



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

**О.В. Каукина**  
**Г.А. Касатова**  
**Е.А. Войнич**  
**Н.С. Сложеникина**  
**Т.А. Аверьянова**

**ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ:  
ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ, МАСТЕРСТВО**

**Часть 2**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск  
2020

УДК 658.512.2  
ББК 74.48

**Рецензенты:**

кандидат педагогических наук, доцент,  
заместитель директора,  
Филиал ОАНО ВО «Московский психолого-социальный  
университет» в г. Магнитогорске  
**А.Ю. Воробьева**

заместитель директора по учебной работе,  
ГБОУ ПОО «Магнитогорский технологический  
колледж им. В.П. Омельченко»  
**З.А. Толканюк**

**Каукина О.В., Касатова Г.А., Войнич Е.А., Сложеникина Н.С., Аверьянова Т.А.**  
**Художественная обработка материалов: дизайн, технологии, мастерство. Часть 2.**  
**Технологическая часть [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ольга Валерьевна**  
Каукина, Галина Александровна Касатова, Елена Анатольевна Войнич, Наталья Сергеевна  
Сложеникина, Татьяна Александровна Аверьянова ; ФГБОУ ВО «Магнитогорский  
государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан.  
(3,71 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2020. – 1 электрон. опт.  
диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб  
HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь.  
– Загл. с титул. экрана.  
ISBN 978-5-9967-1808-5

Данное учебное пособие разработано в соответствии с ФГОС и учебным планом  
подготовки бакалавров по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной  
обработки материалов», профиль «Художественная обработка металла и камня» в высших  
учебных заведениях.

Учебное пособие способствует усвоению знаний по следующим дисциплинам:  
«Художественное литье», «Основы профессионально-технической деятельности»,  
«Технология изготовления объемных изделий из цветных металлов», «Технология  
изготовления ювелирных украшений», «Технология обработки материалов: металл».

В нем представлены проекты и дизайн-проекты художественных изделий из металла,  
камня, пластика, а также изделий, сочетающих в себе несколько материалов. Учебное  
пособие содержит описания технологических последовательностей изготовления изделий.

Учебное пособие предназначено для студентов и преподавателей высших учебных  
заведений, широкого круга работников образования.

УДК 658.512.2  
ББК 74.48

ISBN 978-5-9967-1808-5

© Каукина О.В., Касатова Г.А., Войнич Е.А.,  
Сложеникина Н.С., Аверьянова Т.А., 2020  
© ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова», 2020

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1. ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛА И КАМНЯ.....	6
1.1. Технология создания украшения «Тика» с элементами трансформации ...	6
1.2. Технология изготовления кольца с секретом «Медиор» .....	13
1.3. Разработка технологической последовательности изготовления значка кафедры художественной обработки материалов .....	22
1.4. Разработка технологии изготовления художественной броши «Somnia»	31
Вопросы для самостоятельной работы по разделу 1 .....	41
РАЗДЕЛ 2. 3D-ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	43
2.1. Технология изготовления декоративных накладок для смартфона с использованием 3D-технологий .....	43
2.2. Технология и изготовление светильника-копилки из оргстекла с элементами декоративного орнамента.....	61
Вопросы для самостоятельной работы по разделу 2 .....	82
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	84

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует множество различных механических и ручных способов художественной обработки металлов. Они обладают различными свойствами и качествами. Одни способы являются очень древними, возникшими в далеком прошлом, но не потерявшими своей ценности и в наши дни, например гравирование, литье, скань и т.п. Они по-прежнему основаны на приемах ручной художественной обработки, трудоемки, малопроизводительны и применимы для уникальных произведений (чеканка, живописная эмаль, насечка и т.п.). Другие способы возникли недавно на основе новых научных открытий и развития техники – гальваностегия и гальванопластика, новейшие виды литья, электрохимические способы обработки и др. Эти способы, наоборот, выполняются машиной, иногда даже автоматом; они экономичны и позволяют производить массовую художественную продукцию (штамповка листовая и объемная, станочное резание, прессование и т.п.).

Для качественного проведения работ по художественной обработке металлов необходимы инструменты и аппараты.

В настоящее время на рынке можно найти огромный выбор разнообразного оборудования для горячей и холодной обработки металлов. Ведущие специалисты работают над созданием нового, более продуктивного и тонкого оборудования, которое позволит упростить и ускорить технологический процесс работы с металлом.

Современный специалист, выбирая ту или иную технологию для воплощения своего художественного замысла, должен кроме экономической эффективности учитывать особенности различных способов обработки, влияющих на сам процесс формообразования изделий и на его эстетическую сторону.

Художественное изделие, выполненное той или иной технологией, неизбежно приобретает присущие ей определенные черты и характерные особенности. Например, детали, выточенные на токарном станке, отличаются точностью, четкостью и геометричностью формы, а кованые или дифованные, наоборот, мягкостью и пластичностью. Обработка резанием позволяет получать острые углы и четкие грани, а, например, листовая штамповка постоянно связана с необходимостью применять изгибание только по радиусам, хотя и минимальным. Поэтому уже при проектировании художественных изделий автор должен учитывать специфические особенности материала и способов его обработки.

Существует определенная взаимозависимость между материалом и способом его обработки. Некоторые металлы и сплавы хорошо обрабатываются многими способами. Например, драгоценные металлы (золото, серебро) можно и отливать, и ковать, они хорошо режутся и обрабатываются давлением. Но, например, чугун, который хорошо отливается и режется, в силу своей хрупкости не обрабатывается давлением (ковкой, штамповкой и др.). Наоборот,

красная медь плохо отливается и режется, но легко обрабатывается ковкой, штамповкой и чеканкой.

Данное учебное пособие разработано в соответствии с ФГОС и учебным планом подготовки бакалавров по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов», профиль «Художественная обработка металла и камня» в высших учебных заведениях.

Учебное пособие способствует усвоению знаний по следующим дисциплинам: «Художественное литье», «Основы профессионально-технической деятельности».

В нем представлены проекты и дизайн-проекты художественных изделий из металла, камня, пластика, а также изделий, сочетающих в себе несколько материалов. Учебное пособие содержит описания технологических последовательностей изготовления изделий.

Учебное пособие предназначено для студентов и преподавателей высших учебных заведений, широкого круга работников образования.

## РАЗДЕЛ 1. ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛА И КАМНЯ

### 1.1. Технология создания украшения «Тика» с элементами трансформации

Технологическое обоснование выбора материала для изготовления украшения «Тика» с элементами трансформации

Для изготовления украшения «Тика» с элементами трансформации мы решили использовать сочетание металла, кожи и синтетического камня. Такое сочетание очень не стандартное для такого рода украшения, но цельная картинка смотрится весьма гармонично.

В качестве металла для изготовления украшения «Тика» с элементами трансформации мы использовали нейзильбер. Нейзильбер – это сплав меди с никелем и цинком, коррозионно-устойчивый, прочный и упругий при деформации. Имеет серебристый цвет. Внешне нейзильбер очень похож на серебро. А еще больше – на белое золото. Причем, отличить его от этих благородных металлов довольно сложно. А цена очень заметная.

Из-за столь сильной схожести с драгоценными металлами, нейзильбер стали использовать и в ювелирном деле. Для создания бижутерных украшений и наградных знаков. Для придания дополнительной прочности изделию используют золотое или серебряное напыление.

Но, мы можем посоветовать использовать и драгоценные металлы для создания украшения «Тика» с элементами трансформации.

Золото – единственный металл, который в чистом виде имеет ярко-желтый цвет. Это мягкий, тягучий, пластичный и ковкий металл. Одним из самых ценных свойств золота считается его химическая устойчивость. Именно поэтому золото – самый «благородный» из всей группы драгоценных металлов. Кроме того, форма и строение молекул золота уникальны: они могут быть и пластинчатыми, и круглыми, и игольчатыми.

Благодаря своей красоте и пластичности золото является одним из основных материалов в ювелирном производстве. Чистое золото в ювелирном деле служит основой драгоценных сплавов и для золочения. При добавлении различных металлов золото меняет оттенок от красного до белого. Это позволяет ювелирам создавать изделия, которые способны подчеркнуть индивидуальность владельца и изысканность драгоценного камня.

Серебро – пластичный благородный металл серебристо-белого цвета. Обозначается символом Ag (лат. Argentum). Серебро, также как и золото, считается редким драгоценным металлом. Однако из благородных металлов оно наиболее широко распространено в природе.

Благодаря своим уникальным свойствам: высоким степеням электро- и теплопроводности, отражательной способности, светочувствительности и т. д. – серебро имеет очень широкий диапазон применения. Его применяют в электронике, электротехнике, ювелирном деле, фотографии, точном приборостроении, ракетостроении, медицине, для защитных и декоративных покрытий, для изготовления монет, медалей и других памятных изделий.

Платина – это металл серебристо-белого цвета, немного сероватого оттенка. В природе встречается в рудных месторождениях и в самородном состоянии. Это самый прочный из всех драгоценных металлов, имеет очень высокую плотность – 21,45 грамм на куб.см, например плотность золота всего лишь 19,3 грамм на куб.см.

Платина обладает следующими свойствами:

- очень трудно поцарапать;
- высокая коррозионная устойчивость;
- высокая температура плавления;
- стойко переносит химические реагенты.

В качестве камня мы выбрали круглый ограненный фианит. Фианит – это искусственный камень, созданный в 70-х годах прошлого века советскими учеными Физического института Академии наук. Из первых букв наименования этого учреждения и составлено название минерала. По химическому составу фианит представляет собой диоксид циркония, кубическая решетка которого укреплена добавками оксида марганца и кальция. Целью создания этого уникального драгоценного камня было получение синтетического аналога алмаза. С поставленной задачей ученые справились блестяще. Полученный в лаборатории кристалл на глаз невозможно отличить от бриллианта, ведь показатели преломления у обоих минералов чрезвычайно близки (Рис. 1.1.1.).



Рис. 1.1.1. Фианиты

Так же в нашем изделии применяются ремешки из натуральной коровьей кожи. Кожа – прочный и гибкий долговечный материал, получаемый путём выделки шкур в условиях традиционного хозяйства или промышленного предприятия.

Коровья кожа – прочная, небольшой толщины и жесткости. Имеет приятную естественную фактуру, износостойкая. Используется для изготовления галантерейных товаров, верхней одежды, обуви и аксессуаров умеренного ценового диапазона (Рис. 1.1.2.).



Рис. 1.1.2. Ремешки из натуральной коровьей кожи

Технология изготовления украшения «Тика» с элементами трансформации

Технологический процесс изготовления художественного изделия включает в себя разработку технологической карты, а также ряд последовательных операций и состоит из нескольких этапов. Технологический процесс (техпроцесс) – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологические процессы состоят из технологических (рабочих) операций, которые, в свою очередь, складываются из технологических переходов. Технологический процесс, включает в себя разработку технологической карты (ТК). Для изготовления тики «Звезда Востока» с элементами трансформации, нами была разработана технологическая карта (Таблица 1), в которой мы отобразили ответы на следующие вопросы:

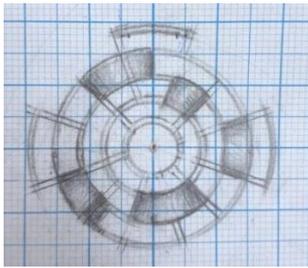
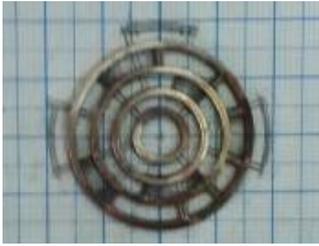
- какие операции необходимо выполнить;
- в какой последовательности выполняются операции;
- результат выполнения каждой операции;
- какие необходимы инструменты и материалы для выполнения операции.

Таблица 1

Технологическая карта украшения «Тика» с элементами трансформации

Наименование операции	Эскиз	Описание операции
1 Разработка эскиза		При помощи программ Компас-3D и KeyShot мы создаем различные варианты эскизов.

Продолжение табл. 1

Наименование операции	Эскиз	Описание операции
2 Разметка на миллиметровой бумаге для создания основной детали тики		<p>Для этой операции на понадобится миллиметровая бумага, картон, карандаш, скотч. Перед созданием основной детали нашей тики, нужно разметить необходимые размеры заготовок на миллиметровой бумаге.</p>
3 Подготовка материала для основной детали (отжиг, прокатка)		<p>Для этой операции нам понадобится проволока 1 мм, вальцы, тиски, бензиновая горелка. Для начала проволоку мы отжигаем до малинового цвета, остужаем. После того как мы отожили проволоку, мы вытягиваем ее закрепив один конец в тиски, а другой зажав в пассатижи мы тянем в свою сторону. Проволока становится прямой и ровной, для того, чтобы сделать ребро у проволоки, нам необходимо прокатать ее через вальцы установив нужный нам уровень.</p>
4. Придаем окружные формы нашим заготовкам		<p>Для данной операции нам понадобятся ригели, деревянный молоточек, припой, газовая горелка.</p>
5. Собираем оставшиеся небольшие полосы с окружностями		<p>После того как окружности готовы, мы при помощи кусачек отрезаем нужные размеры небольших полос и располагаем их между окружностями на картоне с миллиметровой бумагой на клей БФ-6.</p>
6. Паяем оставшиеся полосы с окружностями		<p>По окончанию сборки всех деталей на клей, следует подождать пока клей подсохнет, и аккуратно снять деталь с поверхности миллиметровой бумаги и спаять при помощи припоя, флюса и аппарата бензиновой пайки.</p>

Продолжение табл. 1

Наименование операции	Эскиз	Описание операции
7. Выпиливание накладных элементов		<p>Для того, чтобы выпилить нужные накладные элементы, нам понадобится расчертить нужный размер и форму на аракале, после чего приклеить на листовой металл. Далее выпиливаем по контуру наши накладные элементы с помощью лобзика на который натянута пила, в процессе наносим на пилку немного парафина.</p>
8. Придаем объемную форму накладным элементам		<p>Объемную форму накладным элементам придаем при помощи ригеля и деревянного молотка. Первое, что следует сделать, это отжечь все элементы на аппарате бензиновой пайки. Для более точного контура заготовок используем алмазный надфиль и бормашину. Согнув заготовки как нам нужно, спаиваем их в нужных местах на основной детали нашего изделия.</p>
9. Паяем накладные элементы		<p>Паяем накладные элементы в нужных местах на основной детали нашего изделия используя припой, флюс и аппарат бензиновой пайки.</p>
10. Изготовление открытого каста		<p>Для создания каста мы прокатываем проволоку до придания нужной нам толщины и высоты стенок и с помощью риги нужного нам диаметра и деревянного молотка придаем нужный размер и форму. В открытом касте мы ставим ограничительное кольцо, которое будет поддерживать ограниченный фианит.</p>

Наименование операции	Эскиз	Описание операции
11. Пайка каста в центр основной детали		Спаиваем каст на подкастик в центре основной детали нашего изделия используя припой, флюс и аппарат бензиновой пайки.
12. Изготовление регуляторов ремешка		С помощью ригелей придаем проволоке форму окружности. Прямую проволоку паяем по центру на небольшом возвышении.
13. Полировка		Полируем заготовки при помощи бормашины и шлифовальных станков с применением пасты гои.
14. Установка ограненного фианита		Кладем ограненный фианит в каст и при помощи обжима закатываем стенки каста, пока полностью не закатается камень.
15. Сборка готового изделия		Крепим ремешки, устанавливаем кнопки и регуляторы ремешка.

### Этапы изготовления украшения «Тика» с элементами трансформации

Изготовление украшения «Тика» с элементами трансформации состоит из следующих этапов:

1 этап. Разработка эскизов и чертежей украшения «Тика» с элементами трансформации.

Проанализировав рынок, и просмотрев множество аналогов, мы формируем свою конструкцию и дизайн украшения «Тика» с элементами

трансформации. Так же мы подготавливаем чертеж основной детали украшения «Тика» на миллиметровой бумаге.

2 этап. Выбор материала для изготовления украшения «Тика» с элементами трансформации.

Для нашего изделия мы выбрали нейзильбер сплав меди с 5-35% никеля и 13-45% цинка. В качестве камня был выбран круглый ограненный фианит. Так же в своей работе использовали такой материал как кожа, а именно коровью кожу. Трансформация же будет происходить при помощи регуляторов ремешка, выполненных из нейзильбера и установочных кнопок из стали.

3 этап. Создание основной детали украшения «Тика».

Основная деталь украшения «Тика» состоит из четырех цельных окружностей, небольших полос между этими окружностями и боковых крепежей. Прикрепляем наш чертеж на миллиметровой бумаге на небольшую дощечку, и обматываем скотчем. Из заготовок формируем нужный размер и форму, используя: ригели, кусачки, деревянный молоточек. Далее используя клей БФ-6 приклеиваем детали по контуру.

Когда все собрано, открепляем заготовку при помощи лезвия, и спаиваем все элементы между собой. В качестве припоя используем сплав из серебра и латуни в соотношении 1 к 4.

Флюс для пайки представляет собой смесь 1 ч.л буры и  $\frac{1}{2}$  ч.л борной кислоты на 100 мл воды. Спаив все элементы, мы кладем заготовку в отбеливатель, дабы убрать остатки буры.

4 этап. Выпиливание, формирование и пайка накладных элементов.

Для начала нам понадобится отжечь, остудить и прокатать листовой металл до нужной нам толщины, далее расчерчиваем на аракале нужную нам форму и размер накладных элементов и начинаем выпиливать. Выпиливаем накладные элементы с помощью лобзика на который натянута пила, в процессе наносим на пилку немного парафина. Для более точного размера и формы, корректируем погрешности алмазными надфилями и бормашиной.

Для придания объемной формы необходимо для начала отжечь накладные элементы, остудить и используя ригели, деревянный молоточек придать нужный изгиб пластине.

Паяем накладные элементы на поверхность основной детали в местах, как указано на чертеже, используя припой, флюс и аппарат бензиновой пайки.

5 этап. Создание и спаивание каста.

Каст создаем по типу открытого каста. Используя пластины и проволоку из нейзильбера, которые отжигаем и прокатываем до нужной нам толщины, мы формируем при помощи ригелей и деревянного молоточка нужный нам диаметр каста и ограничительного кольца, которые в дальнейшем спаиваем между собой.

Далее мы отбеливаем наш каст и проходимся по поверхности каста грубой, средней и мелкой шкуркой. И в самом конце паяем каст ровно в центр на подкастик.

6 этап. Создаем регуляторы ремешка.

Для этого нам понадобится проволока 1 мм, которую мы отжигаем, вытягиваем и прокатываем через вальцы. При помощи ригелей и деревянного молоточка придаем форму окружности и паяем в местах стыка. Далее в середине окружности паяется прямая проволока по всему диаметру, на который пришивается ремешок. Таких регуляторов нам понадобится 2 штуки.

7 этап. Полировка деталей.

Используя двусторонний полировально-шлифовальный станок и бормашину мы полируем все наши детали. Для полировки используется паста гои.

9 этап. Полная сборка изделия, закрепление камня.

Производим сборку изделия: отрезаем нужные размеры ремешка, устанавливаем регуляторы и кнопки на места крепления с помощью установщика кнопок, пришиваем ремешки к крепежам на основной детали в местах не требующие крепления на кнопки.

Для того, что бы закатать камень, кладем ограненный фианит в каст и при помощи обжима закатываем стенки каста, пока полностью не закатается камень.

## **1.2. Технология изготовления кольца с секретом «Медиор»**

Технологическое обоснование выбора материала для изготовления кольца с секретом «Медиор»

Для изготовления кольца с секретом мы решили использовать нейзильбер. Этот выбор обусловлен многими факторами. Не смотря на то, что в ювелирной индустрии выбор обычно отдается драгоценным металлам, такой декоративный сплав как нейзильбер используется редко. Основная масса современных работ исключительно творческие, концептуальные, не ограниченные жесткими рамками конкретной функциональности, они – своеобразные модули для дальнейшего трансформирования в тиражные ювелирные украшения. Они конкурируют с изделиями из драгоценных металлов, которые дороже по стоимости, но часто не превосходят их по дизайну, и, как правило, уступают в оригинальности решения. Поэтому для выражения стилевых новаций, дизайнеры обратились к языку ювелирного искусства, используя характерные для России ювелирные техники, формы изделий и материалы, среди которых свое место занимает и нейзильбер.

Нейзильберы – сплавы системы Cu-Ni-Zn с содержанием никеля от 5 до 35%) и цинка от 13 до 45%. По внешнему виду напоминает серебро. В зависимости от содержания никеля может иметь голубоватый или зеленоватый оттенок. Обладает достаточной прочностью и пластичностью, хорошо паяется. Плотность 8,45; температура плавления 1050°C, твердость НВ-70 растворяется в азотной кислоте. Разъедаются горячие серная и соляная кислоты. В системе Cu-Ni-Zn имеется обширная область твердых растворов. Сплавы с малым и средним содержанием цинка имеют однофазную структуру а-твердого раствора. Наиболее распространенным представителем нейзильберов является сплав МНЦ 15-20 (Ni 5%, Zn 20%). Эстетическая выразительность ювелирных

изделий не является самоцелью дизайнера, она важна лишь как средство последовательного осуществления оригинального решения, замысла.

Хоть изделие полностью выполнено из нейзильбера, мы можем порекомендовать и другие драгоценные сплавы.

Золото – металл красивого желтого цвета с сильным блеском, вязкий, мягкий, ковкий, тягучий (из одного грамма золота можно вытянуть проволоку длиной 3,5 км); химически очень стойкий – растворяется в «царской водке» (смеси соляной и азотной кислот), а также в ртути, растворах цианистых щелочей, хлорной и бромной воде. Редко в чистом виде, чаще в виде сплава с другими металлами золото применяется для изготовления всех без исключения ювелирных украшений и как материал декоративного покрытия при золочении недорогих металлов. В ювелирном деле (за счет введения в сплавы специальных легирующих добавок) широко используется золото белого, желтого, красного, зеленого, розового и даже черного и голубого цвета, причем такая многоцветность нередко присуща одному изделию. Ювелиры охотно применяют золото в сочетании с платиной, серебром, коррозионно-стойкой сталью, титаном, черным деревом.

Серебро – металл блестяще-белого цвета с очень высокой (95%) отражательной способностью, тягучий, ковкий, пластичный; хорошо полируется, режется, скручивается, прокатывается в листы толщиной до 0,00025 мм и вытягивается в тончайшую проволоку. Серебро устойчиво на воздухе и во влажной среде, не вступает в реакцию с «царской водкой», плавиковой и соляной кислотами; растворяется в азотной и серной концентрированных кислотах. В чистом виде серебро используется для серебрения изделий из недорогих металлов и как компонент золотых и серебряных припоев; как материал для изготовления ювелирных украшений применяется только в виде сплавов (чаще всего с медью). Из серебра во многих странах изготавливают в больших количествах предметы сервировки стола и украшения интерьера. Широко используется серебро при изготовлении ювелирных украшений – серег, колец, брошей, кулонов, браслетов, коле, ожерелий, цепочек, запонок. Серебро может быть применено в сочетании с золотом, эмалью, чернью, драгоценными и полудрагоценными камнями, жемчугом, кораллами, слоновой костью.

Платина – металл серебристо-белого цвета, мягкий и ковкий, тугоплавкий, по твердости превосходит золото и серебро; легко поддается прокатке, штамповке, волочению; химически стойкий – растворяется только в горячей «царской водке», цианистом калия и расплавленных щелочах. Пластичность, прочность, износостойкость, игра цвета – эти качества платины привлекают ювелиров. Очень тонкая платиновая проволока используется при изготовлении филигранных украшений, тонких цепочек, изящных оправ для колец. Платина нарядна и эффектна в сочетании с драгоценными камнями, особенно бриллиантами. Часто из платины изготавливают тонкие ленточные браслеты, а также подвески-пластинки, отличающиеся особой элегантностью и легкостью. Платину используют также для изготовления обручальных колец, коле, кулонов, серег. В качестве камня был выбран фианит (Рис. 1.2.1.).



Рис. 1.2.1. Фианит

Он является искусственным материалом, диоксидом циркония  $ZrO_2$ , кристаллизованным в кубической сингонии. Условно может рассматриваться как аналог минерала тажеранита. Широко используется в ювелирном деле в качестве синтетической имитации драгоценных камней. Фианиты имеют кубическую кристаллическую решётку.

Как по поводу сплавов, мы можем посоветовать и более дорогостоящие материалы и в качестве камня. Камни бывают природные и синтетические. Природные камни могут быть минерального или органического происхождения.

В ювелирной практике и в торговле камни классифицируются на драгоценные, полудрагоценные и поделочные. Для создания кольца, важно учитывать какой камень будет выбран, поскольку от этого выбора зависит сама конструкция изделия. К примеру если использовать прозрачные граненные камни, то нужно делать дополнительный дикийель, поскольку камень будет иметь большой павильон. Если в качестве камня использовать не прозрачные экземпляры, такие как агат, яшма, малахит – то высоту кольца можно сильно сократить. Данный факт очень сильно поможет при дальнейшем выборе конструкции кольца с секретом.

К драгоценным камням относятся камни минерального происхождения – очень твердые, прозрачные: алмазы, изумруды, рубины, сапфиры; органического происхождения – жемчуг.

В качестве вставок драгоценных камней мы предлагаем:

- алмаз – самый твердый камень; ограненный алмаз называется «бриллиант». В зависимости от количества дефектов алмазы делят на 8 групп, наиболее ценные алмазы «чистой воды»;
- изумруд – хрупкий камень травянисто-зеленого цвета;
- рубин представляет собой разновидность минерала корунда красного цвета;
- сапфир – прозрачная разновидность корунда различной окраски – от темно-синей до бледно-голубой. Сапфир натуральный считается редким камнем, хотя ценится дешевле рубина.

Полудрагоценные – это прозрачные, бесцветные или цветные камни. Единицей массы полудрагоценных камней является грамм.

В качестве использования полудрагоценных камней мы рекомендуем:

- хризолит – прозрачный минерал от желтовато-зеленого до густо-зеленого цвета, камень довольно редкий;
- бирюза – непрозрачный минерал небесно-голубого цвета, хорошо сочетается с серебром;
- гранат – твердый, может быть прозрачным, полупрозрачным и непрозрачным, красноватых оттенков (более 30). Гранат применяют и как основу, и как вставки для украшений (браслеты, бусы, ожерелья и др.);
- топаз – камень тяжелый, твердый, прозрачный, в основном желтоватых, но встречается и других оттенков.

К полудрагоценным камням относят также шпинель, аметист, аквамарин, берилл, турмалин, циркон, гиацинт, опал, лунный камень, горный хрусталь, кварц дымчатый и камни органического происхождения – янтарь, коралл.

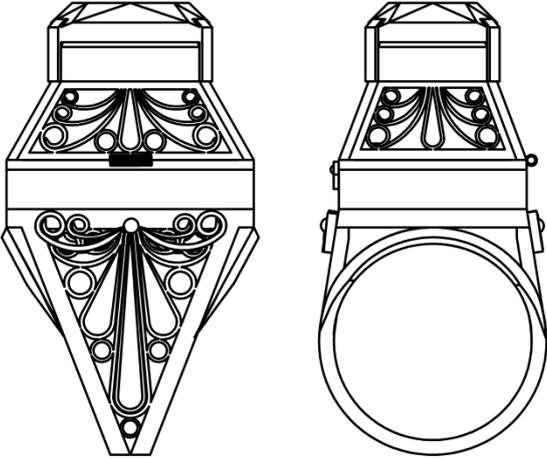
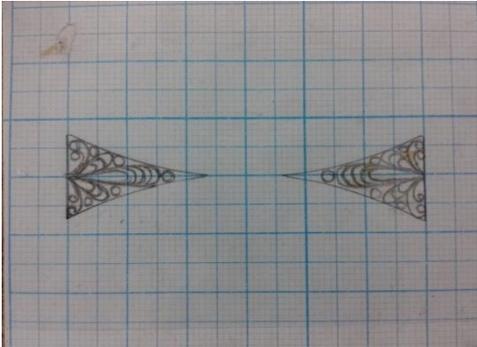
Поделочные камни. Поделочные камни – непрозрачные минералы или слабо просвечивающие, уступающие по твердости полудрагоценным камням. Поделочные камни имеют красивые рисунки и окраски, поэтому широко применяются в ювелирной промышленности. В качестве поделочных камней, использоваться может:

- халцедон – твердый поделочный камень, цвет серовато-голубой, существует много разновидностей халцедона;
- сердолик – разновидность халцедона красноватых оттенков (группа кварца);
- агат – имеет вулканическое происхождение, представляет собой многоцветно-рисунчатую разновидность халцедона;
- оникс – разновидность многоцветного агата, у древних греков и римлян использовался для вырезания камей и амулетов;
- яшма – бывает весьма разнообразной окраски различных оттенков, чаще окрашивается в кирпично-красный или бурый цвет. Яшма применяется как облицовочный, декоративный материал для колонн, светильников и др.

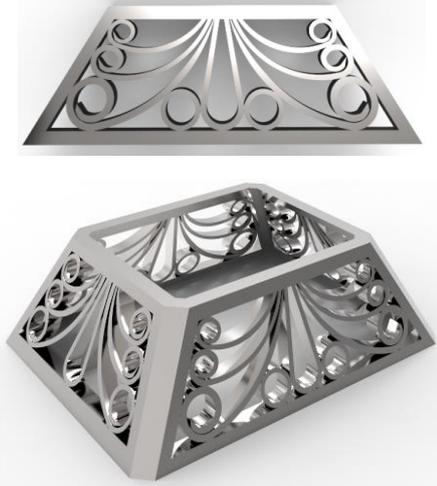
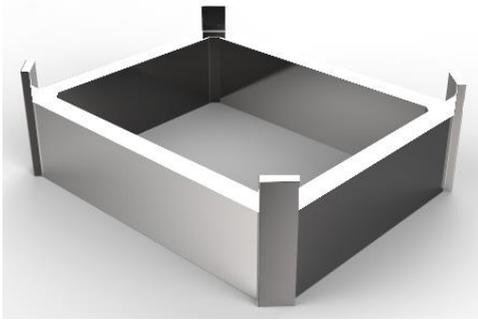
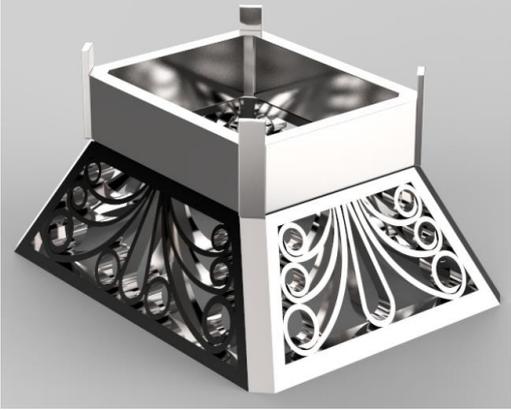
Технология изготовления кольца с секретом «Медиор»

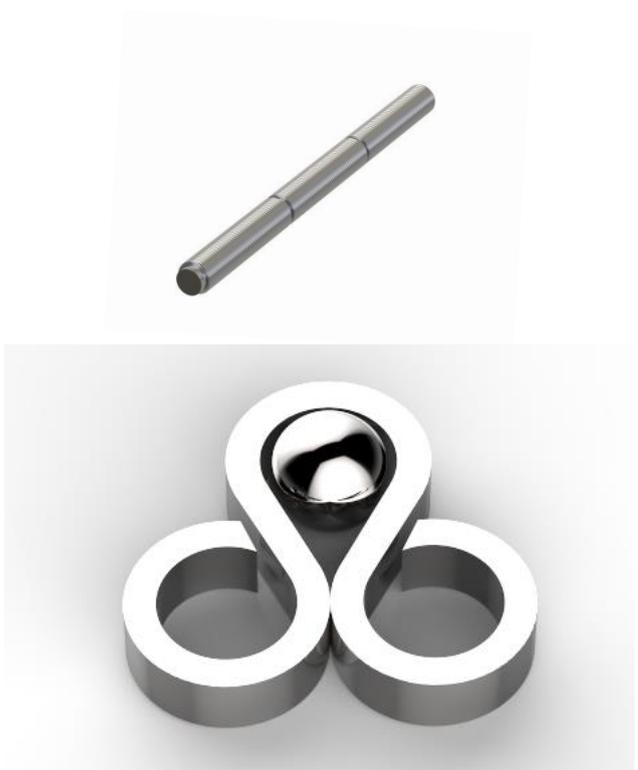
Технологической картой является документ, который содержит необходимые сведения по выполнению определенного технологического процесса. Технологический процесс – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Выполняя изделие, мы формируем технологическую карту по ходу работы (Таблица 2).

## Технологическая карта кольца с секретом «Медиор»

Наименование операции	Эскиз	Описание операции
1 Разработка эскиза		<p>При помощи программ Компас-3D и KeyShot мы создаем различные варианты эскизов.</p>
2. Проекционные виды кольца		<p>В программе Компас-3D мы создали чертеж на основе нашей 3D-модели.</p>
3. Создание узора филиграни		<p>Чертим на миллиметровой бумаге наш будущий узор из скани, и клеим его при помощи скотча на картон.</p>

Наименование операции	Эскиз	Описание операции
4. Набор филиграни		При помощи круглогубцев складываем нужный нам узор на картон, и клеим на клей БФ-6.
5. Спайка филиграни		После установки всего узора на клей, следует аккуратно снять его, и спаять при помощи припоя, флюса и аппарата бензиновой пайки.
6. Сгибание заготовки на ригеле		При помощи деревянного молотка и ригеля мы сгибаем заготовку, а затем спаиваем концы.
7. Создание коробочки и накладного элемента на ней		Мы создаем стенки коробочки прокатывая их до нужной нам толщины на вальцах. Затем спаиваем, и при помощи лобзика выпиливаем дно для коробочки. Его мы так же припаиваем. Используя дрель мы скручиваем проволоку, которую в дальнейшем накладываем на низ коробочки, и спаиваем.

Наименование операции	Эскиз	Описание операции
8. Спайка нижней части кольца с коробочкой		<p>Производим спайку верхней и нижней части. Важно учитывать повышенное количество используемой буры, а так же припоя.</p>
9. Создание дикеля		<p>Накладываем и спаиваем филигрань на 4 заготовки в форме трапеции, затем складываем их, образуя форму усеченной пирамиды, и спаиваем в местах стыка.</p>
10. Создание каста для камня		<p>Прокатываем полосу на вальцах, отрезаем и спаиваем концы. Затем отдельно создаем крапана, и припаиваем их к каждому углу каста.</p>
11. Спайка каста к основанию дикеля		<p>Устанавливаем каст на верхушку дикеля и спаиваем его.</p>

Наименование операции	Эскиз	Описание операции
12. Создание замка и шарнира		<p>Из скрученной проволоки мы создаем шарнир, который разделяем на 4 части. Так же создаем штифт для него, и замок для передней части коробочки.</p>
13. Спайка шарнира и замка к конструкции		<p>Припаиваем шарнир и замок к конструкции. При этом шарнир мы припаиваем поочередно сначала к крышке, затем к самой коробочке.</p>
14. Полировка элементов, сбор деталей, установка камня		<p>Полируем каждый элемент отдельно. Шарнир мы заклепываем при помощи молоточка, и установив камень, закрываем его крапанами.</p>

## Этапы изготовления кольца с секретом «Медиор»

Изготовление кольца с секретом «Медиор» состоит из следующих этапов:

1 этап. Разработка эскизов и чертежей кольца с секретом «Медиор».

Проанализировав рынок, и просмотрев множество аналогов, мы формируем свою конструкцию и дизайн кольца с секретом. И приходим к конечному варианту нашего изделия. Так же мы подготавливаем чертеж разверстки нашего кольца на миллиметровой бумаге.

2 этап. Выбор материала для изготовления кольца с секретом «Медиор».

Для нашего изделия мы выбрали нейзильбер сплав меди с 5-35% никеля и 13-45% цинка. Ранее мы обосновали данный выбор сплава. В качестве камня был выбран фиолетовый фианит огранки октагон. Данный цвет камня обусловлен добавлением в него оксидов металла. Неодим добавляет фианиту пурпурный оттенок. Для дна коробочки и стенок мы используем пластины из нейзильбера, прокатанные через вальцы. Для накладных элементов, шинки кольца, каста, крапанов и филиграни мы используем проволоку нейзильбера от 0.6 до 1 мм. Филигрань мы заготавливаем заранее, складывая мелкую проволоку пополам и прокручивая при помощи дрели.

3 этап. Создание разверстки кольца.

Разверстка кольца состоит из шинки, основания и филиграни. Прикрепляем наш чертеж разверстки кольца на небольшую дощечку, и обматываем скотчем. Из заготовок формируем нужные нам формы используя круглогубцы. Далее используя клей БФ-6, приклеиваем детали по контуру.

Когда все собрано, открепляем заготовку при помощи лезвия, и спаиваем все элементы между собой. В качестве припоя используем сплав из серебра и латуни в соотношении 1 к 4.

Флюс для пайки представляет собой смесь воды, буры и борной кислоты. Спаив все элементы, мы кладем заготовку в отбеливатель из воды и лимонной кислоты, дабы убрать остатки буры.

4 этап. Формирование конструкции кольца.

Круглый ригель зажимаем в тисках, и при помощи деревянного молоточка постепенно сгибаем заготовку, пока не сформируем нужный нам диаметр кольца. Концы детали сгибаем, создавая прямоугольную форму. После этого мы спаиваем концы заготовки между собой, используя припой и буру, и так же отбеливаем. Верхушку стачиваем для создания ровной площадки.

5 этап. Создание коробочки, дикеля и каста для камня.

Коробочку создаем по типу глухого каста. Используя пластины из нейзильбера, мы формируем стеки и дно, которые в дальнейшем спаиваем между собой. Так же вокруг коробочки пускаем веревочку, и спаиваем ее с основанием. Дикель состоит из 4 стенок, на каждой из которых мы собираем небольшой узор филиграни. На 9 операции в технологической карте отображены данные заготовки. Важно учитывать, что чем сильнее наклон у трапеций, тем ниже будет дикель по отношению к основанию. Все стенки дикеля мы спаиваем между собой, и стачиваем с двух сторон плоскость. Каст мы делаем сквозной, без ограничителя, и припаиваем к нему по углам крапана, которые будут держать наш камень.

6 этап. Спаивание каста к дикелю и коробочки к верхушке кольца.

При помощи припоя и флюса мы производим спайку между собой таких элементов как: каст и дикель, коробочка и верхушка кольца. Остатки буры удаляем в отбеливателе.

7 этап. Создание шарнира, замка и штифта.

Для создания шарнира мы используем 1 мм стальную проволоку в качестве своеобразного ригеля для более мелкой проволоки, которую мы наматываем на данный ригель.

Отрезав нужную нам длину пружинки, мы спаиваем её дабы она не гнулась и была статична, и отрезаем на четыре равные заготовки. Две из них мы припаиваем к боковой части кольца, а две другие к боковой части дикеля. Замок мы делаем из проволоки прокатанной на вальцах.

Сгибаем нужную нам деталь при помощи круглогубцев. Небольшую зернь припаиваем к боковой части кольца, а сам замок к боковой части дикеля.

8 этап. Полировка деталей.

Используя двусторонний полировально-шлифовальный станок и бормашину мы полируем все наши детали. Внутреннюю часть коробочки, а так же ее заднюю часть мы обрабатываем алмазной насадкой. Для полировки используется паста гои.

9 этап. Полная сборка изделия, закрепление камня.

Производим сборку изделия: устанавливаем дикель на верхушку коробочки, продеваем штифт в шарнир и заклепываем его с двух сторон. Камень мы кладем внутрь каста, и закрываем крапанами.

### **1.3. Разработка технологической последовательности изготовления значка кафедры художественной обработки материалов**

#### **Выбор технологии изготовления значка**

Разработанный значок символизирующий кафедру ХОМ (художественной обработки материалов) будет выполнен нами из сплава на основе меди – латуни.

Латунь – это цветной сплав, который является сплавом меди с цинком. Важно, что латунь проявляется стойкость как на воздухе, в морской воде, так и в растворах большинства органических кислот и углекислых растворах. Она обладает высокой жидкотекучестью и заполняемостью форм. Также отлично паяется твердыми и мягкими припоями. За счет таких высоких технологических свойств латунь широко применяется для производства различных мелких деталей, особенно для тех, которые требуют хорошую обрабатываемость и формуемость.

Латунь разделяют на 2 типа:

– двухкомпонентные латуни или простые, в их состав входит только медь и цинк, примеси используются в незначительных количествах. Такой тип латуни обозначается буквой Л и цифрой, показывающей содержание меди в процентах;

– многокомпонентные латуни или специальные, в них кроме меди и цинка присутствуют и другие дополнительные легирующие элементы. Поэтому в специальные латуни после буквы Л добавляют заглавные буквы всех легирующих элементов. Также как в простых типах латуни далее указывают содержание всех элементов в процентах через тире после содержания меди.

Металл весьма мягок, поэтому отлично подходит для литья.

В старину полированная латунь часто использовалась в качестве зеркала. Широко используются в промышленности, а также в качестве декоративного материала для сувениров, бижутерии, значков и т.д. механические свойства латуней, марок Л62 и Л68, сходны с золотыми сплавами 583-й пробы и используются как учебный материал при практическом обучении ювелиров.

После выбора материала, следует выбрать технологию изготовления.

При изготовлении значков наиболее приемлемыми являются такие технологии как литье и штамповка. В нашем случае мы выбрали литье по выплавляемым моделям.

Литье по выплавляемым моделям имеет следующие преимущества перед другими способами литья:

- значительно сокращается процесс сборки художественного изделия, так как возможность получить сложное изделие в целом виде позволяет сократить, или полностью устранить число отдельно отливаемых частей;
- высокоогнеупорная, прочная, с точной внутренней поверхностью форма позволяет получать отливки, не требующие сложной механической обработки и чеканки поверхности;
- использование неразъемных опок позволяет устранить на отливках перекосы и швы;
- возможность на одном стояке закрепить большое количество маленьких деталей, что делает эффективным и высокопроизводительным процесс получения отливок.

В основе литейного процесса по выплавляемым моделям лежит использование легкоплавких материалов: модель отливки и ее литниковая система делается из воска. Воск в горячем режиме заливают в резиновую форму, а после затвердения получают восковую модель и заливают ее специальным составом из гипса и песка. После просушивания образуется огнеупорная оболочка – керамическая форма, из которой выплавляют модельный состав и получают литейную форму, которую после прокаливания заливают расплавленным сплавом. Для получения нескольких одинаковых моделей из воска применяют эластичную форму, используя для ее изготовления силикон или герметики на его основе. С целью тиражирования восковых моделей для отливки одинаковых деталей изготавливают резиновую форму.

Формовка модели производится таким образом. Расплавленным воском к модели крепят литники, которые должны пересекаться в одной точке, где они также скрепляются воском. Исходя из размеров модели, опоку выбирают такой высоты, чтобы между ее дном и моделью был зазор. Составы формовочной

массы не менее сантиметра, а сверху в формовочной массе можно было бы вырезать литниковую чашу для плавки и заливки сплава. Состав формовочной массы гипс и песок просеянный. Готовой формовочной массой заполняют опоку на огнеупорном листе (асбесте). Взяв модель за штифт, ее погружают в еще не застывшую формовочную массу, слегка покачивая из стороны в сторону, чтобы не попадал воздух. После затвердения массы в верхней части опоки вырезают литниковую чашу. Литниковые каналы должны находиться в центре чаши. Операция выплавления (удаления) восковой модели такова: опоку ставят в муфельную печь и постепенно, чтобы не повредить форму, около двух часов повышают температуру до 350°C; затем опоку вынимают и кладут поочередно одним или другим боком на горелку, предварительно подложив асбестовую плитку, и окончательно выплавляют воск.

Получение отливки. Как только бока опоки раскалятся докрасна, ее помещают в литейную центробежную машину (Рис. 1.3.1), а литниковую чашу загружают сплавом с добавкой соответствующего флюса и плавят на пламени горелки. После полной расплавки начинают вращать центрифугу, в результате чего жидкий металл устремляется в полость формы, заполняя ее и кристаллизуясь приблизительно за 20 оборотов центрифуги. Процесс завершается охлаждением в воде и выемкой готовой отливки, то есть изделия художественного литья.



Рис. 1.3.1. Литейная центробежная машина

После очистки отливки от формовочного состава и просушки ее. Отпиливаются литники. Далее следуют отделочные операции.

Операция шлифовки производится абразивными материалами естественного происхождения: корундами, алмазами, кремнием, кварцем, а также искусственными корундами и алмазами. На практике шлифовку производят на станке с абразивными дисками, бормашиной с различными борами, или вручную – это наждачная бумага или шкурка – абразивная зернь, наклеенная на плотную бумагу или ткань. Начинают шлифовку крупнозернистой шкуркой, постепенно переходя к мелкозернистой, а затем и к шлифовальной пасте, к мельчайшей кирпичной муке. Шлифовкой удаляются окислы, открывается чистая поверхность изделия.

Полировка – это следующий этап отделки металла. Полировка осуществляется полировочной пастой ГОИ. Полировку обычно производят вручную, достигая идеальной равномерности и доставая до углублений.

Производят на специальном станке с крутящимся рогом, на котором насадка с щеткой. На щетку наносится паста и полируется изделие. После полировки пасту нужно очистить бензином или специальным раствором.

Поэтапное изготовление значка

Наша работа была разделена на этапы, которые представлены ниже (Рис. 1.3.2. – 1.3.18.).

Первый этап – разработка эскизов.



Рис. 1.3.2. Эскизы значков кафедры художественной обработки материалов

Второй этап – изготовление мастер-модели из оргстекла.



Рис. 1.3.3. Мастер-модели из оргстекла

Третий этап – снятие формы с мастер-модели.



Рис. 1.3.4. Силиконовая форма

Четвертый этап – изготовление восковок и литниковой системы.



Рис. 1.3.5.-1.3.8. Заливка воска в форму

Пятый этап – формовка литниковой системы в опоки.



Рис. 1.3.9.-1.3.10. Формовка

Шестой этап – подготовка опоки к литью, выплавка воска.



Рис. 1.3.11.-1.3.12. Прокаливание опок

Седьмой этап – плавка металла, литье значков.



Рис. 1.3.13.-1.3.14. Литевая центробежная машина

Восьмой этап – очистка и отпиливание литников.



Рис. 1.3.15. Отливки

Девятый этап – шлифовка.



Рис. 1.3.16. Отделочные операции

Десятый этап – полировка значка.



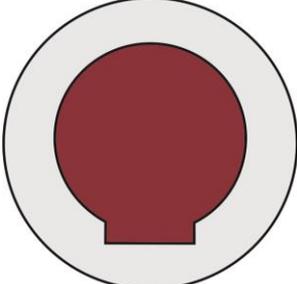
Рис. 1.3.17. Готовые значки

Разработка маршрутно-операционной карты изготовления значка

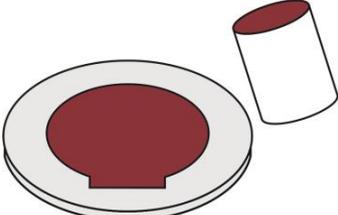
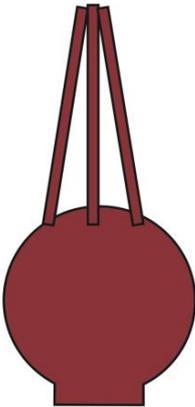
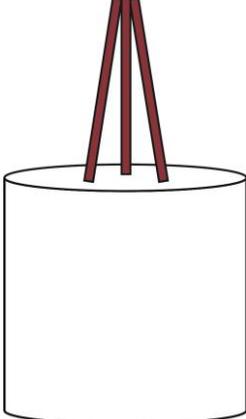
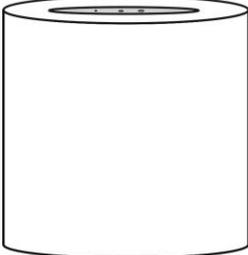
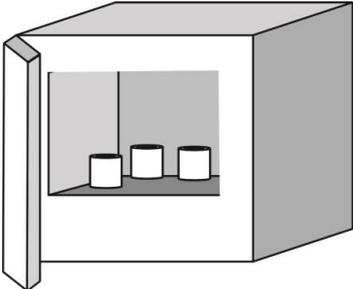
Нами была разработана маршрутно-операционная карта (таблица 3), в которой представлена последовательность выполнения работы.

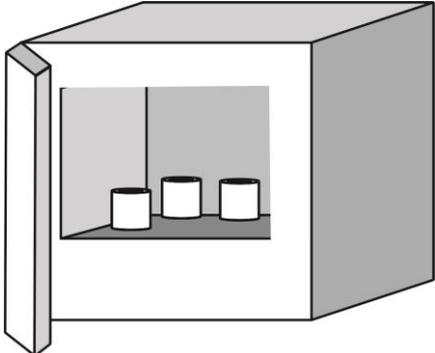
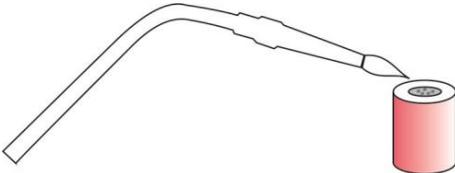
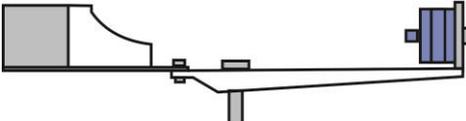
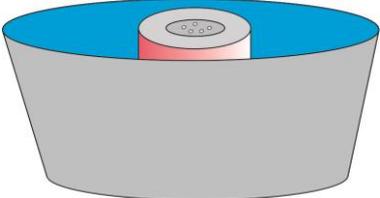
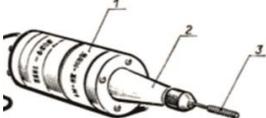
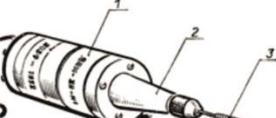
Таблица 3

Маршрутно-иллюстративная карта

№ п/п	Операции	Эскизы	Материалы, инструменты, приспособления
1	Создание мастер-модели		Пластик, воск или пластилин; стеки и резцы, подложка
2	Формовка		Герметик силиконовый, кисти, подложка

Продолжение табл. 3

№ п/п	Операции	Эскизы	Материалы, инструменты, приспособления
3	Заливка		Плитка и металлическая емкость для нагрева воска, резиновая форма
4	Пайка		Плитка, резак, литники
5	Заливка		Опока металлическая, формовочная смесь из гипса и песка
6	Создание литниковой чаши		Лопаточка для вырезания выемки
7	Выплавка		Муфельная печь

№ п/п	Операции	Эскизы	Материалы, инструменты, приспособления
8	Прокалка		Горелка, опока, муфельная печь
9	Плавка		Горелка, металл, флюсы
10	Заливка		Центробежная литейная машина
11	Охлаждение		Емкость с холодной водой
12	Чистка		Пилка по металлу, натфилы, бормашина
13	Шлифовка		Бормашина
14	Полировка		Паста ГОИ, бормашина

Материалом для значка мы выбрали цветной сплав – латунь, сплав меди с цинком. Латунь проявляет стойкость как на воздухе, в морской воде, так и в растворах большинства органических кислот и углекислых растворах. Она обладает высокой жидкотекучестью и заполняемостью форм. Также отлично паяется твердыми и мягкими припоями. За счет таких высоких технологических свойств латунь широко применяется для производства различных мелких деталей, особенно для тех, которые требуют хорошую обрабатываемость и формуемость. Относительно низкая точка плавления латуни (от 900°С до 940°С, в зависимости от состава) и особенности ее строения делают ее отливку относительно простой.

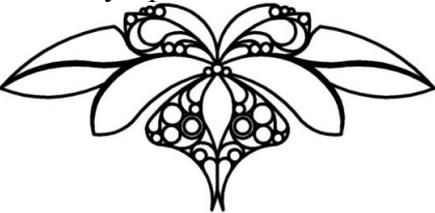
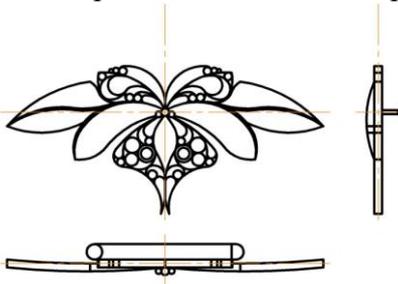
#### 1.4. Разработка технологии изготовления художественной броши «Somnia»

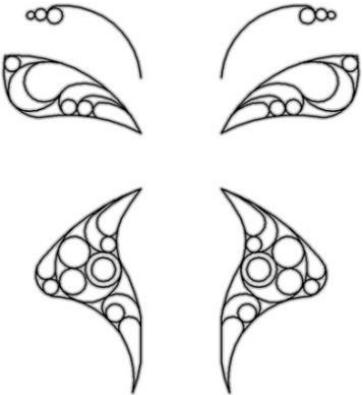
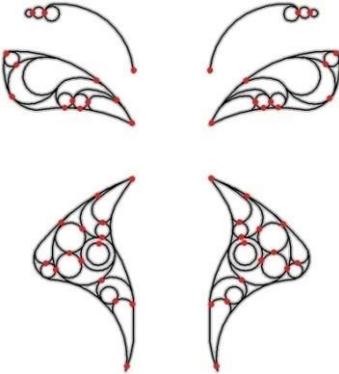
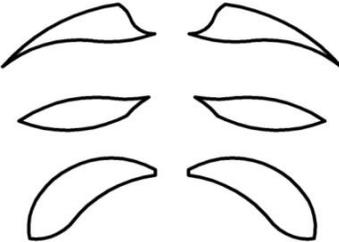
##### Технология изготовления броши «Somnia»

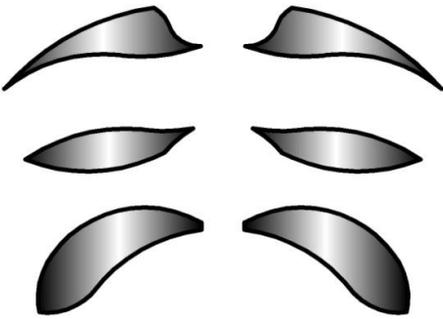
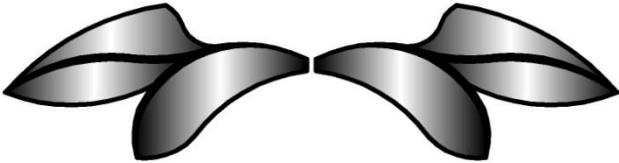
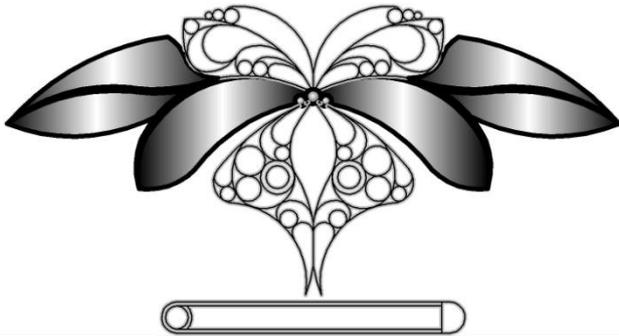
Технологическая карта процесса изготовления броши «Somnia» с применением в качестве отделочной операции создание полидекоративной поверхности технологий оксидирования и потали приведена в таблице 4. В ней отражена краткая характеристика состава последовательных операций.

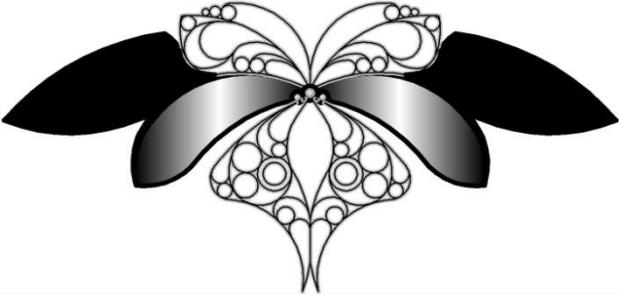
Таблица 4

Технологическая карта изготовления броши «Somnia»

Наименование операции и схематичное изображение	Используемое оборудование и материалы
<p>1. Анализ графического материала по концептуальному решению броши «Somnia» - мотыльки и разработка эскиза.</p> 	<p>Интернет-источники, графический редактор КОМПАС-3D.</p>
<p>2. Выбор расположения и создание филигранного узора.</p> 	<p>Графический редактор КОМПАС-3D. Распечатка и наклеивание на подложку из стекла для последующей работы.</p>
<p>3. Разработка проекционных видов броши.</p> 	<p>Графический редактор КОМПАС-3D.</p>

Наименование операции и схематичное изображение	Используемое оборудование и материалы
4. Заготовка филигранной проволоки: скань и гладь (скручивание, прокат, отжиг).	Аппарат бензиновой пайки, пинцет, ювелирные тиски, ювелирные вальцы, проволока из нейзильбера диаметром 0,35 мм.
<p>5. Выполнение филигранного набора крыльев и усиков. Формирование изогнутой основы и набора элементов: травочка, колечко, петелька, соединением клеев БФ-6.</p> 	Плоскогубцы, круглогубцы, бокорезы, надфили, клей БФ-6.
<p>6. Сбор филигранного набора созданием неразъемного соединения (пайка).</p> 	Аппарат бензиновой пайки, флюс, припой, пинцет, титановая игла.
<p>7. Заготовка листового металла для глухих декоративных элементов (отжиг, прокат листового нейзильбера до толщины 0,35 мм).</p>	Аппарат бензиновой пайки, ювелирные вальцы, пинцет, листовый нейзильбер толщиной 1 мм.
<p>8. Подготовка шаблонов для резки листовых элементов и наклейка на листовый металл.</p> 	Бумага, ножницы, клей БФ-6.

Наименование операции и схематичное изображение	Используемое оборудование и материалы
<p>9. Выпиливание декоративных элементов из металла.</p> 	<p>Лобзик, парафин.</p>
<p>10. Пайка сканного борта и соединение крыла.</p> 	<p>Скань, листовые элементы, аппарат бензиновой пайки, флюс припой, пинцет, титановая игла.</p>
<p>11. Пластичная деформация крыльев для придания объема.</p> 	<p>Деревянный молоток, ригель.</p>
<p>12. Сбор декоративной основы броши, зерни и крепления пайкой.</p> 	<p>Аппарат бензиновой пайки, флюс, припой, пинцет, титановая игла, зернь.</p>
<p>13. Отбеливание и оксидирование.</p> 	<p>Раствор серной кислоты, стеклянная тара, пинцет. Нагревательный элемент, эмалированная тара, раствор серной печени, пинцет.</p>

Наименование операции и схематичное изображение	Используемое оборудование и материалы
14. Промывка, просушка и полировка броши. 	Проточная вода. Бормашина с насадками, паста Гои.
15. Покрытие броши поталью, закрепление лаком, сушка. 	Трансферная поталь, клей для потали, кисть для клея, лампезель, ножницы, мягкая ткань, защитный лак.

#### Технологическое и материальное обеспечение изготовления броши «Somnia» Материальное обеспечение

В данной работе для изготовления броши «Somnia» был выбран материал – металл нейзильбер – медно-никелевый сплав с добавлением цинка из расчета от 5 до 35% меди, от 15 до 45% никеля и цинка. Данный сплав обладает соответствующими характеристиками для изготовления художественных и художественно-промышленных изделий.

#### Характеристики нейзильбера:

- характерная коррозионная устойчивость, в частности от воды и окисления воздухом, химическая стойкость;
- гибкость, пластичность, упругость к деформациям;
- повышенная прочность и твердость (3 по шкале Мооса);
- ковкость;
- стойкость к повышенным и пониженным температурам;
- простота обработки и экономичность.

Нейзильбер в переводе с немецкого языка означает «Новое серебро», был открыт в XIX веке в Германии, при попытке воссоздать формулу мельхиора открытого в Китае, являвшимся главным его поставщиком в Европу.

Данный сплав применяется для чеканки монет и медалей, изготовления ювелирных и художественно-промышленных изделий – серег, колец, кулонов, браслетов, цепочек, посуды (серебряной, золоченной), так же применяется в промышленности для изготовления деталей машин и механизмов, в медицине –

для изготовления для деталей измерительных приборов, изготовления струн музыкальных инструментов (Рис. 1.4.1. – 1.4.3.).



Рис. 1.4.1. Юбилейная монета из нейзильбера



Рис. 1.4.2. Геометрическая подвеска из нейзильбера



Рис. 1.4.3. Механизм прибора из нейзильбера

#### Технологическое обеспечение

Изготовление изделия проходило на базе мастерских ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». Ювелирная мастерская представляет собой помещение, поделенное на две зоны: зону с отдельными рабочими местами для изготовления изделий из металлов с вытяжными шкафами и другими необходимыми инструментами и учебную зону.

Оборудование, инструменты и приспособления, используемые для изготовления броши «Somnia».

1. Бензиновая паяльная установка – представляет собой подключенный к сети преобразователь частоты, соединенный с горелкой трубкой для подачи бензина. Данный аппарат предназначен для пайки, плавки и отжига небольших изделий, муфт проволоки и отдельных деталей.

2. Бормашина – используется для высокоточной и высококачественной абразивной и безабразивной обработки изделий с помощью шлифовальных кругов: щеточных, войлочных, резиновых и абразивной пасты Гои:

– пневматическая бормашина – это аппарат, работающий от подачи сжатого воздуха, поступающего к рабочей части по шлангу от компрессора и создающего крутящий момент для насадок;

– электромеханическая бормашина – это аппарат, создающий и сообщаемый крутящий момент шлифовальным кругам посредством электропривода.

#### Инструментарий

1. Лобзик – инструмент, состоящий из дугообразной рамки с рукояткой и зажимами для крепления пильной ленты, предназначен для выпиливания деталей изделия из листового металла.

2. Надфили и напильники – инструменты для точных опиловочных работ.

3. Плоскогубцы – инструмент для правления неровностей, захвата деталей.

4. Круглогубцы – инструмент для придания формы заготовкам из проволоки и листового металла.

5. Бокорезы – инструмент для реза заготовок.

6. Киянка – молоток с деревянным или резиновым бойком, используемый для правки изделий.

Деревянный боек используется при сборке, демонтаже и формовке различных материалов и конструкций, а резиновый – для работы с материалами, чувствительными к давлению.

7. Молоток с металлическим бойком используется для правки и придания форм заготовкам.

8. Пинцет – инструмент, использующийся для захвата и удержания деталей заготовок при операциях отбеливания, травления или патинирования.

#### Используемые приспособления

Ручные вальцы – приспособление, предназначенное для проката металлических заготовок или проволоки с целью придания определенной формы сечения. Вальцы представляют собой два валка, соединенных между собой механическим приводом с регулируемым зазором между ними. На один из валков механическим способом нанесены канавки определенной формы и сечения, называемые ручьями. При прохождении заготовки между валками, она получает заданную форму по всей длине.

#### Этапы и последовательность декорирования броши «Somnia»

Процесс изготовления броши «Somnia» помимо сопровождения технологической картой отражается в подробном поэтапном и иллюстрированном описании каждой проделанной операции. Весь маршрут изготовления можно поделить на три блока: теоретический (1), проектно-

конструкторский (2) и технологический (3) с соответствующим количеством операций:

#### Блок 1 (Теоретический)

1. Изучение теоретического материала – иллюстрации и описаний по воплощению концептуального решения выполняемого художественного изделия броши «Somnia» с применением в качестве отделки полидекоративной поверхности.

2. Проведения анализа аналогичных изделий для выявления сильных и слабых сторон в конструкции и дизайне, а так же поиск оптимального сочетания для выполнения декорирования.

#### Блок 2 (Проектно-конструкторский)

1. Выполнение эскизного поиска, работа с утвержденным эскизом.

2. Разработка чертежей с указанием размеров в масштабе 1:1.

#### Блок 3 (Технологический)

1. Заготовка материала для выполнения броши «Somnia». Заготовка состояла из выполнения филигранной проволоки: скань и гладь следующим образом: кусок проволоки из нейзильбера диаметром 0,35 миллиметра и длиной 1 метр складывается пополам, с формированием небольшой петли на одном конце. Свободный край зажимается в столярные тиски, петля накидывается на крючкообразную насадку шуруповерта. При нажатии на кнопку питания, под силой крутящего момента, образуется спиральный жгут (веревочка). Процесс скручивания продолжается до трех обрывов с промежуточным отжигом для снятия внутренних напряжений.

Для выполнения контура филигранного набора используется гладь. Технология выполнения следующая: кусок проволоки из нейзильбера диаметром 0,75 миллиметра и длиной 1 метр прокатывается при помощи ювелирных вальцов до появления заметного плоского ребра, с едва заметным изменением диаметра самой проволоки. Прокат осуществляется два раза с попеременным отжигом для снятия внутренних напряжений.

2. Выполнение трафарета для изготовления филигранного набора верхнего и нижнего крыла. Печать изображения, выполненного в графическом редакторе КОМПАС-3D, с последующим креплением к стеклянной пластинке. Трафарет для декоративных элементов из листового металла – контурная резка с последующей наклейкой на металлическую пластину из нейзильбера, при помощи клея БФ-6.

3. Контурное выпиливание металлических декоративных элементов при помощи лобзика, с последующим опиливанием торцевых поверхностей для придания окончательной формы (Рис. 1.4.4.-1.4.5.). Процесс осуществляется лобзиком, возвратно-поступательными движениями под 90 градусов, с небольшим уклоном и нажатием.



Рис. 1.4.4. Выпиливание

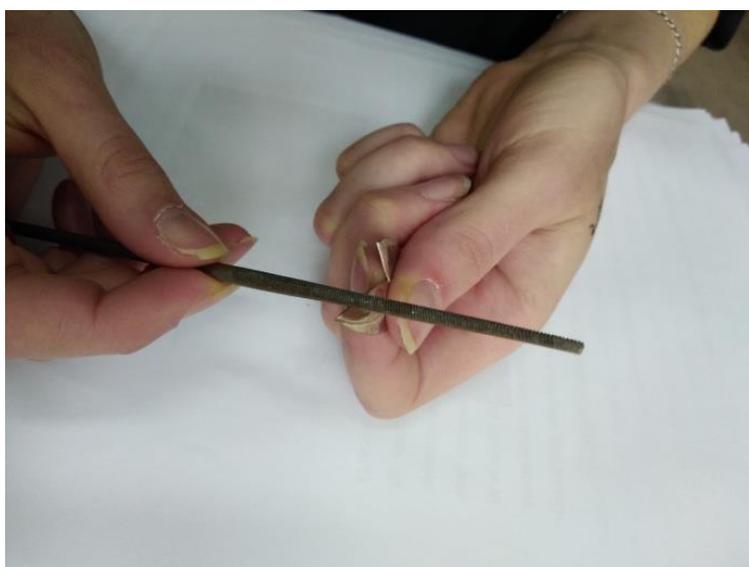


Рис. 1.4.5. Опиливание

4. Выполнение филигранного набора. Для изготовления используются плоскогубцы для выравнивания поверхности после обжига муфты, круглогубцы для формирования головочек, петелек, колечек, бокорезы для разделения элемента от проволочного полотна. Весь набор закрепляется с помощью клея БФ-6 (Рис. 1.4.6.).



Рис. 1.4.6. Филигранный набор

5. Пайка филигранного набора (создание неразъемного соединения). Филигранный набор аккуратно отделяют от стекла при помощи канцелярского ножа. Элемент опускают в раствор флюса, который не даст элементам сместиться при выгорании клея. Кусочек припоя обдают огнем для формирования шарика и поддевают титановой иглой. Весь набор равномерно нагревают, затем немногим большую температуру подают на место спайки, перенося туда припой. Шарик расплавляется, закрепляя элементы набора (Рис. 1.4.7.). Те же операции повторяются и для листовых декоративных элементов. После им придается объемная форма (Рис. 1.4.8.). После идет полная сборка изделия (Рис. 1.4.9.).



Рис. 1.4.7. Пайка



Рис. 1.4.8. Формирование крыльев



Рис. 1.4.9. Декоративная основа и крепление

6. Отбеливание изделия применяется для удаления окалины после пайки и проявления цвета металлической поверхности. Осуществляется отбеливание в растворе серной кислоты погружением, с последующей промывкой и просушкой (Рис. 1.4.10.).



Рис. 1.4.10. Отбеливание

7. Оксидирование производится с целью придания изделию большей фактурности и объемности за счет игры светотени филигранных элементов. Процесс осуществляется погружением изделия в раствор серной печени с попеременным извлечением для взаимодействия с воздухом и образования угольно-черной оксидной пленки.

8. Полировка поверхности изделия осуществляется для удаления с листовых элементов черной оксидной пленки и придания всему изделию блеска. Производится полировка на электромеханическом полировальном станке, а для проработки мелких деталей на бормашине с применением шлифовальных насадок различной жесткости: щеточные, войлочные, бархатные и пасты Гои.

9. Нанесение потали. Процесс заключается в создании кракелюрного эффекта (растрескивание), путем нанесения слоя потали на черный оксидный фон. Для этого применяется клей на водной основе, образующий липкий слой после высыхания, жесткая кисть и завершающий слой шеллачного лака. После нанесения лака для закрепления тонких металлических чешуек, производится сушка в течение 1-1,5 часов.

Разработанное и изготовленное художественное изделие брошь «Somnia» по качественным и эстетическим характеристикам не уступает промышленному однотипному партийному производству с декорированием единичными технологиями, что дает основание для утверждения уникальности данной модели среди аналогичных изделий и рассмотрения прототипом в дальнейшем, для изготовления на ее основе ювелирных украшений из драгоценных металлов (Рис. 1.4.11.).



Рис. 1.4.11. Готовое изделие – брошь «Somnia»

### Вопросы для самостоятельной работы по разделу 1

1. Что есть проектирование?
2. Перечислить и выявить характерные особенности основных стилей в проектировании.
3. Что такое стилизация? Стилизация форм.
4. Портрет потребителя и проектировщика.

5. Проектная проблема. Поиски ее решения.
6. Перечислите виды и типы творческих способностей.
7. Перечислите эргономические требования к разрабатываемому изделию.
8. Раскройте сущность проектной деятельности.
9. Определите сущность «метода проектов».
10. Дать общее представление методом решения творческих (технологических, изобретательных, конструкторских) задач.
11. Виды и стили в дизайне.
12. Особенности композиции изделий в дизайне художественно-эстетический изделий.
13. Понятие о формообразовании изделий в проектной деятельности.
14. Способы формообразования изделий.
15. Различные техники исследования: понятие, специфика, принципы построения.
16. Раскрыть понятие терминов «проектирование», «проектный образ», «концепция проекта», «проектная проблема», «проектное предложение», «модель», «моделирование изделий».
17. Перечислить основные этапы проектирования, охарактеризовать их.
18. Дать сравнительную характеристику понятий: «проектный образ» и «проектный замысел».
19. Дать сравнительную характеристику понятий «техническое задание» и «проектная проблема».
20. Дать сравнительную характеристику понятий: «Я-концепция» и «проектная концепция».
21. Опишите технологические операции изготовления форм при литье по выплавляемым моделям.
22. Какие материалы используют для изготовления выплавляемых моделей?
23. Назовите состав жидкой формовочной смеси – суспензии для формирования оболочки.
24. Опишите процесс изготовления оболочки при литье по выплавляемым моделям.
25. Какие требования предъявляются к модельным составам?
26. При каких температурах производится выплавка модельного состава и прокалка форм перед заливкой?
27. Опишите достоинства и недостатки литья по выплавляемым моделям.
28. Что такое литниковая система?
29. Какие элементы литниковой системы вы знаете?
30. Расскажите о назначении каждого элемента литниковой системы.
31. Перечислите способы подвода литниковой системы к полости формы.
32. Для чего служит литейная модель?
33. Как классифицируют литейные модели?
34. Какие технологические операции необходимо выполнить при формовке?
35. В чем отличие формовки по неразъемной и разъемной моделям?
36. Назовите достоинства и недостатки способа литья в разовые формы.

## РАЗДЕЛ 2. 3D-ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

### 2.1. Технология изготовления декоративных накладок для смартфона с использованием 3D-технологий

Выбор технологии 3D-печати декоративных накладок для смартфона

При выборе технологии 3D-печати для изготовления декоративных накладок для смартфона, мы сделали упор на принцип действия 3D-принтера. Принцип действия 3D-принтера очень схож с обычным струйным принтером, самое главное в нем – это печатающая головка, только вместо чернил здесь используется особое клеящее вещество, а точнее пластик PLA, который станет основой модели, по сути это как загрузка листа в обычный принтер. Затем печатающая головка, перемещается над поверхностью основы, наносит на него пластик точно в пределах сечения будущей 3D модели. В местах, где головка наносит пластик, состав твердеет. Поверх ложится еще один слой пластика. Печать происходит послойно, программа «режет» модель на слои, которые потом принтер и будет печатать один за другим (Рис. 2.1.01.). Время печати одного слоя – 2-4 минуты. Роликовый механизм переносит материал для печати из подающей камеры на рабочую платформу, (захватывается на 30%).

С каждым новым проходом область печати опускается на 0.1 миллиметр вниз, а валик забирает очередную порцию порошка из хранилища, равномерно раскатывает его по поверхности. Объем изделия (чехла) растет со скоростью всего 2 миллиметра в минуту. В тот момент, когда печатающая головка наносит пластик в то место, где будет цветная поверхность, к клею примешиваются самые обычные цветные чернила из самого обыкновенного картриджа для струйного принтера.

Благодаря этому можно сделать модель наклейки для смартфона с любым узором на поверхности. Когда печать закончена, полученную деталь очищают от заусенцев с помощью наждачной бумаги. На таком принтере создаются абсолютно любая детализировка частей декоративных накладок из пластика с учетом инженерной, технологической и дизайнерской проработкой.

Области применения и возможности 3D-печати безграничны. Для производства декоративных накладок – даже эксклюзивных, учитывается стоимость расходных материалов. Среди архитекторов и дизайнеров, кому нужны объемные материальные макеты отдают предпочтение технологиям конструирования на основе 3D-принтеров (Рис. 2.1.02.).

Большинство отраслей промышленности уже сегодня создают 3D-конструкции, которые готовы к печати на 3D-принтерах. Программное обеспечение, управляющее 3D-принтерами, принимает все основные форматы файлов, содержащих 3D-геометрию, включая .stl, .wrl, .ply и .sfx-файлы, они могут экспортировать все основные пакеты 3D-моделирования. В дополнение к основным применениям в дизайне и машиностроении, 3D-печать занимает новые ниши, в их числе: медицинское, молекулярное и пространственное моделирование.

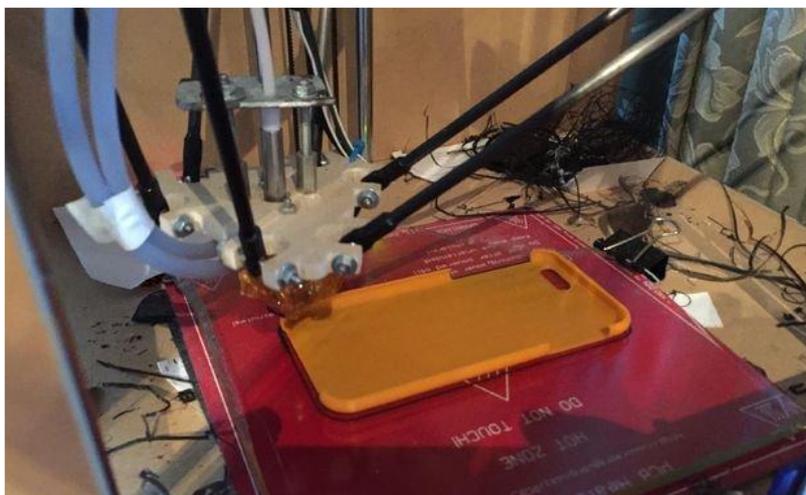


Рис. 2.1.01. Получение объемной детали

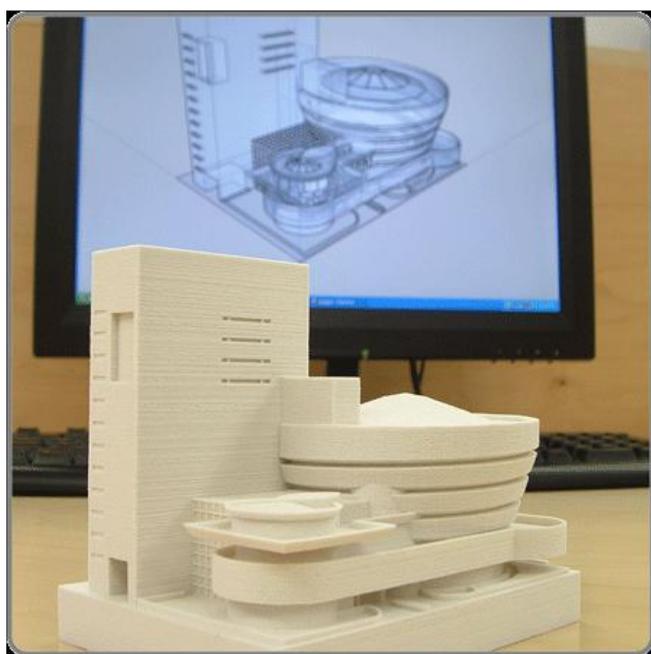


Рис. 2.1.02. Модель офиса, напечатанная на 3D-принтере

Дополнительными источниками данных являются: диагностические данные с СТ/MRT аппаратов, база данных моделирования молекул протеина и оцифрованные поверхности с 3D-сканеров.

В последнее время конструирование и моделирование с использованием 3D-принтеров стало широко распространенным, было разработано множество специализированных программных средств для конкретных отраслей производства 3D-принтер затрачивает на печать дополнительно незначительное количество времени по сравнению с печатью одного изделия. При печати 3D-принтером точность, в основном, зависит от возможности нанесения материала в нужном месте в нужное время. Данная возможность зависит от размера сопла и механических приводов. Использование высокоточных струйных головок в 3D-принтере позволяет получать качественные детали с высоким разрешением. Увеличению общей скорости 3D-принтера способствует и метод нанесения материала. 3D-принтеры переносят при помощи ролика до 90% материала

модели, что невероятно эффективно и быстро, и наносят небольшое количество рабочего материала, связующей жидкости, через печатающие головки. При выборе технологии в 3D-печати декоративных накладок для смартфона, мы учитывали основные характеристики 3D-печати. При печати детали декоративных накладок размещаются по всему объему рабочей камеры, этим самым еще более сокращая суммарные временные затраты на создание аналогов, спроектированных 3D-изделий.

Понятный пользовательский интерфейс и простой процесс изготовления прототипов декоративных накладок делают 3D-принтеры доступными для всех, кто вовлечен в процесс конструирования. Используемые материалы 3D-принтера нетоксичны, абсолютно безопасны и не требуют создания специального рабочего помещения, такого как лаборатория или мастерская. Благодаря простым процедурам подготовки к работе и понятному интерфейсу программы любой может эффективно использовать 3D-принтеры, что исключает необходимость держать в штате специализированного оператора. Надежная технология 3D-принтеров не требует контроля процесса во время печати, вмешательство проектировщика ограничивается лишь несколькими операциями по подготовке принтера и извлечению прототипов, что обычно не превышает одного часа.

3D-печать, в конечном итоге, является самой быстрой из представленных на рынке коммерческих технологий. В статье журнала «The Economist» под названием «The Printed World» приведены слова Терри Уолерса, исследователя в области 3D-печати. Он говорит, что в настоящий момент в странах европейского союза более 20% произведенных изделий, выполненных на 3D-принтерах. Уолерс предсказывает, что уровень производства подобных изделий вырастет до 50% к 2020 году.

Можно предположить, что производительность будет гораздо интенсивнее и связано с внедрением новых способов производства из разного рода материалов и захватом новых областей промышленности.

Чтобы технология трехмерной печати стала доступна как необходимый атрибут для человека, необходимо, чтобы она была простой в использовании и приносила эстетическое наслаждение от качества исполнения и декора.

Одним из главных преимуществ 3D-печати является ответ на потребности молодежной аудитории владение необычными аксессуарами, для модных смартфонов, определяющих тягу ко всему новому и необычному, производимых по современным цифровым технологиям.

Использование 3D-принтера позволяет:

- в несколько раз сократить время проектирования;
- увидеть свое изделие еще на стадии чертежей (3D-модель);
- показать изделие в трехмерном изображении;
- быстро изготовить нужную деталь, или ее прототип единичным экземпляром;
- быстрое изготовление прототипов моделей и объектов для дальнейшей доводки.

Уже на этапе проектирования можно кардинальным образом изменить конструкцию объекта в целом.

Анализ технологий и свойств применяемых материалов для изготовления декоративных накладок для смартфона

Процесс создания (выращивания) твердотельного объекта с помощью 3D-принтеров позволяет увидеть подетальное изготовление декоративной наклейки для смартфона (смартфона). 3D-принтер является специализированным оборудованием, которое позволяет на основе 3D создать трехмерную наклейку для смартфона с использованием декоративных элементов.

В основе создания такого аксессуара лежит принцип послойного создания объекта. Результатом работы является объемная модель с максимальным разрешением и с высоким качеством. 3D-принтеры уже сейчас успешно конкурируют с традиционными технологиями производства подобных декоративных изделий. По сравнению со штучным производством декоративных накладок с использованием 3D-принтеров процесс производства происходит значительно дешевле и быстрее. Кроме того, они просты в эксплуатации, и для того чтобы осуществить печать на 3D-принтере, достаточно использовать компьютер и необходимое программное обеспечение.

Традиционное создание декоративных изделий из искусственных материалов (пластика) требует определенных затрат и времени.

Век современных информационных технологий диктует определенные правила использования высокотехнологичных устройств более эффективных методов разработки и создания трехмерных моделей декоративного характера, таких как наклейки для смартфона. В зависимости от размерных характеристик, материала и проектных решений следует использовать технологии «струйной печати» с использованием различного PLA пластика.

3D-принтеры (в системе 3D), работают с невероятной скоростью и с очень низкой себестоимостью, их используют в массовом производстве.

Перспективные 3D-технологии позволяют экономить время дизайнерам и инженерам. Методы 3D-печати развиваются настолько бурно, что казалось, еще несколько лет назад невозможным. Сегодня методы 3D-моделирования воплощаются в конкретных технологиях и изготавливают твердотельные модели: как женские украшения, так и всевозможные декоративные изделия, и аксессуары. Они способны производить детали различных конструкций с использованием различных искусственных материалов. Мы остановили свой выбор на пластике.

Пластик – довольно пластичный материал, хорошо противодействует ударам (Рис. 2.1.03.).



Рис. 2.1.03. Пластиковый чехол

Для изготовления декоративных накладок, мы выбрали специальный, относительно новый материал, который одновременно собрал в себе все лучшие характеристики пластика. Он одновременно пластичный и достаточно жесткий. Прекрасно держит удары. Этим и обосновывается наш выбор материала для печати на 3D-принтере. Выбранный материал PLA пластик. Состав и технические характеристики выбранного материала представлены в таблице 5.

Таблица 5

Технические характеристики PLA-пластика

1	2
Температура плавления	173-178°C
Температура размягчения	50°C
Твердость (по Роквеллу)	R70-R90
Относительное удлинение при разрыве	3,8%
Прочность на изгиб	55,3 Мпа
Прочность на разрыв	57,8 Мпа
Модуль упругости при растяжении	3,3 Гпа
Модуль упругости при изгибе	2,3 Гпа
Температура стеклования	60-65°C
Плотность	1,23-1,25 г/см <sup>3</sup>
Минимальная толщина стенок	1 мм
Точность печати	± 0,1%
Размер мельчайших деталей	0,3 мм
Усадка при изготовлении изделий	Нет
Влагопоглощение	0,5-50%

Выпускается в бабинах в виде пластиковых нитей при помощи 3D-принтера позволяет украсить собственный смартфон, обладает неограниченными возможностями в разработке (20 лет гарантии эксплуатации), производстве декоративных накладок и украшении декоративными элементами в виде оригинального орнамента (Рис. 2.1.04.). Эта инновация может стать прекрасной идеей для нового производства и бизнеса.



Рис. 2.1.04. Варианты декора чехлов

Разработка декоративных накладок – как разновидности трехмерного объекта позволяет найти и разработать новый дизайн с элементами декоративного оформления. Конечно, есть множество готовых моделей, которые можно просто распечатать. Но цель работы направлена на поиск «нового» изделия с оригинальным решением декора. Для создания декоративной наклейки для смартфона на 3D-принтере необходимо определить форму, разработать на основе проекта с помощью программ 3D-моделирования и технологию изготовления (Рис. 2.1.05.).



Рис. 2.1.05. Прототипы декоративных накладок для смартфонов

Разработка технологического процесса изготовления декоративной наклейки для смартфона заключается в ряде этапов, начиная с подготовительного и заканчивая финишным (печатью).

1. На подготовительном этапе производится определение габаритных размеров смартфона (размер должен точно соответствовать телефону) и выбор для печати эластичного материала (PLA пластик). При необходимости (неэластичности материала), можно предусмотреть необходимый зазор.

2. Построение 3D-модели. Наиболее сложный этап, на котором создается модель будущего изделия по параметрам: определяется толщина, создаются функциональные отверстия для окон зарядки, камеры, разъема наушников, логотипа и т.п.

3. Разработка декоративных элементов. На готовой основе модели выполняются разнообразные узоры, фигурные вырезки и прочие элементы дизайна. Учитывая возможности 3D-принтера печатаются орнаментальные декоративные элементы.

4. Конвертация модели в формат STL и отправка на печать. На этом этапе для проверки габаритных размеров сначала можно печатать прототип модели без декора, чтобы убедиться в том, что он будет соответствовать размерам телефона. Затем послойно наплавить декоративные элементы. При таком подходе можно вносить изменения в 3D-модель, затем производится печать трехмерной заготовки (Рис. 2.1.06.).



Рис. 2.1.06. Накладки из PLA пластика распечатанные на 3D-принтере

Полученная трехмерная модель декоративной наклейки с учетом современных цифровых технологий подразумевает использование разнообразных моделей гаджетов.

## Технология изготовления декоративных накладок для смартфона с помощью 3D-принтера

Технология 3D-печати представляет собой хорошо спланированный и подготовленный процесс преобразования виртуальных моделей в физические объекты. Процесс 3D-печати состоит из этапов, перечисленных на рисунке 2.1.07.



Рис. 2.1.07. Этапы 3D-печати

Содержательный процесс изготовления декоративной накладки содержит ряд этапов 3D-печати с применением технологии «FDM» (Fused Deposition Modeling), которая предполагает формирование объектов методом послойной укладки расплавленной полимерной нити.

Этап 1: Создание цифровой модели накладки. Процесс 3D-печати начинается с разработки виртуального образа будущего объекта в 3D-редакторе или CAD-программе («3D Studio Max», «AutoCAD», «Компас 3D», «SolidWorks» и др.). Работа производится на персональном компьютере и стандартными пакетами прикладных программ (Рис. 2.1.08.).

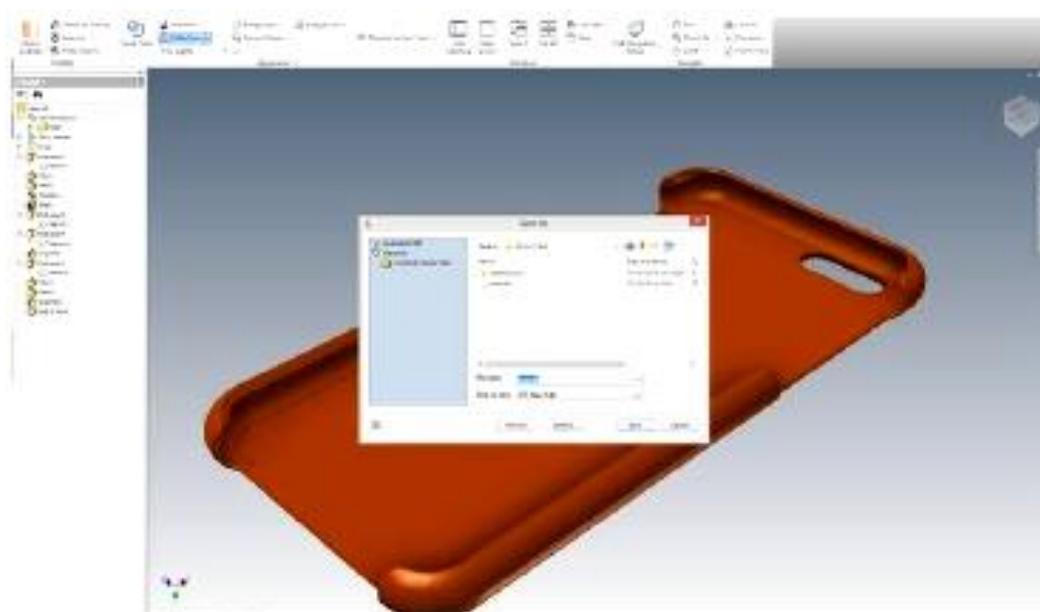


Рис. 2.1.08. Виртуальная модель накладки для телефона в среде SolidWorks

На создание виртуального образа накладки для смартфона требуется от нескольких часов до нескольких дней, в зависимости от степени сложности модели. Для получения высококачественного 3D-объекта, виртуальную модель можно разместить на специализированных сайтах, посвященных 3D-печати.

Этап 2: Экспорт 3D-модели в STL-формат. Когда моделирование накладки окончено, следует перевести полученный файл в STL-формат, который распознает современный 3D-принтер. Для этого выбираем в меню пункт «Сохранить как» или «Import/Export», в зависимости от используемой программы.

Перед экспортом файла указываем степень детализации модели чехла, степень ее разбиения на треугольники. При выборе параметра «Точно», разбиение получится плотным, готовый файл занимает много места на жестком диске компьютера и дольше обрабатывается специальным программным обеспечением, в итоге на выходе получается объект с высококачественной поверхностью.

При выборе способа разбиения объекта необходимо учитывать требования к качеству его внешней поверхности, а также мощность персонального компьютера и его способность к обработке модели декоративной накладки перед отправкой на печать.

Этап 3: Генерирование G-кода. STL-файл с будущим объектом накладки обрабатывается специальной программой-слайсером, которая переводит его в управляющий G-код для 3D-принтера. Если модель не подвергнуть слайсингу, то 3D-принтер не распознает ее. Среди наиболее популярных слайсинговых программ можно отметить Kisslacer, Skineforge, repletier host и др. (Рис. 2.1.09.).

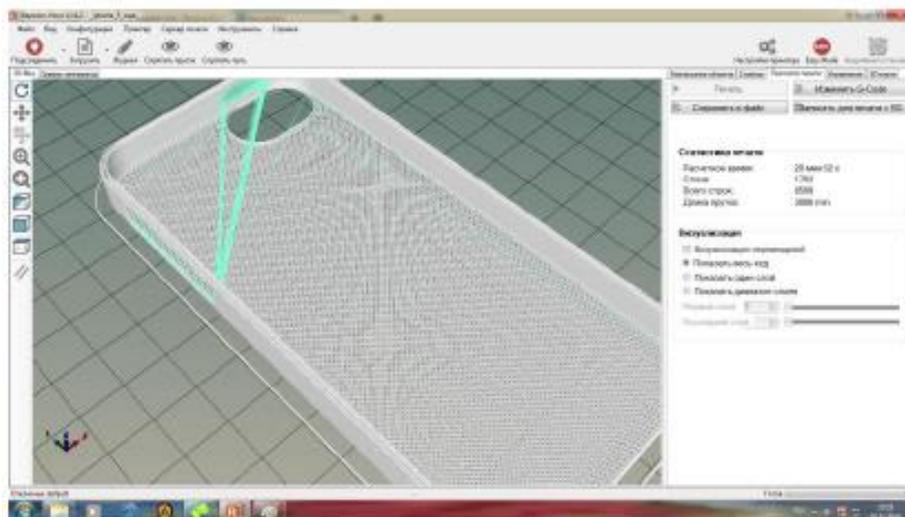


Рис. 2.1.09. Программа-слайсер repletier host указывает последовательность нанесения материала во время 3D-печати

Программа-слайсер разрезает модель накладки на тонкие горизонтальные пластины и преобразуют в цифровой G-код, понятный трехмерному принтеру. Программа-слайсер задает траекторию движения печатающей головки 3D-принтера при нанесении расходного материала.

После обозначенного этапа, модель накладки подготовлена, переведена в STL-формат и сгенерирован ее G-код. Теперь объект отправляется на печать.

Этап 4: Подготовка 3D-принтера к работе. На этапе подготовки 3D-принтера с технологией FDM-печати к работе следует наклеить на рабочую платформу специальную самоклеющуюся пленку и загрузить в специальный отсек бобину с полимерными нитями (Рис. 2.1.10.).



Рис. 2.1.10. Принтеры с технологией FDM-печати используют для печати бобины с полимерными нитями

Пленка приклеивается к платформе, после чего канцелярским ножом обрезаем ее края. При образовании пузырьков, их нужно выпустить, проколов иголкой. Перед началом печати пленку рекомендуется обезжирить, протерев спиртом.

Далее следует загрузить в 3D-принтер бобину с полимерной нитью выбранного цвета. PLA бобина устанавливается на подставку, подрезается конец нити, чтобы он был ровным. Для печати нельзя использовать грязные, поврежденные или изломанные нити, которые могут повредить принтер, вывести его из строя. Конец нити заправляется в отверстие для подачи и продвигается вперед до тех пор, пока он не упрется в экструдер. Через несколько секунд из экструдера появится мягкая нить расплавленного пластика. Затем приступаем к процессу печати.

Этап 5: Печать 3D-объекта. Важнейшими элементами 3D-принтера являются рабочая платформа и печатающая головка. На рабочей платформе происходит формирование готового объекта-накладки. Во время работы платформа двигается вверх и вниз по оси Z. Печатающая головка выдавливает на рабочую платформу расплавленную полимерную нить, слой за слоем формируя готовую телефонную накладку. Печатающая головка 3D-принтера движется по горизонтали и вертикали (оси X, Y).

Процесс трехмерной печати: печатающая головка выдавливает в рабочую зону первый слой расплавленного пластика, после чего платформа опускается вниз на толщину слоя и начинается формирование следующего слоя, который накладывается поверх предыдущего (Рис. 2.1.11.).

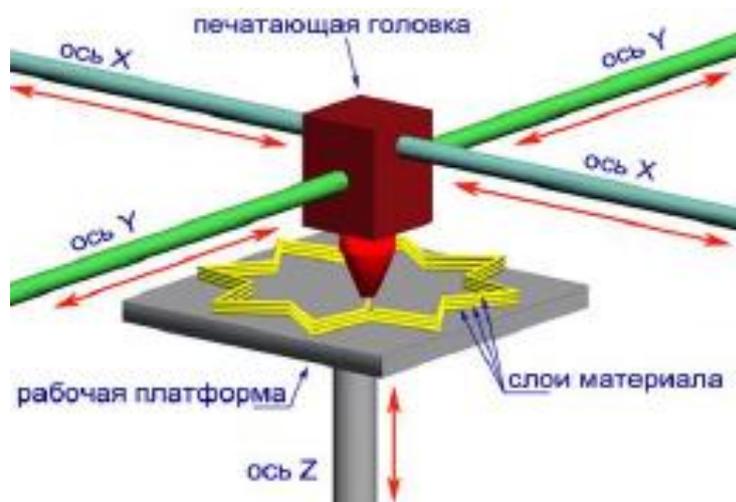


Рис. 2.1.11. Конструктивные элементы FDA-принтера

После завершения печати каждого слоя платформа опускается вниз, так происходит на протяжении всего цикла печати, пока на платформе не появится готовое изделие – накладка для телефона (Рис. 2.1.12.-2.1.14.).



Рис. 2.1.12. 3D-печать: принтер наносит на платформу первые слои наклейки



Рис. 2.1.13. Печать объекта продолжается



Рис. 2.1.14. 3D-печать на завершающем этапе

Этап 6: Послойная печать декоративных элементов. Чтобы напечатать декоративные элементы на готовую заготовку, трехмерную модель наклейки, принтеру требуется несколько часов, в зависимости от сложности декора и разработанного дизайна.

Этап 7: Финишная обработка готовой наклейки. После выполнения декора производят отделочные операции: чистка заусенцев, покрытие цветным глянцевым лаком (Рис. 2.1.15.).



Рис. 2.1.15. Итоговое изделие – наклейка для смартфона

Технология изготовления декоративной наклейки производится с помощью 3D-принтера PrintBox3D One, основанного на технологии FDM (Fused Deposition Modeling), изображенный на рисунке 2.1.16.



Рис. 2.1.16. 3D-принтер PrintBox3D One

Это продукт российской разработки отдельные компоненты, прежде всего, электронные – зарубежного происхождения, а для управления используется открытое программное обеспечение, используемое 3D-принтерами, в основе которых лежат прототипы RepRap. По заверениям производителя – компании RGT, для создания узлов и блоков PrintBox3D One использованы собственные разработки команды конструкторов, имеющих опыт в создании станков с числовым программным управлением (ЧПУ). К тому же детали для принтеров изготавливаются на собственной производственной базе с использованием высокоточного оборудования.

Обозначим заявленные производителем характеристики, которые представлены в таблице 6.

Таблица 6

Параметры и комплектация принтера PrintBox3D One

Параметр	Значение
Точность позиционирования (X Y Z)	0,05 мм
Минимальная толщина слоя печати	0,05 мм
Размер рабочего поля печати	185×160×150 мм (поясним: 150 мм - это предельная высота)
Максимальная скорость перемещения печатающей головки	150 мм/сек
Сопла для печати	0,15 / 0,30 мм
Максимальная скорость печати	30 см <sup>3</sup> /час
Материалы для печати	Пластик PLA, ABS, PVA и др.
Потребляемая мощность	180–500 Вт
Размер принтера	320×360×390 мм
Вес принтера (нетто)	10,5 кг

Комплектация принтера довольно богатая, в упаковке Вы найдете:

- катушка с пластиком (PLA, 1 кг) и подставка для нее (Рис. 2.1.17.), набор инструментов (Рис. 2.1.18.), включающий два шестигранных ключа, пинцет, мастихин (лопаточка для снятия модели) и бита для смены сопла;
- кабели: питания и USB (с ферритовыми кольцами);
- флэшка с ПО и инструкциями;
- фильтр для очистки нити и фторопластовую трубку;
- четыре алюминиевые ножки с фетровыми вставками.



Рис. 2.1.17. Подставка для катушки PLA



Рис. 2.1.18. Набор инструментов и принадлежностей

В нее устанавливается катушка толщиной не более 90-92 мм (103 мм). Подставка позволяет сэкономить место: лежащая на столе катушка занимает гораздо большую площадь (Рис. 2.1.19.).



Рис. 2.1.19. Принтер с подсоединенной нитью и катушка с подставкой

Конечно, самому сделать подобную подставку не слишком сложно, но это лишние хлопоты. Имеющийся в комплекте фильтр представляет собой пластиковую коробочку с кубиком поролона внутри, имеющая с двух сторон отверстия для нити. Конец нити продевается в нижнее отверстие, протыкая поролон, и вытаскивается сверху. Таким образом, обеспечивается очистка поверхности нити от разного рода загрязнений – это актуально.

Следующая деталь – фторопластовая трубка. В нее продевается нить, после чего один край трубки вставляется в выходное отверстие фильтра, второй – во входное отверстие печатающей головки. За счет этого образуется достаточно жесткая петля, благодаря которой нить всегда входит в экструдер под углом, близким к прямому, что в сочетании с приличным радиусом изгиба петли не позволяет нити обломиться в случае каких-то проблем с подачей или неосторожных манипуляций с катушкой. Хотя опыт 3D-печати у нас пока невелик, но мы уже успели единожды столкнуться с подобным при работе с другим принтером, не имеющим такой петли.

Конструктивная основа – несущий каркас. Корпуса как такового у принтера нет, есть только каркас с боковыми стенками трапецевидной формы и закрытым коробом небольшой высоты в основании. Какие-либо крышки, закрывающие рабочий объем, отсутствуют, есть только несколько небольших пластин, прикрывающих отдельные механизмы.

При изготовлении PrintBox3D One использовали алюминий. Несущая конструкция рамы в виде перевернутой буквы «Т» состоит из двух 8-миллиметровых пластин; горизонтальная (нижняя) сплошная, а в вертикальной сделано большое окно, в котором перемещается рабочий стол.

Боковые стенки и крышки, закрывающие узлы и механизмы, композитные: наружные поверхности из тонких листов алюминия, а между ними более толстый слой пластика, суммарная толщина 3 мм. В коробе, образующем нижнюю часть принтера, располагается вся электроника, включая источник питания. Для обеспечения теплового режима предусмотрен вентилятор, расположенный на заднем торце; туда же выведены разъем для кабеля питания,

механический выключатель и usb-порт (тип В). Общение с принтером осуществляется через компьютер.

Экстерьер PrintBox3D One в значительной степени менее утилитарен, чем у многих других моделей (Рис. 2.1.20.).



Рис. 2.1.20. Экстерьер PrintBox3D One и шаговые двигатели

Механизмы перемещения. Движущиеся части принтера: печатающая головка и рабочий стол (по двум осям) – перемещаются по линейным направляющим, сделанным из стали. У печатающей головки направляющая одна (для оси X), а у платформы их четыре, по две для каждой оси перемещения – вертикальной Z и горизонтальной Y. Дополнительную прочность придает система крепления самих направляющих: каждая из них закреплена не менее чем десятком винтов, установленных через каждые 20 мм.

В качестве привода использованы шаговые двигатели 17HS4401N, передача осуществляется зубчатыми ремнями. Концевые датчики механические (Рис. 2.1.21.).

Защита подходящих к движущимся частям пучков проводов сделана из сочлененных пластиковых сегментов, образующих чехол, способный петлеобразно изгибаться в направлении движения данной подвижной части и достаточно жесткий в перпендикулярном направлении.



Рис. 2.1.21. Зубчатые ремни и движущая основа

Дополнительно провода защищены трубками из термостойкого материала. Печатающая головка. Экструдер имеет алюминиевый корпус, состоящий из двух легко разъединяемых половин системы из двух пластиковых шестеренок, осуществляющих подачу нити и расположенных во фрезерованных пазах.

Шестерни посажены на валы с помощью подшипников и приводятся в действие закрепленным на корпусе экструдера шаговым двигателем того же типа, что и в приводах. Для прохождения нити в зубьях шестеренок сделаны проточки, «обнимающие» нить по периметру (Рис. 2.1.22.).

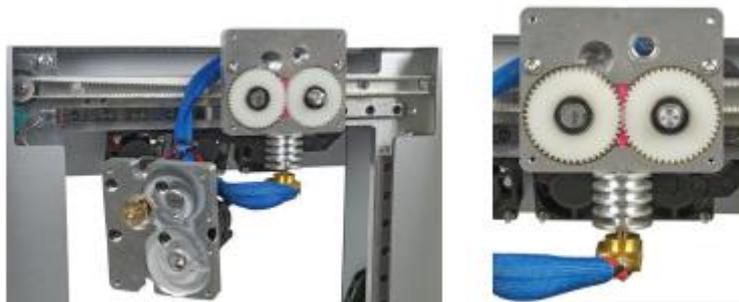


Рис. 2.1.22. Печатающая головка и регулировка прижима нити PLA

Ось ведомой шестерни в свободном состоянии имеет небольшой люфт, который позволяет регулировать усилие прижима. Регулировка осуществляется винтом на правой боковой части экструдера. Хот-энд крепится к экструдеру через цилиндрический алюминиевый радиатор, а для дополнительного охлаждения на корпусе экструдера в месте стыка с радиатором установлены два соосных 25-миллиметровых вентилятора. Сопло с резьбовым наконечником заменяется с помощью, имеющейся в комплекте стандартной биты, ручку для которой можно быстро напечатать на самом принтере – модель в формате STL есть на флэшке с ПО, только надо либо делать ее из PLA, либо при работе с ABS, имеющем значительную термоусадку. Менять сопло надо в нагретом состоянии. Использование биты сводит опасность ожога к минимуму.

Рабочий стол. Платформа состоит из двух алюминиевых пластин: 8-миллиметровой нижней и 4-миллиметровой верхней, на которой и будет располагаться модель при печати. Верхняя пластина сплошная, а в нижней для облегчения веса конструкции фрезеровано большое фигурное отверстие (Рис. 2.1.23.).



Рис. 2.1.23. Сопло с резьбовым наконечником и лист пленки на платформе

Размеры обеих пластин 245×200 мм, но вся площадь верхней пластины для размещения модели не используется: как было сказано выше, в горизонтальной плоскости максимальные размеры печати 185×160 мм.

Пластины соединяются подпружиненными винтами, имеющими шлиц под 3-миллиметровый шестигранный ключ. Винты расположены по углам и позволяют юстировать положение верхней пластины с достаточной точностью. Правда, при поднятой и максимально выдвинутой вперед платформе доступ к двум задним винтам перекрыт сверху рамой, но именно в таком положении проверять юстировку и не требуется, можно немного задвинуть рабочий стол назад: пластина жесткая, и сколь-нибудь заметной ошибки не будет.

На краях нижней пластины снизу установлены направляющие для перемещения по оси Y (вперед-назад). В середине закреплен зубчатый ремень. Исходя из того, что пластик очень плохо прилипает к алюминию, поэтому приходится принимать дополнительные меры по улучшению адгезии. На рабочую поверхность используют самоклеящуюся пленку для лазерных принтеров и копиров, которая поставляется в виде листов формата А4.

Значительная толщина пластины обеспечивает равномерный нагрев поверхности. Охлаждение модели. Важно обеспечить максимально быстрое затвердевание выходящего из сопла пластика с помощью вентиляторов, помогающие быстрее охладить только что уложенную нить.

В PrintBox3D One на специальной пластине с небольшими промежутками установлены три 40-миллиметровых вентилятора, обеспечивающие поток воздуха с практически той же шириной, что и у рабочей области печати. Направление потока жестко задано наклоном пластины и не регулируется – очевидно, оптимум подбирался на этапе проектирования самого принтера (Рис. 2.1.24.).



Рис. 2.1.24. Вентиляторы

Управление скоростью вращения вентиляторов, равно как их полное отключение, осуществляется из программы управления печатью либо задается при создании для данного образца управляющего кода, отправляемого на принтер.

Электроника. В отношении электронных узлов в основу положен микроконтроллер Atmel, работающий на платформе Arduino.

Подготовка к работе. Все процедуры очень подробно и с иллюстрациями описаны в руководстве, которое поставляется в электронном виде вместе с программным обеспечением.

Необходимо проделать следующие действия:

- прикрутить ножки, собрать подставку для катушки с нитью;
- подключить принтер к сети 220 В и к USB-порту компьютера;
- установить драйвер и другое программное обеспечение с комплектного носителя;
- проверить калибровку платформы и загрузить нить.

Эти операции занимают максимум полчаса, после чего можно начинать печатать. В качестве управляющей программы предлагается Repetier-Host версии 0.90С. Это открытое ПО, которое может работать на компьютерах с MS

Windows, Mac OS X, Linux. Работа с Repetier-Host также подробно описана в инструкции.

Для работы с принтером производитель рекомендует компьютер, имеющий процессор с тактовой частотой от 2 ГГц (желательно Intel Core i7) и не менее 4 ГБ ОЗУ, соответственно ОС должна быть 64-битной (Рис. 2.1.25.).



Рис. 2.1.25. Итоговое изделие

Необходимо отметить, что в 3D-печати очень и очень многое зависит от правильного выбора режимов, включая скорость и охлаждение в процессе постоянной работы по изготовлению сложных моделей таких как декоративная накладка для телефона.

Таким образом, 3D принтер является специализированным оборудованием, которое позволяет на основе 3D создать трехмерную накладку для смартфона с использованием декоративных элементов.

## 2.2. Технология и изготовление светильника-копилки из оргстекла с элементами декоративного орнамента

Сегодня материалы для копилки многообразны и позволяют выбрать подходящий материал по форме и стилю. В настоящее время промышленностью производят множество материалов: стекло, металл, фарфор, искусственный камень, древесные материалы и пластик. Копилки из искусственных материалов делают редко. Для придания этому предмету эстетической привлекательности возникла идея изготовить копилку из нетрадиционного материала, ранее не применявшихся для этих целей.

Определяя размерные характеристики, принципы формообразования мы выявили, что размеры копилки могут быть самыми разнообразными, в зависимости от личных предпочтений, определенного стиля и декора.

Главное требование к ним, как и к остальным предметам декора – чтобы они не терялись на фоне других элементов интерьера, гармонировали с общим настроением помещения. В таком случае по нашему представлению наиболее

выигрышно будут смотреться копилки из прозрачного органического стекла, украшенные декоративным орнаментом в технике гравировки.

#### Методы гравировки оргстекла. Основные способы фрезерования и гравирования

Итак, на сегодняшний день существует несколько методов, с помощью которых можно нанести гравировку на предметы из стекла и оргстекла с помощью лазера и механическая гравировка для производства декоративно-художественных изделий. Лазерная гравировка применима для дорогостоящих сложно-профильных предметов, механическая для менее дорогостоящей сувенирной продукции.

Механический метод широко применяется для производства декоративно-художественных изделий. Процесс гравировки управляется с помощью компьютера, не требует применения трафаретов, но является трудоемким. Необходимость крепкой фиксации предмета исключает работу с хрупкими материалами. Используя этот способ достаточно сложно гравировать объекты нецилиндрической формы, с желобами или углублениями. Однако механическая гравировка, выполненная качественно, позволяет получить красивый рисунок и орнамент на изделии.

По материалам научно-методического и литературного обзора методы лазерной и механической гравировки поверхности различных материалов широко распространено на практике. Работы в области теории фрезерования и гравирования органических материалов проводили И.Н. Миков, М.Х. Магомедов, Н.Н. Стефанова; теории динамического микрофрезерования пластичных материалов и векторного гравирования А.В. Козлов, С.Е. Пиманов и др. По результатам анализа литературы выявлено, что имеются недостаточно изученные теоретические и практические проблемы. Также не было рассмотрены процессы декорирования изделий из хрупких материалов – органического и акрилового стекла. До сих пор вопросы дизайна изделий с гравировкой из оргстекла в литературе отражение не нашли. Требования к материалам, пригодным для гравирования, рассмотрены поверхностно. Имеются работы по изучению качества формообразования декоративных элементов, но не изучено качество собственно изделий с гравировкой, что и подтверждают актуальность направленности предлагаемого исследования.

Как известно, при механическом гравировании учитываются основы резания, где основой являются скорость вращения шпинделя и скорость подачи. Выбор диаметра фрезы для работы определяется по двум параметрам – ширине и глубине фрезерования. Ширина фрезерования, или ширина обрабатываемой поверхности, задается, как правило, в чертеже и определяется размером детали или заготовки. В случае обработки нескольких заготовок, закрепленных рядом, ширина фрезерования кратно увеличивается.

Глубина фрезерования – толщина слоя снимаемого фрезой материала за один проход. Если снимать много, то фреза делает два и более проходов. При этом последний проход производят с небольшой глубиной резанья для получения более чистой поверхности обработки. Такой проход называют

чистовым фрезерованием в отличие от предварительного или черного фрезерования, которое производят с большей глубиной резанья.

Однако при небольшом припуске на обработку фрезерование производится за один проход.

Скорость резанья – это путь (обычно обозначаемый в метрах в минуту), который проходят режущие кромки зубьев фрезы в одну минуту. Скорость резанья обычно определяют по справочным таблицам режимов резанья. Так как скорость резанья при фрезеровании зависит от стойкости конкретной фрезы, то рекомендуемая в таблицах скорость резанья соответствует тому, на какой максимальной скорости может происходить резанье без поломки фрезы.

Подача – это величина (обычно обозначаемая в миллиметрах) перемещения шпинделя станка в продольном –  $Y$ , поперечном –  $X$  или вертикальном –  $Z$  направлении. Подача в одну минуту – величина перемещения шпинделя в миллиметрах за время, равное одной минуте. Вычисляется она по следующей формуле: подача в одну минуту равна подаче на один зуб фрезы, умноженной на число зубьев фрезы и умноженной на количество оборотов фрезы в минуту.

Метод фрезерования (фрезерные или ручные фрезерные станки) применяется для оргстекла для обработки кромки после сверления, высечки или порезки на гильотине, для создания криволинейных контуров и закруглений, а также при обрезке краев отформованных деталей. Здесь особенно очевидны два преимущества. Во-первых, возможно получение практически любого желаемого контура из листового материала с наибольшей точностью. Помимо этого, определенно лучшее качество порезки сокращает расходы на дальнейшую обработку.

Для гравировочных работ могут быть использованы любые доступные фрезерные станки, начиная от простой ручной фрезы и заканчивая оборудованием с ЧПУ. Несмотря на то, что многие станки поставляются с цилиндрическими фрезами с множественной кромкой, необходимо использовать одно- или двух-кромочные торцевые фрезы малого диаметра с эффективным удалением стружки с целью достижения высоких скоростей резки, и тем самым чистых резов. Если фрезы с множественной кромкой используются на высоких скоростях, возможно, что зубцы засорятся. Тем не менее, в случае с фрезами с одной кромкой важно точно сбалансировать зажимный патрон с помощью закрепляющих винтов.

Под фрезерованием понимают механическую обработку, при которой режущий инструмент и обрабатываемая деталь совершают разные движения: инструмент – фреза, вращается, а заготовка подается навстречу движению фрезы. Таким образом, обрабатываются все виды пластмасс и органического стекла. Возможность работы с любым материалом, в отличие от лазерной обработки, и является одним из главных достоинств метода фрезеровки. Фрезеровка используется для изготовления различных по профилю и конфигурации изделий.

На практике иногда акриловое стекло легко режется и обычным стальным инструментом – циркуляционной пилой и даже ножом, но края детали при этом

острые и требуют дополнительной шлифовки. Фрезерование позволяет получить гладкую кромку сразу.

При выполнении объемных деталей – фреза совершает выборку материала, следуя заложенной в управляющий модуль программе, получая объемные изображения любой сложности.

Гравировка – создание углубленных линий в виде канавок, формирующихся в рисунок. Операция проводится кончиком угловой фрезы, глубина и толщина линии не ограничиваются. Световые эффекты – основу их составляет преломление света, под разным углом добываясь его при обработке детали фрезами, установленными с разным наклоном. При выборе изображений для гравирования, на материале заготовок учитывается эффект наложения оригинального изображения на поверхность оргстекла.

Основными требованиями к оригиналам гравлируемых изображений декора являются:

- достаточное разрешение (не ниже 300 dpi) и масштаб (не меньше М1:1) для передачи мелких элементов;
- цветность изображения с глубиной не более 256 бит, позволяющая его перевести в градации серого (полутона) без потери качества воспроизведения форм;
- четкость и резкость, позволяющие применить процедуры компьютерного растривания и постеризации (уменьшения количества полутонов, их закругление) без потери качества восприятия изображения;
- непротиворечивость содержания изображений этическим нормам.

Кроме того, использование изображений не должно нарушать общего композиционного решения элементов декора. При этом учитываются художественно-эстетические и технологические требования к свойствам материалов, пригодным для гравирования, в части к их однородности, зернистости, твердости, цвету скола и декоративности. Они базируются на особенностях процесса нанесения изображений на хрупкие материалы. С целью определения пригодности материала для гравирования было выбрано оргстекло с определенными параметрами наиболее влияющие на качество гравировки орнамента.

Процесс обработки и технология изготовления изделия «Слон»

Выбор материалов для производства изделия «Слон»

Оргстекло имеет уникальные свойства, отличаясь, в первую очередь, легкостью, пластичностью, исключительной прозрачностью и высокой прочностью. Его появление совершило мощный переворот в строительстве и архитектуре, положило начало возникновению новых сфер применения.

Оргстекло было изобретено доктором Отто Ромом и впервые произведено компанией в Германии в начале 30-х годов XX столетия под маркой plexiglas (плексиглас – гибкое стекло). Поэтому данный термин и у нас, и за рубежом долгое время употребляли как синоним нового материала, продемонстрировавшего всему миру уникальные свойства.

В том же десятилетии и в России были выпущены первые листы такого пластика. Ему было присвоено не менее логичное название «органическое стекло» или «оргстекло» (в 1930-х годах подобное словообразование было популярно). Оно отражало отличие этого материала от идентичных по внешнему виду стекол неорганического происхождения – силикатного, кварцевого и т.д. Во всем мире этот пластик сегодня называют «акриловым стеклом», «акриловым листом» или просто «акрилом», поскольку материал состоит из полиметилметакрилата. Его общепринятые сокращенные обозначения – ПММА (рус.) и РММА (англ.). Оргстекло обрабатывают с помощью инструментов, изготовленных из инструментальной, стали, а также твердосплавного или алмазного инструмента. Тупой инструмент вызывает по краю реза образование заусенцев, сколов, напряжений и т.д. Резцы должны быть всегда остро отточены, при этом особое внимание следует обратить на угол зазора и главный передний угол. Инструменты, которые ранее использовались для обработки дерева или металла, не могут применяться для пластика. Только острые инструменты должны использоваться для механической обработки.

Основные физико-механические свойства оргстекла.

1) Удельный вес. Плотность оргстекла – 1,19 г/куб.см. По сравнению с другими материалами: почти в 2,5 раза легче обычного стекла, на 17% легче компактного ПВХ и на 7% - полиэфирных стекол, поэтому в самонесущих конструкциях не требует дополнительных опор. С поликарбонатом оргстекло имеет равный вес и на 15% тяжелее полистирола).

2) Влагоустойчивость. используется для остекления яхт, производства аквариумов.

3) Ударопрочность. Ударная прочность акрилового листа в 5 раз выше, чем у обычного силикатного стекла.

4) Стойкость к атмосферным факторам. 40-градусные морозы оргстеклу «не страшны» - оно способно работать в широком диапазоне температур, не размягчаясь и не деформируясь при высоких температурах, и не трескаясь и не коробясь при низких, устойчиво к неблагоприятным погодным факторам. Акриловое стекло отличается высокой устойчивостью к старению. Его механические и оптические свойства не изменяются заметным образом при многолетних атмосферных воздействиях.

5) Светопроницаемость. Пропускает 90% УФ-лучей, при этом обладает хорошей светостойкостью и превосходным уровнем устойчивости к действию ультрафиолетовых лучей, не требуя специальной защиты. Это объясняется тем, что по своей химической природе оргстекло прозрачно для УФ-излучения. Поэтому ультрафиолет не задерживается в массе полимера и не действует разрушающе на его внутреннее строение (УФ-лучи не вызывают его пожелтения и деградации, и материал не теряет своих механических свойств в течение 10 лет и более). Отсутствие собственной окраски и прозрачность предоставляют возможность обеспечить высокую светопроницаемость. Она у акриловых листов такая же, как и у стекла, светопропускание составляет до 93% видимого света (только 8% падающего света отражается) – это больше,

чем у любого другого полимерного материала и не изменяется с течением времени, сохраняя свой оригинальный цвет. Светопропускание «матового» оргстекла может находиться в пределах от 20% (т.е. быть практически «глухим») до 75% (полупрозрачным). Листы со светопропусканием 50-75% используются, например, для производства светильников. Оптимальный вариант светопропускания для рекламных изделий с внутренней подсветкой – 25-30%. Устойчивость к действию различных газов, присутствующих в городском воздухе и воздухе морских побережий. Оно также устойчиво к воздействию сырости, бактерий и микроорганизмов, обладает высокой химической стойкостью к воздействию неорганических веществ, солей и их растворов. С другой стороны, такие органические вещества как хлоропроизводные углеводов, кетоны и эфиры являются растворителями для акрилового стекла. При горении оно не так опасно, как другие горючие пластики, т.к. не выделяет никаких ядовитых газов. Температура воспламенения – 460-635°C.

6) Экологически чистый материал, не продуцирует никаких токсических веществ и абсолютно безопасно. Оно может использоваться на улице и в помещениях, в т.ч. в детских и лечебных учреждениях. Оргстекло может быть полностью использовано повторно после его переработки.

7) Обрабатываемость. Резке, сверлении, склеивании, его можно гнуть и формовать, полировать и фрезеровать, окрашивать и гравировать (в том числе осуществлять лазерную гравировку), оно имеет отличное сцепление со всеми видами самоклеящихся виниловых плёнок. Имеет способность размягчаться при нагреве и сохранять при охлаждении ту форму, которую ему придали. Литьевого акрилового стекла великолепно формуется, что позволяет изготавливать из него объёмные изделия различного назначения, в том числе эксклюзивную барельефную и полнообъёмную световую рекламную продукцию. Размягчение при нагреве акрилового стекла (в зависимости от производителя и марки) находится в пределах 90-110°C, максимальная температура его применения соответствует 80-100°C.

8) Диэлектрические свойства. Молекулярная структура органического стекла такова, что препятствует проникновению электрически заряженных частиц в его волокна. Отсюда низкая электропроводимость акрила, позволяющая использовать его при производстве самой широкой номенклатуры продукции.

Возможные цвета оргстекла: от прозрачного, частично прозрачного до молочного белого. Возможны любые цветовые решения. Акриловый пластик производят двумя методами: литевым и экструзионным. Прозрачный пластик может быть, как литым, так и экструдированным. Физические свойства этих акриловых отличаются незначительно. Оба имеют превосходную устойчивость к старению. В течение 10 лет взаимодействия с внешней средой, плиты любой толщины сохраняют свои характеристики практически без изменений. Более значительные различия связаны с термическими и химическими свойствами, а также с особенностями обработки обоих материалов. Поэтому так важно знать

основные свойства прозрачного акрилового стекла.

#### Станки и оборудование для обработки оргстекла

Гравировка поверхности заготовки из оргстекла производится на станках с разным типом управления. По типу движения стола и фрезерной бабки станки делается на 4 группы: вертикально-фрезерные – рабочий стол перемещается в горизонтальном направлении – продольном и поперечном, фрезерная бабка двигается только вертикально; консольно-фрезерный – стол двигается во всех трех направлениях, а рабочий инструмент неподвижен; в продольно-фрезерных стол передвигается в продольном направлении. Бабка перемещается в поперечном направлении, а подвижная переключательная, на которой она закреплена – в вертикальном; широкоуниверсальный – рабочий стол перемещается по осям X и Y, а шпиндельная бабка – по оси Z. Разница с первым вариантом состоит в вертикальном положении консоли. Фрезерно-токарные станки выпускаются для разных целей. Конструкция их, мощность приводов, способ управления могут быть самыми разными. Мини-фрезерные станки – предназначены для домашних мастерских, также используются для учебных целей. Выпускаются как с ручным, так и числовым управлением ЧПУ. Настольные – рассчитаны на индивидуальное пользование, но на деле успешно используются на небольших производствах. Вертикально-фрезерные – производственное оборудование с большим количеством возможных операций. Широкоформатные – рассчитаны на работу с объемным материалом. Механическая обработка фрезой не формирует напряжения на кромке, что исключает сколы и опасность растрескивания материала при загибе. Торцы при резке получаются гладкие. При необходимости кромку можно сделать прозрачной, как при лазерной резке. Фрезеровка – единственный способ получить именно объемное изображение, а не только гравировку, потому что фреза позволяет выбрать материал при этом толщина, глубина и конфигурация гравированных линий не ограничивается. Фрезерный станок позволяет резать листы с большой толщиной – до 40 мм. Механическая резка не оказывает влияние на химический состав материала. Наилучших результатов достигают, используя фрезы небольшого диаметра, но с высокой скоростью вращения. Она зависит от мощности устройства и размера самой фрезы. На мини-станках скорость вращения составляет 400 об/мин, на широкоформатном универсальном оборудовании – до 24000 об/мин. Скорость подачи, то есть скорость движения консоли, определяется типом операции, толщиной и глубиной линии. Так, для раскройки и выборки подача производится со скоростью 5-6 мм/сек, при гравировке – 1-2 мм/сек. Значения эти варьируются в широких пределах, так как на скорость не меньшее влияние оказывает сложность рисунка (Рис. 2.2.1.).

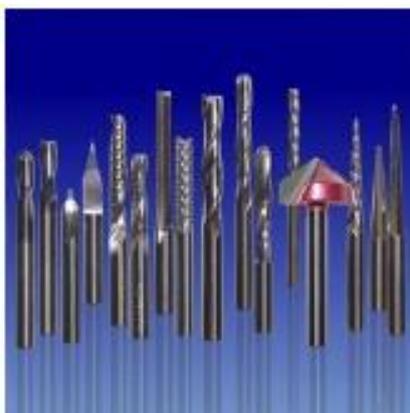


Рис. 2.2.1. Разновидности фрез

Художественные гравировальные работы обычно выполняются гравировальными фрезами, верхними или обратными фрезами. В качестве инструмента используются однокромочные фрезы, которые либо управляются электронным образом, либо направляются вручную вдоль шаблона.

Для художественных гравировальных работ используют фрезеровальные или абразивные инструменты с электрическим или пневматическим приводом, а также высокоскоростные электрические алмазные гравировочные фрезы диаметром 2 мм. На станке с ЧПУ можно фрезеровать мельчайшие детали будущего изделия – в автоматическом режиме, с большой скоростью и высоким качеством. Сравнительно большие размеры рабочего стола типичного фрезерного станка позволяют обрабатывать заготовки из оргстекла площадью до 8 м<sup>2</sup>. ЧПУ – числовое программное управление, установленное на какой-либо носителе. Фрезерно-гравировочный станок с ЧПУ характеризуется множеством преимуществ:

- любые операции выполняются с очень высокой точностью, ошибка при формировании рисунка исключается;
- возможна обработка деталей минимальных размеров;
- высокая скорость – до 300 м. мл/час без потери точности;
- общая производительность повышается в 2-3 раза.

Контурная обработка позволяет задавать траекторию движения фрезы: таким образом, получают детали сложной конфигурации. Возможности фрезерно-гравировального станка заключаются в фигурной и фасонной гравировке позволяющих выполнять объемное 3D-фрезерование разных по характеристикам материалов: дерева, поликарбоната, акрила и акрилового стекла, полистирола, полиуретана, ПВХ, текстолита, пластика, оргстекла, стеклотекстолита FR4, пенопласта, различных композитов.

Продуктивность станка, его возможности:

- элементы эксклюзивной мебели с объемной (3D) художественной резьбой, простые и сложные фасады, накладки на мебель;
- резной палисад, декоративные элементы для украшения деревянных домов и бань;
- фигурные наличники на двери и окна с объемной и насквозь резьбой;

- рамы для зеркал, картин или фото, резное панно, изображения людей и зверей;
- элементы каминов и бильярдных столов, барельефы, канделябры, лестницы, плинтуса;
- сувенирная продукция, шкатулки, брелоки, письменные наборы, часы и многое другое.

Максимальные возможности производства декоративно-художественных изделий неограниченно. Используемый станок данной модификации Jinan Quick CNC Router фрезерно-гравировальный станок Модель K45MT/2030 представлен на рисунке 2.2.2.



Рис. 2.2.2. Фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ и пульт управления ЧПУ

Применяется для механической обработки продукции в рекламной индустрии и декоративно-прикладном искусстве. Учитывается, что при обработке оргстекла даже малейший дефект может привести к браку на заготовке – ведь на прозрачной поверхности заметен каждый скол или крупная царапина, особенно если готовое изделие предполагает использование подсветки. Гравирование на автоматическом станке с ЧПУ сводит такой риск к минимуму и позволяет в автоматическом режиме с большой точностью и высокой производительностью выполнять самые сложные орнаментальные узоры и фигурные рисунки, изображения. Для нанесения орнаментов используют программу «Graver».

#### Технологический процесс изготовления изделия

Разработка процесса изготовления (согласно выработанного маршрута) изделия из оргстекла «Слон» начинается с дизайна.

Изначально создается дизайн изделия, который идеально вписывается в предъявляемые требования к качеству изделия из органического стекла.

При этом учитываем опыт дизайнеров и технологов в подборе необходимой толщины листового оргстекла. После согласования дизайна и материала, разрабатываются этапы производства в операционно-технологической последовательности.

Предварительный этап изготовления изделий из оргстекла состоит из высокоскоростного раскроя на фрезерных станках. Выбор оборудования для раскроя (фреза) обусловлен толщиной материала и требованиями к чистовой обработке торца. Разницу здесь составляет не сам способ обработки, а его

точность и объем обработанного материала. При этом учитывается, что если площадь листа больше, то будущее изделие придется разделить на фрагменты, равные количеству заготовок. Поскольку материал оргстекло легко склеивается, то проблему не составляет при сборке готового изделия.

На первом этапе согласно проекта, создается макет будущего изделия. Затем лист раскраивают и нарезают с помощью фрезы на геометрически выверенные криволинейные детали. При обработке подобрав правильный угол наклона фрезы, можно получить гладкую прозрачную или зеркальную кромку.

Собственно фрезеровка производится по разработанному эскизу. Лист оргстекла, закрепленный на рабочем столе, движется автоматическим или механическим способом. Вращающаяся фреза диаметром 2 мм делает борозду требуемой толщины, глубины и конфигурации. Полученные заготовки, можно обрабатывать с разным углом наклона, что позволяет получить качественную форму заготовок. Получение детали (заготовки изделия) допускает дальнейшую обработку – термогибку и последующее склеивание. Современное оборудование обеспечивает обработку как плоских поверхностей, так и пространственных. Обычно акриловый пластмасс сначала подвергают фрезеровке, и только затем – гибке. После раскроя готовые заготовки подвергаются загибу по разработанному эскизу.

После этого по изготовленным заранее чертежам создаются конечные конфигурации изделий. Дизайн изделия «Слон» предусматривает декоративное нанесение орнамента, с использованием гравера с ЧПУ.

Гравировка никак не сказывается на свойствах материала. Для гравировки орнамента на оргстекле требуется комбинированная программа, объединяющая возможности позиционной и контурной она обеспечивает буквально ювелирную обработку материала, формирование изображений и орнамент высокой сложности. Поэтому создавая форму копилки «Слон» мы учитывали возможности автоматических режимов и способов технологического исполнения, т.е. учитывали, что управление может быть ручным, автоматическим или ЧПУ.

Следующий этап – разработка операционно-технологической карты согласно утвержденного маршрута представлена в таблице 7.

## Режимы фрезеровки и гравировки оргстекла

Материал	Режим	Тип фрезы	Частота, об/мин	Продольная подача, мм/сек	Подача (Z), мм/сек	Примечание
Акрил	Раскрой / выборка	Спиральная, 1-но заходная (d=3.175 мм или d=6 мм)	До 18000	15	5-6	Встречное фрезерование; Не более 3 мм за проход; Желательно использовать СОЖ
	V-гравировка	V-образный гравер d=32 мм, A=90, 60 град., T=0,2 мм	До 18000	5	1-2	Снятие до 5 мм за проход

При фрезеровании оргстекла используются следующие режимы обозначенные в таблице. Эти показания характеризуют степень фрезеровки и гравировки поверхности заготовок из оргстекла. Указанные выше значения и режимы приблизительны. Точные параметры следует подбирать в каждом конкретном случае в зависимости от типа оргстекла, используемого инструмента, вида готового изделия (или наносимого рисунка) и т.д. На следующем этапе разрабатывается операционно-технологическая последовательность изготовления изделия «Слон».

Разработка процесса изготовления многофункциональной оригинальной экзотической копилки-светильника приобрело новое направление – создание нового изделия из оргстекла. В процессе изготовления учитывались основные свойства органического материала:

- стойкость к воздействию ультрафиолета. Излучение не делает материал желтым или хрупким;
- отличное светопропускание. Учитывая состав, стекло может иметь прозрачность девяносто пять процентов;
- прочность. По этому показателю оргстекло превосходит обычное в пять раз. Следовательно, срок службы такого материала гораздо выше;
- экологичность – минимальное выделение вредных веществ. Производство изделий из оргстекла не является вредным;
- легкость обработки – позволяющая наладить производство изделий из оргстекла различной сложности (Рис. 2.2.3-2.2.6).

В процессе изготовления также учитывалось, что при финишной обработке во всех случаях рекомендуется влажное шлифование во избежание возникновения термального напряжения в заготовке и засорения абразивной поверхности. Выбор абразивного зерна зависит от глубины следов инструмента или царапин: чем глубже следы, тем грубее зерно. Шлифование обычно осуществляется несколькими этапами с сокращением размера зерна.

Рекомендуются следующие три этапа:

1. грубый, зерно 60
2. средний, зерно 220
3. тонкий, зерно от 400 до 600

Шлифование может быть осуществлено вручную с использованием абразивной бумаги или шлифовального блока, оба должны проходить по материалу круговыми движениями. При механическом шлифовании, например, с помощью вращающихся абразивных дисков, орбитального шлифовального станка или ленточно-шлифовального станка, заготовка должна двигаться легко, на нее не нужно слишком долго и слишком сильно давить (не смотря на влажную шлифовку), поскольку нагрев в результате трения может вызвать накопление напряжения и повреждение поверхности.

Влажная обработка с помощью мелкой стальной ваты, например типа 00, рекомендуется для деталей вращения или неровных поверхностей. Механическое огрубление поверхности при шлифовании (перед полировкой) или матирование при пескоструйной обработке служит причиной тому, что поверхность легче притягивает грязь и проявляет отпечатки пальцев.

Полировка кромки оргстекла может быть легко отполирована. Для PLEXIGLAS GS и XT подходящими являются следующие три способа:

- полировка лентой, матерчатым полировальным кругом или тканью;
- огневая полировка;
- алмазная полировка.

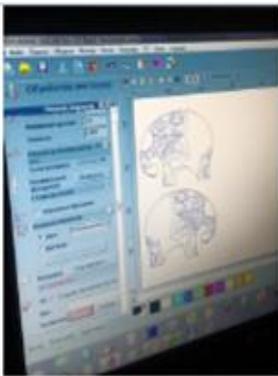
<i>Название операции</i>	<i>Эскиз/ Рисунок</i>	<i>Используемое оборудование и инструменты</i>
<p><i>Создаем рисунок декора в векторной программе CorelDraw. Загружаем файл в программу станка, распределяем рисунок в нужных положениях.</i></p>		<p><i>Фрезерно-гравировальный станок Quick 2030</i></p>
<p><i>Закрепляем лист оргстекла на площадке станка специальными металлическими струбцинами</i></p>		<p><i>Фрезерно-гравировальный станок Quick 2030, струбцины</i></p>
<p><i>Начинаем гравировальную резку узора по оргстеклу</i></p>		<p><i>Фрезерно-гравировальный станок Quick 2030, щетка</i></p>

Рис. 2.2.3. Процесс изготовления изделия. Часть 1

<p>После завершения склеивания всех полосок ПВХ с формой, мы прокладываем и крепим по всей внутренней площади изделия полоску светодиода.</p>		<p>Светодиод самоклеющийся</p>
<p>Далее светодиод припаиваем к проводу с вилкой. Включаем в розетку и проверяем на работоспособность.</p>		<p>Паяльник, припой</p>
<p>Сборка изделия. Следом приклеиваем вторую половинку формы к изделию космофеном. Полоску ПВХ обклеиваем синим оракалом в цвет оргстекла. Готовое изделие</p>		<p>Космофен, оракал, ножницы</p>

Рис. 2.2.4. Процесс изготовления изделия. Часть 2

<p>После завершения резки узора и формы заготовки, мы вынимаем заготовку из листа. Такими действиями режем еще одну заготовку</p>		<p>Фрезерно-гравировальный станок Quick 2030, щетка</p>
<p>После того как мы изготовили две стороны нашего изделия, отрезаем по размерам полоски ПВХ</p>		<p>Линейка, угольник, резак</p>
<p>Начинаем полоски ПВХ гнуть по форме наших форм при помощи строительного фена. Склейка заготовок с полосками ПВХ происходила при помощи космофена</p>		<p>Строительный фен, космофен</p>

Рис. 2.2.5. Процесс изготовления изделия. Часть 3



Рис. 2.2.6. Готовое изделие «Слон»

Обычно для полировки используются полировальные воски и полировальные пасты. Однако может применяться и обычная автомобильная полировка. Непосредственно после обработки все следы полирующих средств должны быть осторожно удалены или смыты водой. Поэтому разумно использовать растворимые водой виды паст, например полировальная паста для акрила. Поскольку материалы, применяемые в полировании, – войлочная лента, матерчатый полировальный круг или ткань для подкладки перчаток – очень мягки, поверхность, подлежащая полированию должна иметь низкую шероховатость. Если данное условие не соблюдено, поверхность станет гладкой, но следы инструмента или царапины останутся видимыми. Торцы могут быть тонко обработаны шабером, при условии, что они в последствии будут отполированы войлочной лентой. Обычно полировка производится при помощи движущей войлочной ленты или вращающегося полировального круга в сочетании со специальными видами полировального воска. Блеск поверхности может далее быть усилен последующей ручной обработкой при помощи мягкой ткани, не содержащей хлопка-волокна (ткань подкладка для перчаток) или ватой с полирующим средством. Кромку и маленькие детали предпочтительно полировать с помощью войлочных полирующих лент, при этом их легче удерживать в одном положении, чем при полировке широким матерчатым кругом. Для того чтобы не повредить заготовку за счет неровностей ленты или матерчатого полировального круга заготовка должна описывать круговые движения. Войлочная лента должна ходить со скоростью около 20м/сек, т.е. вдвое быстрее, чем при шлифовании.

Автоматические полировальные станки рекомендуется использовать при производстве крупных партий изделий, где важно обеспечить острые края и углы, например для «картинок в блоке акрила».

Матерчатый полировальный круг (полировальное колесо) особенно удобен при обработке широких и изогнутых частей. Вращающийся блок с тканью состоит из свободно посаженных (для рассеивания нагрева от трения путём проветривания) петель хлопка и/или фланели. Перед началом процесса полировки немного воска накладывается на вращающееся колесо, которое всегда должно быть очищенным от старого затвердевшего воска. Для его снятия может быть использовано лезвие старой ножовки. Периферийная скорость матерчатого полировального круга между 20 и 40 м/сек. Если оргстекло подвергается алмазному полированию, то нет необходимости в тонкой предварительной обработке. Резка и полировка осуществляются в один проход. Используются фрезеровальные алмазные головки, по меньшей мере, с двумя режущими точками либо токарные инструменты с алмазным покрытием. При этом важна эффективная система отвода возникающей стружки. Чистка и уход за изделием. Для чистки и ухода за оргстеклом необходима лишь чистая вода. Если загрязнение остаточное заметно, то вода должна быть тёплой и содержать мягкое домашнее моющее средство. В любом случае нужно избегать сухого трения. Перед вытиранием материала насухо, например, при помощи губки, замши или специальной чистящей салфетки Vileda Microclean, необходимо убедиться, что с поверхности удалены все частицы грязи. После

интенсивного натирания пластика особенно становятся статически заряженными и, как следствие, притягивают пыль. Поэтому они должны быть обработаны антистатическим чистящим средством от BURNUS, которое распыляется прямо на чистый или слегка грязный материал (или после тщательной очистки) и распространяется мягкой тканью. Материал насухо не вытирается. Эффект сохраняется долго. Однако наиболее выгодным является его применение тогда, когда требуются не просто прозрачные элементы, а изделия сложной формы и конфигурации, а также профильные, объемные.

#### Общие технические требования по технике безопасности

Общая планировка полезной площади производственного помещения цеха обработки оргстекла согласно работ Арустамова Э.А. и Раздорожного А.А. должна соответствовать технологическому процессу и требованиям санитарных и противопожарных норм: площадь рабочего места каждого работающего в нем должно быть примерно 4,5 м<sup>2</sup>, летом в помещениях без значительного выделения тепла температура не должна быть выше более чем на 3°С средней температуры наружного воздуха; в 13 часов самого жаркого месяца – не более 31°С; в помещении со значительным выделением тепла – не более чем на 5°С и не превышать 33°С. Относительная влажность воздуха – 75%, температура при легких физических работах – 16-20°С; при тяжелых физических работах – 12-15°С. Объем помещения не менее 18 м<sup>2</sup>.

В помещении необходимо иметь аптечки, термометры, средства защиты органов слуха, зрения, дыхания, рук и т.д. Полы в производственных помещениях должны быть с твердым покрытием, без щелей, выбоин, порогов, и содержаться в чистоте. Вентиляцию проектируют с таким расчетом, чтобы концентрация вредных выделений в атмосфере помещения не превышал предельно допустимой. Вентиляционные установки, вытяжные шкафы, воздухоотводы, станки, аппараты, столы и другое стационарное оборудование размещают таким образом, чтобы монтаж, ремонт и их обслуживание были удобны и безопасны. На видном месте вывешивают инструкции по безопасности труда и противопожарным мероприятиям. Каждое рабочее место должно быть рационально освещено. Используется общее и индивидуальное освещение. В мастерской должны быть подсобные помещения: для травильных работ, оснащенные вытяжными шкафами и проточной водой; для хранения химикатов и кислот; для производства термических работ; умывальник с душем и шкафами для хранения спецодежды учащихся и работников. Помещения должны быть укомплектованы огнетушителями.

Станки и электроприборы должны быть заземлены. Внутренние двери в помещениях должны открываться в сторону ближайшего выхода из здания, а входные наружу. Несчастные случаи, т.е. случаи повреждения человеческого организма в результате теплового, механического, химического или других воздействий факторов внешней среды при выполнении производственной работы, называются промышленным травматизмом. Проведение инструктажей по технике безопасности. Для каждой профессии на предприятиях разрабатываются инструкции по безопасности труда, в которых подробно

указываются условия безопасной работы и меры, предупреждающие случаи травматизма.

Инструкции по безопасности труда должны изучаться, и выполняться каждым человеком, поступающим на производство. Инструктаж по безопасности труда может быть вводным, на рабочем месте, периодическим.

Первым этапом обучения безопасности труда является вводный инструктаж. Его проводят инженер по технике безопасности на предприятии.

Основными вопросами вводного инструктажа являются:

- правила внутреннего распорядка;
- обязанности работника по выполнению инструкций, правил и норм безопасности труда;
- общие правила электробезопасности и способы оказания первой помощи пострадавшему;
- основные причины производственного травматизма;
- охрана труда женщин и подростков;
- порядок выдачи, применения и хранения спецодежды, специальной обуви и индивидуальных средств защиты.

О проведенном инструктаже заполняется специальная карточка, которая хранится в личном деле каждого работника. При проведении инструктажа на рабочем месте старший смены знакомит работника с оборудованием, опасными зонами, безопасными приемами работы. Проводя инструктаж на рабочем месте, руководитель данного участка работы должен:

- ознакомить с технологическим процессом или организационно-техническими правилами на данном участке работы;
- рассказать о требованиях к правильной организации рабочего места;
- ознакомить с устройством машин и механизмов, которые поручено обслуживать работнику, а также с основными требованиями по безопасному обращению с электрооборудованием, электроинструментом, ударными и режущими инструментами, нагревательными приборами, химическими веществами и кислотами;
- ознакомить с правилами безопасности при работе на фрезерно-гравировальных станках (ЧПУ), правилами пользования спецодеждой, специальной обувью и индивидуальными защитными средствами. После проведения инструктажа в специальном журнале регистрации инструктажа по безопасности труда производится запись. Для закрепления полученных знаний, по правилам безопасности труда проводя периодический инструктаж, который приурочивают к началу нового вида производственных работ. Инструктаж проводит мастер производственного участка или мастер по программе вводного и на рабочем месте инструктажа, включая в него вопросы, которые касаются непосредственного нового вида работ. Если в мастерской или на производстве произошел несчастный случай, необходимо срочно провести дополнительный инструктаж со всеми работающими на данном участке независимо от срока давности последнего инструктажа.

Правила техники безопасности при работе с механическими приспособлениями:

- держите рабочее место чистым и хорошо освещенным. Беспорядок и недостаточное освещение рабочего места являются причинами серьезных травм;
- не используйте электроинструменты во взрывоопасной среде, в присутствии воспламеняющихся жидкостей, газов или пыли;
- электроинструменты создают искры, которые могут воспламенить пары и пыль;
- всегда отключайте питание из розетки перед осуществлением настроек, обслуживанием, чисткой и перед сменой аксессуаров;
- запрещается использование сменного инструмента, не предусмотренного изготовителем;
- перед началом работы прочно закрепляйте обрабатываемую деталь;
- запрещается применять поврежденные инструменты и принадлежности;
- проверяйте каждый раз перед использованием шлифовальные круги на сколы и трещины, шлифовальные тарелки на трещины, риски или сильный износ;
- применяйте средства индивидуальной защиты: защитный щиток для лица, защитные очки, респиратор и защитные перчатки;
- во время работы следите за чистотой вентиляционных жалюзи изделия;
- запрещается пользоваться изделием вблизи легковоспламеняющихся материалов;
- периодически проверяйте, хорошо ли затянуты все крепежные элементы;
- во время работы всегда надевайте защитные очки;
- внимательно следите за состоянием сменных приспособлений;
- не используйте шлифовальные круги диаметром более 2 см, они не предназначены для работы на скоростях, на которые рассчитана бормашина;
- во время работы никогда не придерживайте сменные приспособления руками;
- во время работы учитывайте направление вращения инструмента.

Как отмечалось выше, изделия из оргстекла очень критичны к мелким сколам и царапинам. Чтобы избежать их появления – при креплении заготовки к рабочему столу (например, струбцинами) или вибрации заготовки под фрезой (опять же из-за ненадежной фиксации на столе) – рекомендуется использовать вакуумный стол. Он представляет собой гладкую поверхность, на которую ложится заготовка. Специальный насос откачивает воздух и создаёт разряжение между поверхностью стола и заготовкой, которая (за счёт внешнего атмосферного давления) плотно прижимается к столу и надёжно фиксируется.

Чрезвычайно важным моментом является требование надёжного заземления станка. При фрезеровании оргстекла образуется множество стружки и мелкой пыли. Оседая и накапливаясь на деталях станка, эта пыль является источником статического заряда и может вызвать поражение электрическим током, что представляет опасность не только для персонала, но также и для

электронных компонентов станка (возможен их выход из строя). Во избежание поражения статическим электричеством необходимо обеспечить грамотное заземление станка согласно рекомендациям инструкции по эксплуатации.

Требования техники безопасности при работе на шлифовально-полировальных станках.

Перед началом работы:

- надеть спецодежду так, чтобы она не стесняла движений, не имела развевающихся и свисающих концов, убрать волосы;
- внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок: убрать лишние предметы, проверить исправность инструмента, приспособлений и оборудования, расположить инструменты и приспособления в удобном и безопасном порядке, проверить исправность и надежность крепления ограждений, убедиться в исправности решетки под ногами и надежности защитного заземления станка, проверить исправность пускового устройства станка во избежание его самовыключения, расположить светильник таким образом, чтобы свет не слепил глаза;
- осмотреть станок, проверить исправность его отдельных узлов (правильность установки утюжка, целостность и надежность шлифовальной ленты – на ленточнополировальном станке, надежность крепления полировального круга, отсутствие биения вала и посторонних предметов в зоне вращения полировального круга – на полировальном станке);
- включить местную вытяжную вентиляцию и убедиться в эффективности ее действия, надеть защитные очки.

Во время работы необходимо:

- поддерживать на рабочем месте чистоту и порядок (своевременно очищать его при помощи щетки и других специальных приспособлений от масла, пыли, не загромождать, аккуратно укладывать материалы, полуфабрикаты и готовые изделия в специальную тару или в штабеля, своевременно убирать готовую продукцию);
- выполнять работу согласно технологии и указаниям мастера;
- останавливать станок с выключением электродвигателя для чистки, смазки, уборки и наладки, при уходе от станка, при замене полировального круга, при перерывах в работе и подаче электроэнергии, подавать обрабатываемое изделие на круг без рывков и резкого нажима;
- для поддержания деталей при полировке пользоваться перчатками, салфетками и специальными держателями (для мелких и тонкостенных деталей);
- кольцеобразные детали полировать по диаметру, а не по образующей;
- при работе на стойках с качающимися полировальными шпинделями следить за надежностью крепления груза противовеса и ограждений;
- своевременно менять полировальные круги, имеющие большую выработку и неровности, точно центрировать их при установке;
- перед включением станка убедиться, что пуск его не опасен для окружающих;

- при работе на ленточно-полировальном станке надежно закреплять полируемые изделия на поворотном приспособлении, не поправлять их и не регулировать ленту во время работы станка;
- во избежание получения травмы запрещается снимать и открывать ограждения полировального круга и шпинделя до полной остановки станка, касаться руками, одеждой и обтирочным материалом шпинделя станка и полировального круга во время их вращения, а также электропроводов и токоведущих частей оборудования, останавливать вращающийся полированный круг нажимом руки, центрировать на ходу круги с применением ножей, заточенных полотен и т.п.

После окончания работы необходимо:

- выключить станок и после его полной остановки очистить отстойник от полировальной пыли, протереть станок и ограждения, загрязненный обтирочный материал сложить в предназначенную для этого тару;
- выключить вентиляцию;
- вымыть руки теплой водой с мылом.

Согласно представленным данным об охране труда и производственной безопасности необходимо соблюдение всех обозначенных правил.

Таким образом, обработка оргстекла (акрила) используя технологию фрезеровки позволяет не только производить фигурный раскрой материала, но также используя разнообразие обрабатываемых фрез.

Из оргстекла можно выполнить практически любую деталь. В оргстекле, возможно, вырезать пазы, нанести гравировку, производить выборку материала в заданных плоскостях. Используя современные станки с ЧПУ возможно выполнить объемные изображения в 3D. Технология фрезеровки позволяет изготавливать из оргстекла любые фигурные формы заготовок для дальнейшего производства разных изделий, которые присутствуют во всех сферах деятельности. Согласно представленным материалам раздела, было подробно отражено определенную последовательность изготовления декоративно-художественного изделия «Слон» учитывая возможности производственного цикла на станках с ЧПУ, подробно отразив в операционно-технологической карте. Также отражены вопросы безопасности жизнедеятельности и технические вопросы безопасности на рабочем месте в цехе обработки оргстекла.

## **Вопросы для самостоятельной работы по разделу 2**

1. Назовите основные виды деятельности по направлению «Художественная обработка материалов».
2. Композиция, основные правила композиции.
3. Расскажите о новых дизайнерских направлениях.
4. Использование традиционных и нетрадиционных материалов в изделии.
5. Цвет. Цветовые гармонии.
6. Психология цвета.

7. Фактура и текстура материала. Как различить?
8. Орнамент. Виды орнамента.
9. Использование орнамента в изделиях различного назначения.
10. Стилизация.
11. Какие стили дизайна Вы знаете?
12. Какие виды дизайна Вы знаете. Какому виду дизайна отдаете предпочтение Вы?
13. Проект. Что включает в себя разработка творческого проекта изделия?
14. Какие современные технологии используются в разработке изделий?
15. Какие современные материалы используются в промышленности и дизайне вещей?
16. Расскажите о наиболее популярных графических программах на сегодняшний день.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 3D принтеры и их возможности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tehnopanorama.ru> (Дата обращения 08.04.2018).
2. 3D-модели. ж: Blackie, Июль №24, С-П, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://3Dtoday.ru> (Дата обращения 27.04.2018).
3. 3D-модели. ж: Blackie, Сентябрь, № 17, С-П, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://3Dtoday.ru> (Дата обращения 10.05.2018).
4. 3D-печать: третья индустриально-цифровая революция. Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://bloggerator.ru> (Дата обращения 13.04.2018).
5. Faizrakhmanova, A., Averianova, T., Aitov, V., Kudinova, G., & Lebedeva, I. (2018). Coaching method in teaching history of visual arts to students. *Journal of Social Studies Education Research*, 9(2), 80-88.
6. IPHONE X – Печатаем чехол на 3D принтере [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://sotofoto.ru>. (Дата обращения 11.05.2018).
7. Voynich E., Kaukina O. (2016) The use of copper-nickel alloys for the production of art-industrial products. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. Т. 11. № 1. С. 1-4.
8. Аверьянова Т.А., Касатова Г.А., Каган-Розенцвейг Б.Л. Формирование профессиональных компетенций современными средствами информатизации // *Образовательное пространство в информационную эпоху – 2019. Сборник научных трудов. Материалы Международной научно-практической конференции / под ред. С.В. Ивановой. 2019. С. 759-774.*
9. Аверьянова Т.А., Касатова Г.А., Лымарева Ю.В. Исторические аспекты становления и развития литья художественных интерьерных изделий // *Культурная жизнь Юга России. № 3 (74). 2019. С.38-43.*
10. Аверьянова Т.А., Ромашевская Д.С. Развитие художественно-конструкторских способностей обучающихся при помощи печатающей 3D ручки // *Творческое пространство образования. Сборник материалов внутривузовской (очно-заочной) научно-практической конференции. 2018. С. 72-76.*
11. Алексеев В.Е. Организация технического творчества учащихся. М.: Высшая школа, 2011. 451 с.
12. Алимова Л.Б. Екатеринбургская гранильная фабрика как придворная художественная мануфактура во второй половине XVIII в. – начале XX веков // *Вестник ЧелГУ. История. 2007. № 2. С. 7-57.*
13. Алимова Л.Б. История художественных промыслов Урала XVIII – начала XX веков. Орск: Издательство ОГТИ. 2003. 128 с.
14. Андреев В.Н. Материаловедение камнеобработки. – М.: Наука. 1989. 164 с.
15. Афанасьев К. 3D-принтеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.3Dnews.ru> (Дата обращения 25.04.2018).
16. Безопасность при печати на 3D принтере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prn3D.ru> (Дата обращения 13.05.2018).

17. Бейдер Э.Я. Опыт применения фторполимерных материалов // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. т. LII. № 32008. 2008. С. 30-44.
18. Белицкая Э.И. Художественная обработка камня: учебник для сред. проф.-техн. училищ. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. 200 с.
19. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела: пер. с нем. / Под ред. Л.А. Гутова и Г.Т. Оболдуева. 4-е изд. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение. 1982. 384 с.
20. Бурцев А.К., Гуськова Т.В. Драгоценные камни. М.: Примат. 1992.
21. Буткевич Л.М. История орнамента. – М.: Владос. 2004. 264 с.
22. Буткевич Л.М. История орнамента. М.: Владос. 2004. 264 с.
23. Войнич Е.А. Дизайн ювелирных и декоративных изделий из цветных металлов и сплавов: монография. М.: «ФЛИНТА», 2016. 122 с. – Режим доступа: <http://globalf5.com/Knigi/Nauka-Obrazovanie/Inzhnerno-tehnicheskie-nauki/Tehnologii-materialov/Dizayn-yuvelirnyh-i/>
24. Войнич Е.А. Дизайн ювелирных и декоративных изделий: дис. ... канд. технических наук: 17.00.06. М., 2006. 95 с.
25. Войнич Е.А. Художественное материаловедение [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Е.А. Войнич, В.П. Наумов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1207.pdf&show=dcatalogues/1/1121324/1207.pdf&view=true> /.
26. Войнич Е.А. Художественное материаловедение [Электронный ресурс]: лабораторно-практические работы. 2-е изд., стер. М.: ФЛИНТА, 2015. 83 с. – Режим доступа: <http://www.litres.ru/e-a-voynich>.
27. Волгина Ю.М. Технологическое оборудование в производстве искусственных материалов. М.: ЦЕНТР. 1999. 129 с.
28. Волкова О.В. Техническое моделирование как реализация творческого потенциала учащихся // Дополнительное образование. 2015. № 9. С. 29-33.
29. Волкотруб И.Т. Основы художественного проектирования: учебник для худож. учеб. заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Высш. шк.. 1988. 191 с.
30. Воронов Н.В. Российский дизайн. – М.: Союз дизайнеров России. Т. 2. 383 с.
31. Воронов Н.В. Суть дизайна. 56 тезисов русской версии понимания дизайна. – М. Дизайн. 2002. 24 с.
32. Воронов Н.В., Шестопали Я.Е. Эстетика техники. Очерки истории и теории. – М.: Сов. Россия. 1972. 176 с.
33. Горная энциклопедия. Поделочные камни. – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/p/podelochnye-kamni/> (Дата обращения 24.05.2018).
34. Декорирование стразами смартфонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://zen-designer.ru> (Дата обращения 15.05.2018).
35. Жукова Л.Т. Основы дизайна. – Томск: ТПУ-С. 2009. 262 с.

36. Зайцева А.А. Новые идеи для творчества. – М.: Эксмо. 2010. 210 с.
37. Зискинд М.С. Декоративно-облицовочные камни. – Л.: Омега-Л. 1989. 253 с.
38. История дизайна, науки и техники. Александра Белелюбская. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/28146780-Istoriya-dizayna-nauki-i-tehniki-konspekt-lekciy.html> (Дата обращения 30.05.2018).
39. Каган Ю.О. «Каменное» искусство на императорских камнерезных фабриках Петергоф, Екатеринбург, Колывань. – СПб, 2003.
40. Казарян Ж.А. Природный камень в строительстве: обработка, дизайн, облицовочные работы. Справочник. – М.: ООО НИПЦ «Петрокомплект». 2008. 282 с.
41. Камнерезное искусство России XIX-XX веков. Всероссийский музей декоративно-прикладного и народного искусства. – Режим доступа: [http://www.vmdpni.ru/catalog/metal\\_and\\_stone/kamnerезное/index.php](http://www.vmdpni.ru/catalog/metal_and_stone/kamnerезное/index.php) (Дата обращения 25.05.2018).
42. Касатова Г.А., Аверьянова Т.А., Седова Ю.С. Педагогические условия процесса формирования профессиональной компетентности студентов вуза на практических занятиях // Философия образования. 2019. Т. 19. № 2. С. 138-148.
43. Каталог минералов. Горные породы и минералы. – Режим доступа: <http://www.catalogmineralov.ru/mineral/#klassifikaciya> (Дата обращения 25.05.2018).
44. Каукина О.В. Отображение художественной культуры в предметах декоративно-прикладного искусства / О.В. Каукина, В.П. Наумов // Современные тенденции развития изобразительного, декоративно-прикладного искусства и дизайна Сборник статей / Отв. редакторы: М.С. Соколова, М.В. Соколов. Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г.И. Носова 2015. С. 11-18.
45. Косогорова Л.В. Основы декоративно-прикладного искусства: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Л.В. Косогорова, Л.В. Неретина. М.: Издательский центр «Академия». 2012. 224 с.
46. Литвиненко С.А. Технология гравирования. М.: Издательство: Витражная мастерская. 112 с.
47. Мартынов Ф.Т. Основные законы и принципы эстетического формообразования и их проявление в архитектуре и дизайне. Екатеринбург. 1992. 98 с.
48. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов. М.: Машиностроение. 1974. 319 с.
49. Медведев В.Ю. Сущность дизайна: теоретические основы дизайна: учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: СПГУТД. 2009. 110 с.
50. Мельниченко Т.А. Товароведение ювелирных товаров и товаров народного художественного промысла: учебное пособие. Серия «Учебники, учебные пособия». Ростов-на-Дону: «Феникс». 2002. 352 с.
51. Миков И.Н., Морозов В.И. Технология автоматизированного гравирования художественных изображений. М.: Изд-во «Мир горной книги». 2007. 346 с.

52. Митрофанов Г.К. Облицовочные и поделочные камни / Г.К. Митрофанов, И.А. Шпанов. М.: Недра, 1970. 224 с.
53. Моделирование защитного чехла для смартфона (на примере iPhone 5s) и 3D-печать полученной модели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3Dtoday.ru> (Дата обращения 05.04.2018).
54. Накладки для телефонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.art-gsm.ru> (Дата обращения 18.05.2018).
55. Наумов Д.В. Проектная деятельность для студентов высших учебных заведений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. В. Наумов, О. В. Каукина, В. П. Наумов ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=41.pdf&show=dcatalogues/1/1121200/41.pdf&view=true>.
56. Никитин Ю.В. Поделочные камни и их обработка. М.: Высшая школа. 2000. 198 с.
57. Основы 3D-печати-для-начинающих. 3D-принтер. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.partmaker.ru> (Дата обращения 25.04.2018).
58. Павлов Ю.А. Технологическое оборудование в гибком автоматизированном производстве: учебное пособие в 3-х кн. М.: МГТУ. 2008. 400 с.
59. Первая Международная художественно-промышленная выставка изделий из металла и камня в Пассаже (Невский, 48), Декабрь 1903 г. – февраль 1904. Госархив г. Санкт-Петербург, ЦГАКФФД. – Режим доступа: <https://humus.livejournal.com/4048242.html> (Дата обращения 25.05.2018).
60. Петрушин В.И. Психология и педагогика художественного творчества: учебное пособие для вузов. М.: Акад. Проект, Гаудеамус. 2008. 490 с.
61. Польшаков В.И. Основы торцового шлифования трудно обрабатываемых материалов. М.: ГКПРИО. 2000. 331 с.
62. Помыткина Л.И. Нижегородская резьба по камню и кости. Н.Новгород: Литера, 2010. 144 с.
63. Принтер для чехлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://drukarstvo.com/ru> (Дата обращения 23.04.2018).
64. Проект «3D принтер – технология будущего» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://obuchonok.ru> (Дата обращения 25.04.2018).
65. Просто самоцветы. Цены на каменное сырье. – Режим доступа: <http://prosto-samocvety.ru/tseny/> (Дата обращения 14.06.2018).
66. Резников А.Н. Абразивная и алмазная обработка материалов. М.: Машиностроение. 1977. 391 с.
67. Руубер, Т.Э. О закономерностях художественного визуального восприятия. Таллин: БалГУС. 1985. 344 с.
68. Синкенкес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней. М.: Мир. 1989. 212 с.
69. Скворцов К.А. Художественная обработка металла, стекла, пластмассы. М.: Профиздат. 2004. 192 с.

70. Сложеникина Н.С. Основные этапы истории отечественного и зарубежного дизайна. М.: Флинта: Наука. 2013. 368 с.
71. Сложеникина Н.С. Особенности потребления вещи в философии дизайна / Н.С. Сложеникина, О.А. Питько, О.С. Пищугина // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2-20. С. 4586-4588.
72. Сложеникина Н.С. Предмет и вещь в дизайне: философско-эстетическое исследование: монография / Н.С. Сложеникина, О.С. Пищугина. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». 2016. 130 с.
73. Соломатин П.Г. Технический рисунок в декоративно-прикладном искусстве: роль, метод // *Изобразительное искусство в школе*. 2007. № 2. С. 52-55.
74. Филимонов Б.П. Современные материалы и новые технологии: учебное пособие. М.: АСВ. 2004. 176 с.
75. Чехлы для телефонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medusa.online.ru> (Дата обращения 17.05.2018).
76. Чехлы для телефонов: классификация и особенности выбора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expert.ru> (Дата обращения 29.05.2018).
77. Якимов А.В. Оптимизация процесса шлифования. М.: Недра 1975. 176 с.

Учебное текстовое электронное издание

**Каукина Ольга Валерьевна  
Касатова Галина Александровна  
Войнич Елена Анатольевна  
Сложеникина Наталья Сергеевна  
Аверьянова Татьяна Александровна**

**ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ:  
ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ, МАСТЕРСТВО**

**Часть 2  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Учебное пособие

3,71 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2020 год  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»  
Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,  
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова»  
Кафедра художественной обработки материалов  
Центр электронных образовательных ресурсов и  
дистанционных образовательных технологий  
e-mail: ceor\_dot@mail.ru