



**сувенирный ключ
«ТОМСК»
художественное литьё**

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

Институт кибернетики (ИК)

Направление подготовки 261400 «Технология художественной обработки материалов»

Кафедра автоматизации и роботизации в машиностроении (АРМ)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка дизайна и технологии изготовления сувенирного ключа

УДК 673.3:658.512.23:621.74

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж21	Айд Михаил Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. АРМ	Кухта М.С.	д.ф.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. МЕН	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
АРМ	Буханченко С.Е.	к.т.н		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
Р1	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
Р2	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
Р3	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
Р4	Способность к восприятию информации, понимания её значение развитию современного общества, знает основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределёнными базами знаний, в том числе размещённых в глобальных компьютерных сетях
Р5	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 учётом логики рассуждений и высказываний
Р6	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
Р7	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 приёмы 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.

Форма задания на выполнение выпускной квалификационной работы

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

Институт *Кибернетики (ИК)*
Направление подготовки (специальность) *261400 «Технология художественной обработки материалов»*
Кафедра *автоматизации и роботизации в машиностроении (АРМ)*

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

_____ С.Е. Буханченко
(Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Ж21	Айд Михаилу Александровичу

Тема работы:

Разработка дизайна и технологии изготовления сувенирного ключа		
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2016	№ 697/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Тип объекта — ключ декоративный 2. Технология литья, эмалирования
---------------------------------	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка технического задания на проектирование и изготовление декоративного ключа по технологии художественного литья. 2. Аналитический обзор аналогов и прототипов. 3. Разработка вариантов дизайна ключа. 4. Изготовление модели изделия. 5. Проектирование и изготовление образца ключа. 6. Разработка технологического процесса изготовления изделия.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Варианты эскизной части дизайна — <i>лист А3</i> 2. Дизайн-проект ключа — <i>лист А3</i> 3. Чертёж ключа — <i>лист А4</i> 4. Карта технологического процесса изготовления изделия методом литья — <i>лист А3</i> 5. Себестоимость изготовления ключа — <i>лист А4</i>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технология изготовления	Утьев Олег Михайлович, ст. проф. каф. МТМ
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич, ассистент каф. МЕН
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ассистент каф. ЭБЖ

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Кухта М. С.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж21	Айд Михаил Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, содержащую 112 страниц, включает 12 рисунков, 33 таблицы, 3 приложения и диск CD-R, на котором 4 файла электронных моделей вариаций изделия, чертёж, визуализации, презентация.

Ключевые слова: литьё по выплавляемым моделям, литьё латуной, ключи, эмалирование, дизайн, символика.

Объектом проектирования является декоративный (сувенирный) ключ, выдержанный в определённой тематике.

Цель работы — разработка сувенирного ключа, содержащего в своём дизайне образ города Томска и выполненного в технологиях литья по выплавляемым моделям и горячего эмалирования.

В процессе выпускной квалификационной работы был разработан дизайн нескольких ключей в стиле томской деревянной резьбы. Пояснительная записка выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016. При создании электронных моделей использовался программный продукт SolidWorks 2015. Художественная часть создавалась с помощью CorelDraw X7, PhotoView360, Adobe Photoshop CC.

В результате исследования создан сувенирный ключ, передающий образ деревянного зодчества Томска.

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 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 12.1.005.88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Электробезопасность.
6. ГОСТ 12.2.032 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя.
7. ГОСТ 12.3.002-75 Процессы производственные. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.1.003–83 Шум. Общие требования безопасности
9. ГОСТ 17711-93. Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки.
10. ГОСТ 613-79 Бронзы оловянные литейные. Марки.
11. ГОСТ 492-52 Мельхиоры. Марки.
12. ГОСТ 492-73 Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые, обрабатываемые давлением. Марки.
13. ГОСТ 12.3.002—75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
14. ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.
15. ГОСТ Р 50948-98. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.
16. ГОСТ 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения.

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.
19. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, ПЭВМ и организация работы.
20. СанПиН 2.2.4-2.1.8.566-96 Допустимые уровни вибрации на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий
21. ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий

Определения

В данной работе используются следующие термины с соответствующими определениями:

Бетрагштихель — специальный инструмент с ложкообразными концами для накладывания эмали.

Башмак — донная заглушка опоки, предотвращающая вытекание приготовленной формовочной смеси при заливке в опоку.

Восковка — восковая модель.

Литник — 1) Отверстие или приспособление для вливания металла в форму при отливке. 2) Часть металла, оставшаяся на отлитой заготовке в месте вливания металла в форму.

Литниковая система — система каналов и полостей в форме, через которые жидкий расплавленный материал - расплав подаётся в полость литейной формы или пресс-формы.

Пресс-форма: Сложное устройство для получения изделий различной конфигурации под действием давления.

Калькуляция: Определение затрат на производство единицы или группы единиц изделий, или на отдельные виды производств в денежной форме.

Обозначения и сокращения.

СанПиН - санитарные правила и нормы;

ВДУ - временно допустимые уровни;

ЭЛТ - монитор на основе электронно-лучевой трубки;

ЭВМ - электронно-вычислительная машина;

ПЭВМ - персональные компьютеры (ПК);

ПДК - предельно допустимая концентрация;

ЧС - чрезвычайные ситуации;

Оглавление

Реферат.....	6
Нормативные ссылки.....	7
Определения.....	9
ВВЕДЕНИЕ.....	12
1. ИСТОРИЧЕСКИЙ И ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	14
1.1 История ключей и замков	14
1.2 Художественное оформление ключей.....	20
1.3 Существующие технологии производства.....	22
1.4 Выбранная технология.....	29
1.4.1 Технология литья по выплавляемым моделям. Историческая справка.....	29
1.4.2 Технология литья по выплавляемым моделям в наше время.....	31
1.5 Эмалирование.....	31
1.5.1 Горячая эмаль.....	31
1.5.2 Холодная эмаль.....	26
1.5.3 Выбранная технология.....	27
1.5.4 Горячее эмалирование. Историческая справка.....	27
1.5.5 Горячее эмалирование в наши дни.....	29
1.6 Гальваностегия.....	38
1.7 Существующие патенты.....	39
2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ.....	41
2.1 Символика ключа.....	41
2.2 Томская деревянная резьба.....	45
2.3 Эскизирование головки ключа.....	47
2.4 Материалы.....	48
2.4.1 Латунь.....	48
2.4.2 Сталь.....	49
3. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....	51
3.1 Эскизирование. CorelDraw.....	52
3.2 Моделирование.....	52
3.2.1 SolidWorks.....	52
3.2.2. 3D-печать.....	53
3.3 Процесс изготовления для единичного производства.....	56
3.3.1 Технологический процесс получения пресс-формы.....	56
3.3.2 Технологический процесс литья по выплавляемым моделям.....	57
3.3.3 Обработка отливок.....	60

4.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ.....	62
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	63
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	63
4.2	Анализ конкурентных технических решений.....	64
4.3	SWOT-анализ.....	65
4.4	Планирование научно-исследовательских работ.....	68
4.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	81
5.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	84
5.1	Производственная безопасность.....	84
5.2	Экологическая безопасность.....	97
5.3	Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	98
5.4	Безопасность в ЧС.....	100
	Заключение.....	103
	Список публикаций студента.....	104
	Список использованных источников.....	105

ВВЕДЕНИЕ

Ключи для замков в эпоху Средневековья часто отличались изысканным и сложным оформлением, но сегодня декоративные ключи в основном являются сувениром. Изготовление таких ключей значительно отличается от производства обычных, здесь могут применяться технологии художественного литья, эмалирования, гравирования. Проектирование сувенирного ключа является творческим процессом, требующим создания художественного образа с определённым смысловым наполнением. Ключ сам по себе имеет богатое символическое значение в самых различных традициях.

Актуальность данной выпускной квалификационной работы (ВКР) связана с попыткой возрождения традиции позднего Средневековья в изготовлении ключа, отличающегося художественным оформлением, но пригодного для открывания настоящего замка. За основу взята идея сувенирного «ключа от города», в данном случае это город Томск. Работа выполняется с использованием технологии литья по выплавляемым моделям и горячего эмалирования. Изделие предназначено для единичного изготовления, также возможно мелкосерийное производство.

Объектами исследования являются: история изготовления ключей с нестандартным оформлением, особенности стилизации образа конкретного города и деревянной резьбы. Предметом исследования является авторский сувенирный ключ в технологии литья по выплавляемым моделям и оксидирования при повышенных температурах, содержащая 6 предметов тиражируемой и 4 предмета авторской бижутерии.

Таким образом, в данной работе представлено изделие в уникальном стиле и тематике, созданное на основе образов старинных ключей и томского деревянного зодчества, используется стилизация «деревянного кружева».

Практическая значимость связана с изучением технологий горячего эмалирования, гальваностегии и литья по выплавляемым моделям для создания художественных изделий.

Основная цель ВКР — разработка дизайна сувенирного ключа и процесса его изготовления в технологии литья по выплавляемым моделям и горячего эмалирования.

Основная цель предполагает решение следующих задач ВКР:

- провести исторический анализ художественного изготовления ключей;
- провести анализ существующей сувенирной продукции в виде ключей, а также сувениров, посвящённых конкретному городу;
- разработать эскизы различных вариантов дизайна изделия;
- создать трёхмерные модели изделий;
- изучить технологические процессы литья металлов и выбрать оптимальную технологию;
- разработать и изучить процесс художественного эмалирования при высоких температурах;
- изготовить макеты всех вариантов ключа;
- изготовить конечное изделие по выбранной технологии;
- рассмотреть вопросы, связанные с производственной и экологической безопасностью;
- рассчитать ресурсоэффективность и ресурсосбережение данного вида изделий.

1. ИСТОРИЧЕСКИЙ И ЛИТЕРАТУРНО – ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 История ключей и замков

Начальные упоминания о замках и ключах встречаются в древней литературе и устных преданиях многих цивилизаций. Считается, что самый древний ключ археологи обнаружили в гробнице фараона Рамсеса II Великого (XIII в. до н. э.). Он был деревянным и очень простым: с зубцами, от штифтового замка. Есть упоминание ключа в Библии: «И ключ дома Давидова возложу на плечи его» (8 в. до н.э.). О запирании и отпирании дверей ключом говорится в Книге Судей Израилевых, написанной на 600 лет ранее.

Самые первые замки и ключи дошли до нас из Древнего Египта. Замок, сделанный из твёрдой древесины, закреплялся на двери с внутренней стороны. Ключ, тоже деревянный, длиной примерно 30 см и более, был снабжён на конце штырями с секретным расположением. Точно так же расположенные вертикальные подвижные штифты удерживали засов в его скобах. У замка не было замочной скважины в нашем понимании. Нужно было просунуть руку с ключом в отверстие в двери и вставить ключ в засов. При поднятии ключа штифты смещались вверх на нужное расстояние, и тогда ключом можно было отодвинуть засов. Такие замки существовали 4000 лет назад.

Древние греки тоже делали замки и ключи из дерева, но начали применять и металл. Одним из их усовершенствований было то, что замок закрывался и открывался ключом через узкую замочную скважину. Ключи были очень длинные, серповидные и неудобные в ношении. Другой древнегреческий замок был гораздо менее надёжным. Засов, закреплённый на двери с внутренней стороны, удерживался в закрытом положении верёвкой, завязанной узлом, развязать который мог только тот, кто его завязал. Но узел был на виду, и верёвку можно было перерезать.

Древние римляне внесли много усовершенствований в конструкцию замка и механизма секретности. Они сохранили египетский принцип подвижных штифтов, но добавили пружины, удерживающие штифты в гнездах засова. Замки

делались чаще всего из железа, а потому были меньше в размерах. Ключи изготавливались из железа или бронзы. Некоторые из них были снабжены кольцом для ношения на руке, и это было удобно, поскольку одежда римлян не имела карманов.

Секретность замков была усилена нарезкой. Профиль нарезки ключа соответствовал нарезке замка, так что открыть замок можно было только определённым ключом. Нарезка в сочетании со штифтами сделала замок значительно более надёжным. У ключа с нарезкой три основные части: головка, стержень и бородка. За головку ключ держат рукой, а бородкой, введённой в замочную скважину, отпирают засов.

У древних римлян были и навесные замки. Принцип действия таких переносных замков в течение многих лет уже применялся на Ближнем Востоке. Две пружины, закреплённые подобно бородкам ключа на концах скобы, расширяются после того, как скоба вставлена в корпус. Ключ, вставленный в замок, сжимает эти пружины и освобождает скобу. Римские замки попадаются при раскопках на всей территории Римской Империи. После её падения много замков было развезено по миру вместе с другими военными трофеями. В дальнейшем «римский» принцип подвижных штифтов в замке редко использовался. На протяжении более 1000 лет преобладали замки с нарезкой мало различавшихся конструкций.

Ключи Меровингского периода Франкского государства (с 6 по середину 8 века н.э.) не отличаются тем мастерством изготовления, какое было присуще римским ключам. На конце ключа вместо бородки часто были всего лишь штырьки. Для Каролингского периода (с середины 8 по 10 век н.э.) характерны ключи с ажурной отделкой головок и изящным исполнением других элементов. Ключи были, как правило, плоские и делались из бронзы. И каролингские, и меровингские ключи встречаются гораздо реже римских.

Постепенно замки и ключи превратились в неповторимые произведения искусства. К тому же во все века они были ещё и олицетворением богатства (замок и ключ имелись только у того, у кого было что и от кого запираеть). К

примеру, в Египте значимость главы семейства определялась по количеству ключей, находившихся в его пользовании. На то время ключи (как и замки) были большими, и их носили на плечах рабы. В мифологии держателями ключей от замков рая, ада, врат морей и земной тверди являлись боги и богини. До сих пор, как и в древности, подношение ключа знатному гостю считается почётной церемонией.

Мастера Рима научились делать миниатюрные замочки для шкатулок. Ключи от них носили на пальцах, как кольца. Причём, и замки, и ключи уменьшились настолько, что изготавливать их стали ювелиры. А замок, предназначенный для защиты драгоценностей, сам нередко был объектом покушения воров. Римские ремесленники ответили на это изобретением замка с поворачивающимся ключом. Надёжность замков повышали также тайные предохранители. Висячие замки были чрезвычайно популярны, их использовали купцы в качестве «дорожных» замков для защиты товара от разбойников на древних торговых путях, морях и реках. Имея размеры от маленьких до огромных, они представляли собой различные геометрические фигуры, религиозные символы, животных, рыб, птиц, сердца.

В Средние века и эпоху Ренессанса внешнее исполнение замков и ключей отличалось виртуозностью. Размер ключа уменьшался пропорционально течению исторического времени. С XIV по XVII вв. значительных усовершенствований в замочных механизмах почти не было. Орнаментация, однако, стала чрезвычайно изысканной. Ключи к гербовым замкам нередко украшались миниатюрной скульптурой из стали, а на зубчиках вырезались кресты или геральдические лилии – символы эпохи.

Одним из самых популярных механизмов XVI в. был замок, изготавливаемый по так называемому «особому заказу». Особенность его состояла в том, что он открывался двумя или даже пятью ключами, и связка ключей от этого замка была весьма внушительной. Пожалуй, эксклюзивное место в истории создания ключей и замков занимают уникальные механизмы под названием «шедевры замков», на их изготовление уходило более года. Наряду с шедеврами

особое место занимают «камергерские» ключи, имеющие лишь декоративно-символическое значение. Они ведут своё происхождение ещё со времён существования Древнего Рима. Вельможи, отвечавшие за придворный церемониал, царские драгоценности, казну и т.п., расшивали в XVII в. свои камзолы изображениями ключа, имеющими символическое значение, а к XVIII в. богато декорированные золотые или серебряные ключи, уже подвешивали на одеяние. Такого вельможу называли «кавалером золотого ключа».

В Англии первые металлические дверные замки появились в начале 10 века. На европейском континенте такие замки были в ходу уже около 100 лет. У самых ранних средневековых замков (середина 12 века) скважины были горизонтальными; позднее появились вертикальные замковые скважины. Замки 13 и 14 вв. отличались затейливой декоративной отделкой металлических корпусов. Бронзовые и железные ключи имели сложную форму с головками и бородками причудливого вида, соответствующего сложнейшей системе заградительных элементов внутри замка.

Некоторые замки 13 века были шагом вперёд по сравнению с бессувальдными замками с нарезкой. В них появился перекидной элемент, а именно собачка, закреплённая на оси над засовом. При повороте ключа в замке он прежде всего выводит собачку из углубления на верхней стороне засова. При дальнейшем повороте ключ отводит засов, а собачка фиксируется в другом углублении засова. Поворотом в обратном направлении замок точно так же закрывается.

В 1411 году Карл IV, император Священной Римской Империи, ввел звание мастера по замкам. Тем самым законодательно закреплялись традиции данной профессии, и облегчалось установление стандартов мастерства и профессиональной этики. Гильдии мастеров по замкам были созданы и в других странах. Чтобы стать слесарем по замкам, нужно было поступить в ученики к мастеру по замкам. Со временем ученик становился подмастерьем, конструировал и изготовлял замки, делал ключи к замкам и в конце концов выполнял мастерскую работу – замок и ключ к нему. Первая известная книга по

слесарно-замочному делу была написана в 1627 году французским мастером по замкам М. Жуссом. Подробно и с иллюстрациями он изложил все, чему учили подмастерьев, дал описание инструментов и терминов, применявшихся в его время.

В Эпоху Возрождения забота о надёжности запора маскировалась художественным оформлением. Замочная скважина и защёлка часто выполнялись так, чтобы они были незаметны. Головка и бородка ключа стали более вычурными. В 16 веке обычной стала пружинная защёлка. Это позволяло усложнить внутреннюю систему заградительных выступов, так как для отведения засова более не требовалось полного оборота ключа. Замки теперь изготавливались холодной обработкой металла. Слесарь по замкам демонстрировал своё мастерство, орудуя молотком и зубилом, а также пилой и напильником. Но шедевры, которые нередко выходили из его мастерской, были по-прежнему бессувальдными замками с нарезкой.

Рост городов, последовавший за промышленной революцией, сопровождался также ростом и преступности. Увеличился спрос на замки повышенной надёжности. В 18 веке в Англии был изобретён рычажный перекидной механизм секретности. Замок Р. Баррона (1778г.) был необычен. Во-первых, в нем были два рычажка, специальные выступы которых входили в гнезда засова. При повороте ключа оба рычажка приподнимались, и ключ отодвигал засов. Во-вторых, рычажки были двойного действия: если хотя бы один из них был приподнят недостаточно высоко или слишком высоко, засов не открывался.

В 1784 году англичанин Дж. Брамах изобрёл замок с отодвигающимися перекидными элементами. Стержень ключа был полым с вырезами разной глубины на конце. Когда ключ вставлялся в замок, зубья на его конце толкали ряд пластинок, скользящих в своей плоскости. При полном введении ключ выравнивал вырезы в краях пластинок, что позволяло последующим поворотом ключа отвести засов. Таким образом, чтобы открыть замок, нужно было, во-первых, нажать на ключ в замке и, во-вторых, повернуть его.

В 1818 году братья Дж. и Ч. Чабб запатентовали замок с сувальдным перекидным механизмом секретности. В нем было шесть основных сувальд и специальная контрольная сувальда. Чрезмерный подъем любой из основных сувальд передавался контрольной, в результате чего засов не мог быть отодвинут. После этого замок можно было открыть, только вставив правильный ключ и повернув его в обратном направлении. Таким образом, блокировка засова контрольной сувальдой информировала владельца ключа об имевшей место попытке открыть замок отмычкой.

Во многих случаях не требуется повышенной степени защиты от отмычки, предусмотренной в замках Брамаха и братьев Чабб. Современный английский сувальдный замок очень похож на замок Чаббов, но в нем нет контрольной сувальды. Такой замок широко распространён в Европе. В Америке же он редко встречается, если не считать сейфов, сдаваемых банками в аренду клиентам. Замки американского происхождения появились лишь в начале XIX века. Наиболее важное значение имел замок со штифтовым перекидным механизмом секретности, изобретённым Л. Йейлом старшим (1857г.). Усовершенствованные конструкции этого механизма были запатентованы в 1861 и 1865 годах его сыном, Л. Йейлом младшим.

В штифтовом цилиндровом замке используется древнеегипетский принцип смещающихся по вертикали штифтов. Ключ снабжён головкой, но не имеет бородки. Его стержень представляет собой узкую пластинку с вырезами на одной кромке. Благодаря вырезам ключа штифты смещаются на нужное расстояние, что позволяет поворотом сердечника открыть замок. Первые ключи к замкам конструкции Йейлов были плоскими. Позднее были введены ключи усложнённого поперечного сечения, с продольными канавками на обеих сторонах. Ответные вырезы имеются и в замочной скважине, что придаёт ей зигзагообразный вид. Благодаря такой нарезке в замок не входят многие ключи и некоторые отмычки. Кроме того, расширяются возможности изготовления разных, не взаимозаменяемых ключей. Ключи штифтовых цилиндровых замков значительно меньше, чем ключи сувальдных, так как от них не требуется, чтобы

они проходили всю дверь насквозь. Благодаря своей конструкции такие замки пригодны для массового производства.

Известно и о ключах-курьёзах. Так назывались ключи очень необычной формы, а также имевшие ещё одно, помимо отмычки, функциональное назначение. Это мог быть складной ключ или ключ с убирающейся бородкой (с помощью специальных рычагов), ключ с печатью (в центре головки помещался штампель), ключ с секретом (в полой стержне можно было хранить снадобья, яды, записки), ключ-кинжал или пистолет и др.

1.2 Художественное оформление ключей

Сувенирные ключи в настоящее время редко предназначаются для открывания настоящих замков, обычно они имеют чисто декоративную функцию. Тем не менее, такие ключи широко распространены. Они изготавливаются в качестве подарков на новоселье или на торжественное открытие какого-либо объекта. Иногда они создаются по индивидуальному заказу, но в продаже легко найти множество готовых сувенирных ключей. Кроме того, производятся декоративные ключи, которые играют роль украшений, в том числе в интерьерном дизайне. Они часто стилизованы под античные, но встречается множество разных стилей, такие как фэнтэзи или стимпанк. А наиболее красивые изделия встречаются среди ключиков-кулонов, но это уже другая категория продукции, которая здесь не рассматривается. Ниже приведены три примера художественных ключей.



Рисунок 1. Современные декоративные ключи

Однако в Средневековье красивые и изысканные ключи были не просто сувениром, подобными ключами действительно пользовались в быту — по крайней мере, богатые люди. Так, ещё во Франции времён династий Меровингов и Каролингов большое внимание уделялось эстетике. Изящные железные замки открывали плоскими ажурными бронзовыми ключами, отполированными до блеска, и эта мода просуществовала до конца XIV века. В эпоху Возрождения стали модными замки со сложными геральдическими орнаментами и пышными рисунками (хотя это делалось не только для красоты, но и для маскировки замочной скважины), а под стать таким замкам украшались и ключи. Но следующие два примера (рисунок 2) всё же являются скорее исключением из общих правил — немногие ключи имели такое сложное оформление. А большинство бытовых ключей даже в ту эпоху были незамысловатыми.



Рисунок 2. Ключи XVII–XVIII вв.

Что же касается русских камергерских ключей, ставших настоящим произведением искусства во времена Российской империи, то они уже не имели функционального назначения, оставаясь только символом камергерского чина и доступа в королевские покои. Этот ключ в XVIII веке изготавливался из золота и крепился на золотом шнуре, а в XIX веке — из позолоченной бронзы и подвешивался на голубой ленте, подвязанной бантом. Головке ключа

придавалась форма государственного герба, а бородке — форма креста. При том или ином российском императоре вид камергерского ключа претерпевал некоторые изменения. Так, в эпоху Александра I на головке ключа, на груди двуглавого орла красовался польский герб с императорским вензелем. Трубку ключа обвивала лента из лавровых листьев. При Александре III листья сменились на дубовые, а герб полностью заменён щитком с вензелем. [2]



Рисунок 3. Русский камергерский ключ

Утрата прямой функциональности ключа помогает сделать оформление более роскошным. Тем не менее, чтобы ключом наподобие вышеприведённого можно было открывать замок, достаточно только изменить форму его бородки — при условии, что сам ключ будет изготовлен из прочного металла, чтобы выдерживать усилие при поворачивании в замке. А современные замковые ключи чаще всего имеют очень простое оформление. Различаются они в зависимости от типа замка, для которого предназначены. Например, «английский» ключ принципиально отличается от сувальдного, как и конструкция соответствующих замков.[1]

1.3 Существующие технологии производства

Обычно замковые ключи вырезаются из стандартных заготовок, получаемых на фабрике штамповкой. Но для художественного ключа, производимого единично или небольшой партией, такой метод не подходит. Целесообразно использовать технологию литья. Далее рассмотрены существующие методы литья.

1. Литьё в песчано-глинистые формы (литьё в землю)

Литьё в песчано-глинистые формы является относительно простым и экономичным видом литья. Во многих отраслях машиностроения

(автомобилестроение, станкостроение, вагоностроение и др.) при массовом производстве заготовок-отливок чаще всего применяется данный метод.

Технологические параметры:

- в основном, в качестве расплава для отливок используется чугун и малоуглеродистая сталь;
- отливки могут быть самой разнообразной формы, размеров и массы;
- невысокая точность отливок и низкое качество их поверхностей.

2. Литье по выплавляемым моделям

Процесс получения отливок путём свободной заливки расплавленного металла в разовые неразъёмные керамические оболочковые формы, получаемые по выплавляемым моделям с использованием формовочных смесей на базе кристобалита или гипса.

Литье по выплавляемым моделям обеспечивает получение сложных по форме отливок массой от нескольких грамм до десятков килограмм, со стенками толщиной от 0,5 мм и более, с поверхностью, соответствующей 2—5-му классам точности (ГОСТ 26645-85), и с высокой точностью размеров по сравнению с другими способами литья.

По выплавляемым моделям отливают самые разнообразные детали машин и художественные отливки.

Габариты составляют максимальный диаметр, высота, длина, ширина – 300 мм; толщина стенок – от 3 мм. Масса готовой отливки составляет от 2 г до 20 кг, при художественном литье масса не ограничена.

Марки используемых металлов: стали, чугуны серые и высококачественные всех марок, бронзы, алюминий, различные медно-никелевые сплавы.

Применение литья по выплавляемым моделям имеет смысл при создании отливок:

- из стали и сплавов, трудно поддающихся или не поддающихся механической обработке;

- сложной конфигурации, длительную и затратную в изготовлении, с потерей ценного металла в виде стружки при обработке (охотничьих ружей, турбин, частей швейных машин);
- художественной отливки из различных металлов и сплавов.

3. Литье в кокиль

Кокильное литье – литье металла, осуществляемое свободной заливкой в кокиля. Кокиль – металлическая форма с естественным или принудительным охлаждением, заполняемая расплавленным металлом под действием гравитационных сил. Данный метод применяется при серийном и крупносерийном производстве.

Литье в кокиль ограничено возможностью изготовления крупногабаритных кокилей (масса отливок не превышает 250кг).

4. Литье под давлением

Принцип литья под давлением основан на принудительном заполнении рабочей полости металлической пресс-формы расплавом. Это формирование отливки под действием сил от пресс-поршня, перемещающегося в камере прессования, заполненной расплавом, с последующим принудительным охлаждением.

Высокая точность, класс 1–4 по ГОСТ 26645-85 (10 квалитет), низкая шероховатость поверхности (практически не требует обработки). Возможность изготовления отливок значительной площади с малой толщиной стенок (менее 1 мм).

Сплавы для литья: медные, цинковые, алюминиевые и магниевые сплавы.

Главными преимуществами являются возможность получения заготовок с минимальными допусками на механическую обработку или без неё и минимальной шероховатостью необработанных поверхностей, а также обеспечение низкой трудоёмкости изготовления деталей и высокой производительности.

Применяется для литья поршней, головок блока цилиндров, втулок и элементов подшипников.

5. Литье в оболочковые формы

Литьё в оболочковые формы — способ получения отливок из металлических сплавов в формах, состоящих из смеси песчаных зёрен (обычно кварцевых) и синтетического порошка (обычно фенолоформальдегидной смолы и пульвер-бакелита). При переворачивании резервуара излишняя смесь сыпается, а форма снимается с модели. Далее, полученные таким склеиваются, устанавливаются в опоках и засыпаются песком, для обеспечения прочности при заливке металла. Так же получают керамические стержни для формирования внутренних полостей отливок.

Но следует отметить, что литьём в оболочковые формы невозможно получать крупногабаритные отливки и изделия особо сложной формы.

Этим способом изготавливают различные отливки массой до 25 кг. Преимуществами способа являются значительное повышение производительности по сравнению с изготовлением отливок литьём в песчаные формы, управление тепловым режимом охлаждения отливки и возможность механизировать процесс.

Литье в оболочковые формы: создание деталей машин сложной конфигурации.

6. Центробежное литье

Центробежный метод литья (центробежное литьё) используется при получении отливок, имеющих форму тел вращения. Подобным методом отливаются изделия из чугуна, стали, бронзы и алюминия. При этом расплав заливают в металлическую форму, вращающуюся со скоростью 3000 об/мин.

Принцип центробежного литья заключается в том, что заполнение формы расплавом и формирование отливок происходят при вращении формы либо вокруг горизонтальной, вертикальной или наклонной оси, либо при её вращении по сложной траектории.

Технология центробежного литья обеспечивает целый ряд преимуществ, зачастую недостижимых при других способах, к примеру:

- высокая износостойкость.
- высокая плотность металла.
- отсутствие раковин.
- в продукции центробежного литья отсутствуют неметаллические включения и шлак.

Центробежным литьём получают литые заготовки, имеющие форму тел вращения: втулки, венцы червячных колёс, барабаны для бумагоделательных машин, роторы электродвигателей.

Наибольшее применение центробежное литье находит при изготовлении втулок из медных сплавов, преимущественно оловянных бронз.

Однако для его организации необходимо специальное оборудование; недостатки, присущие этому способу литья: неточность размеров свободных поверхностей отливок, повышенная склонность к ликвации компонентов сплава, повышенные требования к прочности литейных форм.

7. Литье по газифицируемым моделям

Технология литья по газифицированным моделям является одной из самых перспективных и развивающихся в настоящее время технологий литья. Эту технологию можно отнести к способу литья по выплавляемым моделям, но в отличие от данных сходных способов модель удаляется (газифицируется) не до заливки, а в процессе заливки формы металлом, который вытесняя (замещая) «испаряющуюся модель» из формы, занимает освободившееся пространство полости формы.

Основными преимуществами отливок, изготовленных по этой технологии являются следующие:

- высокая точность получаемых отливок даже при сложной конфигурации.

- качество и плотность металла в отливке обеспечивается за счёт частичного вакуумирования в процессе литья.

- полная идентичность отливок в серии.

Области применения литья по газифицированным моделям – это отливки различной серийности, от единичного производства до промышленных серий.

Материалы отливок: практически все марки чугунов, износостойкие от простых углеродистых ст. 20–45 до высоколегированных сталей, теплостойких и жаропрочных, практически все литейные марки бронз.

Основной развес отливок от 0,1 до 2000 кг.

Отсутствие традиционных форм и стержней исключает применение формовочных и стержневых смесей, формовка состоит из засыпки модели песком с повторным его использованием на 95–97 %.

8. Непрерывное литье

Сущность способа состоит в том, что жидкий металл равномерно и непрерывно заливают в охлаждаемую форму-кристаллизатор с одного конца и в виде слитка получают готовый сортамент на выходе. С помощью этого способа можно получать отливки из всех известных черных и цветных сплавов.

При непрерывном литье возможно получение:

- слитка из цветных и чёрных металлов;
- трубы;
- профили неограниченной длины и требуемого поперечного сечения;

Практически все алюминиевые сплавы для передела проката в листы, профили и другие изделия разливают в слитки данным методом.

9. Литье металла в ХТС

Литье в формы из холодно-твердеющих смесей: COLD-BOX-AMIN - технология. Холодно-твердеющие смеси – специальные смеси, которые после изготовления не нужно прогревать для затвердевания. Благодаря связующим составляющим и отвердителям, они самозатвердевают на воздухе за 10–15 мин. Эта технология очень похожа на традиционную (литье металла в песчано-

глинистые формы), только в виде связующего вещества для смесей вместо песка применяют искусственные смолы. Для отверждения смол применяется продувка стержневых ящиков различными третичными аминами. Благодаря этому методу существует возможность получать отливки 7 класса точности по ГОСТ 26645-85.

Технология литья в ХТС позволяет обеспечить высокое качество поверхности литья, отсутствие газовых дефектов и засоров в отливке.

Таблица 1 - Характеристики основных видов литья

Метод литья	Материалы для литья	Параметры формы и размеры	Точность, шероховатость (Rz, мкм)	Область применения метода литья
Литье в песчано-глинистые формы	Чугуны, стали, цветные металлы и их сплавы	Крупногабаритные отливки, сложной формы	14 кв Rz=300	От единичного до массового производства
Литье в оболочковые формы	Чугун, сталь, цветные металлы	Масса менее 1т. Размеры и форма ограничены	14 кв Rz=300	Серийное и массовое производство
Литье в кокиль	Алюминиевые и медные сплавы	Масса до 250 кг	12-14 кв Rz>40	Серийное и массовое производство
Литье под давлением	Алюминиевые, цинковые и медные сплавы	Масса до 200 кг, форма ограничена условиями раскрытия пресс-формы	7-12 кв Rz =0,63...40	Крупносерийное массовое производство
Литье по выплавляемым моделям	Сталь, спец. сплавы, медные сплавы	Форма ограничена, масса до 20 кг, в художественном литье не ограничена	10-14 кв Rz =2,5...40	Серийное производство сложных по форме изделий
Центробежное литье	Чугун, сталь, цветные металлы	Форма тел вращения, трубы диаметром до 1200 мм и длиной 7000 мм	9-11 кв	Серийное и массовое производств

Литье по газифицируемым моделям	Чугуны, стали и медные сплавы	Масса от 1 до 300 кг Возможность получать детали сложной формы	12-14 кв Rz =40 (для стали Rz=80)	От единичного до массового производства
Литье металла в ХТС	Чугун, сталь и цветные металлы	Масса от 5 кг до 5 т. Максимальные габариты 2500×2200×1200	10-12кв Rz>40	От единичного до массового производства

1.4 Выбранная технология

Оптимальной и самой удобной технологией для изготовления сувениров, бижутерии и различных предметов мелкой пластики на основе проведённого анализа является литье по выплавляемым моделям, так как позволяет получить тонкие и точные отливки, требующие минимальной доработки.

1.4.1 Литьё по выплавляемым моделям. Историческая справка

Ещё в древности создавались уникальные литые изделия. Так, технология литья по выплавляемым моделям была известна ещё в Древнем Шумере (XXVI век до н.э.), Древней Индии (XXX век до н.э.), Древней Греции и Этрурии (VI век до н.э.) Владели ею древние племена, населявшие экваториальную Африку (IV - XII век н.э.). Литье в металлическую форму скифы применяли два с половиной тысячелетия назад.

Возможно, именно древние ацтеки изобрели метод литья по выплавляемым моделям, как они его называли — метод «утраченного воска». Для полых изделий изготавливали стержень из измельчённого в порошок угля, смешанного с гончарной глиной. Ядро высушивали и вырезали желаемую форму. Затем мастер из очищенного пчелиного воска, смешанного со смолой (для получения большей твёрдости) создавал тонкий слой покрытия, который наносился тонким слоем на вырезанную фигуру. Воск покрывался смесью из воды и мелкодисперсного угля, затем слоем крупнозернистого угольного порошка, смешанного с глиной. В литейной форме прорезались отверстия,

через которые должен был удаляться воск во время заливки металла. После этого литейная форма нагревалась, воск плавился и вытекал через отверстия, оставляя полость между фигуркой и формой. Шихта плавилась в тигле, затем происходила заливка металла в литейную форму. После кристаллизации получалась точная металлическая копия восковки, которую извлекали из формы разрушением последней.

Стоит отметить, что при минимальном наборе инструментов, ацтеки, изготавливающие украшения и предметы культа и быта, творили чудеса. Немногочисленные ювелирные изделия, сохранившиеся до наших дней, поражают своим мастерством. Ожерелья, подвески, серьги, нагрудные пластины отличаются изяществом исполнения и тонкостью моделировки. Для изделий характерны утверждение могущества и величия священного божества, культ предков, прославление побед над врагами. Для проживавших на территории Мексики ацтеков ювелирные изделия значили много больше, чем просто украшения для тела. Мастера, делавшие драгоценности, отвечали за создание масок для всех религиозных церемоний. Поскольку люди не умели читать и писать, посредством церемоний передавались религиозные традиции и постулаты. Ювелиры серьезно воспринимали свою роль религиозных наставников и тщательно изучали календарь, составляя дизайн нового украшения.

Древнегреческие мастера умело использовали технологию литья по восковым моделям. Например, при изготовлении мечей восковые модели применяли для нанесения рисунка или получения биметаллических отливок. Древнегреческие литые бронзовые украшения, оружие, светильники являют собой шедевры декоративно-прикладного искусства, но подлинной вершиной следует признать литые скульптуры из бронзы [2].

1.4.2 Технология литья по выплавляемым моделям в наше время

Литье по выплавляемым моделям – процесс получения отливок из расплавленного металла в формах, рабочая полость которых образуется

благодаря удалению (вытеканию) легкоплавкого материала модели при ее предварительном нагревании [3].

Таким образом, даже самые тончайшие элементы украшений будут получены с достаточной точностью. При этом отсутствие плоскости разъёма позволит получить изделие сложной конфигурации с высоким классом точности. Именно это требование является ключевым при выборе технологии для создания авторской коллекции украшений в выбранной тематике.

Недостатком является сложность технологии и протяжённость процесса производства отливок, применение специального дорогостоящего оборудования.

Следовательно, технология литья по выплавляемым моделям наиболее удобна для изготовления художественных изделий. Данная технология может быть использована как при изготовлении уникальных украшений, так и для массового производства.

Подробное описание технологии рассматривается в разделе «Технология художественной обработки материалов».

1.5 Эмалирование

Эмалирование — вид декоративного покрытия, наносимого путём покрытия участков изделия легкоплавкой стекловидной массой. Эмалирование бывает горячим и холодным.

1.5.1 Горячая эмаль

Горячие эмали поступают в продажу в виде мелкого порошка или плиток 7x10x2 см. Плитку раскалывают и перетирают в ступке. Цвета эмалей в форме пронумерованы согласно ГОСТ. А зарубежные эмали в форме порошка имеют художественные названия. Технология покрытия горячей эмалью следующая: порошковую эмаль разводят водой до сметанообразной консистенции. После нанесения эмаль необходимо полностью высушить, прежде чем начать обжиг. Иначе лопающиеся пузырьки воздуха испортят эмалевую гладкость покрытия. Затем изделие нагревают в специальной муфельной печи. Температура

наплавления эмалей на металл — $780\pm 20^\circ$. После обжига можно отполировать покрытие, придав ему более яркий блеск.

В производстве ювелирных изделий из драгоценных металлов пользуются горячими эмалями, то есть теми, которые накладываются и обжигаются. Кроме декоративных качеств эмаль обладает прекрасными защитными свойствами. По хим. составу это соли кремниевой кислоты (свинцово-силикатное стекло), окрашенные молекулярными или коллоидными красителями. Цвет эмалей может быть самым различным. Цветные эмали могут быть прозрачными и непрозрачными (глухими) [4].

Горячее эмалирование разделяется на:

- Техническое эмалирование: для посуды специального назначения и домашней утвари
- Ювелирное эмалирование: стекло наносят на медь, серебро и золото при температуре $500\text{--}800^\circ$.
- Выемчатое эмалирование: на пластинке гравировются углубления, которые впоследствии заполняются эмалью.
- Перегородчатое эмалирование: для его создания на тонкой металлической пластине-основе гравировается контур рисунка. Далее по контуру наплавляют металлические полоски-перегородки. Каждую ячейку заполняют эмалью до верхнего края перегородок и производят обжиг. После этого эмаль шлифуется и окончательно полируется таким образом, чтобы эмаль и верх перегородок находились в одной плоскости.
- **Витражная или оконная эмаль** - разновидность перегородчатой эмали, но без металлической основы. В данной технике эмалью заполняют ажурный орнамент металлической формы (каркаса), полученный или выпиливанием в металле, или путём монтирования и пайки из сканой (скрученной) проволоки. Металлический каркас для витражной эмали делают из золота, серебра или меди. Промежутки между перегородками заполняют цветной прозрачной эмалью.

- **Художественная эмаль** — на пластину-основу наносится защитный слой эмали, по которому производится роспись эмалевыми красками. Защитным слоем служит фандон — прозрачный защитный слой.

Технология работы предусматривает строгую очерёдность обжига (плавления эмалевого порошка). Первой наносят жаростойкую эмаль, затем изделие подвергается обжигу. Эмаль наносят снова, только берут уже менее жаростойкую, и вновь изделие возвращают в печь, но температуру немного снижают. Самая тугоплавкая эмаль – белая, за ней идут розовая, синяя, зелёная, чёрная, и в последнюю очередь наносится красная эмаль[4].

1.5.2 Холодная эмаль

Современный способ эмалирования — применение «холодных» эмалей на основе эпоксидных смол либо фотоотверждаемых. Такие эмали не требуют обжига и застывают даже при комнатной температуре. Жидкие двухкомпонентные эмали используются для проведения декоративных работ путём нанесения на поверхность цветных и драгоценных металлов. При смешивании 10 частей эмали и 4 частей катализатора (пропорция 2,5:1) смесь прочно закрепляется при комнатной температуре в течение 48 часов, при температуре 100° С — за 45 минут, и выглядит как керамическое покрытие. Для получения различных цветов и оттенков эмали различного цвета могут смешиваться.

Составы холодных эмалей для ювелирных изделий (тепло- и светоотверждаемых) наносятся так же, как и горячие. Эмалевая паста должна плотно ложиться и полностью высыхать в «корку» перед плавкой (для теплоотверждаемой, 160°С) или УФ-облучением (для светоотверждаемой). В «окошках» с эмалями не должно быть даже частичек иного цвета, иначе при запекании «точка» может вырасти в «кляксу». Умеренная полировка допустима только для светоотверждаемой эмали.

У каждого вида эмали есть свои достоинства и недостатки. К достоинствам эпоксидных и фотоотверждающих «холодных» эмалей можно

отнести простоту и технологичность их применения. Они практически не требуются оборудования, а также специфической подготовки поверхности изделия. Отлично закладываются на любые сплавы не только золота, но даже и на не металлические поверхности. Требуют минимальных профессиональных навыков от мастера, сроки обучения технике закладки таких эмалей исчисляются днями - неделями. Как правило, эти эмали пластичны, редко скалываются, обладают хорошей ремонтпригодностью. Дефекты и сколы, появляющиеся со временем на таких эмалевых покрытиях, достаточно легко устраняются.

Из недостатков «холодных» эмалей следует отметить их подчас невысокие декоративные свойства — ощущение «пластмассы», а также низкая твёрдость. Она со временем приводит к потускнению первоначально блестящего эмалевого покрытия. Применение этих эмалей вполне оправдано в бижутерии и дешёвых ювелирных изделиях массового производства, но в дорогих, эксклюзивных золотых украшениях, более достойно выглядит благородная «горячая» ювелирная эмаль. Хотя есть утверждения, что современные фотоотверждаемые эмали выглядят очень похожими на горячие.

Холодная эмаль может использоваться как единственный материал для создания рисунка на значках или медалях, так и в сочетании с другими технологиями их производства, в том числе с горячей эмалью (с нанесением после обжига значка) и фототравлением. Если на сувенире предполагается наличие очень большого количества мелких деталей, эмаль может применяться в сочетании с лазерной гравировкой.

Таблица 2 - Характеристики методов эмалирования

Метод эмалирования	Материалы под покрытие	Конфигурации формы под покрытие	Прочность покрытия	Время, затраченное на создание покрытия
Горячее эмалирование	Металлы и их сплавы, с температурой	Любые формы и размеры	Прочное, долговечное покрытие	24 часа и более

	плавления до 820°С			
Холодное эмалирование	любые	Любые формы и размеры	Малая прочность	2–3 часа

1.5.3 Выбранная технология

Оптимальной технологией для нанесения декоративного покрытия украшений из мельхиора и бронз, на основе проведённого анализа, является горячее эмалирование, так как оно позволяет обеспечить высокохудожественное и прочное покрытие.

1.5.4 Горячее эмалирование. Историческая справка

Изделия с нанесением стекла на металл найдены в Микенах и на о. Кипр (15-14 в. до н. э.). Техника перегородчатой эмали появилась, очевидно, как вариант инкрустации металла драгоценными камнями и цветной смальтой. Эта техника была широко развита в Древнем Египте с 2000 г. до н. э. На золотую пластину устанавливались золотые перегородки, промежутки между ними заполнялись цветными вставками. В это же время искусство эмали развивается в странах Азии: Персии, Индии и Китае.

Египетское и ближневосточное искусство повлияло на культуру Византии, следующий центр эмальерного искусства. Византийские перегородчатые эмали считаются классическими. Впервые эмаль была использована не как имитация камней, а как самостоятельное изобразительное средство. В средневековой Европе самые знаменитые центры эмалирования находились в Лиможе (Франция), при монастырях на Рейне и в Лотарингии.

В 19 веке получает применение техническая бытовая эмаль на стали и чугуне. Эмалью покрываются предметы домашнего обихода (посуда, детали каминов и печей) для улучшения их эксплуатационных свойств. На рубеже 19-20 вв. на волне стиля модерн художественная эмаль переживает новый подъем. Эмаль становится популярным способом оформления украшений и декоративных изделий.

Русская эмаль. Наиболее ранние из сохранившихся изделий из металла с декоративным эмалевым оформлением относятся к 10-му – началу 13-го века. В Древней Руси художественную эмаль называли финифтью (от греческого «фингитис» — светлый, блестящий камень). Как уже упоминалось, технику перегородчатой и выемчатой эмали русские мастера переняли у византийцев. Крупнейшими русскими центрами эмалирования были Киев, Чернигов, Галич, Владимир, Рязань, Новгород. Из дошедших до нас образцов русского эмальерного искусства того времени чаще всего встречаются колты – вид парных украшений женского головного убора лунообразной формы из двух соединённых выпуклых пластин. Также известны диадемы из нескольких, соединённых друг с другом золотых пластин, рясны (парные цепи из бляшек), бармы (нагрудные украшения, состоящие из отдельных медальонов), пластины, которые нашивали на парадную одежду, дарохранительницы, тельные кресты и образки, накладки на Евангелие, оклады для икон[4].

В петровское время русская эмаль испытывает огромное влияние западной культуры. Появившаяся в 18-м веке миниатюрная живопись по эмали оттесняет на второй план традиционные техники прошлых веков. К концу 18-го века русская миниатюрная эмалевая живопись выходит за рамки элемента декоративно-прикладного искусства и приобретает самостоятельное звучание как один из видов станкового искусства[4].

К 19-му веку ведущими российскими эмальерными центрами становятся Москва, Ростов Великий и Санкт-Петербург. С середины 19-го столетия искусство русской эмали переживает новый подъем в связи с ростом общественного интереса к древнерусским традициям. Появляется своеобразный «русский стиль», как вариант общеевропейского «историзма». Вновь получает широкое распространение традиционная эмаль по скани, как обязательный атрибут «русского стиля». В это время искусство эмали приобретает массовый характер, становится доступным различным слоям русского общества.

Наиболее известные ювелирные фирмы России конца 19-го, начала 20-го века, которые активно использовали художественную эмаль в своих изделиях это фабрики Овчинникова, Фаберже, Сазикова, Хлебникова, Грачева.

После революции 1917 года искусство русской эмали переживает спад. Из всех традиционных российских центров художественной эмали сохранилась только школа Ростова Великого. Однако в ростовской эмали изменилась тематика. На смену церковным сюжетам пришла цветочная роспись на белом или цветном фоне, близкая к росписи по фарфору, а также советская символика и миниатюрная живопись на эмали в духе соцреализма. Позднее на базе ростовских артелей была организована фабрика «Ростовская финифть».

Возможности техники художественной эмали ещё далеко не исчерпаны. Несмотря на тысячи лет её развития, многие аспекты художественного эмалирования не изучены до конца[4].

1.5.5 Горячее эмалирование в наши дни

В наши дни эмалирование переживает новое рождение: многие мастера России и крупные модные дома используют технологию в качестве декорирования своих ювелирных изделий. К примеру, дом Frey Wille. Компания Frey Wille совершенно не вписывается в традиционное представление о ювелирной марке. История австрийского ювелирного дома началась в послевоенное время — в 1951 году в Вене открылся ювелирный салон, хозяйкой которого являлась Микаэла Фрай. Микаэла не была человеком публичным или светским. Она была человеком творческим — художница вывела в свет старинный принцип совмещения слоёной эмали. Пластинки проходили множественные степени нагрева и покрытия разными цветами. Микаэле удавалось создавать необычные украшения, которые выбирали самые утончённые европейские модницы.

В современной России мастера также используют технику горячего эмалирования. Художники мастерской «Столичное время», г. Москва добились хороших результатов в использовании стекловидного покрытия. Стоит отметить,

что работы мастеров-ювелиров побуждают к изучению и совершенствованию технологий эмалирования и созданию новых образов и техник.

1.6 Гальваностегия

Согласно дизайн-концепции, готовый ключ должен быть серебристого цвета, однако цвет выбранного материала не соответствует этому. Литъё из стали сопряжено с значительными сложностями по сравнению с латунной отливкой. Силумин слишком мягкий для данной цели (ключ должен быть пригоден для использования по прямому назначению). Подходящим материалом для отливки ключа является бронза либо латунь. Следовательно, чтобы получить ключ серебристого цвета, потребуется подвергнуть его гальваностегии — электролитическим путём нанести на изделие тонкий слой металла, например, никеля. Никелем покрывают изделия из стали и цветных металлов (медь и её сплавы) для защиты их от коррозии, декоративной отделки поверхности, повышения сопротивления механическому износу и для специальных целей.

Никелевые покрытия имеют высокую антикоррозионную стойкость в атмосфере, в растворах щелочей и в некоторых органических кислотах, что в значительной степени, обусловлено сильно выраженной способностью никеля к пассивированию в этих средах. Покрытие хорошо полируется и может быть легко доведено до зеркального блеска. Ещё одно достоинство химического никелирования в том, что никель равномерно осаждается на всех поверхностях детали, в том числе труднодоступных. Сначала деталь нужно обезжирить, например, в горячем растворе стирального порошка. Потом промыть и декапировать (удалить окись с поверхности). Всё это нужно делать непосредственно перед никелированием. Для самого процесса требуются некоторые химреактивы: сернокислый никель, сернокислый аммоний, гипофосфит натрия, серная кислота, дистиллированная вода.

Следует различать гальваностегию и гальванопластику, это две отдельные разновидности гальванотехники. Гальванопластика — процесс осаждения металла на форме, позволяющий создавать идеальные копии исходного предмета. В отличие от гальваностегии, осаждаемый слой не

закрепляется на поверхности изделия, к тому же он значительно толще. Чаще всего используется медь.

1.7 Существующие патенты

Патентный поиск осуществлялся на основе электронного ресурса «Федеральное Государственное Бюджетное учреждение Федеральный институт промышленной собственности» URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения 15.05.2016) и в базах, где указаны уже существующие патенты:

- Рефераты российских изобретений (РИ);
- Заявки на российские изобретения (ЗИ);
- Формулы российских полезных моделей (РПМ);

1. ЮВЕЛИРНОЕ ИЗДЕЛИЕ

Автор (ы): Гаранин Константин Алексеевич (RU)

Патентообладатель (и): Общество с ограниченной ответственностью "Рекламафия" (RU)

Номер патента, свидетельства дополнительной охраны или патентного документа: 2378963

Реферат:

Изобретение относится к ювелирной или галантерейной промышленности, в частности к конструкции преимущественно ювелирного украшения или бижутерии. Ювелирное изделие содержит основание с посадочными гнёздами и размещённые в них держатели декоративных элементов, формирующих требуемый рисунок. Каждое посадочное гнездо образовано двухступенчатым отверстием в основании. Первая ступень, в которой размещён соответствующий держатель, выполнена с меньшим диаметром и расположена со стороны лицевой поверхности основания. Вторая ступень, имеющая больший диаметр, расположена со стороны его тыльной поверхности. Каждый держатель выполнен с упорным фланцем, размещённым во второй ступени гнезда и имеющим диаметр, больший диаметра первой ступени, но меньший диаметра второй ступени посадочного гнезда.

Обеспечивается расширение ассортимента ювелирных изделий со сменными декоративными элементами, улучшение эксплуатационных свойств, в частности повышение простоты, надёжности и удобства крепления съёмных декоративных элементов, получение выпуклых и рельефных узоров. 4 з.п. ф-лы, 2 ил.

2. ИЗДЕЛИЕ БИЖУТЕРИИ

Автор (ы): Лолуа Г.Л.

Патентообладатель (и): Лолуа Г.Л.

Номер патента, свидетельства дополнительной охраны или патентного документа: 95117388

Реферат:

Изделие бижутерии, содержащее, по крайней мере, одно украшающее тело, источник питания, средство крепления и источник света, отличающееся тем, что оно дополнительно снабжено реле, а в качестве источника света используют светодиоды, которые вмонтированы в украшающее тело, выполненное полым из прозрачного материала. Причём светодиоды соединены последовательно между собой, источником питания и реле.

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ

В данном разделе ВКР описываются дизайн-концепция сувенирного изделия, методы разработки и материалы для изготовления, кроме того, производится обзор существующей продукции в рамках заданной темы.

Конечным результатом данной работы являются предложенные варианты дизайна изделия в программе CorelDRAW, трёхмерные модели в программе SolidWorks и визуализация в PhotoView360, а также создание в материале конечного изделия (ключа) в реальном размере.

При работе использовались следующие методы:

1. Историко-культурный анализ;
2. Методы сравнительного анализа;
3. Инженерные методы проектирования;

2.1 Символика ключа

Ключ имеет богатое символическое значение. Запертое, запретное, недоступное неизменно манит человека, заставляя искать способы получить желаемое, и для этого ему необходим ключ. Ключ — символ тайны, которую нужно разгадать, символ открытий, обладания чем-либо. Золотой ключик из сказки символизирует обретение счастья. Ключ — инструмент для достижения результата: к сердцу, к успеху, к свободе... Он может быть двойственным символом, значение которого состоит в возможности открывать или закрывать, запирает или освобождает, скрывает или открывает. Также ключ — символ мудрости и изобретательности, поэтому его используют как натальное украшение, как амулет для расширения своих знаний.

Геральдика. Относительно значения ключей, изображаемых на гербах, Бёклер (1688) пишет: «Ключи означают господство и власть открывать и закрывать, поэтому с ними изображался двуликий Янус, ибо он имеет силу закрывать старый год и открывать новый. Есть также обычай приносить ключи от города его верховным правителям, чтобы показать тем самым, что им передаётся вся власть. Ключи на гербе указывают также на доверие и

испытанную верность, проявленную по отношению к своему господину и повелителю».[7] Ключи изображены на гербах городов: Регенсбург, Бремен; Сест; Штаде на гербе монастыря ордена бенедиктинцев (Нижняя Австрия). Пара ключей на папских гербах изображалась как указание на «разрешающую и связывающую силу». Первоначально один ключ изображался золотым, а второй — серебряным, причём золотой ключ обозначался как «связывающий», а серебряный — как «разрешающий». Город Авиньон, являвшийся с 1348 по 1797 г. владением пап, ввёл в свой герб третий ключ в качестве символа подчинённости города церковной власти.

Психология. Ключ воплощает соблазн. Символ тайн (мистических), требующих особого решения, этапа, ведущего к открытию (в более широком смысле — к свету), а также символ средств для исполнения заданного. Открывает дверь запретной комнаты. Иногда ключ как бы «впускает» в преддверие подсознания. В сказках и легендах три ключа обычно символизируют всевозможные тайники, полные драгоценностей. Ключи здесь представляют знание, заключённое в инициации. Первый из них, серебряный, обозначает то, чего нужно достичь психологическими усилиями; второй, золотой, относится к философской мудрости; третий, алмазный, наделяет силой действия. Найти ключ — значит сделать первый шаг к поиску сокровищ, которые станут доступными лишь после перенесённых трудностей и невзгод.

Ключ составляет единый символический комплекс с дверным замком. Способность отпирать или запирает делает ключ символическим предметом, олицетворяющим «разрешающую и связывающую силу» его владельца. Значения: мудрость, знание, тайна (сокровенная), секрет; сокрытие, закрывание, пленение, связывание; освобождение, доступ, свобода; инициация; безопасность; покорность. Также выступает в качестве фаллического и осевого символа. Серебряный и золотой ключи — это: меньшая и большая тайны, светская и духовная власть, земной и небесный рай. В алхимии ключ означает растворение и свёртывание, силу открывать и закрывать. В светском искусстве ключ является атрибутом богини земли Кибелы и персонифицированной Верности. [3]

В мифологии Египта прослеживается морфологическая связь между ключом и знаком Nem Ankh — «Вечная жизнь». Египетских богов можно видеть держащими его как ключ, особенно при церемониях захоронения. Стоит отметить, что здесь значение ключа является производным от значения петлевидного жезла, олицетворяющего ключ к вечной жизни, — ключ от врат смерти, открывающихся в бессмертие. В античных мифах ключ является атрибутом: Гекаты; стражи преисподней; Персефоны; Кибелы; Януса — наравне с палкой. В связи с последним служит символом власти, инициаций и посвящения, а также зимнего и летнего солнцестояния. Эмблема из двух ключей, которая иногда располагается над сердцем, принадлежит Янусу.

В христианстве символ ключа также имеет большое значение. Христос передаёт ключи, олицетворяющие собой «разрешающую и связывающую силу» апостолу Петру, которого поэтому считают охранителем, стражем Небесных Врат. В картинах Страшного суда встречается изображение низвергающегося в бездну Дракона и Ангела, держащего большой ключ, предназначение которого — запереть сатану в бездне на тысячу лет. Атрибут: Св. Пётр, апостол — обычно ключей два; испанский король Фернандо — завоевал («отпёр») город мавров Кордову; Св. Ипполит — тюремщик (изображается как воин), обращённый св. Лаврентием; Св. Марта (Марфа), как и Св. Нотбурга — связка ключей у пояса.

Две последние — покровительницы домашних хозяек и служанок, женского благоразумия и женских обязанностей по дому. Сочетание голубя и ключа — дух, отворяющий Врата Небес. Пара ключей (золотой и серебряный или железный) — папский атрибут.

У кельтов ключи от стойла — атрибут Эпоны, хранительницы лошадей. В некоторых масонских системах ключ служит символом звания мастера или казначея. Он имел также форму буквы T, напоминающей одну из разновидностей креста или молот. В иудаизме — Ключи Божьи поднимают мёртвых и означают рождение и благодатный дождь. Ещё одно известное значение символа — ключ от города. Передача ключа осаждённого города врагам была символическим выражением капитуляции перед завоевателем. Сегодня ключи от города

символически вручаются почётным гостям. Иногда проводится аналогия между ключом и языком: говорить об отсутствующих хорошее или молчать, «запирая плохое».

В системе мантики эмблема ключа не нашла достаточного отражения, хотя в индийских гадальных картах она означает найденный подход к решению трудной проблемы. В красном (шотландском) масонстве золотой ключ имел первостепенное значение, символизируя познание всех тайн бытия.

Оккультный символ «Ключ Ночи». *Clavicula Nox* является магическим символом, одним из ключевых в Ордене Красного Дракона (*Dragon Rouge*). На латыни, фраза *clavicula noctis* буквально означает «ключ ночи». *Clavicula Nox* составлен из символа Атлантиды – трезубец, помещённый в круг. Трезубец, символ Нептуна, Шивы, а также дьявола, символизируют бессознательное, а круг представляет сознание. Таким образом, данный символ означает процесс превращения бессознательного в сознание. Это психологический смысл мифов Атлантиды. *Clavicula Nox* является астральным ключом, который открывает врата к различным опытам — они могут быть найдены после инициации в Ордене. Врата называются *Nox*, и *Clavicula Nox* обозначает карту, которая поможет их найти, а также является и ключом. Ключом ночи, *Nox* – духа ворот *Nox*. Каждый член ордена должен включить *Clavicula Nox* в свой индивидуальный символ.

Эмблематика ключа в Средние века была представлена достаточно широко. Ключ являлся эмблемой европейских коммун (вольных городов). Главной эмблемой папской власти служили диагонально перекрещённые золотой и серебряный ключи, те самые, что были переданы Христом апостолу Петру. Римские папы использовали эту эмблему в качестве заместителей св. Петра на земле. Эмблема ключа связана, кроме того, с целым рядом церковных и светских должностных лиц высокого ранга. Ключник при дворе русских царей заведовал столовыми припасами, напитками и прислугой. В византийской православной церкви экклезиарх (ключарь) распоряжался всей драгоценной церковной утварью. Великий ключник Тевтонского ордена, заведовавший его

имуществом, входил в состав орденского капитула (высшего совета). Золочёный ключ, подвешенный сзади на ленте к поясу, составлял первоначально отличительную эмблему французского придворного камергера. Впоследствии должность камергера была введена и в других европейских государствах, в том числе и в Российской империи.

В гербах российских дворян золотые и серебряные ключи могут свидетельствовать о высоком занимаемом положении (Васильчиковы, Толстые, Черкасовы и др.), а могут быть всего лишь «говорящей» эмблемой (два ключа в гербе Ключаревых).

В военном деле символическое значение ключа наиболее близко разведке и контрразведке — как символ раскрытия тайн и, конечно же, ключ к шифру.

2.2 Томская деревянная резьба

В ВКР ставится цель разработать ключ, передающий образ города Томск, а одной из наиболее узнаваемых особенностей этого города является его деревянное зодчество и резьба, которой украшены старые здания.

Резные украшения томских деревянных домов запоминаются всем гостям города. Растительные, геометрические, зооморфные мотивы, причудливо сплетаясь, украшают башенки, карнизы, наличники, лопатки, козырьки, веранды, крыльца и двери домов. В тимпанах фронтонов можно увидеть мифическую птицу сирина, филина среди ветвей, вазоны с цветами, солнышко — солярные знаки. Известно, что многие резные элементы являются оберегом и призваны защищать обитателей деревянных домов.

Деревянные здания, которые сохранились в Томске — это архитектура второй половины XIX – начала XX века. То, что было построено ранее, в основном сгорело. Примерно до 1830 года дома строились тесно друг к другу, потому нередко случалось, что пожар губил целые улицы. На месте пепелища быстро отстраивали новые кварталы и возрождали город. С середины XIX века в Томске сохранилась архитектура разных периодов: классицизма, эклектики и модерна, здания, построенные в этих стилях, можно видеть и сегодня.

Классицизм предполагает мало декора, скромные элементы, простые и ясные, пропорции. Когда в 20-х годах XX века многие постройки начали сносить, художники, архитекторы и вообще городская общественность были очень обеспокоены. Осталось много зарисовок, благодаря которым можно представить, как тогда выглядел город.

Классицизм базировался на жёстких канонах. Из центра в Томск пришли альбомы, где были представлены варианты фасадов домов, разрешённые для строительства, и образцы цветов для окраски. По стандартам окрашивали не только дома. Центр города состоял из усадеб, в которых было 1–2 дома, флигели, каретники, амбары, ворота, калитки. Они выдерживались в тех же тонах, что и сам дом. Минимальные украшения в зданиях все же использовались. Например, во фронтоне дома принято было располагать солярный знак (солнышко), известный на Руси оберег. Построек в стиле классицизма сегодня в Томске осталось не так уж много.

В конце 1880-х архитектуру ждали серьёзные перемены: на первый план вышла резьба. Раньше её можно было увидеть только в церквях, жёсткие регламенты не позволяли украшать деревянными кружевами здания. Но в 1880е обязательные проекты отменили. И фасады домов мгновенно преобразились. Резьба глухая, ажурная, прорезная, пропильная, объёмная — из неё и получалось «деревянное кружево». Преображались дома не только купцов, мещане тоже стремились к красоте — они также могли позволить себе резьбу. Почти все дома, созданные на рубеже веков, обладают декором. Украшения становились и оберегами, и выполняли определённые полезные функции: наличник закрывал стык оконного проёма со стеной, кронштейн поддерживал карниз дома.

Московские искусствоведы называли постройки того времени традицией. С этим согласились и томские специалисты: это традиция, по времени она соответствует такому стилю каменных зданий, как эклектика. Пропильная ажурная резьба поражает красотой, особенно в солнечных лучах, создающих игру света и тени и дополнительный объем. Для томских домов периода эклектики характерно обилие высоких окон, фронтончики вместо фронтонов

(они в первую очередь декоративный элемент, не влияющий на конструкцию). Их обычно украшали солярными знаками. В период эклектики они становятся разнообразными. Где-то вырезали кувшины или вазы с цветами, а на одном из домов можно и сегодня увидеть мифическую птицу Сирина и сову. И всё же особый томский стиль резьбы выделить сложно: одни и те же артели мастеров объезжали всю Сибирь, похожие элементы в оформлении можно было встретить в разных городах. Однако в Томске сохранилось многое из того, что в других городах давно исчезло.

Очень нарядной благодаря пропильной резьбе была усадьба купца Голованова (ныне — Русско-немецкий дом). В то время она считалась расположенной на окраине. По цветовому решению дом значительно отличался от сегодняшнего: был светлым, в пастельных тонах, с яркой крышей.



Рисунок 4 – Русско-немецкий дом, Томск

2.3 Эскизирование

За основу для эскизов были взяты фотографии деревянной резьбы и зданий, наиболее ярко передающих образ томского деревянного зодчества. В конечном итоге был выбран дом на вышеприведённой иллюстрации.



Рисунок 5 – эскизирование головки ключа

2.6 Материалы

2.6.1 Латунь

Материалом для сувенирного ключа служит латунь — сплав меди с цинком. Латунь маркируют следующим образом: первой ставится буква Л, затем ряд букв, указывающих, какие легирующие элементы, кроме цинка, входят в эту латунь; далее через дефисы указаны цифры, первая из которых характеризует среднее содержание меди в процентах, а последующие - каждого из легирующих элементов в той же последовательности, что и в буквенной части марки.

Латунь широко используется в литейном деле. После заливки металлические заготовки легче поддаются очистке и не имеют на поверхности большого слоя окалины. Цвет латуни может изменяться в зависимости от содержания цинка: чем больше цинка, тем светлее цвет, более золотистый.

При изготовлении сувенирного ключа, пригодного для открывания настоящего замка, совершенно оправдано использование латуни. Конкретно здесь используется латунь Л70.

Таблица 3 - Химический состав Л70, согласно ГОСТ 15527-2004

Элемент	Содержание	Элемент	Содержание
Fe	0,07%	Zn	28,67–30,8%
P	0,005%	Sb	0,002%
Cu	69–71%	Bi	0,002%
Pb	0,005%	Примесей	Всего 0,2%

Исходя из физико-химических и литейных свойств данного сплава, были выбраны форма и толщины будущих элементов отливки.

2.6.3 Сталь

Может служить альтернативным материалом для ключа. Сталь — сплав (твёрдый раствор) железа с углеродом (и другими элементами). Содержание углерода в стали не более 2,14 %. Углерод придаёт сплавам железа прочность и твёрдость, снижая пластичность и вязкость. Учитывая, что в сталь могут быть добавлены легирующие элементы, сталью называется содержащий не менее 45 % железа сплав железа с углеродом и легирующими элементами (легирующая, высоколегирующая сталь). Листовая сталь марки Ст3 ГОСТ 380-2005 толщиной 2 миллиметра, так как при сравнении с другими видами стали при той же обработке она хуже поддаётся шлифовке, полировке, но при этом дольше сохраняет поверхность обработанной и выглядит лучше.

Таблица 4 - Химический состав Ст3, согласно ГОСТ 380-250

Элемент	Содержание в процентах
C	0,14–0,22
Si	0,15–0,3
Mn	0,4–0,65
Ni	до 0,3
S	до 0,05

P	до 0,04
Cr	до 0,3
N	до 0,008
Cu	до 0,3
As	до 0,08
Fe	~97

Следует отметить, что в настоящее время различные символические ключи изготавливаются и без применения литья, с использованием токарного, фрезерного и шлифовального оборудования. Для нанесения рисунков может применяться лазерная гравировка. Материалом часто служит полированная латунь. Степень отличия сувенирного ключа от обычного сильно варьируется.

3. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

В данном разделе рассматриваются этапы проектирования и изготовления предметов коллекции в зависимости от типа производства.

Выбранный тип и способы производства. Достоинства и недостатки

Если предполагается реализация готовых изделий, необходимо так подобрать тип производства, чтобы все изделия приносили доход в той или иной мере, но как минимум окупали затраты на своё производство. В данном случае серийное изготовление ключа изначально не планировалось.

Под серийным производством понимается форма организации производства, для которой характерен выпуск изделий большими партиями (сериями) с установленной регулярностью выпуска. Данный тип производства обладает значительным преимуществом при изготовлении больших партий изделий, так как есть возможность большого тиражирования. Как следствие, на выходе получается низкая стоимость товара. Кроме того, серийное производство использует те технологии и методы, которые будут приносить наиболее быстрый результат. Например, это резка из листа и литье по выплавляемым моделям с последующей механической обработкой и ручной сборкой при необходимости. Но недостатком данного типа производства являются ограничения по конструктивной и технологической сложности изделия.

Для производства авторских сувениров применяется единичный тип производства, который является формой организации производства, характерной чертой которого является выпуск изделий малыми партиями. Для данного ключа применяется литье по выплавляемым моделям, а далее ручная доработка и отделка заготовок. Достоинством единичного производства является то, что каждая единица конечной продукции уникальна. Но на создание каждого изделия уходит большое количество времени, что является недостатком.

3.1 Эскизирование. CorelDRAW

CorelDRAW — программа для создания и редактирования иллюстраций, основанная на принципах векторной графики. Это значит, что любой произвольный объект и его форма на печатной странице CorelDRAW описывается математическими формулами. При этом точность описания может достигать десятой доли микрона.

CorelDRAW существенно упрощает работу над проектами любых масштабов, будь то разработка логотипа, создание профессионального маркетингового буклета или любое другое.

Данный программный продукт удобен для эскизирования и нахождения оптимальных размеров изделий коллекции. Помимо создания эскизов, программа помогает создать векторные контуры, которые требуются для изготовления моделей на лазерном или фрезерном станке.

Поскольку в данном случае была выбрана технология 3D-печати, подготовка векторных изображений для обработки не требовалась.

3.2 Моделирование

3.2.1 SolidWorks.

SolidWorks — система трёхмерного твердотельного моделирования, обеспечивающая разработку изделий любой степени сложности и назначения, а также подготовить необходимую конструкторскую документацию.

При помощи данного программного продукта созданы трёхмерные модели коллекции, отражающие внешний вид и форму, основные черты будущих изделий, а также материал и реальные размеры.

Однако данная программа, являющаяся САПР, больше ориентирована на технологические и конструкторские разработки и не всегда позволяет отразить некоторые необходимые параметры, важные при создании дизайна изделий, например, отображать необходимые шероховатости поверхностей.

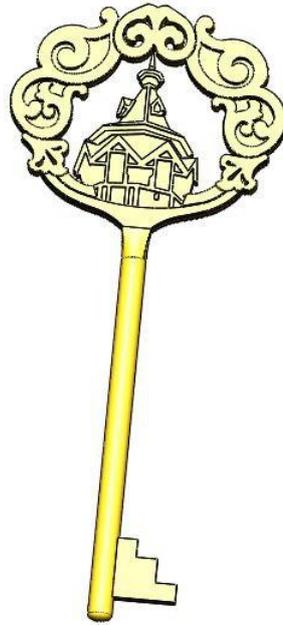


Рисунок 6 – Трёхмерная модель в SolidWorks

3.2.2. 3D-печать

Моделирование методом послойного наплавления (англ. Fused deposition modeling (FDM)) — технология аддитивного производства, широко используемая при создании трёхмерных моделей, при прототипировании и в промышленном производстве.[16]

Технология FDM подразумевает создание трёхмерных объектов за счёт нанесения последовательных слоёв материала, повторяющих контуры цифровой модели. Как правило, в качестве материалов для печати выступают термопластики, поставляемые в виде катушек нитей или прутков. Технология была разработана С. Скоттом Крапом в конце 1980-х и вышла на коммерческий рынок в 1990 году.

Оригинальный термин «Fused Deposition Modeling» и аббревиатура FDM являются торговыми марками компании Stratasys. Энтузиасты 3D-печати, участники проекта RepRap, придумали аналогичный термин «Fused Filament Fabrication» («Производство способом наплавления нитей») или FFF для использования в обход юридических ограничений. Термины FDM и FFF равнозначны по смыслу и назначению.

Производственный цикл начинается с обработки трёхмерной цифровой модели. Модель в формате STL делится на слои и ориентируется наиболее подходящим образом для печати. При необходимости генерируются поддерживающие структуры, необходимые для печати нависающих элементов. Некоторые устройства позволяют использовать разные материалы во время одного производственного цикла. Например, возможна печать модели из одного материала с печатью опор из другого, легкорастворимого материала, что позволяет с лёгкостью удалять поддерживающие структуры после завершения процесса печати. Альтернативно, возможна печать разными цветами одного и того же вида пластика при создании единой модели.

Изделие, или «модель», производится выдавливанием («экструзией») и нанесением микрокапель расплавленного термопластика с формированием последовательных слоёв, застывающих сразу после экструдирования.

Пластиковая нить разматывается с катушки и направляется в экструдер — устройство, оснащённое механическим приводом для подачи нити, нагревательным элементом для плавки материала и соплом, через которое осуществляется непосредственно экструзия. Нагревательный элемент служит для нагревания сопла, которое в свою очередь плавит пластиковую нить и подаёт расплавленный материал на строящуюся модель. Как правило, верхняя часть сопла наоборот охлаждается с помощью вентилятора для создания резкого градиента температур, необходимого для обеспечения плавной подачи материала.

Экструдер перемещается в горизонтальной и вертикальной плоскостях под контролем алгоритмов, аналогичных используемым в станках с числовым программным управлением. Сопло перемещается по траектории, заданной системой автоматизированного проектирования (САПР, или CAD по англоязычной терминологии). Модель строится слой за слоем, снизу вверх. Как правило, экструдер (также называемый «печатной головкой») приводится в движение пошаговыми моторами или сервоприводами. Наиболее популярной системой координат, применяемой в FDM, является Декартова система,

построенная на прямоугольном трёхмерном пространстве с осями X, Y и Z. Альтернативой является цилиндрическая система координат, используемая так называемыми «дельта-роботами».

Технология FDM отличается высокой гибкостью, но имеет определённые ограничения. Хотя создание нависающих структур возможно при небольших углах наклона, в случае с большими углами необходимо использование искусственных опор, как правило, создающихся в процессе печати и отделяемых от модели по завершении процесса.

В качестве расходных материалов используются всевозможные термопластики и композиты, включая ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин и многие другие. Как правило, различные материалы предоставляют выбор баланса между определёнными прочностными и температурными характеристиками.

Моделирование методом послойного наплавления (FDM) применяется для быстрого прототипирования и производства. Быстрое прототипирование облегчает повторное испытание с последовательной, пошаговой модернизацией предмета. Быстрое производство служит в качестве недорогой альтернативы стандартным способам при создании мелкосерийных партий.

FDM является одним из наименее дорогих способов печати, что обеспечивает растущую популярность бытовых принтеров, основанных на этой технологии. В быту 3D-принтеры, работающие по технологии FDM, могут применяться для создания самых разных объектов целевого назначения, а также игрушек, украшений и сувениров.[16]

FDM-принтеры предназначены для печати термопластиками, которые обычно поставляются в виде тонких нитей, намотанных на катушки. Ассортимент «чистых» пластиков сейчас широкий. Одним из наиболее популярных материалов является полилактид или «PLA-пластик».

Модели для отливок ключей были изготовлены с помощью 3D-принтера, работающего по вышеописанной технологии. Для этого потребовалась конвертация файлов из SolidWorks в формат STL. Предварительно каждая 3D-

модель была разделена на две половины по средней горизонтальной плоскости, так как оптимальными для печати являются модели с плоским основанием. Это позволило избежать появления артефактов от поддерживающего материала на узорных поверхностях. После печати половинки моделей были склеены.



Рисунок 7 – Модели из PLA-пластика

3.3 Процесс изготовления для единичного производства

3.3.1 Технологический процесс получения пресс-формы

Прежде чем получить металлические отливки, необходимо создать их восковки. С полученных на 3D-принтере, лазерном станке и фрезерном станке моделей снимают резиновый слепок, который в дальнейшем будет служить пресс-формой для получения восковых моделей.

Материалы и оборудование, необходимое для получения резиновой пресс-формы: силикон, модель (может быть изготовлена из оргстекла, металла или как в данном случае — воска), имитация литника (может быть металлическим или любого другого материала), металлическая рамка с двумя крышками, струбцины, тальк, стержни (любые вытянутые предметы, например, саморезы).

Технологический процесс получения резиновой пресс-формы представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Технологический процесс получения пресс-формы

№	Операция
1	<p>Формовка</p> <p>В металлическую рамку укладывается 2 подходящих по размеру куска резины, между которыми располагается модель. Имитацию будущего литника вложить между резиной и расположить так, чтобы обеспечить наилучшую проливаемость. Устанавливаются стержни по двум сторонам формы. Стержни служат для обеспечения точности соединения половин формы. Модель и будущий литник просыпать со всех сторон тальком для облегчения последующего вынимания. Части резины также необходимо просыпать тальком, для удобства их разделения. Рамку с резиной и моделью закрыть с обеих сторон крышками и закрепить струбцинами.</p>
2	<p>Вулканизация</p> <p>Форма помещается в печь. Температура и время вулканизации выбирается исходя из толщины пресс – формы: по две минуты на каждый миллиметр толщины.</p>
3	<p>Вынимание формы из печи</p>
4	<p>Вынимание пресс формы из рамки</p>
5	<p>Изъятие модели из пресс- формы</p> <p>Форма разъединяется на 2 части по кривой траектории. Модель извлекается.</p>

3.3.2 Технологический процесс литья по выплавляемым моделям

1. Создание восковых моделей

С помощью резиновой пресс-формы получают восковую модель изделия. Для заполнения формы воском используется инжектор (Рисунок 21).



Рисунок 8 – Инжектор для изготовления восковых моделей.

Инжектор расплавляет воск и подаёт его под давлением в пресс-форму. После прохождения некоторого времени (время затвердения воска) можно вынимать восковку из пресс – формы.



Рисунок 9 – Восковая модель для отливки

2. Сбор модельного блока

Сбор модельного блока, который часто называют «ёлочка», осуществляется при помощи паяльника – создаётся модель литниковой системы. Изготовленные восковые модели припаивают к модельному блоку с общей восковой литниковой системой, установленной в «башмак».

3. Формовка

Модельный блок поместить в опоку, обеспечить герметичность соединения «башмака» с опокой.

В глубокую ёмкость налить воду и добавить огнеупорную формовочную смесь SatinCast 20 от фирмы «Kerr», тщательно размешать (0,3 - 0,4 л на 1 кг смеси). Поместить под колпак на стол литьевой вакуумной машины Pro-Craft 21.800gx и провести вакуумирование 2–3 минуты при давлении не более 0,075 Па. Благодаря вакууму воздух будет удален из смеси и будет исключены газовые раковины из готовых отливок.



Рисунок 10 - Литьевая вакуумная машина

Полученную вакуумированную смесь аккуратно перелить в опоку. Опоку поместить на вакуумный стол и накрыть колпаком, произвести вакуумирование около 3 минут при давлении не выше 0,075 Па.

Выдержать форму для застывания при комнатной температуре около двух часов.

4. Вытапливание воска и прокалка формы

Опоку с застывшей смесью освобождают от уплотнителей, лишнюю формовочную смесь подрезают и удаляют. Потом форму для литья помещают в сушильный шкаф и выдерживают её там в течение 3 часов при температуре 90 - 100 °С, выплавляя тем самым модельный воск. Воск обычно собирают в поддон

из нержавеющей стали или керамики, помещённый на дно муфельной печи, поддон вынимают, чтобы использовать его повторно.

Закончив выплавку воска, формы для литья прокаливают в печах прокалки в режимах: нагрев от 20 до 150 °С в течение 0,5 ч, выдержка при температуре 150 °С в продолжение 3 ч; нагрев от 300 до 700 °С в течение 3 ч, выдержка при температуре 750 °С в течение 3 ч.

5. Заливка расплава

Способом получения отливок является заливка в прокалённые формы расплавленного металла на установках «Вакуум-металл».

Температура жидкого металла должна быть выше температуры плавления на 50-200 градусов в зависимости от сплава и формы изделий.

В любом случае оптимальную температуру опоки и расплава литейщики подбирают самостоятельно, из собственного опыта, поскольку в большинстве случаев приборы, измеряющие температуру, имеют погрешности, термопары имеют инерционность и установлены в прокалочных печах по-разному. Не следует пренебрегать рекомендациям поставщиков формовочных смесей и поставщиков лигатуры.

После охлаждения отливки выбивают из литниковых форм, очищают от формовочной смеси.

3.3.3 Обработка отливок

Металл подвергается очистке от различных загрязнений, оксидных плёнок и т. п. Происходит это при использовании метода крацевания латунными или стальными щётками, с обезжириванием и травлением в слабом растворе азотной кислоты или отбеливанием в водном растворе серной кислоты.

Далее отливки необходимо обработать серной печенью или чернью для придания темных акцентов в углублениях.

Серной печенью называют смесь полисульфидов натрия или калия.

Медь и серебро хорошо патинируются водным раствором серной печени, постепенно приобретая густой чёрный цвет, а бронза и латунь - слабые

оттенки. Обработанную кислотой отливку помещают в ёмкость с раствором печени на некоторое время до получения необходимого цвета покрытия. После промывают водой и подвергают чистовой обработке.

Последний этап — чистовая обработка, предающая изделию законченный вид. К данному этапу относятся шлифовка и полировка при помощи бормашинки и специального инструмента (шлифовальные камни, резинки, войлок и др.)

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

В данном разделе ВКР выполняется анализ и расчёт основных параметров для реализации конкурентоспособных изделий, которые приносят доход, но и отвечают современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Продуктом для запуска на рынок, является сувенирный ключ с образом Томска.

Стоит отметить, что продукт должен привлекать внимание потребителя эстетическими качествами, соответствуя при этом быть функциональным и эргономичным, и что самое главное — иметь способность выдерживать конкуренцию на рынке.

Тема является актуальной по причине того, что на данный момент времени производится большое количество авторских изделий, а значит это нужно покупателю. Но на рынок должен поставляться качественный и на сто процентов успешный товар.

Для того чтобы решить задачи, связанные с финансовой оценкой продукта, его ресурсоэффективностью и ресурсосбережением, в экономическом разделе ВКР нужно:

- провести анализ и исследования рынка покупателей;
- рассмотреть и исследовать разработки конкурентных решений;
- провести SWOT-анализ;
- подобрать возможные альтернативы научного исследования;
- провести планирование НИР.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Произведём анализ рынка потенциальных потребителей. Данное изделие направлено на группу людей, которые могут иметь средний достаток, т.к. ключ является мелкосерийным и не имеет в своём составе дорогих металлов и инкрустаций, единственное, что ведёт к его удорожанию – это ручная работа и длительный технологический процесс. Изделие направлено для продажи физическим лицам, где главными критериями сегментирования являются возраст и уровень дохода (выбираются два наиболее значимых для рынка). В связи с этим строится карта сегментирования рынка.

Таблица 6 – Карта сегментирования рынка

		Уровень дохода		
		Низкий	Средний	Высокий
Возраст	Молодые люди		+	
	Средний возраст		+	
	Пожилые люди		+	

Рассмотрев данную таблицу, можно отметить, что в данном примере показано, где уровень конкуренции отсутствует или имеет низкие показатели. Видно, что на рынке по производству авторских украшений основная целевая аудитория — это финансово обеспеченные люди, но со средним достатком. Из этого следует, что мастерские по изготовлению украшений должны быть нацелены на людей с низким и высоким доходом, т.к. именно эти сегменты не заняты на нише рынка.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Важно произвести анализ конкурентных разработок для того, чтобы иметь возможность оценить возможность составить конкуренцию другим производителям подобной продукции[11].

Основными конкурентами были выбраны разработки:

- ключ «Томск» (разработка данной ВКР)
- серьги Tabra International (номер 2 в таблице)
- кулоны FaceARTifacts (номер 3 в таблице)
- Cabsand Stones (номер 4 в таблице)

Результаты анализа конкурентоспособности приведены в таблице 7

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Функциональность	0,03	5	4	4	4	0,15	0,12	0,12	0,12
2. Эстетика	0,3	5	4	5	5	1,5	1,2	1,5	1,5
3. Простота эксплуатации	0,1	5	5	5	4	0,5	0,5	0,5	0,4
4. Энергоэкономичность	0,08	3	4	5	4	0,24	0,32	0,4	0,32
5. Потенциал разработки	0,07	5	4	3	4	0,35	0,28	0,21	0,28
Экономические критерии оценки эффективности									
1. Конкурентоспособность на рынке	0,09	4	3	3	4	0,36	0,27	0,27	0,36
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	3	4	4	3	0,12	0,16	0,16	0,12
3. Цена	0,08	4	4	3	3	0,32	0,32	0,24	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,18	5	4	4	4	0,9	0,72	0,72	0,72
5. Послепродажное обслуживание	0,03	5	3	3	3	0,15	0,09	0,09	0,09
Итого:	1	44	39	39	37	4,59	3,98	3,81	4,07

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i , \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, можно сделать вывод о том, что главной конкурентной уязвимостью является функциональность, предполагаемый срок эксплуатации или послепродажное обслуживание. Например, для создания украшений фирмы FaceARTifacts, используется материал – глина, который может разбиться или при неправильном обжиге быть хрупким и совершенно недолговечным. В этом случае, технология литья по выплавляемым моделям станет отличной альтернативой, так как, металл долговечен и имеет прекрасные эстетические свойства – металлический блеск и огромное разнообразие цветов, зависящих от легирующих элементов, что поможет в завоевании потребителей.

4.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде[11].

Таблица 8 - Итоговая матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Высокие художественно-эстетические характеристики.</p> <p>С2. Длительный срок эксплуатации.</p>	<p>Сл1. Не новая технология, известная с древности.</p> <p>Сл2. Отсутствие всего необходимого</p>

	С3. Небольшая производственная площадь.	оборудования для доработки изделий.
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование нескольких технологий при изготовлении изделия (эмалирование, оксидирование).</p> <p>В2. Снижение цены на продукт.</p>	<p>В1С1: Отсутствие на рынке подобных разработок (при использовании даже самой обычной технологии литья) увеличивает возможность привлечения клиентов.</p> <p>В2С2С3: Продукт беспрепятственно войдёт на рынок благодаря высокой конкурентоспособности, за счёт длительного срока эксплуатации и послепродажного обслуживания. Низкая цена обеспечивается соответствующими сильными сторонами (С2С3).</p>	<p>В1Сл1: Изделия, определённой стилизации могут не вызвать интереса покупателей.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У2. Введения доп. государственных требований к сертификации продукции.</p>	<p>У1С2: Развитая конкуренция технологий производства может не сказаться на освоении технологии за счёт длительного срока эксплуатации.</p> <p>У2С3: Небольшая площадь литейного цеха может привести к чрезмерному вниманию и вмешательству государственных организаций, контролирующих санитарные нормы, что может замедлить процесс запуска производства.</p>	<p>У1Сл2: Из-за недостатка оборудования изделия могут быть с более низким качеством обработки, чем у конкурента.</p>

Второй этап SWOT-анализа заключается в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта, отражающую различные комбинации взаимосвязей областей матрицы SWOT (таблицы 9-12).

Таблица 9 - Соответствие сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	-	0
	B2	0	+	-

Таблица 10- Соответствие слабых сторон и возможностей

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	-	+
	B2	0	-

Таблица 11 - Соответствие сильных сторон и угроз

Сильные стороны проекта				
Угрозы		C1	C2	C3
	У1	+	+	0
	У2	-	-	+

Таблица 12 -Соответствие слабых сторон и угроз

Слабые стороны проекта			
Угрозы		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	-	+

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей и т.д.

Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта. Результаты анализа интерактивной таблицы занесены в таблицу 3.

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках ВКР;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление примерного времени продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Выполнение данной ВКР не требует большого количества участников. В рабочую группу входит научный руководитель и студент.

В данном разделе была составлена таблица, отражающая примерный порядок этапов выполнения выбранного научного исследования, а также распределения исполнителей по видам работ (таблица 13)

Таблица 13 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Изучение материалов по теме	Студент
	3	Патентное исследование	Студент
	4	Выбор направления исследований	Руководитель темы Студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы Студент
	6	Проведение теоретических	Студент

Теоретические и экспериментальные исследования		расчётов и обоснований	
	7	Разработка декоративных элементов	Студент
Изготовление изделия	8	Изготовление необходимого количества декоративных элементов, эмалирование, оксидирование, сборка с креплением	Студент
Оформление отчёта по ВКР	9	Составление пояснительной записки	Студент
Подведение итогов работы	10	Утверждение содержания пояснительной записки, оценка проведённой работы	Руководитель темы

1.4.2 Определение трудоёмкости выполнения работ.

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования. В данном разделе рассчитана трудоёмкость для каждого члена рабочей группы. Трудоёмкость работ можно оценить экспертным путём в человеко-днях. Следует понимать, что такая оценка носит вероятностный характер и не предусматривает некоторые факторы, влияющие на процесс работы того или иного участника. Ожидаемое значение трудоёмкости $t_{ожі}$ рассчитывается по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Вычислив ожидаемую трудоемкость работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , с учётом параллельности выполнения работы несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел[11].

Результаты вычислений занесены в таблицу 14.

Таблица 14 - Временные показатели научного исследования

№	Содержание работ	Мин. время выполнения (дни)			Макс. время выполнения (дни)			Ожидаемая трудоёмкость выполнения, $t_{ожі}$			Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}			Длительность работ в календарных днях, T_{Ki}		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Разработка ТЗ (Р)	1	2	1	2	3	2	1,4	2,4	1,4	1,4	2,4	1,4	1,96	3	1,96
2	Изучение материалов (С)	1	3	4	2	4	5	1,4	3,4	4,4	1,4	3,4	4,4	1,96	4,76	6,16
3	Патентное исследование (С)	2	4	5	3	5	6	2,4	4,4	5,4	2,4	4,4	5,4	3	6,16	7,56
4	Выбор направления исследования (Р+С)	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	0,7	0,7	0,7	1	1	1
5	Календарное планирование работ по теме (Р+С)	1	2	1	2	3	2	1,4	2,4	1,4	0,7	1,2	0,7	1	1,96	1
6	Проведение теоретических расчётов (С)	3	5	4	4	6	5	3,4	4,4	5,4	3,4	4,4	5,4	4,76	7,56	6,16

Продолжение таблицы 14

7	Разработка декоративных частей и их доводка (С)	7	9	10	8	10	13	7,4	9,4	11,2	7,4	9,4	11,2	10,36	13,16	15,68
8	Сборка изделия (С)	4	6	5	5	8	6	4,8	6,8	5,4	4,8	6,8	5,4	6,16	9,52	7,56
9	Оформление отчёта (С)	10	13	15	12	14	17	10,8	13,4	15,8	10,8	13,4	15,8	15,12	18,76	22,12
10	Подведение итогов работы (Р)	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,96	1,96	1,96
Итого											35	48	51	47	68	72

4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования.

В данной части раздела необходимо наглядно привести график проведения научных работ по теме ВКР. Наиболее подходящим для этого является форма диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором каждый вид работы по теме представляется протяжённым во времени отрезком, характеризующимся датой начала и окончания выполнения данной работы. Для удобства, необходимо длительность каждой из работ из рабочих дней перевести в календарные дни, воспользовавшись следующей формулой:

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{Ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 102 - 15} = 1,4$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения занесены в таблицу 25.

На основе таблицы 9 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 15 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнитель и	T _{Ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Разработка ТЗ	Руковод.	4	▨												
2	Изучение материалов	Студент	6		■											
3	Патентное исслед.	Студент	7			■										
4	Выбор напр-я исслед.	Руковод. Студент	1					▨								
5	Календарное планирование работ по теме	Руковод. Студент	2					▨								
6	Проведение теор. расчётов	Студент	9						■							
7	Разработка декора	Студент	16							■						
8	Изготовление изделия	Студент	12								■					
9	Оформление отчёта	Студент	23									■				
10	Подведение итогов работы	Руковод.	2													▨

■ – Студент

▨ – Руководитель темы

4.4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).

При планировании бюджета выпускной квалификационной работы должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета затраты делятся на следующие группы:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

Расчёт материальных затрат НТИ.

Материальные затраты на выполнение ВКР формируются исходя из стоимости всех материалов, используемых при разработке проекта (приобретаемые сырье и материалы, запасные запчасти для ремонта оборудования, упаковка и т.д.). Помимо вышперечисленных затрат, в материальные затраты также включаются затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. В данном разделе, их учет ведется только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Расчёт материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м²);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 16[11]

Таблица 16 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на мат-лы, З _м , руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
PLA-пластик	г	10	10	10	20			200	200	200
Резина жёлтая	лист	0,15	0,15	0,15	360			64,8	64,8	64,8
Формовочная смесь Kerr Cast 2000	кг	0,8	0,8	0,8	133			127,7	127,7	127,7
Воск GoldStar Wax №110 BURGUNDY	кг	0,03	0,03	0,03	925			33,3	33,3	33,3
Шихта мельхиора	кг	0,03	0,03	0,03	7000			252	252	252
Ацетон	л	0,05	0,05	0,05	65			3,9	3,9	3,9
Эмаль силикатная	кг	0,01	0,01	0,01	15000			180	180	180
Фиксаж	кг	0,01	0,01	0,01	150			2	2	2
Серная кислота H ₂ SO ₄	л	0,05	0,05	0,05	214			13	13	13
Итого								876,7	876,7	876,7

Основная заработная плата исполнителей темы.

Эта часть раздела направлена на расчёт основной заработной платы для каждого члена рабочей группы. Величина расходов по заработной плате

определяется исходя из трудоёмкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12–20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (8)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 9).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{зпi} = \frac{D + D \cdot K}{F}, \quad (9)$$

где D — месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы), K — районный коэффициент (для Томска – 30%), F — количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Оклад руководителя и координатора от ТПУ составляет 14 584,32 рубля.

Оклад дипломника составляет 5 707 рублей.

Для руководителя и координаторов по части «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{зп1} = \frac{14584,32 + 14584,32 \cdot 0,3}{22} = 861,8 \text{ руб.}$$

Для дипломника:

$$Z_{зп1} = \frac{5707 + 5707 \cdot 0,3}{22} = 336,8 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$Z_{\text{осн.зп}} = \sum t_i \cdot Z_{\text{зп}i}, \quad (10)$$

где t_i — затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях,

$Z_{\text{зп}i}$ — среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 18.

Таблица 18 - Расчёт основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя з/п., руб./дн.	Трудоёмкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	14 584	861,9	4	8	4	3447,3	6895,2	3447,3
Студент	5 707	336,8	35	48	51	11788	16166	17177
Итого						15235,3	23061	20624

Дополнительная заработная плата исполнителей темы.

Дополнительную заработную плату рабочей группы устанавливают, с учётом величины предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат по особым случаям: отклонение от нормальных условий труда, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.

Расчёт дополнительной заработной платы производится по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (11)$$

где $k_{\text{доп}}$ — коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12–0,15).

Расчёт заработной платы равен:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{доп.}}, \quad (12)$$

Таблица 19 - Расчёт дополнительной и обычной заработной платы

Исп.	Основная заработная плата, руб.			$k_{доп.}$	Дополнительная заработная плата, руб.			Заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Рук.	3447	6895,2	3447	0,15	517	1034	517	3964	7929	3964
Студ.	11788	16133	17176		1768	2420	2576	13556	18553	19752
Итого					2285	3510	3144	17520	26482	23716

4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

Данная часть раздела рассматривает обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам. Отчисления производятся органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (13)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (ПФ, ФСС и пр.).

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов, равный 30%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в табличной форме (таблица 20) [11].

Таблица 20 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	k _{внеб.} , %	Заработная плата, руб.			Страховые взносы, руб.		
		И.1	И.2	И.3	И.1	И.2	И.3
Руководитель	30	3964	7929	3964	1189,2	2379	1189
Студент		13556	18553	19752	4067	5565,9	5926
Итого:					5256	7945	7115

Накладные расходы.

Накладные расходы рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{м}}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, руб. (50-60%).

Принимаем равный 55%.

Для исполнения 1:

$$Z_{\text{накл1}} = (5256 + 2285 + 15235 + 707,6) \cdot 0,55 = 12916 \text{ руб.}$$

Для исполнения 2:

$$Z_{\text{накл2}} = (7945 + 3510 + 23061 + 707,6) \cdot 0,55 = 19373 \text{ руб.}$$

Для исполнения 3:

$$Z_{\text{накл3}} = (7115 + 3144 + 20624 + 707,6) \cdot 0,55 = 17375 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Рассчитанная величина затрат на проведение научно-исследовательской работы по теме ВКР является основой для формирования бюджета проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведён в таблице 21.

Таблица 21 - Расчет бюджета затрат НИИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НИИ	707,6	707,6	707,6
2. Затраты по основной з/п	15235	23028	20623

3. Затраты по дополнительной з/п	2285	3510	3144
4. Отчисления во внебюджетные фонды	5256	7945	7215
5. Накладные расходы	12916	19373	17375
6. Бюджет затрат НИИ	36399,6	54564	49065

Таким образом, проводя ряд расчётов, связанных с бюджетом затрат научного исследования, можно сделать вывод, что наиболее экономичный вариант исполнения — №1.

4.5 Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{p,i}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (15)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{p,i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта[11].

Используя данные таблицы 15, получаем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = 0,70$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = 0,1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = 0,9$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности можно определить следующим образом:

$$I_{p,i} = \sum a_i b_i, \quad (16)$$

где $I_{p,i}$ – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта разработки,

a_i – весовой коэффициент i -го варианта разработки,

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливаемая экспертным путём по выбранной шкале оценивания,

n – число параметров сравнения.

Расчёт интегральных показателей ресурсоэффективности приведён в таблице 22:

Таблица 22 - Расчёт интегральных показателей ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Функциональность	0,2	5	4	3
2. Эстетика	0,4	4	4	3
3. Помехоустойчивость	0,05	4	3	4
4. Энергосбережение	0,15	3	3	3
5. Надёжность	0,2	5	4	3
Итого:	1	21	18	16
I_{pi}		4,25	3,8	3,05

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки $I_{исп.i}$ определяется по формулам:

$$I_{исп.i} = I_{р-исп.i} / I_{финр}^{исп.i} \quad (17)$$

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (18)$$

Сравнительная эффективность разработок приведена в таблице 23:

Таблица 23 - Сравнительная эффективность разработок

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки $I_{финр}$	0,70	1	0,89
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки I_p	4,25	3,8	3,05
Интегральный показатель эффективности I	6,1	3,80	3,39
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,62	0,6

Анализируя полученные результаты расчётов с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, можно сделать вывод о том, что Исполнение 1 научно исследовательской работы является эффективней, чем два других исполнения. Такой вывод можно сделать, наблюдая различие коэффициентов эффективности для трёх вариантов решений изготовления продукта.

Вывод

В ходе работы над частью выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были рассчитаны себестоимость ВКР для трёх различных исполнений. Различия в себестоимости можно объяснить человеческим фактором, а именно низкой работоспособностью, болезнями, недостаточным опытом работы или низкой квалификацией рабочего, а также человеческим фактором. Так же, проведя оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, были выбраны свободные ниши рынка, на который необходимо ориентироваться производителю. Матрица SWOT позволяет оценить слабые стороны технологии, возможные угрозы и слабые стороны. Такой анализ полезен для последующего выхода на рынок. Он позволит учесть большинство факторов, влияющих на конкурентоспособность технологии.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места мастера, работающего с производством сувенирных изделий, с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды. Рабочим местом мастера является мастерская, где проводится основная часть работ по изготовлению авторских изделий: подготовка моделей и обработка отливок из металла, эмалирование и оксидирование.

Целью раздела является выявление возможных вредных и опасных факторов технологического процесса производства бронзовой, латунной, мельхиоровой и стальной сувенирной продукции, а также разработка мероприятий по предотвращению негативного воздействия на здоровье людей, создание безопасных условий труда для рабочих, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для ЧС, а также изучение вопроса охраны окружающей среды.

Вопросы экологической и производственной безопасности рассматриваются с позиции мастера, непосредственно связанного со всеми процессами производства сувениров.

Производственная среда, организация рабочего места должны соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

5.1 Производственная безопасность

1.1 Опасные и вредные факторы производства авторских сувениров

К производствам повышенной опасности можно отнести некоторые этапы работы по созданию бижутерии и металлических сувениров, так как рабочим приходится иметь дело с горячим металлом и небезопасными механизмами. В

рамках производства авторской коллекции, представленного в ВКР, можно выделить следующие опасные и вредные факторы (таблица 24):

Таблица 24 — Предварительная оценка опасностей и вредностей при производстве сувенирных изделий, ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ.

Группы факторов	Виды опасных и вредных факторов
Физические	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.
	Повышенная температура поверхности оборудования, материалов.
	Повышенный уровень шума на рабочем месте
	Острые кромки, заусенцы, шероховатость на поверхности заготовок инструментов и оборудования.
	Запылённость воздуха рабочей зоны
Химические	Токсические, проникающие в организм человека через органы дыхания.
	Раздражающие, проникающие в организм человека через кожные покровы и слизистые оболочки.
Психо-физиологические	Статические физические перегрузки.
	Монотонность труда.

К движущимся машинам и механизмам, используемым в работе мастера по изготовлению сувениров, относятся наждак, бормашинка и шлифовальный круг. Физический опасный фактор, связанный с повышенной температурой поверхностей, присутствует в виде печей для расплавления металла, а также нагретых вследствие трения обрабатываемых поверхностей шлифовального круга и бормашинки.

Помимо повышенных температур, обрабатывающее оборудование предусматривает острые или шероховатые рабочие органы, что может привести к травме. Кроме того, данные механизмы вызывают шумы и вибрации, что также относится к опасным факторам производства. А при снятии материала с

будущего изделия при помощи того же оборудования образуется металлическая и абразивная пыль, что приводит к запылённости воздуха.

К химическим опасным факторам производства украшений относятся кислоты, в которых производится обезжиривание отливок, серная печень, раствор которой используют для чернения металлических изделий.

Сидячая однообразная работа при обработке готовых отливок может быть отнесена к психофизиологическим факторам.

Производственная безопасность обеспечивается техникой безопасности, которую должен соблюдать каждый работник.

В процессе изготовления различных украшений исполнитель должен помнить о следующих требованиях.

- Одежда рабочего должна быть чистой и аккуратно заправленной, рабочее место должно содержаться в чистоте.

- Работать следует только исправным инструментом.

- Все инструменты с заострёнными концами должны иметь ручки.

- Выполняя операцию сверления, нельзя поправлять сверло на ходу.

- При полировании изделия держать его острыми гранями по ходу вращения круга.

- Полируемые поверхности изделия располагать относительно поверхности круга так, чтобы изделие не подхватывалось кругом.

- Не допускать сильного нагрева изделия во избежание ожогов рук и перегрева заготовок.

- В процессе плавки металла рабочие должны предохранять лицо, руки и одежду от попадания на них раскалённых частиц защитными очками, фартуком и различными защитными устройствами. Все инструменты, применяемые в процессе плавки, должны быть сухими, чистыми и подогретыми. Перед включением электропечи необходимо проверить исправность оборудования, футеровки, свода и других частей печи [12].

- При работе бормашинкой необходимо беречь руки от порезов и уколов. Так как при обработке изделия придерживают руками, следует избегать касания рук и рабочей части инструмента. [12]

1.2 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующим на организм сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Нормы оптимальных и допустимых метеорологических условий установлены системой стандартов безопасности труда и указаны в таблице 35. При учёте интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории. Данные работы можно отнести к работам средней тяжести с затратой энергии 175...232 Вт (категория IIa), связанным с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей.

Микроклимат помещения напрямую влияет на работоспособность и здоровье человека, при повышенной влажности и пониженной температуре быстрее проходят различные процессы по разрушению и воспалению суставов; при повышенной температуре проявляется обильное потоотделение, что может приводить к обезвоживанию организма.

Таблица 25 — Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, ГОСТ 12.1.005-88

Период года	Категория работ	Температура, °С					Скорость движения, м/с	
		Оптимальная	допустимая		Оптимальная не более	Допустимая на рабочих местах, постоянных и непостоянных		
верхняя граница	нижняя граница							
на рабочих местах								
постоянных	Непостоянных		постоянных	Непостоянных				
Холодн.	Па	18 — 20	23	24	17	15	0,1	не более 0,1
Теплый	Па	23 — 25	30	31	22	21	0,3	0,3 — 0,7

Период года	Категория работ	Относительная влажность	
		оптимальная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных,
Холодный	Па	40-60	не более 75
Теплый	Па	40-60	не более 0 (при 30° С)

1.3 Повышенный или пониженный уровень ионизации воздуха

Аэроионный состав воздуха производственных помещений оказывает влияние на самочувствие человека. Отклонения аэроионного состава от нормы во вдыхаемом воздухе может создавать угрозу для пользователя. Аэроионный состав воздуха должен соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.1294-03.

К нормируемым показателями аэроионного состава воздуха относят: допустимый диапазон концентрации аэроионов обеих полярностей ρ^+ , ρ^{-} ,

характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³), допустимый диапазон коэффициента униполярности U , определяемый отношением концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Максимально и минимально допустимые значения нормируемых показателей концентраций аэроионов и коэффициента униполярности приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Нормируемые показатели концентрации аэроионов и коэффициента униполярности

Нормируемые показатели	Концентрация аэроионов, r (ион/см ³)		Коэффициент униполярности U
	Положительной полярности	отрицательной полярности	
Концентрация аэроионов, r (ион/см ³)	$\rho^{+3} < 400$	$\rho^{3/4} > 600$	0,4 $\leq U < 1,0$
Коэффициент униполярности U	$\rho^{+} < 50000$	$\rho^{3/4} \leq 50000$	

Высокая запылённость воздуха грозит увеличением напряжённости электростатического поля. С увеличением напряжённости возрастает концентрация тяжёлых положительных аэроионов. В производственных помещениях целесообразно использовать кондиционеры со встроенными ионизаторами воздуха или приточно-вытяжную вентиляцию, поддерживающие оптимальный аэроионный состав воздуха, очищающие его от пыли и вредных веществ.

1.4 Токсические вредные факторы, проникающие в организм человека через органы дыхания и раздражающие вредные факторы, проникающие в организм человека через кожные покровы и слизистые оболочки

В соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96 предельно допустимые концентрации наиболее распространённых вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны: фенол = 0,3 мг/м³; формальдегид = 0,035 мг/м³; стирол = 10 мг/м³; [13].

Таблица 27 — Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений, ГН 2.2.5.686-98

Вещество	ПДК, мг/м ³	Состояние
Азота оксиды (в перерасчёте на NO ₂)	5	Пары
Аммиак 25%	50	
Бензин-растворитель	300	
Сернистый ангидрид	10	Пары
Серная и соляная кислоты	1	Аэрозоли
Углерода оксиды	20	
Щелочи едкие (в перерасчёте на NaOH)	0,5	Аэрозоли

1.5 Повышенный уровень электромагнитного излучения

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе за ПЭВМ (главным образом, с ЭЛТ-дисплеями) на организм человека наблюдаются нарушения сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем, характерны головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, изменение проводимости сердечной мышцы. Также ЭМП воздействует на организм теплом. Переход ЭМП в тепловую энергию вызывает повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев тканей, органов и клеток.

Временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ не должны превышать значения, указанные в таблице 38.

Для дисплеев на ЭЛТ частота обновления изображения должна быть не менее 75 Гц при всех режимах разрешения экрана, гарантируемых нормативной документацией на конкретный тип дисплея, и не менее 60 Гц для дисплеев на

плоских дискретных экранах (жидкокристаллических, плазменных и т.п.).

Таблица 28 — Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряжён- ность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 выделяют следующие средства защиты от ЭМП:

- 1) Организационные мероприятия. Рациональное использование оборудования, исключая нахождение персонала в зоне действия ЭМП во время, не предусмотренное для работы за ПЭВМ;
- 2) Инженерно-технические мероприятия. Правильное размещение оборудования, предусматривающее наличие средств, ограничивающих распространение ЭМП на рабочие места сотрудников;
- 3) Лечебно-профилактические мероприятия. Периодические медицинские осмотры, для предупреждения, ранней диагностики и устранения заболеваний персонала;
- 4) Средства индивидуальной защиты. Очки для работы за компьютером [14].

1.6 Недостаточная освещённость рабочей зоны. Требования к освещению

Искусственное освещение должно обеспечивать в мастерской освещённость, позволяющую выполнять операции и наладку оборудования без производственных дефектов и травматизма, возникающих по причине недостаточной освещённости. Кроме того, освещённость на каждом участке цеха

должна быть такой, при которой исключается возможность чрезмерного утомления, работающего в результате зрительного напряжения.[15].

Мастеру очень важно сохранять зрение, чтобы продлить себе срок службы, поэтому очень важно иметь отличное освещение и желательно естественное, так как подобное освещение не искажает цвета и позволяет получать более качественные изделия.

Нормы освещённости рабочих поверхностей в производственных помещениях устанавливаются в зависимости от характеристики зрительной работы. Мастерскую по созданию сувениров и ювелирных изделий можно отнести к III классу зрительной работы, так как работа связана с очень мелкими элементами изделия, 0,3–0,5 мм. Наименьшая допустимая освещённость при использовании системы общего освещения определяется по СНиП 23-05-95 для мастерской (III – работы высокой точности) 750 лк. Также существуют нормы коэффициента естественной освещённости помещений различного типа. В данной работе рассмотрим параметры для наивысшей, очень высокой и высокой тонкости характера зрительной работы (таблица 38) по СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Вместе с тем, рассмотрены нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещённого освещения основных помещений общественного здания, а также сопутствующих им производственных помещений (таблица 39).

Таблица 29 — Естественное и искусственное освещение

1 Характеристика зрительной работы	2 Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	3 Разряд зрительной работы	4 Подразряд зрительной работы	5 Контраст объекта с фоном	6 Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещенное освещение		
						Освещённость, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослеплённости и коэффициента пульсации				КЕО, еН, %	
						7 всего	8 При системе комбинированного освещения		Р	Кп, %				
							9 При системе общего освещения	10			11	12 При верхнем или комбинированном		13 При боковом освещении
Высокой точности	0,15 – 0,3	III	б	Средний	Тёмный	1000/ 750	200/200	300/200	40/20	15/15	-	-	3.0	1.2

Таблица 30

1 Помещения	2 Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещённое освещение		Искусственное освещение					
		КЕО ед, %		КЕО ед, %		Освещённость, лк			10 Показатель дискомфорта М, не более	11 Коэффициент пульсации освещённости, Кл, %, не более	
		3 При верхнем или комбинированном освещении	4 При боковом освещении	5 При верхнем или комбинированном освещении	6 При боковом освещении	7 Всего	8 От общего	9 При общественном			
Административные здания (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения и т.п.)											
1 Кабинеты, рабочие офисы, представительства	Г-0.8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	40	15	
2. Проектные залы и комнаты конструкторские, чертёжные бюро	Г-0.8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500	40	10	
5. Читальные залы	Г-0.8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	40	15	
12. Макетные, столярные, ремонтные мастерские	Г-0.8			3,0	1,2	750	200	300	40	15	
13. Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г-0.8 Экран монитора; В-1,2	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400 200	15	10	

21. Архивы проб, хранение реактивов	В-1,0							100	60	20
22. Моечные	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6			300	40	15

Таблица 31 — Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации

Параметры	Допустимые значения
Яркость белого поля	Не менее 35 кд/кв. м
Неравномерность яркости рабочего поля	Не более +/- 20%
Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3:1
Временная нестабильность изображения	Не должна фиксироваться
Пространственная нестабильность изображения	Не более $2 \times 1E(-4L)$, где L-проектное расст.наблюд., мм

1.6 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Нормируемыми параметрами шума служат уровни в децибелах (дБ) среднеквадратичных звуковых давлений, измеряемых на линейной характеристике шумомера (или шкале С) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочной оценки шума следует измерять его общий уровень с коррекцией по шкале А шумомера, в дБА. Допустимые нормы шума в производственных помещениях не более 80 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003–83).

Таблица 32 — Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряжённости в дБА, ГОСТ 12.1.003–83.

Категория напряжённости трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	лёгкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжёлый труд 1 степени	тяжёлый труд 2 степени	тяжёлый труд 3 степени
лёгкой степени	80	80	75	75	75

1.7 Повышенный уровень вибрации

В мастерской источником вибрации является бормашинка марки FOREDOM с максимальной скоростью вращения шпинделя 5000 об/мин и литьевая вакуумная машина с вибростолом PRO-CRAFT 21.800GX (рисунок 11)



Рисунок 11. Вакуумная литьевая машина с вибростолом PRO-CRAFT 21.800GX

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой системы, а также опорно-двигательного аппарата. Систематическое воздействие общих вибраций в резонансной или околорезонансной зоне может быть причиной вибрационной болезни, нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

Нормирование вибраций проводится в зависимости от категории рабочего места, оценка мастерской проводится по 3 «а» категории согласно СН 2.2.4-2.1.8.566-96

Категория 3 — технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Установлены также предельно допустимые величины параметров вибрации на постоянных рабочих местах в производственных помещениях в зависимости от среднегеометрических и граничных частот октавных полос и

амплитуды (пикового значения) перемещений при гармонических колебаниях. Предельно допустимые среднеквадратичные значения колебательной скорости лежат в интервале 92дБ.

Таблица 33 — Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 3 — технологической типа «а» СН 2.2.4-2.1.8.566-96.

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с ²		дБ		м/с · 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни		0,10		100		0,20		92

Большое значение имеет уровень шума и вибрации на рабочем месте: важно снизить уровень шума и вибрации, если это возможно, а если нет, то обеспечить защиту — виброзащитная обувь, перчатки, шумоизоляционные наушники против шума.

5.2 Экологическая безопасность

В настоящее время при производстве ювелирных украшений и бижутерии стремятся не только сократить расходы материалов, но и переработать производственные отходы. Металлическая стружка и пыль драгоценных металлов по возможности собираются, переплавляются и используются вновь в качестве припоев.

Экологическая задача ювелирного производства заключается в рациональном использовании сырья и электроэнергии, надёжном хранении различных химикатов, замене вредных для окружающей среды технологических процессов на более экологичные.

Загрязнение воздушного бассейна, гидросферы и литосферы при работе непосредственно за компьютером не отмечается.

5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Производственная санитария

Производственная санитария — это система организационных, санитарно-гигиенических мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов.

Обеспечение безопасных условий труда

Безопасную работу можно обеспечить только путём целенаправленного осуществления научно обоснованной системы оздоровительных мероприятий во всех, без исключения, цепочках производственного цикла. В него входят ведение технологических процессов, эксплуатация оборудования, организация рабочего места, бытовое обслуживание, содержание производственных и бытовых помещений, эксплуатация приточно-вытяжных устройств (вентиляции), организация лечебно-профилактической работы, наличие и качество средств индивидуальной защиты и личной гигиены.

Организация рабочего места оператора ПЭВМ (ПК)

Поскольку предполагается изготовление сувенирных изделий на отдельном предприятии (создание собственного производства нецелесообразно ввиду большого количества технологических процессов и видов оборудования, задействованных в изготовлении), требуется тщательная и качественная подготовка конструкторской и дизайнерской документации к отправке ее на производство. На сегодняшний день преобладающее место в конструировании занимают системы автоматизированного проектирования (САПР), где подготавливаются все модели и сопутствующая документация.

В связи с этим, требуется рассмотрение санитарных норм работы с ЭВМ и организации соответствующего рабочего места.

Для взрослых пользователей для организации рабочего места с ПЭВМ предъявляются следующие требования по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680–800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

- Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

- Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм.

- Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:
 - ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
 - поверхность сиденья с закруглённым передним краем;
 - регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400–550 мм и углом наклона вперёд до 15 град. и назад до 5 град.;

- высоту опорной поверхности спинки 300 +/- 20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости 400 мм;

- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах +/- 30 градусов;

- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260–400 мм;

- стационарные или съёмные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50–70 мм;

- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 +/- 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350–500 мм.

- Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм; регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной

поверхности подставки до 20 град. Поверхность подставки должна быть рифлёной и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

- Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100–300 мм от края, обращённого к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделённой от основной столешницы.

Особенности законодательного регулирования проектных решений

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на компьютере необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

Организация режимов труда и отдыха при работе с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории труда.

Для преподавателей высших и средних специальных учебных заведений, учителей общеобразовательных школ устанавливается длительность работы в дисплейных классах и кабинетах информатики и вычислительной техники не более 4 часов в день. Для инженеров, обслуживающих учебный процесс в кабинетах (аудиториях) с ПЭВМ, продолжительность работы не должна превышать 6 часов в день

5.4 Безопасность в ЧС

Источником ЧС техногенного происхождения являются аварии на промышленных объектах. К опасным относятся объекты, на которых осуществляется использование токсичных веществ, взрывчатых и горючих веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси, оборудования, работающего при больших давлениях и температуре. Вероятность возникновения ЧС на опасных производственных объектах необходимо учитывать, как при проектировании, так и на всех стадиях эксплуатации.

Ликвидация ЧС осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций субъектов РФ, на территории которых сложилась ЧС, при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

В процессе производства украшений также возможны ЧС, поскольку используется потенциально опасное оборудование (главным образом, плавильные печи). Однако чрезвычайные происшествия такого рода, причинами которых в большинстве случаев является неосторожность в использовании оборудования, носят локальный характер и не причиняют вреда и ущерба населению.

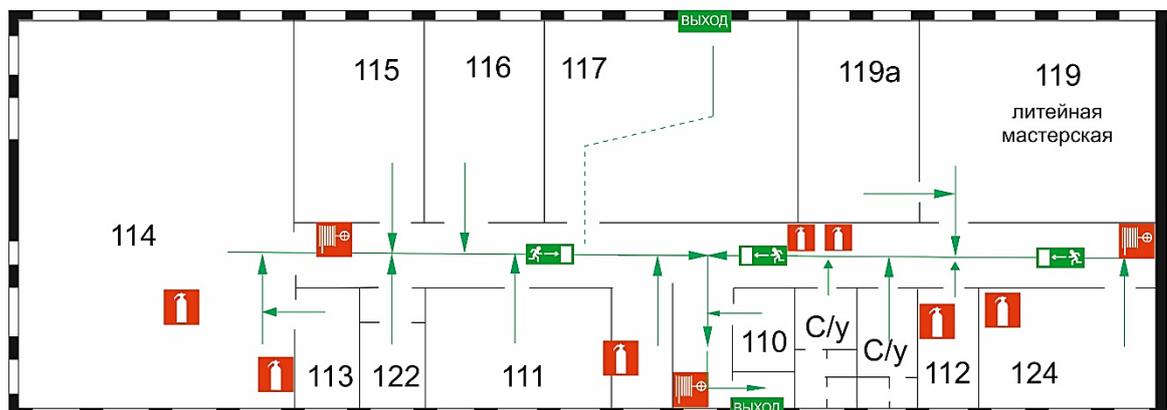
Пожарная безопасность

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла.

Помещение, в котором осуществляется процесс изготовления изделия, по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Г, для которой характерно наличие следующих факторов: негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твёрдые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

В помещении необходимо иметь 2 огнетушителя: ОП-3, ОУ-3, исходя из размеров помещения, а также силовой щит, который позволяет мгновенно обесточить помещение. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться. Желательно помещать на стенах инструкции по пожарной безопасности и план эвакуации в случае пожара. В случаях, когда не удаётся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации (рисунок 12).

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ И ДРУГИХ ЧС
из помещений учебного корпуса №16,
ул. Тимакова, 12-1 этаж блок Б



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | | | |
|--|----------------------|---|--|
|  | огнетушитель |  | путь к основному эвакуационному выходу |
|  | пожарный кран |  | путь к запасному эвакуационному выходу |
|  | эвакуационный выход | 110-124 | номера помещений |
|  | направление движения | | |

Рисунок 12. План эвакуации из мастерской

Заключение

В ходе работы над ВКР были систематизированы и закреплены знания в сфере профессиональной деятельности, которая включает совокупность средств, способов и методов проектирования художественно-промышленных изделий, обработки различных материалов. Основная цель проекта достигалась путём последовательного решения поставленных задач.

В данной работе выполнен анализ различных способов литья, а также свойств различных металлов и покрытия.

В ходе художественного проектирования элементов изделий были выполнены следующие этапы:

- Эскизирование;
- компьютерное моделирование изделий.

Также были определены наиболее подходящие материалы и оптимальный способ производства: технология литья по выплавляемым моделям, эмалирование и 3D-печать. Для данного метода получения металлических изделий определены этапы подготовки и изготовления с последующей обработкой.

При экономической оценке коллекции была вычислена себестоимость и цена сувенирного ключа при единичном производстве, с учётом заработных плат разработчиков.

Итогом проведённой работы стал проект, удовлетворяющий техническим и конструктивным требованиям, а также требованиям производственной и экологической безопасности.

Список публикаций студента

1. Айд М. А. Разработка дизайна и технологии изготовления сувенирного ключа/М. А. Айд//XI Международная научно-практическая конференция «Научные исследования и разработки молодых учёных»: сбор. трудов – Новосибирск: издательство НГТУ, 2016.
2. Айд М.А. Использование трёхмерной голографии в дизайне/М.А. Айд// XX Юбилейная международная научная конференция студентов и молодых учёных «Современная техника и технологии»: сбор. трудов – Томск, 2014

Список использованных источников

1. Замки и скобяные приборы / Г.Е. Гоберман, В.И. Бычков. – М.: Госиздат, 1962. - 166 с.
2. Изобретение замков и ключей [Электронный ресурс] // Журнал Retrobazar 2011. 5 ноября.
3. Литъё [Электронный ресурс].
URL:http://forexaw.com/TERMs/Industry/Metallurgical_Industry,
свободный. Дата обращения: 10.03.2015 г.
4. Художественное эмалирование/ Э. Бреполь. – Л.: Машиностроение, 1986.
5. Ганс Бидерманн. Энциклопедия символов – М.: Республика, 1996. – 355 с.
6. Техника художественной эмали, чеканки иковки. А. В. Флеров, М. Т. Демина, А. Н. Елизаров, Ю. А. Шеманов — М., 1986.
7. «Искусство геральдики», Георг Андреас Бёклер, 1688
8. Техническое нормирование труда в машиностроении/ Силатьева Н. А., Малиновский В. Р. М.: Машиностроение, 1990г- 265с.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках Часть 1. - М.: Машиностроение, 1986г-51с.
- 10.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного места при работе на металлорежущих станках, М.: Машиностроение, 1985г-269с.
- 11.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; ТПУ. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
- 12.Ювелирное дело: Пер с чеш./ К.Тойбл – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
- 13.СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. - М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.

14. СанПиН 2.1.8 2.2.4.1190-03. Физические факторы производственной среды.
– М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003
15. Освещённость рабочего места. [Электронный ресурс]. – URL:
<http://www.mtomd.info/>, свободный. Дата обращения: 17.05.2016
16. Моделирование методом послойного наплавления [Электронный ресурс]
/ Портал 3Dtoday. URL: http://3dtoday.ru/wiki/FDM_print/, свободный. Дата
обращения: 31.05.2016

Приложение А
Визуализация трёхмерных моделей ключей, отливаемых из латуни

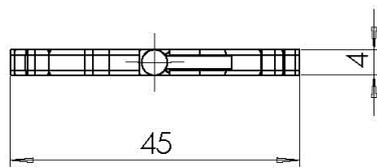
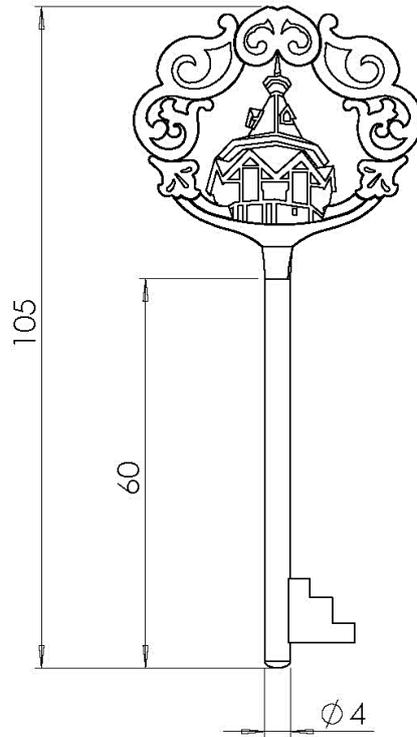


Приложение Б

ФЮРА.337898.00.01

Перв. примен.

Справ. №



Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Аид		
Пров.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

ФЮРА.337898.00.01

Ключ декоративный

Лит.	Масса	Масштаб
У	34,6	1:1
Лист 1		Листов 1

Л70 ГОСТ 15527-2004

ТПУ ИК 8Ж21

Копировал

Формат А4