1300
Желтый	Светло-желтый	1150 - 1250
Оранжево-желтый	Темно-желтый	1050 - 1150
Оранжевый	Оранжевый	900 - 1050
Красный	Светло-красный	830 - 900
Красный	Светло-вишнево-красный	800 - 830
Красный	Вишнево-красный	770 - 800
Красный	Темно-вишнево-красный	730 - 800
Красный	Темно-красный	650 - 730
Коричневый	Коричнево-красный	580 - 650
Коричневый	Темно-коричневый	530 - 580

Рисунок 8 – Температура нагрева металла по цветам каления

Температура нагрева сталей в началековки должна быть ниже их температуры плавления на 150 – 200 °С, а при более высокой температуре металл может пережечься. В процессековки металл остывает, и ковать его становится затруднительно, а после и вовсе невозможно. Именно поэтому ковку следует заканчивать при температуре на 20–30 °С выше допускаемой ковочной температуры [4].

3.2 Кузнечный инструмент и оборудование

3.2.1 Кузнечные горны

Кузнечные горны являются простейшим оборудованием для нагрева металла и применяются практически во всех кузницах. Горны работают на твёрдом, жидком и газообразном топливе. В зависимости от назначения и конструктивных особенностей делятся на стационарные и переносные, одноогневые и многоогневые, открытые и закрытые. В кузнице наиболее часто применяют стационарные горны открытого типа как на рисунке 9, изготовленные из металла или кирпича.

Воздух, требующийся для горения топлива, практически всегда подаётся к очагам горения топлива осевыми или центробежными вентиляторами, установленными с наружной стороны стены на улице. К очагу горения топлива воздух поступает по металлическим трубам.



Рисунок 9—Стационарный одно-огневой металлический горн открытого типа

Размеры горна зависят от площади, отведённой для него и габаритов нагреваемых заготовок.

3.2.2 Пневматические молоты

Пневматические молоты предназначены для выполнения операций свободнойковки на плоских или вырезных бойках. Пневматические молоты быстроходны, позволяют регулировать эффективную энергию удара в процессе работы, обладают сравнительно высоким к. п. д., просты по устройству и не требуют тщательного ухода. Основные весовые, размерные, скоростные и энергетические параметры скоростные и энергетические параметры пневматических молотов определены ГОСТ 712–65, согласно которому строят пневматические молоты. Вес шабота этих молотов равен 20-кратному весу падающих частей.

В пневматическом молоте(рис. 10) баба движется под действием сжатого воздуха, который, подобно упругому элементу, сжимается в замкнутых объемах нижних или верхних полостей компрессорного и рабочего цилиндров. В процессе работы соответствующие полости компрессорного и рабочего цилиндров соединены или разъединены в зависимости от выполняемого молотом хода (цикла). В исходном положении поршень рабочего цилиндра находится в нижнем положении (бойки сомкнуты), поршень компрессорного ци-

линдра – в верхнем положении; верхняя и нижняя полости компрессорного цилиндра соответственно соединены с верхней и нижней полостями рабочего цилиндра и атмосферой; кривошипный вал – в верхнем положении.



Рисунок10–Пневматический молот

При повороте кривошипного вала поршень компрессорного цилиндра начинает опускаться. Происходит отключение полостей компрессорного цилиндра от атмосферы, сжатие воздуха в нижних полостях и расширение его в верхних. Поршень рабочего цилиндра остается неподвижным, пока равнодействующая давлений в нижней и верхней полостях недостаточна для его подъема.

Работой пневматического молота управляют при помощи трех кранов: верхнего и нижнего, осуществляющих управление и поворачивающихся от педали. И среднего, осуществляющего включение и выключение управления. Пневматические молоты позволяют осуществить следующие циклы: холостые хода, держание падающих частей на весу, автоматические и единичные удары, прижим поковки [5].

3.2.3 Инструменты и приспособления

Инструмент по своему назначению делятся на опорные, ударные, подкладные, зажимные, захватывающие, мерительные и вспомогательные. К опорному инструмент относятся: основные наковальни, небольшие наковальни для мелких работ и шперакия.

В настоящее время выпускается три вида наковален: безрогая массой 90–200 кг, однорогая масс 70–210 кг и двурогая массой 100–270 кг. Современные наковальни изготовляют из стали 45Л методом литья. Верхняя часть называется лицом или наличником. На ней выполняются все основные операции. Поверхность лица термообработана до HRC 45–50 единиц. Наиболее удобна и универсальна работе двурогая наковальня (рис.11).



Рисунок 11–Наковальня

Конический рог предназначен длягибки полос и прутков, а также раскатки и сварки кольцевых заготовок. В некоторых типах наковален имеется промежуточная прямоугольная площадка между рогом и лицом, которая не закалена и предназначена для рубки на ней заготовок. С противоположной стороны от рога расположен хвост, представляющий собой консольную прямоугольную пирамиду, он предназначен длягибки и правки замкнутых прямоугольных заготовок. В хвосте имеется квадратное отверстие размером 35–35 мм, которое используется для установки подкладного инструмента (нижняков) и других приспособлений.

Для мелких работ кузнецы применяют наковальни небольших размеров и массы или специальные наковальни –шпераки(рис.12), которые устанавливают четырехгранным хвостовиком в квадратное отверстие основной наковальни. Изготовляют шпераки методомковки из углеродистой стали последующей закалкой рабочей поверхностью.

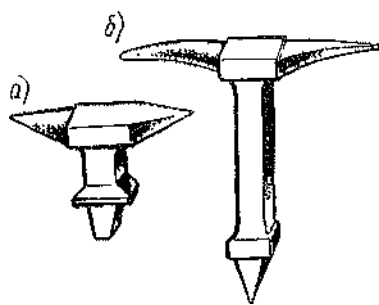


Рисунок 12–Шпераки

К ударному инструменту относятся молотки-ручники, боевые молоты и кувалды. Ручник – основной инструмент кузнеца, с помощью которого он куёт небольшие изделия.

Обычно ручники имеют массу 0,5–2 кг, но часто кузнецы применяют и более тяжелые ручники – массой до 4–5 кг. Ручники имеют разнообразные формы головок (рис. 13, а). Дляковки изделий кузнецы применяют ручники с тяжелой головкой с клиновидным продольным или поперечным задком. Такая форма головки ручника более универсальна, так как кроме работы бойком кузнецы работают и задком – разгоняя металл.

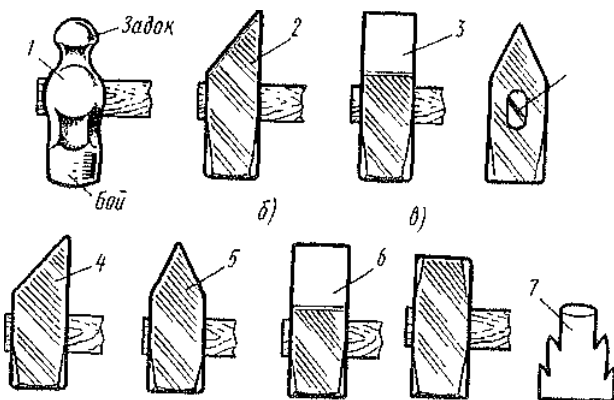


Рисунок 13–Типы ручников (а), боевых молотов (б) и кувалда (в):

1 – с шаровидным задком; 2– споперечным задком; 3– с продольным задком; 4– с односторонним клиновидным задком; 5– с двусторонним поперечным задком; 6– сдвусторонним продольным задком; 7 –завершенный клин

Боевые молоты – двуручные молоты массой 10–12 кг. Головки боевых молотов бывают трех типов: с односторонним клиновидным задком (рис. 13, 4) с двусторонним продольным поперечным задком (рис. 13, 5). Нижняя рабочая поверхность головки – предназначена для основнойковки, а верхний клиновидный задок для разгона металла вдоль или поперек оси заготовки

Кувалда– масса до 16 кг, молот с плоскими бойками, применяется при тяжелых кузнечных работах, где требуется большая ударная сила (рис. 13, в).

Для держания нагретого материала служат клещи. Основной набор клещей для полосового и круглого материала (рис.14) выпускается серийно, клещи для специальных работ кузнец делает себе сам.

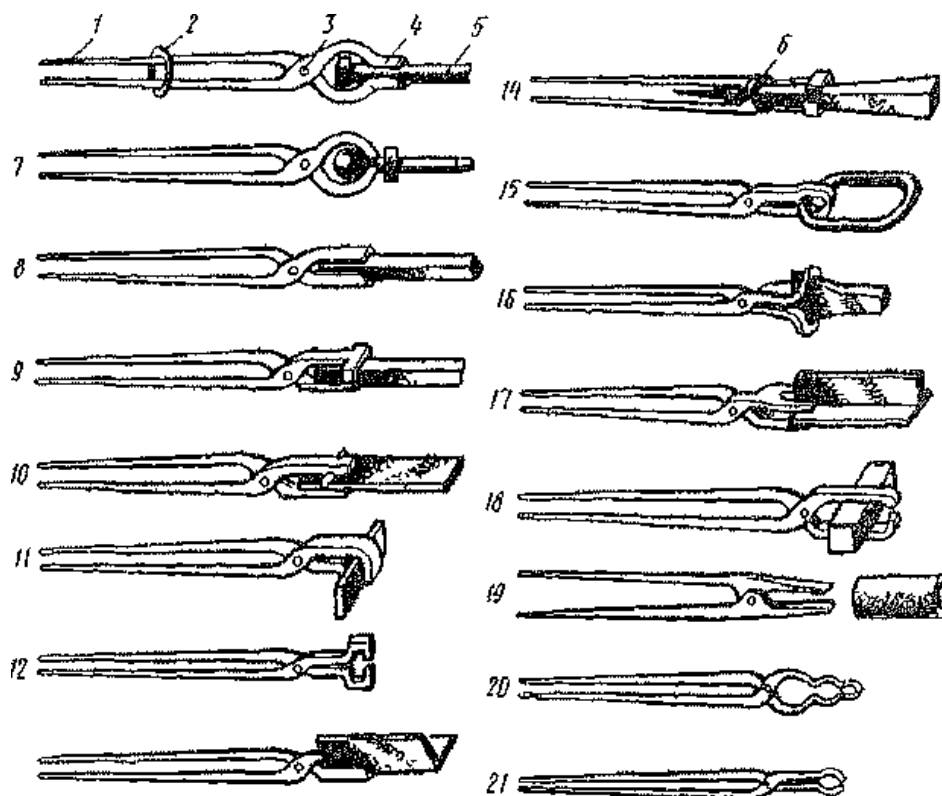


Рисунок 14– Составные части и виды кузнечных клещей:

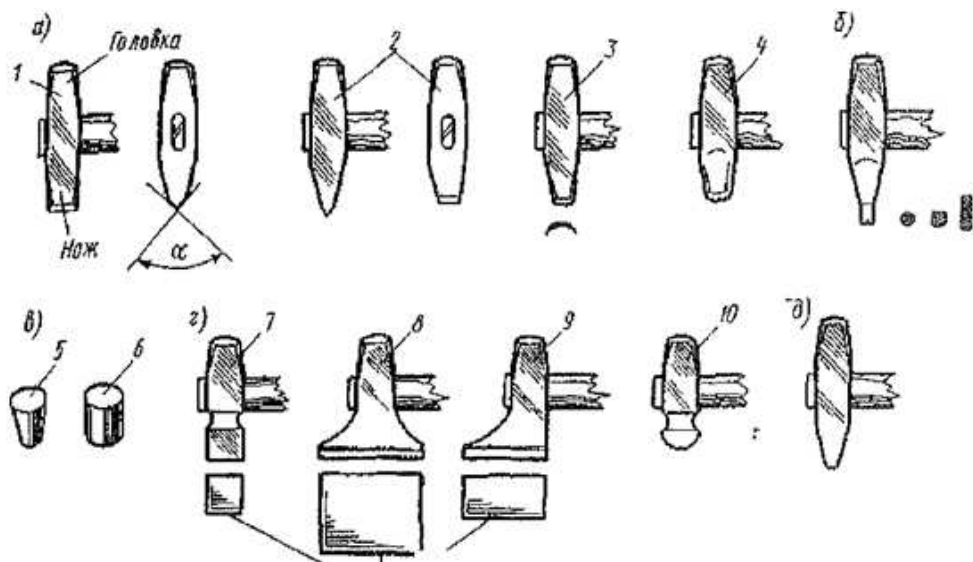
1 – рукоятка; 2 –зажимное кольцо; 3 – заклепка, 4 – губки; 5 – заготовка;
6–петля; 7 –продольно-цилиндрические; 8–10 –продольно-прямоугольные; 11, 12,
18–поперечно–прямоугольные; 13 – продольно–уголковые; 14 –продольно–
пирамидальные; 15 – кольцевые; 16 – для топоров; 17 – тавровые; 19 – для захвата цилиндра изнутри; 20, 21 – прутково-поперечные

Длина кузнечных клещей составляет 300–1500 мм, материал – стали 15, 20, 25.

Правильно подобранные клещи значительно повышают производительность труда и снижают травматизм. Поэтому у кузнецов ручнойковки всегда большой набор различных клещей.

Кроме ручников, кувалд и клещей для художественнойковки требуются подкладной инструмент, подразделяемый на три группы: устанавливаемый под молот, или ручник; устанавливаемый на наковальню; парный инструмент.

К подкладным инструментам первой группы относятся: простые и фансонные кузнечные зубила, пробойники, гладилки, раскатки (рис. 15).



Вид снизу

Рисунок 15 – Подкладной инструмент первой группы: *а* – зубила (1 – для поперечной рубки, 2 – для продольной рубки, 3 – радиусные, 4 – фасонные), *б* – пробойник, *в* – прошивки (5 – конический, 6 – цилиндрический), *г* – гладилки (7 – с квадратной рабочей поверхностью, 8 – с увеличенной поверхностью, 9 – с односторонней прямоугольной поверхностью, 10 – с цилиндрической поверхностью), *д* – раскатка.

Подкладной инструмент первой группы. Зубило кузнечное как на рисунке 15а, предназначено для рубки заготовок в горячем или холодном состоянии. Головка зубила состоит из трех основных частей: выпуклой поверхности, по которой наносят удары молотом, средней части с отверстием, основной части, которая осуществляет разделение металла. Угол заточки ножа для холодной рубки составляет 60–70°, а горячей 15–30°.

Ко второй группе относятся: подсечки, конусные оправки, различные вилки, гвоздильни, приспособления для специальнойковки (рис. 16).

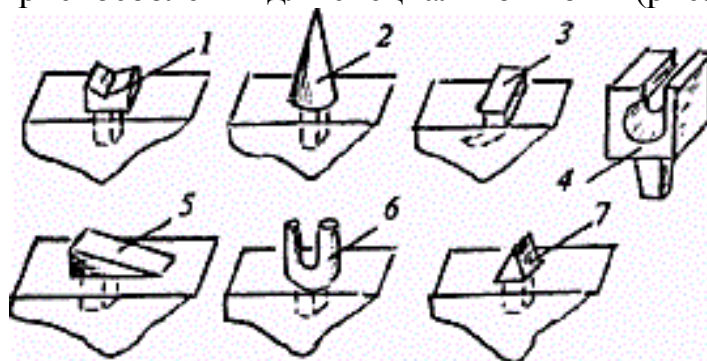


Рисунок 16– Приспособления для специальнойковки
3, 4, 5 – специальный инструмент; 2 – конус; 6 – вилка; 7 – подсечка;

Подкладной инструмент второй группы имеет хвостовик квадратного сечения, который вставляется, в соответствующее гнездо основной наковальни.

Подсечки на рисунке 16 предназначены для рубки заготовок или обруб-ки ее частей с помощью ручника. Кузнец накладывает заготовку на лезвие

подсечки и, ударяя по ней ручником, отрубает необходимую часть. При этом следует помнить, что рубку заготовки нельзя доводить до конца, чтобы не испортить лезвие подсечки. Поэтому проводят глубокую подрубку заготовки, а окончательно части заготовки разделяют на краю наковальни легким ударом ручника. Угол заточки лезвия 60° .

Конусные оправки на рисунке 16 предназначены для расширения отверстия в поковке, раздачи колец и выполнения гибочных операций.

Вилки на рисунке 16 предназначены для гибки и завивки заготовок. Кроме того, к подкладным инструментам второй группы относятся различные оправки дляковки уклонов, гибки и кузнечной сварки звеньев цепи.

К третьей группе относится парный инструмент обжимки, подбойки, гвоздильни со шляпочными молотками, специальные штампы для фигурных изделий (рис. 17).

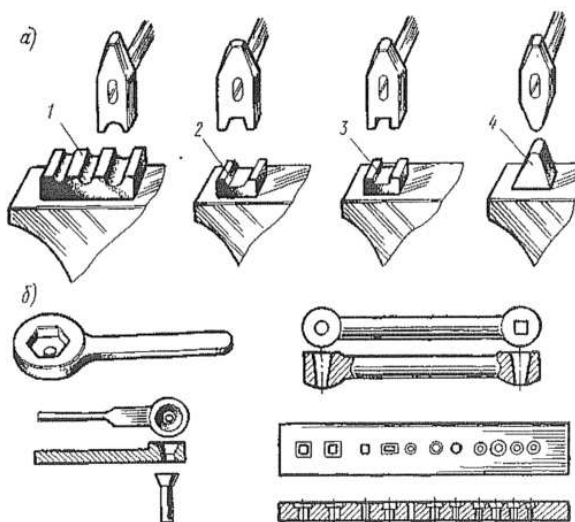


Рисунок 17– Подкладной инструмент третьей группы:
a – обжимки (1 – цилиндрические, 2 – шестигранные, 3 – квадратные, 4 – подбойка); *б*– различные виды гвоздильни

Парный подкладной инструмент третьей группы предназначен для повышения производительности труда кузнецов и улучшения форм поковки. Инструмент состоит из нижнего инструмента (нижняка), который хвостовиком квадратного сечения вставляется в квадратное отверстие основной наковальни, и верхней части (верхняка), имеющей рукоятку для держания.

К этой группе относятся парные обжимки (рис. 17*a*) предназначенные для придания предварительно откованной заготовке правильной цилиндрической, прямоугольной или многогранной формы, и подбойки на рисунке 17, предназначенные для продольной или поперечной раздачи металла. В зависимости от назначения используются подбойки с различными радиусами рабочей части от 8 до 30 мм. Для специальных художественных работ применяются обжимки – штампы со сложны-

ми формами рельефов типа листьев, пик, розеток и т.п. Гвоздильня(рис. 17б)– это приспособление для изготовления утолщенных головок у поковок типа стержней (болты, заклепки и др.).

Контрольно-мерительный инструмент предназначен для измерения заготовок и поковок, как в процессековки, так и после окончательной обработки и охлаждения. Весь контрольно мерительный инструмент можно разделить на универсальный и специальный кузнечный.

К универсальному мерительному инструменту относятся: стальная линейка, предназначенная для измерения линейных размеров, штангенциркуль на рисунке 18а, предназначен для измерения как линейных размеров (наружных и внутренних), так и диаметров заготовок и поковок с помощью больших и малых губок и с использованием глубиномера 7. Точность измерения штангенциркулем составляет 0,1 мм. Десятые доли миллиметра определяются с помощью шкалы нониуса 10.

Угольники и угломеры предназначены для измерения угловых размеров. Наиболее широко в кузнечном деле применяются угольники с постоянными углами, равными 90, 60, 30°.

Кронциркулями и нутромерами на рисунке 18б измеряют наружные и внутренние линейные размеры и диаметры заготовок и поковок. Некоторые типы кронциркулей и нутромеров оснащены измерительными шкалами, а большинство применяется для контроля размеров поковки во времяковки путем предварительной настройки по линейке на определенные размеры. Для большей точности определения размеров и надежности в работе на нутромерах, а иногда и на кронциркулях устанавливаются регулировочные винты.

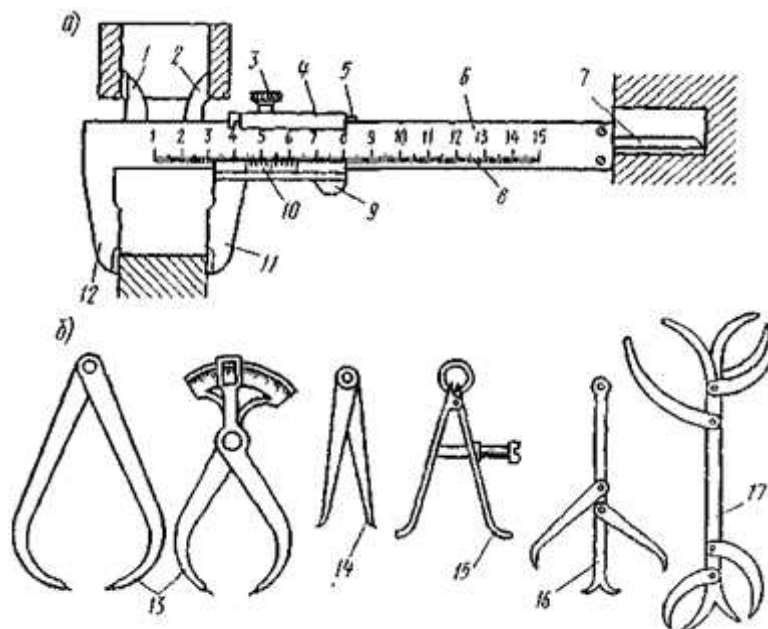


Рисунок 18– Мерительные инструменты:

а – штангенциркуль (1,2 – малые губки для измерения внутренних размеров; 3 – стопорный винт; 4 – подвижная рамка; 5 – пружина; 6 – штанга; 7 – глубиномер; 8 – шкала; 9

– выступ для пальца; 10 – конусная шкала; 11 – подвижная губка; 12 – неподвижная губка); б–кронциркули 13, нутромеры 14, 15, комбинированный мерительный инструмент 16,17

Для большей универсальности и повышения производительности труда кронциркули делаются двойными, тройными или многоразмерными.

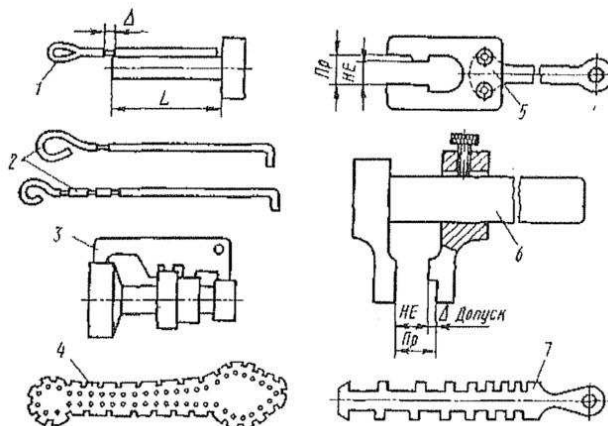


Рисунок 19 – Специальный мерительный инструмент: 1 – усадочный шаблон; 2 – прутковые шаблоны; 3 – профильные шаблоны; 4 – контурные шаблоны; 5 – калибровочная скоба; 6 – регулируемая скоба; 7 – калибр-гребенка

К специальному кузнечному мерительному инструменту (рис. 19) следует отнести усадочный шаблон, предназначенный для измерения нагретых заготовок в процессековки. Шаблон имеет шкалу, по которой учитывают усадку металла при охлаждении. Цена деления между соседними рисками не 1 мм, а 1,01 мм. По этому шаблону устанавливают кронциркули, нутромеры и прутковые шаблоны для контроля нагретых заготовок и поковок.

Вспомогательный кузнечный инструмент (рис. 20) предназначен для ухода за горном.

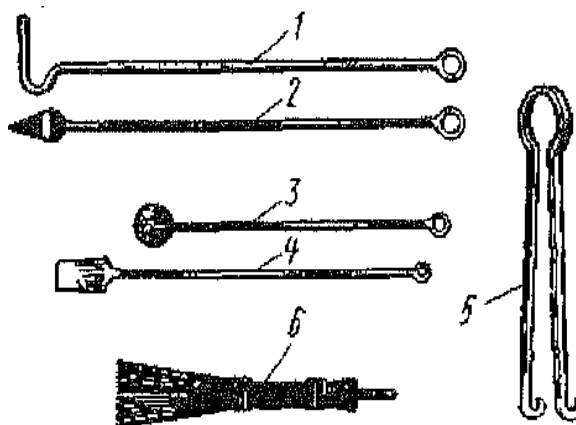


Рисунок 20 – Вспомогательный инструмент
1 – кочерга; 2 – пика; 3 – брызгало; 4 – лопатка; 5 – щипцы для угля; 6 – метелка

Вспомогательный кузнечный инструмент, как на рисунке 17, предназначен для ухода за горном.

Кочерга (рис. 20, 1) используется для очистки гнезда от шлака и сгребания угля к очагу во время горения.

Пика (рис. 20, 2) предназначена для пробивки спекшегося слоя угля, очистки фурмы и удаления шлака.

Брызгало (рис. 20, 3) применяется для смачивания угля при спекании купола над очагом.

Угольная лопатка (рис. 20, 4) применяется для очистки горнового очага от шлака и других продуктов горения, а так же для подсыпания угля в горн.

Щипцы (рис. 20, 5) используются для извлечения спекшегося шлака, укладки в горн крупных кусков угля.

Метелка (рис. 20, 6) применяется для очистки очага от мусора, а так же мелкой угольной и шлаковой пыли. В качестве её основы применяется стальная проволока.

Длина рукояток вспомогательного кузнечного инструмента обычно составляет 500–600 мм и зависит от размеров стола горна, расположения в нем очага и других параметров.

Кроме всего вышеперечисленного оборудования и разнообразных инструментов в каждой кузнице необходимо иметь следующее дополнительное оборудование и инвентарь: наждачный станок, тиски, стойки, этажерки, плиту для разметки, вентилятор, электро или газосварку, ящик с сухим песком, емкости с водой, ларь для угля, стеллажи для хранения инструмента и металла, верстак для слесарной обработки изделий и т.д.

Наждачный станок требуется для заточки инструмента, притупления заусенцев, доводки некоторых деталей полученных при ковке.

Тиски применяют для вспомогательных кузнечных операций, например, для торсировки и гибки деталей и заготовок.

Стойки предназначены для поддерживания длинных заготовок при ковке на наковальне.

Газо, электросварка используется для соединения деталей, в соответствии с технологической картой.

Угловая шлифовальная машина, одна из разновидностей шлифовальных машин для абразивной обработки: резки, шлифования и зачистки изделий из камня, металла и других материалов.

Приточно-вытяжные вентиляторы используют для проветривания помещения кузницы.

Толстая чугунная плита с размерами не менее 1500x1000мм предназначена для правки, разметки и проверки на ровность поверхности поковок.

Ёмкости с водой 30–40л используют для охлаждения инструмента и проведения простых закалочных работ[6].

3.3 Технологический процесс изготовления кованого изделия

3.3.1 Обоснование выбора материала

Для создания фонаря была выбрана сталь марки Ст3, так как эта сталь хорошо поддаётся горячей обработке, сварке, ковке и термической обработке. Она распространённо применяется в строительстве, а так же имеет относительно маленькую цену, но она ржавеет при попадании на нее влаги, поэтому антикоррозионным средством используется краска, которая защищает изделие от влаги и выдерживает различные погодные условия.

Ст3 – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Сталь этой марки используется в состоянии поставки без обработки давлением и сваркой. Она широко применяется в строительстве для изготовления металлоконструкций. Её так же применяют для изделий, изготавливаемых с применением горячей обработки (сварка, ковка и термическая обработка), при которой механические свойства и исходная структура изменяются. Для таких изделий важны сведения о химическом составе металла, необходимые для определения режима горячей обработки. Цифра, стоящая после букв Ст, обозначает процентное содержание в стали углерода (в десятых долях) 0,14 % – 0,22 %, кремния 0,05 % – 0,15 %, марганца 0,40 % – 0,65 %.

3.3.2 Расчёт массы

Каркас фонаря состоит из 18 прутков квадратного сечения со стороной 10 мм, из стали Ст3.

Общая длина прутков 135 см, плотность стали – 7,85 г/см³, площадь поперечного сечения – 1 см².

$$V = S \times L; \quad (1)$$

$$V = 1 \times 135 = 135 \text{ см}^3,$$

где V – объем прутка см³;

S – площадь поперечного сечения;

L – длина прутка.

$$m = \rho \times V; \quad (2)$$

$$m = 7,85 \times 135 = 1,06 \text{ кг},$$

где m – масса детали в кг;

ρ – плотность металла;
 V – объем детали, см^3 .

Крышка фонаря имеет площадь 117548 мм^2 , а её толщина 2 мм , откуда следует:

$$V = S \times h; \quad (3)$$

$$V = 117548 \times 2 = 235096 \text{ мм}^3 = 235 \text{ см}^3,$$

где V – объем крышки мм^3 ;
 S – площадь крышки;
 h – толщина листа.

Исходя из формулы 3.3.2.2, находится масса крышки:

$$m = 7,85 \times 235 = 1844,8 \text{ г} = 1,8 \text{ кг}.$$

Элементы узора крышки фонаря изготавливаются из 6 прутков круглого сечения в диаметре 10 мм , которые имеют общую длину – 181 см .

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (4)$$

$$S = (3,14 \times 100) / 4 = 78,5 \text{ мм}^2 = 0,79 \text{ см}^2,$$

где S – площадь поперечного сечения прутка, мм^2 ;
 $\pi = 3,14$

D – диаметр прутка, мм .

Исходя из формулы 3.3.2.1, находится объем прутка:

$$V = 0,79 \times 181 = 143 \text{ см}^3.$$

Из формулы 3.3.2.2 находится масса прутка:

$$m = 7,85 \times 143 = 1122 \text{ г} = 1,1 \text{ кг}.$$

Сфера на крышке имеет диаметр – 70 мм , толщину – 2 мм и следующую массу:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3; \quad (5)$$

$$V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 35^3 = 179498,8 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{полости}} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 33^3 = 150452,5 \text{ мм}^3;$$

$$V = 179498,8 - 150452,5 = 29046,3 \text{ мм}^3 = 29 \text{ см}^3,$$

где $V_{\text{шара}}$ – объём шара;

$V_{\text{полости}}$ – объём полости в шаре;

V – объём сферы;

$\pi=3,14$;

R – радиус сферы.

Из формулы 3.3.2.2 находится масса сферы:

$$m = 7,85 \times 29 = 227,65 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}.$$

Стекло на фонарь состоит из 6 попарных элементов, которые представляют собой разносторонние четырехугольники толщиной 4 мм. Преобразовав четырехугольники в прямоугольники, получается три пары прямоугольников со следующими размерами: 110 × 288 мм, 110 × 260 мм, 110 × 237 мм.

$$S = a \times b; \tag{6}$$

$$S_1 = 110 \times 288 = 31680 \text{ мм}^2;$$

$$S_2 = 110 \times 260 = 28600 \text{ мм}^2;$$

$$S_3 = 110 \times 237 = 26070 \text{ мм}^2.$$

$$S_{\text{общ}} = 31680 + 28600 + 26070 = 83350 \times 2 = 172700 \text{ мм}^2 = 1727 \text{ см}^2,$$

где S_1 – площадь одного стекла;

S_2 – площадь второго стекла;

S_3 – площадь третьего стекла;

$S_{\text{общ}}$ – общая площадь;

a – меньшая сторона прямоугольника;

b – большая сторона прямоугольника.

По формуле 3.3.2.3 находится объём стекла:

$$V = 1727 \times 0,4 = 690,8 \text{ см}^3.$$

Из формулы 3.3.2.2 находится масса стекла:

$$m = 2,5 \times 690,8 = 1727 \text{ г} = 1,7 \text{ кг}.$$

Дно фонаря имеет форму правильного шестиугольника со стороной – 100 мм и толщину – 2 мм.

$$V = \frac{\sqrt[3]{3}}{2} \times a^2 \times h; \quad (7)$$

$$V = \frac{\sqrt[3]{3}}{2} \times 100^2 \times 2 = 51961,52 \text{ мм}^3 = 51,96 \text{ см}^3,$$

где V – объем дна, мм^3 ;

S – площадь дна;

a – длина стороны шестиугольника, мм ;

h – толщина листа.

Исходя из формулы 3.3.2.2, находится масса дна:

$$m = 7,85 \times 51,96 = 407,9 \text{ г} = 0,41 \text{ кг}.$$

Элементы нижнего узора фонаря состоят из прутков круглого сечения в диаметре 6 мм и имеют общую длину 135 см

Исходя из формулы 3.3.2.4, находится площадь поперечного сечения прутка:

$$S = (3,14 \times 36) / 4 = 28,3 \text{ мм}^2 = 0,28 \text{ см}^2.$$

Из формулы 3.3.2.1, находится объем прутка:

$$V = 0,28 \times 135 = 37,8 \text{ см}^3.$$

Из формулы 3.3.2.2, находится масса прутка:

$$m = 7,85 \times 37,8 = 296,7 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}.$$

Сфера на нижнем узоре имеет диаметр – 50 мм, толщину – 2 мм и следующую массу:

Из формулы 3.3.2.5 находится объем сферы:

$$V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 25^3 = 65415 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{полости}} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 23^3 = 50937,9 \text{ мм}^3;$$

$$V = 65415 - 50937,9 = 14477,1 \text{ мм}^3 = 14 \text{ см}^3.$$

Из формулы 3.3.2.2, находится масса сферы:

$$m = 7,85 \times 14 = 109,9 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}.$$

Шарики на нижнем узоре имеют диаметр – 15 мм
Исходя из формулы 3.3.2.5, высчитывается объём шарика:

$$V = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 7,5^3 = 1766,2 \text{ мм}^3 = 1,8 \text{ см}^3,$$

а из формулы 3.3.2.2 масса всех шариков:

$$m = 7,85 \times 1,8 \times 6 = 84,78 \text{ г} = 0,08 \text{ кг}.$$

Конус нижнего узора имеет в основании диаметр – 35 мм и высоту – 42 мм, а так же цилиндрическую шейку диаметром – 26 мм и высотой 17 мм.

Объём цилиндра:

$$V = \pi R^2 h; \tag{8}$$

$$V = 3,14 \times 13^2 \times 17 = 9021,2 \text{ мм}^3 = 9 \text{ см}^3,$$

где V – объём цилиндра;

$\pi=3,14$;

h – высота;

R – радиус цилиндра.

Объём конуса:

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h; \tag{9}$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 17,5^2 \times 42 = 13462,6 \text{ мм}^3 = 13,5 \text{ см}^3,$$

где V – объём конуса;

$\pi=3,14$;

h – высота;

R – радиус основания конуса.

Масса конуса с цилиндром:

$$m = \rho \times (V_k + V_{\text{ц}}); \tag{10}$$

$$m = 7,85 \times (13,5+9) = 176,6 \text{ г} = 0,18 \text{ кг},$$

где m – масса конуса с цилиндром

ρ – плотность металла;

V_k – объём конуса, см^3 ;

$V_{\text{ц}}$ – объём цилиндра.

Основа подвеса изготавливается из прутка длиной 1670 мм и диаметром 20 мм.

Исходя из формулы 3.3.2.4, находится площадь поперечного сечения прутка:

$$S = (3,14 \times 400) / 4 = 314 \text{ мм}^2 = 3,14 \text{ см}^2,$$

из формулы 3.3.2.1 высчитывается объём прутка:

$$V = 3,14 \times 167 = 524,38 \text{ см}^3,$$

а из формулы 3.3.2.2 находится масса прутка:

$$m = 7,85 \times 524,38 = 4116,38 \text{ г} = 4,12 \text{ кг}.$$

Сфера на нижнем конце подвеса имеет диаметр – 40 мм, толщину – 2 мм и следующую массу:

Из формулы 3.3.2.5 высчитывается объём шара:

$$V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 20^3 = 33492,5 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{полости}} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 18^3 = 24416 \text{ мм}^3;$$

$$V = 33492,5 - 24416 = 9076,5 \text{ мм}^3 = 9 \text{ см}^3,$$

Из формулы 3.3.2.2 находится масса сферы:

$$m = 7,85 \times 9 = 70,65 \text{ г} = 0,07 \text{ кг}.$$

Два стальных шарика на второстепенных полосах подвеса имеют диаметр – 17 мм.

Исходя из формулы 3.3.2.5, высчитывается объём шарика:

$$V = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 8,5^3 = 2570,5 \text{ мм}^3 = 2,6 \text{ см}^3,$$

а из формулы 3.3.2.2 находится масса шариков:

$$m = 7,85 \times 2,6 \times 2 = 20,41 \text{ г} = 0,02 \text{ кг}.$$

Круглые части второстепенных подвесов имеют общую длину – 280 мм, а диаметр 15 мм.

Исходя из формулы 3.3.2.4, находится площадь поперечного сечения прутка:

$$S = (3,14 \times 225) / 4 = 176,6 \text{ мм}^2 = 1,77 \text{ см}^2,$$

из формулы 3.3.2.1 высчитывается объём прутка:

$$V = 1,77 \times 28 = 49,56 \text{ см}^3,$$

а из формулы 3.3.2.2 находится масса прутка:

$$m = 7,85 \times 49,56 = 389,05 \text{ г} = 0,39 \text{ кг}.$$

Второстепенные подвесы изготавливаются из полосы, в сечении которая имеет форму прямоугольника. Толщина полос – 5 мм, ширина – 25 мм, а их общая длина 2750 мм.

Из формулы 3.3.2.6 находится площадь прямоугольника (поперечного сечения):

$$S = 5 \times 25 = 125 \text{ мм}^2 = 1,25 \text{ см}^2.$$

Из формулы 3.3.2.1 находится объём полосы:

$$V = 1,25 \times 275 = 343,75 \text{ см}^3.$$

Из формулы 3.3.2.2 определяется масса полосы:

$$m = 7,85 \times 373,75 = 2698,4 \text{ г} = 2,7 \text{ кг}.$$

Цепь на подвесе имеет 11 элементов, каждый из которых сделан из круглого прутка длиной 80 мм и диаметром – 5 мм. Таким образом, общая длина прутков всех элементов составляет 880 мм.

Исходя из формулы 3.3.2.4, находится площадь поперечного сечения прутка:

$$S = (3,14 \times 25) / 4 = 19,6 \text{ мм}^2 = 0,2 \text{ см}^2,$$

из формулы 3.3.2.1 высчитывается объём прутка:

$$V = 0,2 \times 88 = 17,6 \text{ см}^3,$$

а из формулы 3.3.2.2 находится масса прутка:

$$m = 7,85 \times 17,6 = 138,16 \text{ г} = 0,12 \text{ кг.}$$

Лапки на подвес изготавливаются из прутка квадратного сечения длиной 240 мм, сторона квадрата – 1 мм.

Из формулы 3.3.2.1 находится объём прутка:

$$V = 1 \times 24 = 24 \text{ см}^3.$$

Благодаря формуле 3.3.2.2 высчитывается масса прутка:

$$m = 7,85 \times 24 = 188 \text{ г} = 0,19 \text{ кг.}$$

Цепь для фонаря имеет 61 элемент, каждый из которого сделан из круглого прутка длиной 80 мм и диаметром – 5 мм. Таким образом, общая длина прутков всех элементов составляет 4880 мм. Её масса находится аналогично массе цепи подвеса:

Исходя из формулы 3.3.2.4, находится площадь поперечного сечения прутка:

$$S = (3,14 \times 25) / 4 = 19,6 \text{ мм}^2 = 0,2 \text{ см}^2,$$

из формулы 3.3.2.1 высчитывается объём прутка:

$$V = 0,2 \times 488 = 97,6 \text{ см}^3,$$

а из формулы 3.3.2.2 находится масса прутка:

$$m = 7,85 \times 97,6 = 766,16 \text{ г} = 0,77 \text{ кг.}$$

Таким образом, общая масса изделия составляет 15,3 кг.

3.3.2 Каркас фонаря

Изготавливается каркас самого фонаря из прутка квадратного сечения с размером сторон 10×10 (рис. 21). Технология изготовления каркаса представлена в таблице А.1.

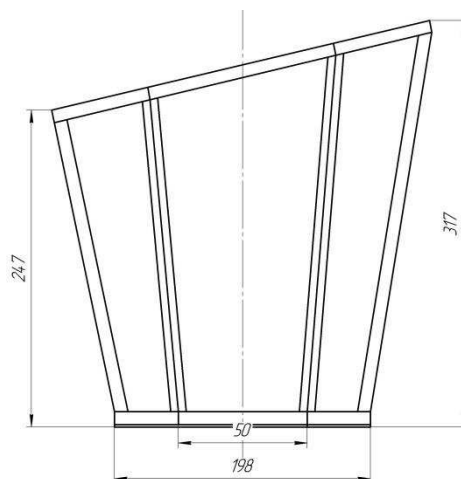


Рисунок 21 – Каркас фонаря

Для начала нарезается болгаркой 6 прутков длиной 100 мм для нижнего основания и 6 прутков длиной 150 мм для верхнего основания. Торцы прутков стачиваются под углом и собираются шестиугольники верхнего и нижнего оснований, после чего свариваются электродуговой сваркой.

Для соединения оснований фонаря нарезается 4 прутка разной длины (исходя из угла наклона верхнего основания) в сечении таких же, как и основания. 4 парных прутка устанавливаются на нижнее основание и прихватываются сваркой. После устанавливается верхнее основание, а прутки подгибаются и так же прихватываются. Замеряется длина для двух крайних прутков, которые так же нарезаются и прихватываются.

Все соединения каркаса тщательно свариваются и зачищаются шлифовальным кругом, а в труднодоступных местах напильником (рис. 22).



Рисунок 22 – Каркас фонаря в сборе

3.3.3 Крышка фонаря

Исходной заготовкой для крышки является лист жести толщиной 2 мм. Технология изготовления крышки фонаря представлена в таблице А.2. На металлическом листе чертится развертка крышки фонаря, состоящая из 6 треугольников разной площади. После этого дорисовывается на каждый внешний угол по хвостовику и вырезается получившийся чертёж при помощи болгарки с отрезным кругом толщиной 1 мм. Обтачиваются заусенцы и острые углы на наждаке. После чего пропиливается получившаяся заготовка до середины по местам сгиба элементов крышки. Крышка сгибается и подгоняется к каркасу фонаря, сваривается на стыке (рис. 23). Шов зачищается шлифовальным кругом.



Рисунок 23 – Крышка фонаря

При помощи наковальни и молотка загибаются хвосты согласно чертежу (рис.24).



Рисунок 24 – Готовая крышка фонаря

3.3.4 Узор крышки фонаря

Узор крышки фонаря состоит из стального шара диаметром 70 мм, расположенном на вершине крышки, и шести листьев, окутывающих шар (рис. 25). От листьев по углам крышки отходят дугообразные прутки, загнутые у её края.

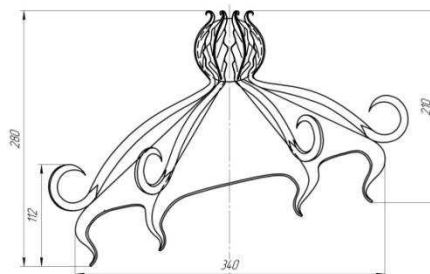


Рисунок 25 – Узор крышки фонаря

Элементы украшения крышки фонаря изготавливаются из арматуры, диаметр которой 10 мм. Один её конец будет в форме листа, а другой конусообразный и загнут дугой. Все 6 элементов имеют разную длину, так как крышка находится под углом к нижнему основанию, а её вершина находится перпендикулярно центру плоскости нижнего основания. Технология изготовления элемента узора крышки фонаря представлена в таблице А.3.

При изготовлении элементов узора нарезаются болгаркой 6 прутков длиной по 400 мм, нагреваются по очереди в горне и вытягивается один конец каждого прутка на конус. Снова нагреваются и при помощи пневмомолота расплющиваются конусообразные концы. После этого расплющенные концы так же подвергаются нагреву, а затем на пневмомолоте при помощи дорожника (рис. 26 а) делается средняя жилка для будущего листа, а при помощи разгонки (рис. 26 б) придаётся сама форма листа. Нагреваются концы с листьями и придаётся им объёмная форма.

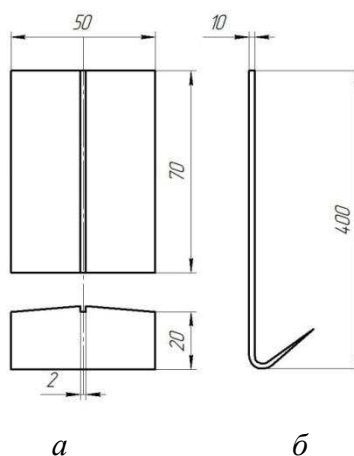


Рисунок 26 – Вспомогательный инструмент: а – дорожник, б - разгонка

Один край прутков нагревается, и ударами молота убирается фактура арматуры, придаётся пруткам ровная цилиндрическая форма (рис. 27).



Рисунок 27 – Заготовки элементов узора крышки фонаря

Заготовки остужаются, после чего они отпиливаются по нужным размерам. Нагреваются свободные концы прутков и придаётся им конусообразная форма, после чего они загибаются на коническом роге наковальни. При помощи вспомогательного инструмента «кондуктора» элементам узора придаётся дугообразная выпуклая форма (рис. 28).



Рисунок 28 – Элементы узора крышки фонаря

Стальная сфера диаметром 70 мм устанавливается на вершине крышки следующим образом:

вершина стачивается на наждаке на 20 мм. Зачищается и подгоняется под сферу при помощи напильника. Сфера устанавливается на срезанную вершину и приваривается к ней с внутренней стороны крышки.

На элементах узора листья подгибаются на коническом роге наковальни так, чтобы при установке этих элементов на место листья повторяли контур сферы. Все 6 элементов обрабатываются шлифовальным кругом в доступных местах, а в недоступных – напильником. Далее элементы узора устанавливаются на крышку со сферой и привариваются сваркой (рис. 29).



Рисунок 29– Узор крышки фонаря

Сварные швы зачищаются при помощи болгарки со шлифовальным кругом и напильника. Крышка приваривается к каркасу.

3.3.5 Дно фонаря

Дно для фонаря изготавливается из жести толщиной 3 мм. Технология изготовления дна фонаря представлена в таблице А.4. На край листа жести устанавливается фонарь на нижнее основание и обводится по его периметру мелом. Вырезается болгаркой получившийся шестиугольник, и просверливается два отверстия диаметром 7 мм у противоположных сторон на расстоянии 5 мм от края. Кладётся дно на основание фонаря и по имеющимся отверстиям просверливаются каркас фонаря сверлом на 5 мм. В полученных отверстиях фонаря нарезается резьба метчиком на 6 мм с шагом резьбы 1,25 мм. Дно прикручивается к каркасу и по периметру обрабатывается шлифовальным кругом (рис. 30).



Рисунок 30 – Дно фонаря

3.3.6 Узор низа фонаря

Узор низа фонаря состоит из сферы диаметром 50 мм, конуса высотой 37 мм и диаметром основания 35 мм, а так же гнутой в узоры расплющенной проволоки с шариками на свободных концах диаметром 15 мм (рис. 31).

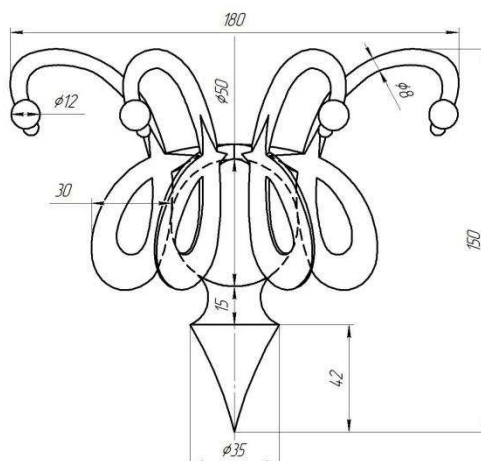


Рисунок 31 – Нижний узор фонаря

Из проволоки диаметром 6 мм нарезается 4 прутка длиной 200 мм и 1 пруток длиной 400 мм. Технология изготовления элемента нижнего узора фонаря представлена в таблице А.5. При помощи вспомогательного инструмента «кондуктора» прутки сгибаются согласно чертежу, создавая петли с одним свободным концом. Конец, создающий петлю приваривается к сво-

бодному концу и зачищается напильником и болгаркой с шлифовальным кругом. Полученные элементы расплющиваются со стороны петли на молоте без нагрева, так как проволока тонкая и легко поддаётся деформации в холодном состоянии. Из длинного прутка изготавливается сразу две петли так, чтобы между ними было расстояние 50 мм. Далее из той же проволоки нарезаются 6 прутков длиной 100 мм. Прутки загибаются дугой и привариваются к петлям, свободные концы отпиливаются по размеру, а сварные швы стачиваются. Молотком выравниваются неровности и так же зачищаются шлифовальным кругом (рис. 32).



Рисунок 32 – Элементы нижнего узора

Элемент узора с двумя петлями одевается на сферу и приваривается. У остальных четырёх элементов отрезаются прямые свободные концы по размеру и так же привариваются к сфере на одинаковом расстоянии друг от друга. Сварные швы спиливаются и зачищаются (рис. 33).



Рисунок 33 – Элемент нижнего узора фонаря

Шарики на концы данной заготовки изготавливаются из арматуры диаметром 18 мм. Технология изготовления шариков представлена в таблице А.6.

Разжигается горн и нагревается арматура. При помощи двойного штампа с полушариями на молоте изготавливается 6 заготовок для шариков (рис. 34).



Рисунок 34 – Заготовки для шариков

Отрезается свободный конец до шарика. На наждаке обрабатывается пол шарика со стороны отрезанного прутка. Отрезается шарик, и второе полушарие так же обрабатывается на наждаке. Таким же образом изготавливаются остальные пять шариков (рис. 35).



Рисунок 35 – Шарики

Изготовленные шарики привариваются к свободным концам заготовки нижнего узора фонаря и обрабатываются (рис. 36).



Рисунок 36 – Элемент нижнего узора фонаря с шариками

Полукруглые хвостики на шарики навариваются электродуговой сваркой и так же обрабатываются (рис. 37).



Рисунок 37 – Полукруглые хвостики на шариках

Конус на нижнюю часть узора изготавливается из прута толщиной 35 мм. Нагревается заготовка и на молоте, при помощи подкладного клиновидного штампа вытягивается на конус, а при помощи ручника с шаровидным задком и конусовидным хвостом наковальни делается округлый хвост с противоположной стороны конусу. Получившийся конус приваривается к нижней части шара.

Полученный узор приваривается ко дну фонаря.

3.3.7 Основа подвеса

Основа подвеса изготавливается из стального прутка круглого сечения диаметром 20 мм и длиной 1500 мм, а так же её нижний хвост изготавливается из жести толщиной 3 мм, к которому приварен стальная сфера диаметром

40 мм. Пруток нагревается с одной стороны, вытягивается на конус и на молоте расплющивается. Остальная часть нагретого прутка вытягивается до ширины в 30 мм и толщины в 5 мм так, что круглая часть составляет длину 290 мм. Расплющенному концу при помощи дорожника и разгонки придаётся центральная жилка и фактура листа. Технология изготовления подвеса приведена в таблице А.8.

Плоская часть снова нагревается и закручивается спиралью при помощи вспомогательного инструмента «кондуктора» (рис. 38).



Рисунок 38 – Заготовка основы подвеса

Далее листу придаётся дугообразная выпуклая форма. Лист нагревается и кладётся на вспомогательный инструмент в виде кольца внешним диаметром 100 мм и толщиной 10 мм. Ударами молотка по части листа, находящемся на отверстии ему придаётся дугообразная выпуклая форма. После чего на коническом роге наковальни конец листа загибается в обратную сторону.

Расплющенная часть снова нагревается и загибается дугой при помощи вспомогательного инструмента «кондуктора» (рис. 39).



Рисунок 39 – Загнутая основа подвеса

Основой для нижнего хвоста подвеса является жечь толщиной 3 мм. Технология изготовления хвоста подвеса приведена в таблице А.9. Рисуется элемент хвоста и вырезается, а заусенцы убираются на наждаке. По полученному элементу рисуется второй такой же и так же вырезается болгаркой. Получившиеся два элемента соединяются под углом друг к другу и прихватываются сваркой. На наковальни молотком подгибаются и выравниваются, после чего сваривается с одной стороны элемента и с внутренней стороны получившегося угла. Сварные швы зачищаются шлифовальным кругом и напильником. Наносятся по три полукруглых выреза с каждой стороны при помощи того же шлифовального круга на болгарке (рис. 40).



Рисунок 40 – Заготовка хвоста подвеса

Широкий конец данного элемента приваривается к нижнему концу основы подвеса. Шов зачищается наждаком, а после шлифовальным кругом (рис. 41).



Рисунок 41 – Приваренный хвост к основе подвеса

Свободный конец хвоста отрезается, а на его место приваривается круглый загнутый дугой элемент, который был изготовлен из прутка стали

диаметром 20 мм и немного вытянут на конус после нагрева в горне, а так же загнут и отрезан болгаркой. Швы так же зачищаются наждаком и шлифовальным кругом (рис. 42).



Рисунок 42 – Готовый хвост основы подвеса

К приваренному прутку прикладывается и приваривается стальная сфера диаметром 40 мм. Швы стачиваются и зачищаются (рис. 43).



Рисунок 43 – Сфера на хвосте основы подвеса

К сфере приваривается пруток арматуры, обрезается и обтачивается для получения полушария.

Из прутка квадратного сечения со стороной в 10 мм изготавливаются 4 лапки при помощи штампа и молота, в нагретом состоянии. Лапки просверливаются сверлом на 10 мм и привариваются к круглой части подвеса.

3.3.8 Узор подвеса

Узор для подвеса изготавливается из двух полос толщиной 3 мм и шириной 25 мм, длина каждой из которых по 1000 мм. Верхние хвосты для них изготавливаются из прутков арматуры, имеющими диаметр 18 мм (рис. 44).

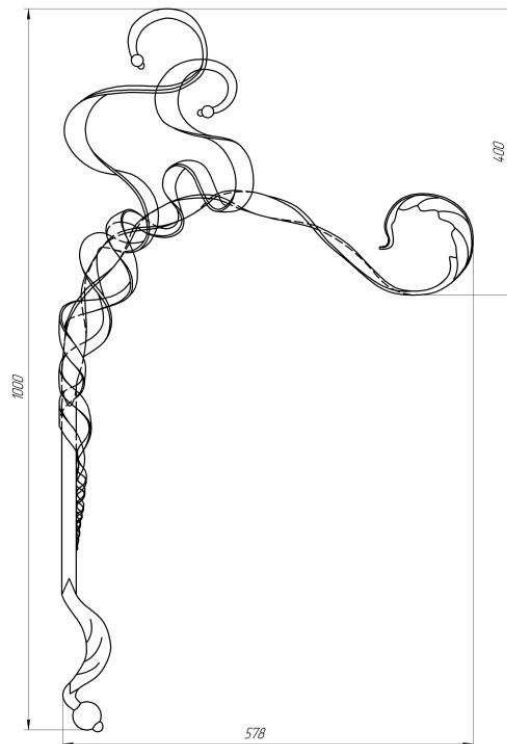


Рисунок 44 – Узор подвеса

Конец каждой полосы отрезается болгаркой на конус, а сами они закручиваются вокруг основы подвеса согласно чертежу и местами привариваются (рис. 45).



Рисунок 45 – Полосы узора подвеса

Для изготовления верхних хвостов разжигается горн, где нагреваются оба прутка и при помощи двойного штампа, на молоте, штампуются шары на

концах прутков. Сами прутки изгибаются дугой при помощи кондуктора. Заготовки остужаются, хвосты со стороны шарика обрезаются и обтачиваются в маленькие полушария (рис. 46).



Рисунок 46 – Заготовки хвостов

Заготовки отпиливаются по размерам. Полученные элементы свариваются с изогнутыми полосами.

3.3.9 Цепи

Цепь для конструкции фонаря покупается и нарезается по нужным длинам. Цепь на подвесе одевается на дуги, изготовленные из круглого прутка диаметром 8 мм при помощи кондуктора, с обеих сторон, которые свариваются в кольца. Цепи для подвеса фонаря крепятся к подвесу таким же образом (рис 47).



Рисунок 47 - Цепи

3.3.11 Стекло

Стёкла изготавливаются желтые. Сначала вырезаются цельные шесть стёкол, которые после разрезаются на 5 частей. Для спайки все 5 элементов по краю оборачиваются медной лентой. Спаиваются оловом. Спаянные элементы вставляются в профиль со всех сторон, который припаивается к спайке стекол. Спайка потенируется (рис.48).



Рисунок 48 Готовое стекло

Стекла обклеиваются молярным скотчем и вставляются в каркас, где крепятся при помощи силиконового герметика (рис 49).



Рисунок 49 – Вставка стёкол

3.3.11 Покраска

Все элементы фонаря покрашены таким образом, что на более выступающих элементах преобладает бронзовый цвет для придания изделию большего контраста и объёма, а так же воздушной перспективы (рис.49).



Рисунок 49 – Покраска фонаря

3.3.11 Провод

К крышке фонаря привариваются крючки, за которые держится провод. Со стороны подвеса просверливается отверстие в крышке диаметром 4 мм, через которую провод выводится наружу. Снаружи провод переплетается с цепью фонаря, подвесом и выводится к «стене». В фонаре провод прикручивается к патрону, патрон собирается и вкручивается лампочка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании изделия использовалась программа «Компас 3-D», где создавались чертежи будущего изделия и где приобретались необходимые навыки по созданию чертежей.

При изготовлении фонаря приобрелись навыки и опыт в создании сложных форм при помощи кузнечных и слесарных инструментов, а так же в выполнении задач по разработке эксклюзивности композиционного решения и функциональности фонаря.

Все поставленные задачи при разработке и изготовлении изделия были выполнены, а цель достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Мастерская Гречихин и Сын [Электронный ресурс]: Уличные фонари. Исторический обзор. – Режим доступа: <http://www.carving-master.com/rezjba/zerkalnije-rami-istorija>

2 Основы кузнечного дела [Электронный ресурс] : Металл, инструмент. – Режим доступа: <http://ostmetal.info/osnovy-kuznechnogo-dela-metall-instrument-tb>

3 Художественная ковка [Электронный ресурс] : Художественная ковка, кузнечное ремесло. – Режим доступа: <http://vdomax.ru/xudozhestvennaya-kovka-v-interere/>

4 Марки стали и сплавы [Электронный ресурс] : Марки стали расшифровка. – Режим доступа: http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/marki_stali_rasshifrovka

5 А.М. Гриссик, И.Г. Соколов, И.П. Иванов Справочник молодого кузнеца / А.М. Гриссик, И.Г. Соколов, И.П. Иванов // Основные кузнечные операции. – Москва, 1957. – Гл. 6. – С. 248 – 300.

6 Кузнечный инструмент и приспособления [Электронный ресурс]: Инструменты и приспособления. – Режим доступа: <http://interior.parovoz.ru/instrumenty-i-oborudovanie/kuznechnyy-instrument-i-prisposobleniya.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Технология изготовления уличного фонаря

Таблица А.1 – Каркас фонаря


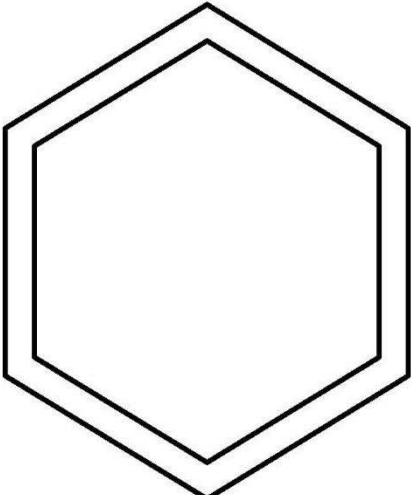
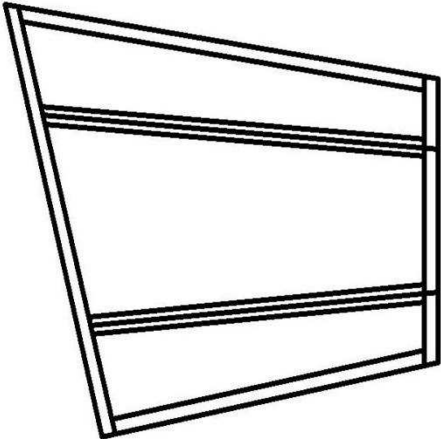
<i>Операция</i>	<i>Эскиз</i>	<i>Инструмент</i>
<i>Отрезка заготовок (Ст3, квадрат 10)</i>		<i>Угловая шлифовальная машинка</i>
<i>Сварка заготовок в шестигранники</i>		<i>Электродуговая сварка</i>
<i>Сварка каркаса фонаря</i>		<i>Электродуговая сварка</i>

Таблица А.2 – Крышка фонаря

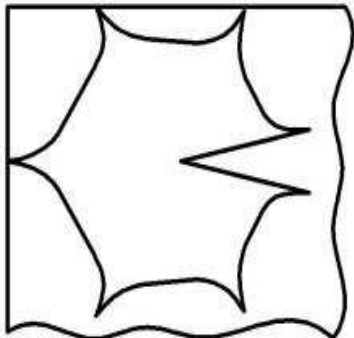
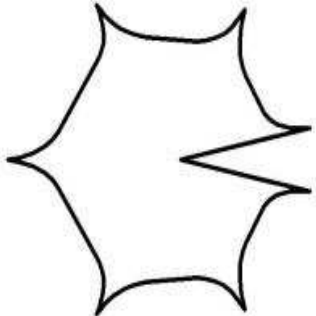
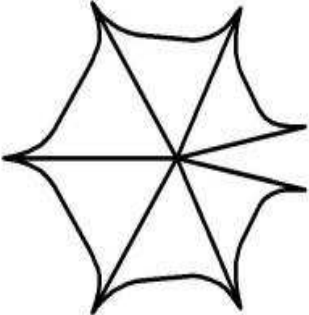

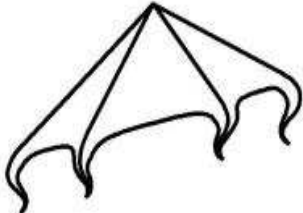
<i>Операция</i>	<i>Эскиз</i>	<i>Инструмент</i>
<i>Чертёж развёртки крышки (ст3, жость 3)</i>		<i>Линейка, мел</i>
<i>Вырезка чертежа</i>		<i>Угловая шлифовальная машинка</i>
<i>Пропил крышки по местам сгибов</i>		<i>Угловая шлифовальная машинка</i>
<i>Гибка и сварка крышки</i>		<i>Молоток, наковальня, электродуговая сварка</i>
<i>Гибка концов крышки</i>		<i>Молоток, наковальня</i>

Таблица А.3 – Элемент узора крышки фонаря










<i>Операция</i>	<i>Эскиз</i>	<i>Инструмент</i>
<i>Отрезка заготовок (СтЗ, круг 10)</i>		<i>Угловая шлифовальная машинка</i>
<i>Оттяжка на конус</i>		<i>Наковальня, молоток, горн. Нагрев</i>
<i>Разгонка</i>		<i>Молот, горн. Нагрев</i>
<i>Нанесение прожилок</i>		<i>Дорожник, разгонка, молот, горн. Нагрев</i>
<i>Придание листу формы</i>		<i>Подкладное кольцо, молоток, горн. Нагрев</i>
<i>Оттяжка на квадратный конус</i>		<i>Наковальня, молоток, горн. Нагрев</i>
<i>Загиб хвоста</i>		<i>Наковальня, молоток, горн. Нагрев</i>
<i>Загиб заготовки</i>		<i>Молоток, вспомогательный инструмент "кондуктор"</i>
<i>Загиб листа</i>		<i>Наковальня, молоток</i>

Таблица А.4 – Дно фонаря

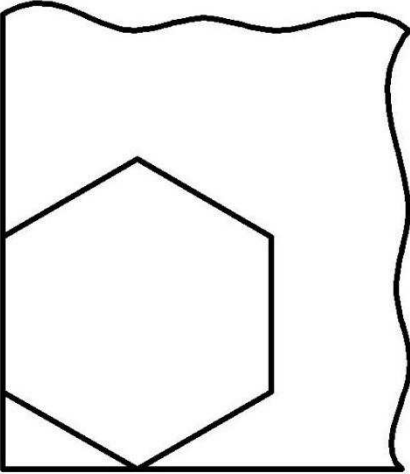
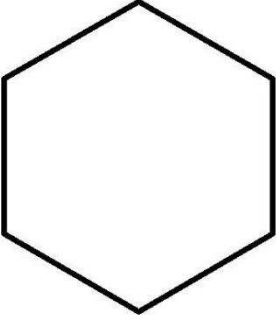
<i>Операция</i>	<i>Эскиз</i>	<i>Инструмент</i>
<p><i>Чертеж дна (ст3, жесть 3)</i></p>		<p><i>Линейка, мел</i></p>
<p><i>Вырезка чертежа</i></p>		<p><i>Угловая шлифовальная машинка</i></p>

Таблица А.5 – Элемент нижнего узора фонаря


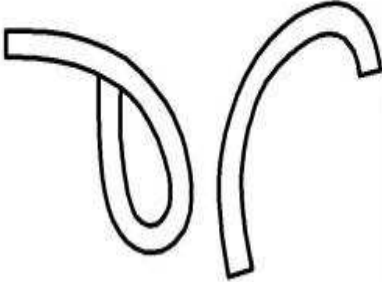
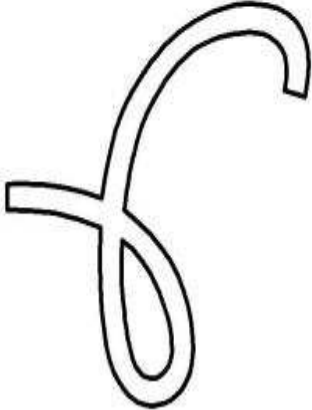
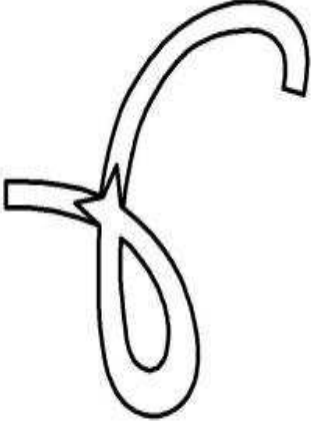
<i>Операция</i>	<i>Эскиз</i>	<i>Инструмент</i>
<i>Отрезка заготовок (Ст3, круг 6)</i>		<i>Угловая шлифовальная машинка</i>
<i>Изгиб прутков</i>		<i>Молоток, вспомогательный инструмент "кондуктор"</i>
<i>Соединение деталей и "петли"</i>		<i>Электродуговая сварка</i>
<i>Вытяжка "петли"</i>		<i>Молоток, наковальня</i>

Таблица А.6 – Шарики


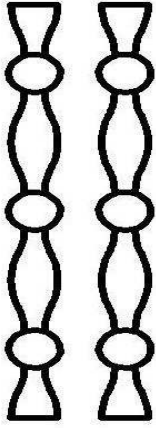
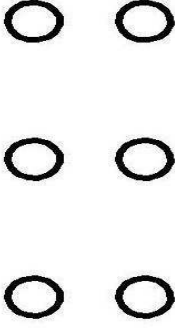
Операция	Эскиз	Инструмент
Отрезка заготовок (ст3, арматура 18)		Угловая шлифовальная машинка
Штамповка		Штамп, молот, горн. Нагрев
Обрезка и отточка шариков		Угловая шлифовальная машинка, нождак

Таблица А.7 – Конус




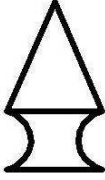
Операция	Эскиз	Инструмент
Отрезка заготовки (см. рис. 35)		Угловая шлифовальная машинка
Оттяжка на конус		Наковальня, молоток, горн. Нагрев
Разгонка		Ручник с шаровидным задком, наковальня, горн. Нагрев
Отрезка конуса		Угловая шлифовальная машинка

Таблица А.8 – Подвес



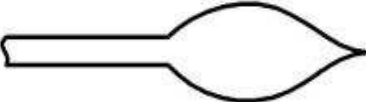
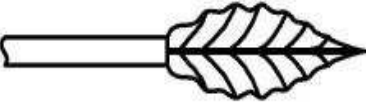



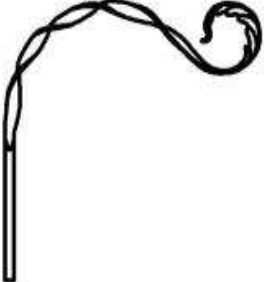
<i>Операция</i>	<i>Эскиз</i>	<i>Инструмент</i>
<i>Отрезка заготовок (СтЗ, круг 20)</i>		<i>Угловая шлифовальная машинка</i>
<i>Вытяжка на конус</i>		<i>Молот, подкладной клиновидный штамп, горн. Нагрев</i>
<i>Разгонка</i>		<i>Молот, горн. Нагрев</i>
<i>Нанесение прожилок</i>		<i>Разгонка, дорожник, молот, горн. Нагрев</i>
<i>Разгонка</i>		<i>Молот, горн. Нагрев</i>
<i>Закрутка</i>		<i>Кондуктор, горн. Нагрев</i>
<i>Изгиб листа</i>		<i>Молоток, подкладное кольцо, наковальня, горн. Нагрев</i>
<i>Изгиб основы</i>		<i>Молоток, кондуктор, горн. Нагрев</i>

Таблица А.9 – Хвост подвеса

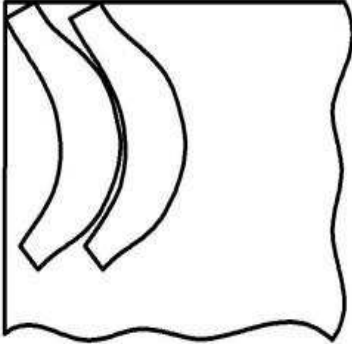
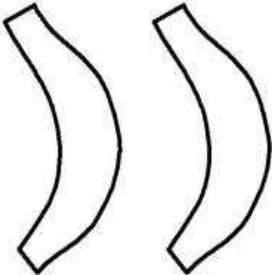


<i>Операция</i>	<i>Эскиз</i>	<i>Инструмент</i>
<i>Чертеж элементов (ст3, жесть 3)</i>		<i>Линейка, мел</i>
<i>Вырезка чертежа</i>		<i>Угловая шлифовальная машинка</i>
<i>Сварка элементов</i>		<i>Электродуговая сварка</i>
<i>Нанесение ручейков</i>		<i>Угловая шлифовальная машинка</i>

Таблица А.10 – Узор подвеса

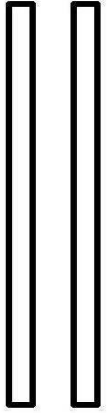
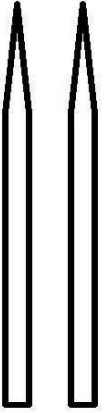
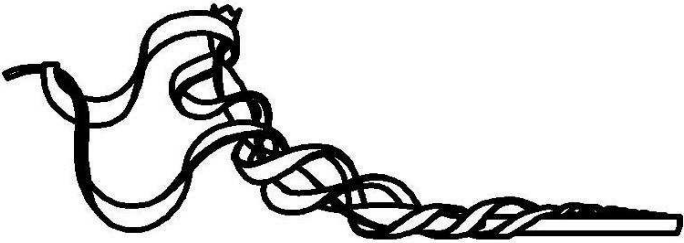

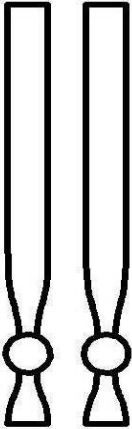
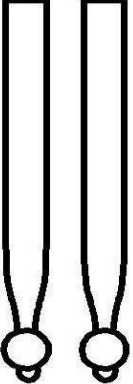
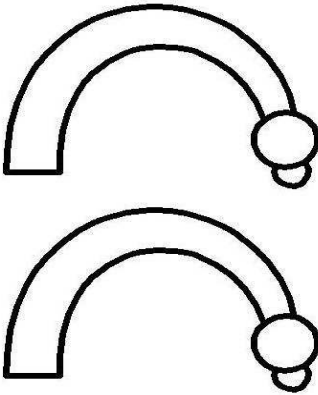
Операция	Эскиз	Инструмент
Отрезка заготовок (ст3, полоса 20*3)		Угловая шлифовальная машинка
Обрезка заготовок на конус		Угловая шлифовальная машинка
Закрутка полос		Молоток, кондуктор, газовый ключ

Таблица А.11 – Хвосты узора фонаря

Операция	Эскиз	Инструмент
Отрезка заготовок (ст3, арматура 18)		Угловая шлифовальная машинка
Штамповка		Штамп, молот, горн. Нагрев
Обрезка и отточка шариков		Угловая шлифовальная машинка, наждак
Гибка прутков		Кондуктор, молоток, горн. Нагрев

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Готовое изделие



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Материаловедение и технологии обработки материалов»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Ч. Геманов
подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2017г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
в форме бакалаврской работы**

29.03.04 – Технологии художественной обработки материалов

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗ-
ГОТОВЛЕНИЯ УЛИЧНОГО ФОНАРЯ

Руководитель

А.К. Абкарян
подпись, дата

к.т.н., доцент
должность, ученая степень

Абкарян А. К.

Выпускник

Д.М. Шишкин
подпись, дата

Шишкин Д. М.

Красноярск 2017

Консультанты по
разделам:

Художественная часть


подпись, дата

Титова С. А.

Нормоконтролер


подпись, дата

Березюк В. Г.