

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра «Материаловедения и технологии обработки материалов»


УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
В.И. Темных  
подпись  
« 14 » июня 2016 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

29.03.04 – Технология художественной обработки материалов

РАЗРАБОТАТЬ КОМПОЗИЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЮ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРОШИ «КОЛИБРИ»

Пояснительная записка

Руководитель  канд.тех.наук, доцент А.М.Синичкин

Выпускник  Н.М.Бехлер

Консультанты:

Художественная часть  ст. преподаватель С.А.Титова

Технологическая часть  канд.тех.наук, доцент А.М. Синичкин

Нормоконтролер  канд.тех.наук, доцент В.Г. Березюк

Красноярск 2016

## **АННОТАЦИЯ**

В бакалаврской работе было разработано композиционное решение и описана технология изготовления броши.

В первой части работы рассмотрен и изучен литературный обзор истории материалов, которые используются в работе.

В художественной части описана разработка композиционного решения и технология изготовления броши, а также описаны значение и символика данного изделия. Выбран материал для изделия.

В технологической части описан весь процесс технологии изготовления броши, выбранным методом литья, произведен расчет литниково-питающей системы.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1. Литературный обзор.....	9
1.1 История художественного литья.....	9
1.2 История брошей.....	14
1.2.1 Виды брошей.....	15
1.3 История использования цинка.....	17
2 Художественная часть.....	19
2.1 Разработка композиционного решения.....	19
2.2 Значение и символика колибри.....	20
2.3 Выбор металла.....	20
2.4 Применение цинка.....	25
2.5 Выбор камня.....	27
2.5.1 Основные месторождения.....	28
3. Технологическая часть.....	29
3.1 Выбор способа литья.....	29
3.2 Литье по выплавляемым моделям.....	29
3.3 Изготовление модели.....	30
3.4 Формовочные материалы.....	34
3.5 Приготовление смеси для формы по выплавляемым моделям.....	36
3.6 Заливка металла.....	37
3.7 Расчет литниково-питающей системы.....	38
3.8 Выбор места подвода металла.....	39
3.9 Финишные операции.....	40
3.10 Декоративная обработка.....	42
Заключение.....	44
Список использованных источников.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Художественное литьё — технологический процесс изготовления изделий (отливок) путем заполнения форм расплавленным металлом; процесс литья основан на способности металлов и их сплавов в расплавленном состоянии заполнять формы любой сложности, а после затвердения и извлечения из формы сохранять полученную конфигурацию. Литьё позволяет получать отливки сложных форм, не только в единичном экземпляре, больших и малых размеров высокого качества, но и серийном производстве. Методами художественного литья переводятся из мягкого материала в металл произведения скульптуры, барельефы, ограждения, светильники, кабинетная скульптура и прочее. В настоящее время производство художественных отливок является актуальной темой.

С развитием литейного производства художественное литьё постепенно выделилось в отдельную отрасль, где применяются специфические методы формообразования.

Существует много способов и технологий изготовления художественных отливок, но один из наиболее используемых, является литьё по выплавляемым моделям.

Метод литья по выплавляемым моделям является универсальным способом получения художественных отливок любых габаритов, массы, степени сложности из металлов любых марок. Достоинства метода дают возможность приблизить отливку к готовому изделию, а в ряде случаев получить её без механической обработки и чеканки.

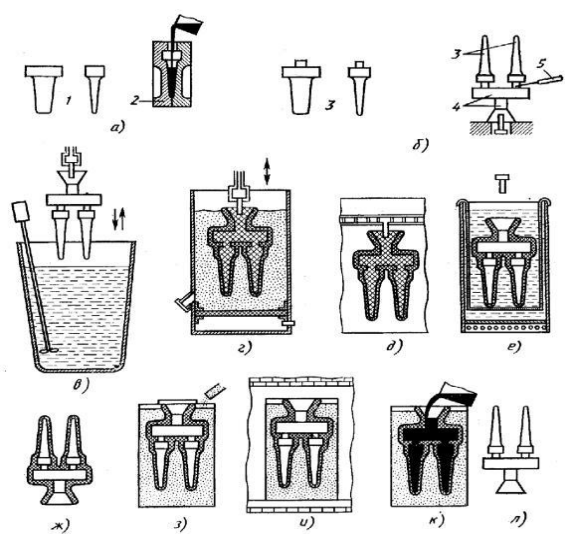
В настоящее время по мимо изготовлении художественных статуарных отливок и ювелирных изделий этот метод используют, также и в зубопротезном производстве.

Существует два способа литья по выплавляемым моделям – литьё в послойные оболочковые формы с этилсиликатным связующим и литьё в монолитные формы с гипсовым связующим.

#### Способ получения отливок в многослойных оболочковых формах

Первоначально изготавливают пресс-форму, внутренняя полость которой выполняется с большой точностью и качественной поверхностью. В неё заливается или запрессовывается воскообразный модельный состав. Модель с литниковой системой, погружается в сметанообразную суспензию, состоящую из жидкой фазы (этилсиликатный связующий раствор) и твёрдой (пылевидный кварц). При извлечении модели на ней остаётся слой суспензии, который обсыпается песком. Этот слой высушивают. Операция нанесения слоёв повторяется несколько раз в зависимости от размера модели (обычно 3–6 слоёв). Из полученной многослойной оболочки модельный состав удаляют выплавлением в горячей жидкости, горячим воздухом или паром. Освобождённая от модельного состава оболочка, засыпается опорным наполнителем (песком) и прокаливается при температуре 800–900 °С для полного удаления органических остатков суспензии и модельного состава. Данный процесс полностью изображен на Рисунке 1.

После заливки металла в форму удаляют литниковую систему,



отливку очищают.

Рисунок 1 - Схема процесса изготовления отливок по выплавляемым моделям.

Универсальность и большие возможности процесса литья по выплавляемым моделям сопряжены с многооперационностью, применением большого числа дорогостоящих материалов, высокой трудоёмкостью и энергоёмкостью, что сказывается на себестоимости отливок. Поэтому выбор данного способа для конкретных отливок должен быть экономически обоснован.

Помимо художественного литья, метод литья по выплавляемым моделям получил значительное распространение и в машиностроении, а также приборостроении, благодаря ряду преимуществ по сравнению с другими способами изготовления деталей. Так как говорилось ранее, данный метод позволяет максимально приблизить заготовку к готовой детали, а в ряде случаев получать деталь, не требующую какой-либо дополнительной обработки перед сборкой. За счет сокращения механической обработки, уменьшается расход металла и инструмента, сокращается потребность в рабочих высокой квалификации, в оборудовании, приспособлениях, производственных площадях, создается возможность значительно усовершенствовать конструкцию изделий и повысить их эксплуатационные качества путем объединения отдельных деталей в общие узлы, уменьшения их габаритных размеров и веса.

Исходя из выше сказанного можно сделать вывод, что для успешного развития производства литья по выплавляемым моделям необходимо его дальнейшее совершенствование. Нужно создать модельные составы, полностью отвечающие требованиям производства, а также повысить и стабилизировать качество формовочных материалов, необходимых для изготовления форм высокой точности, что является основополагающим звеном данного метода литья.

## 1 Литературный обзор

### 1.1 История художественного литья

Семь наиболее известных шедевров древних культур названы чудесами света. Два из них являются отливками. Это Колосс Родосский (бронза, 280 гг. до н. э.) представленный на рисунке 2, и статуя Зевса Олимпийского в храме Зевса в Олимпии (золото, 430 г. до н. э.).



Рисунок 2 - Колосс Родосский

На изготовление грандиозного монумента потребовалось 13 тонн бронзы и 8 тонн железа. Колосс породил своего рода моду на гигантские статуи, на Родосе уже во 2 в. до н. э. было установлено около ста колоссальных скульптур.

Создание бронзового гиганта длилось около 12 лет, но простоял он, однако, всего 56 лет. В 220 до н. э. во время землетрясения статуя рухнула, не выдержав колебаний почвы. Как пишет Страбон, «статуя лежала на земле, поверженная землетрясением и переломленная у коленей». Но и тогда Колосс вызывал удивление своими размерами; Плиний Старший упоминает, что лишь немногие могли обхватить обеими руками большой

палец руки статуи. Обломки Колосса пролежали на земле больше тысячи лет.

В 653 г. о-в Родос захватили арабы. Они сразу поняли большую материальную ценность остатков статуи — ее разбили, а металл вывезли в Сирию на 980 верблюдах. По современным расчетам, на литую бронзовую статую таких размеров требуется около 200 т бронзы.

Труд литейщика, изготавливающего уникальную отливку, по своему характеру творческий. В большей степени это относится к отливкам, отличающимся какими-либо особыми свойствами, размерами или виртуозностью техники их литья. Таким отливкам присваивается титул "царь". Самой крупной царь - отливкой является литой шабот молота (чугунное основание наковальни механического молота) массой более 650 т, изготовленный в 1875 г. в Перми, проиллюстрированный на рисунке 3. Для установления литой формы потребовался кессон глубиной 40 м. Вокруг было размещено 20 крупных вагранок. Заливка длилась 3 ч, остывание металла — более 4 месяцев.

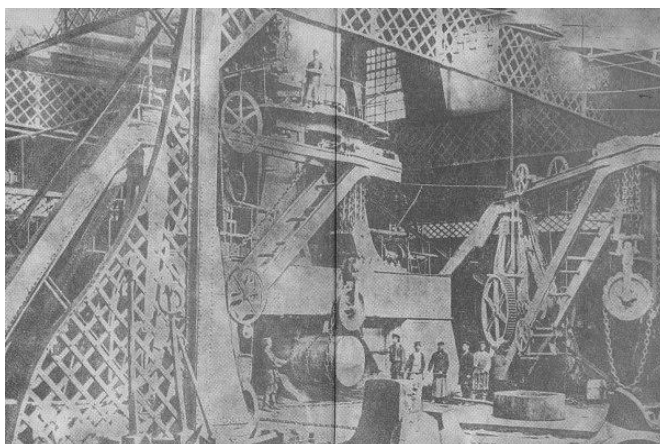


Рисунок 3 - Шабот молота



Первыми металлами, с которыми имел дело человек, были самородные медь и золото. Этому способствовало то, что они легко добывались в виде самородков и россыпей, имели невысокую, чуть больше 1000°С, температуру плавления и принимали необходимую форму с использованием метода холодной деформации и литья.

У разных народов зарождение художественного литья приходилось на разные времена. У многих оно было самобытным, другие же опыт заимствовали. В источниках указывается данные археологических исследований, из которых следует, что в Египте производить художественные отливки из золота начали за 12 тысяч лет до н.э. О высоком мастерстве и художественном вкусе мастеров свидетельствует литая голова быка из золота с инкрустацией, изготовленная в VI в. до н. э., которая представлена на рисунке 4. Египтяне начали отливать медные изделия раньше других народов.

История развития цивилизации неразрывно связана с освоением материалов. В этом плане трудно переоценить роль металла. Американский этнолог Генри Льюис Морган писал, что когда варвар научился получать и применять металл, тогда «девять десятых борьбы за цивилизацию было выиграно». Появление орудий из металла способствовало не только техническому прогрессу (в земледелии, строительстве, ремеслах), но и социальному: образование первых государств совпадает с началом



бронзового века.

Рисунок 4 - Литая голова быка

Литейная технология является одним из древнейших методов получения изделий из металлов. Сколько лет оно насчитывает, до сих пор не знает никто.

История становления человека на Земле исчисляется миллионами лет. Однако процесс развития примитивного человека до современного «разумного» закончился всего 30-40 тыс. лет назад. А первые изделия из металла появились за 7—9 тыс. лет до н.э. в переходную эпоху меднокаменного века (энеолит).

Основным условием технического, а за ним и социально-экономического прогресса явилось стремление первобытных людей в борьбе за существование повысить эффективность своего труда. Ученые лаборатории первобытной техники Санкт-Петербургского института археологии РАН провели эксперимент на берегах Ангары. Сосну диаметром 25 см срубили каменным топором за 75 мин непрерывной работы, а медным — за 25 мин. Медным или бронзовым ножом можно обстругать толстый сук в 10 раз скорее, чем каменным, сверлом просверлить березовое полено в 22 раза быстрее и т.д. Этим подтверждается объективная целесообразность использовать металлические орудия, даже из мягкой меди, вместо каменных.

Граница между каменным веком и веком металла достаточно размыта. В различных районах Земли переход осуществлялся в разное время, что определялось географическими условиями, наличием, видом природных ресурсов и др. Из-за последнего оледенения и миграции населения в южных районах переход к использованию металла происходил раньше, чем в северных.

Освоение металла открывало новые возможности для внедрения искусства в быт людей. В каменном веке сферой применения художественных способностей человека были в основном различные предметы, не имеющие хозяйственного значения: украшения (бусы, браслеты), атрибуты культа (фигурки божеств, амулеты) из кости и камня, а с появлением гончарного дела — многочисленные сосуды из глины. Металл как материал был пригоден для всех перечисленных изделий, часто обеспечивая им большую прочность и долговечность, позволял повысить их эстетические свойства, превращать в подлинные произведения искусства такие предметы повседневной жизни, как орудия труда, оружие и др.

В истории развития литейной технологии можно выделить три периода:

Первый (от появления первых отливок до XIV века н. э.) — это период примитивной технологии. На этом этапе имело место исключительно индивидуальное производство в основном предметов быта, культа, оружия, украшений.

Второй (от XIV века н. э. до середины XIX века) — период ремесленной технологии. Литье превратилось в самостоятельное ремесло. Ручная формовка достигла совершенства.

Третий (от середины XIX века до конца XX века) — период промышленной технологии. Организовано механизированное массовое производство самых разнообразных отливок.

Такое деление условно, поскольку на протяжении каждого этапа искусство литья испытывало взлеты и падения. Еще в древности создавались уникальные литые изделия.

Пройден долгий путь, накоплен огромный багаж практических знаний и умений. Ушли в прошлое целые улицы городских ремесленников, откуда с раннего утра доносились звон металла и стук инструментов. Все больше и больше в литейный процесс внедрялась техника, и все реже на изделиях

встречались личные клейма мастеров. С уходом мастеров были утеряны многие секреты. Но то, что удалось сохранить или разгадать при помощи современной науки, не потеряло своего значения и по сей день.

Некоторые ремесленные технологии обросли усовершенствованиями, другие и сейчас сохраняются, и поддерживаются в первоизданном виде.

## 1.2 История брошей

**Брошь** — ювелирное изделие, прикалываемое на одежду. Обычно изготавливается из металла, часто драгоценного, и украшается драгоценными камнями или эмалевыми вставками. Как правило, брошь используется только в качестве украшения, однако она может нести и функцию застёжки.

Слово «брошь» (англ. brooch) происходит от французского «broche», что в переводе означает «длинная игла». Такое название объясняется первоначальным назначением броши – скреплять одежду. А необходимость скреплять одежду появилась тогда, когда человек впервые надел на себя что-то побольше, чем набедренная повязка. Поэтому не удивительно, что история броши практически равна истории человечества.

Первый аналог броши появился более 5 тысяч лет назад в бронзовом веке. Он не только отличался от современной броши своей конструкцией, но и имел другое название – фибула (англ. fibula). Фибула изготавливалась из металла и чаще всего представляла собой круг с двумя отверстиями, через которые продевался массивный изогнутый штырь, скрепляющий ткань. Но он быстро портил ткань, и вскоре люди додумались до безопасной конструкции фибулы с штырем в виде шипа. Фибула имела много конструктивных разновидностей. Так, например, венгерская фибула

изготавливалась из цельной металлической проволоки и своей конструкцией напоминала традиционную английскую булавку. А греческая фибула состояла из двух или четырех спиральных кругов, соединенных вместе. Игла при этом выходила из одной спирали и закреплялась на другой. Примеры таких фибул представлены на рисунке 5.

Рисунок 5 -  
Примеры  
античных



фибул

В Средневековье помимо фибул появились аграфы (англ. agraffe)– заколки, которыми скрепляли воротник нижней рубахи или просто надевали в качестве украшения, представленные на рисунке 5. Позже их стали использовать и как заколки для волос. В эпоху Возрождения, в связи с радикальным изменением моды, фибулы и аграфы сдали свои позиции, поскольку стали не нужны, а в моду вошли подвески.



Рисунок 5 - Примеры античных аграф

### 1.2.1 Виды брошей

Мир брошей завораживающе многообразен! Для романтичных и сентиментальных красавиц это настоящая сказка, в которую если попадаешь, то уходить из неё совсем не хочется.

Сегодня в ювелирных магазинах можно выбрать броши самой различной формы, разных стилей и из разных материалов – из белого, жёлтого и красного золота, инкрустированные как драгоценными, так и с полудрагоценными камнями. Дизайнеры и ювелиры здесь идут «рука об руку» навстречу разборчивым покупательницам, смело экспериментируя с материалами и стилями. Помимо металлов и камней, в создании современных брошей используются элитные виды тканей, кожи и даже современного пластика.

Наличие в шкатулке нескольких разноплановых брошей помогает создать непредсказуемые образы: от легкомысленной девчонки и романтической барышни, до строгой бизнес-леди.

По форме крепления броши бывают 3-х видов:

- брошь-булавка
- брошь-заколка
- брошь-игла

Брошь-булавка – невероятно модный тренд, который держится на вершине уже несколько сезонов подряд. Это очень удобный аксессуар,



выполненный, как правило, в сдержанном стиле, который можно носить каждый день практически под любой гардероб. Большая популярность броши-булавки объясняется также возможностью навешивать на неё кучу различных цепочек и симпатичных подвесок. Получается такая очень творческая, вдохновенная работа, которую может осилить абсолютно любая красавица. Примеры броши этих видов проиллюстрированы на рисунке 6.

Рисунок 6 – Брошь-булавка

На позолоченной броши-булавочке может быть маленький аккуратный цветок или изящный букет, который превосходно будет смотреться и на лёгком шарфике, и на берете и сумочке, и на пиджаке и плаще. Золотая булавка-брошь превосходно закрепляет шаль и задрапированный платок. Её лёгкий тонкий блик идеально вписывается в любой гардероб и не нарушает гармонию внешнего облика.

### 1.3 История использования цинка

Сплав цинка с медью — латунь — был известен ещё в Древней Греции, Древнем Египте, Индии, Китае. Долгое время не удавалось выделить чистый цинк. В 1746 А. С. Маргграф разработал способ

получения чистого цинка путём прокаливания смеси его окиси с углём без доступа воздуха в глиняных огнеупорных ретортах с последующей конденсацией паров цинка в холодильниках. В промышленном масштабе выплавка цинка началась в XVII в.

Наиболее распространенным минералом является карбонат цинка, или каламин. Как любой карбонат, каламин при нагревании, точнее прокаливании, разлагается на оксид цинка и углекислый газ. Оксид цинка широко применялся в медицине, например, при лечении глазных болезней.

Историки и археологи установили, что впервые получили латунь римляне. Это произошло во времена правления императора Августа, в начале нашей эры по летоисчислению. И этот способ применялся до XIX века.

Когда был получен цинк установить точно не удалось. В развалинах Дакии археологи нашли идола, который содержал более 27% цинка. Предположительно, цинк получали как побочный продукт при получении латуни.

Искусство получения цинка в Европе было утеряно в X—XI вв. Но цинк требовался для получения латуни, поэтому его приходилось завозить из Китая и Индии. Первое промышленное производство было открыто в Китае. Но способ был очень простым. Для получения цинка каламин засыпали в глиняные горшки, которые плотно закрывались, складывались в пирамиду, промежутки между ними заполнялись углем и нагревались горшки до высоких температур. Горшки нагревались докрасна. После данной операции горшки охлаждали, разбивали их и извлекали металлический цинк в виде слитков.

Слово «цинк» впервые встречается в трудах Парацельса, который назвал этот металл словом «zincum» или «zinken» в книге *Liber Mineralium II*. Это слово, вероятно, восходит к нем. *Zinke*, означающее «зубец».



Наиболее распространенный минерал цинка — сфалерит, или цинковая обманка. Основным компонентом минерала — сульфид цинка  $ZnS$ , а разнообразные примеси придают этому веществу всевозможные цвета. Видимо, за это минерал и называют обманкой. Цинковую обманку считают первичным минералом, из которого образовались другие минералы элемента № 30: смитсонит  $ZnCO_3$ , цинкит  $ZnO$ , каламин  $2ZnO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ .

На Алтае нередко можно встретить полосатую «бурундучную» руду — смесь цинковой обманки и бурого шпата, а также месторождения цинка известны в Австралии и Боливии.

## **2 Художественная часть**

### **2.1 Разработка композиционного решения**

Думая над темой дипломного проекта я руководствовалась тем, чтобы это было не просто художественное изделие, но и несло функциональную нагрузку. Поэтому мне захотелось чтобы данное изделие привлекало внимание и каким-либо образом использовалось. Эта идея дала толчок для изготовления украшения, а более универсальным из украшений я посчитала брошь. Так же мне захотелось чтобы по мимо визуальных качеств, брошь символизировала что-то положительное и позитивное. Так и родилась идея о создании броши в виде птицы, именно колибри, которая несет за собой эти определения.

На сегодняшний день эта тема является очень актуальной, особенно среди прекрасной половины человечества. Каждая женщина всегда хочет быть индивидуальной и каким-либо образом подчеркивать это и выделяться. В наше время существует множество украшений, различных по

форме и цвету, которые так же могут сделать и на заказ с учетом вкусов пользователя. Поэтому каждый может подобрать именно то, что ему больше подойдет как к одежде, так и к лицу, например, с учетом цвета глаз, который подчеркнет его и станет изюминкой. Образ, с правильно подобранной или уникальной брошью всегда обратит на себя внимание, и будет притягивать взгляды.

Такой же целью задалась и я. Чтобы данное изделие было именно таким, нужно было гармонично подобрать все материалы, которые идеально бы подходили друг другу по цвету, а именно металл и камень для украшения. Так как камень имеет холодный оттенок соответственно и металл выбирался с этим учетом.

## **2.2 Значение и символика колибри**

Колибри является самой маленькой и в то же время одной из самых очаровательных птиц в мире. Эта птица символизирует такие качества как нежность, лёгкость, трепетность, а её способность парить на месте восхищала и привлекала внимание человека ещё с давних времён.

Это, к слову, зародило поверья у некоторых народов, что колибри связана с магией и иными сверхъестественными силами. Перья этих птиц символизируют страстную любовь. Неуловимая колибри во все времена отождествлялась с ловкостью и скоростью. Она является символом энергии и способности осуществлять непосильные задачи.

Так же колибри нашла почётное место в мифологии и верованиях древнейших ацтекских народов, где являлась божеством. Колибри и её изображения пользуются большой популярностью на Карибских островах, где считается признаком богатства и многообразия природы. Тату колибри источают оптимизм, жизнерадостность, подчёркивая искреннюю натуру и

открытость человеческой души. Пользуются большой популярностью у прекрасной половины населения, наряду с различными цветами, бабочками, так как олицетворяет грациозность, лёгкость и неповторимость.

### **2.3 Выбор металла**

Для изготовления художественных отливок применяют преимущественно цветные и драгметаллы такие как, латуни, бронзы, чугуны и сплавы на основе Al, Zn, Sn.

Отливки из бронзы.

Бронзы – это сплавы на основе меди, в которых главная легирующая добавка – любой элемент, кроме Zn и Ni. Бронзы подразделяют на оловянные и безоловянные.

Оловянная бронза – основной материал для производства колоколов. А все дело в то что именно этот материал обладает хорошими звуковыми качествами, имея достаточную жесткость и прочность.

Оптимальный состав колокольной бронзы определился уже тысячу лет назад — это 80 % меди и 20 % олова с разбросом соотношения 3 %.

Отливки из латуни.

Латуни – сплавы на основе меди, в которых основной легирующий компонент – цинк. Латуни в отличие от бронз обладают лучшей жидкотекучестью, небольшим промежутком кристаллизации, меньшей усадкой и меньшей ценой. Недостатками латуни для художественного литья является то, что она имеет менее прочную оксидную пленку и более ограниченные колористические возможности, что отражается на внешних данных этого сплава-темнеет.

Отливки из чугуна.

Чугун – это сплав на основе железа содержащий 2,0...4,5% С; 1,0...3,5% Si; 0,5...1,0%Mn. С появлением чугуна скульпторы нашли в нем дешевый материал, который по своим литейным свойствам никак не уступал бронзе. Ведь не смотря на свою «грубость» этот сплав прекрасно подходит для статуарного литья и смотрится несколько не хуже изделий из цветных металлов. Поэтому со временем чугун как материал для художественного литья завоевал почетное место наряду с бронзой и другими цветными сплавами.

Отливки из алюминиевых сплавов.

В наше время алюминиевые сплавы широко используют для изготовления скульптурного литья, так как они удобны как в плане механической, так и декоративной обработки. Изделия из этих сплавов хорошо поддаются ручной обработке при помощи напильников и других приспособлений. Одним из достоинств является то, что при помощи такой обработки алюминиевых сплавов можно заменить им другие металлы, при помощи покраски, патинирования под старое серебро, золочение и другие операции, способные передать характеристики других материалов.

Литейные свойства таких сплавов делают их весьма технологичными материалами из-за того, что они имеют относительно низкие температуры начала и конца кристаллизации, незначительную усадку и могут заливаться в любые литейные формы – гипсовые, песчаные, металлические.

Отливки из цинковых сплавов.

Литейные цинковые сплавы имеют довольно хорошую жидкотекучесть при сравнительно невысокой температуре заливки, что дает возможность получать из них отливки сложной формы в том числе и тонких, как в нашем случае. Эти сплавы удобны тем, что очень хорошо поддаются обработке, как ручной, так и механической. В настоящее время эти сплавы обширно используются для литья малых и полых

художественных изделий, главным образом бюстов, методами заливки в металлическую форму. К недостаткам цинковых сплавов относится большая плотность (7 г/см<sup>3</sup>), склонность к старению и коррозии. Примеси свинца, олова и кадмия усиливают и ускоряют процесс старения, поэтому их содержание в сплаве ограничено. Для уменьшения склонности к коррозии в цинковых сплавах допускается строго ограниченное содержание магния (обычно не более 0,1%). Более высокое содержание магния вызывает горячеломкость отливок.

Для продления срока службы готовые детали из цинковых сплавов подвергают всем видам защитных (антикоррозионных) и декоративных покрытий: никелированию, хромированию, кадмированию и т. п.

#### Отливки из сплавов олова.

В античное время олово считали одним из важнейших материалов, из которого изготовляли посуду для хранения напитков. Легкоплавкие сплавы на основе олова с небольшим содержанием свинца обладают отличной жидкотекучестью, небольшой усадкой и невысокой температурой плавления, что дает возможность применять для литейной формы в том числе и гипс. Кроме того, изделия из сплава олова практически не склонны к образованию трещин при затрудненной усадке.

На основе изученных сплавов, выбор остановился на цинке из-за его внешних и литейных свойств, а именно хорошей жидкотекучестью, что является одним из самых важных характеристик для тонкой и сложной по конфигурации отливки.

Благодаря тому, что он хорошо поддается полировке, можно добиться блестящего серебристого цвета для более эффектного вида. Так же на фоне холодного цвета этого сплава прекрасно будет смотреться, также холодного оттенка камень, который был выбран для данной броши-лабрадор.

Марка данного сплава: ЦАМ4-1. Химический состав сплава ЦАМ4-1 показан на рисунке 7.

Марка: ЦАМ4-1

Класс: Цинковый литейный сплав

Использование в промышленности: для литья под давлением деталей средней прочности



Рисунок 7 – Химический состав марки ЦАМ4-1

Твердость материала:  $HV 10^{-1} = 90$  МПа

Температура плавления, °C: 380 - 386

Марка относится к сплавам системы Zn-Al-Cu. Алюминий и медь значительно повышают механические свойства сплава, а также разбивают крупное зерно цинка на более мелкие. На рисунке 8 изображен крупнозернистый цинк.



Рисунок 8 – Цинк

Сплавы типа ЦАМ при плавке в тигельных печах готовят следующим образом. В тигель, предварительно очищенный и разогретый до 400-500 °С, или в печь, подогретую до 500-600 °С, загружают примерно 2/3 необходимого по расчету количества цинка, алюминиево-медную лигатуру (50 % Al и 50 % Cu), а также чистые алюминий и медь в количествах, определяемых расчетом шихты в зависимости от марки сплава. Готовый сплав при 470-490 °С рафинируют хлористым цинком или хлористым аммонием (0,1-0,2 % от массы шихты). После отстаивания и удаления с поверхности расплава шлака сплав направляют на разливку.

Плавку ведут при 470-500 °С.

## **2.4 Применение цинка**

Чистый металлический цинк используется для восстановления благородных металлов, добываемых подземным выщелачиванием. Кроме того, цинк используется для извлечения серебра, золота из черного свинца в виде интерметаллидов цинка.

Применяется цинк также и для защиты стали от коррозии.

В химических источниках тока цинк используется в качестве материала для отрицательного электрода, то есть в батарейках и аккумуляторах, например, марганцево-цинковый элемент, серебряно-цинковый аккумулятор, ртутно-цинковый элемент и др.

Очень важна роль цинка и в цинк-воздушных аккумуляторах, которые отличаются весьма высокой удельной энергоёмкостью. Что делает их перспективными для пуска двигателей и для электромобилей.

Для снижения температуры плавления в состав многих твёрдых припоев также вводится цинк.

Широко используется в медицине окись цинка как противовоспалительное средство и антисептическое. Кроме того, данная окись используется для производства цинковых белил.

Цинк является важнейшим компонентом латуни. Сплавы цинка с алюминием и магнием очень широко используются в машиностроении для точного литья. В том же числе, в оружейном деле из сплава ZАМАК отливают затворы пистолетов, особенно рассчитанных на использование слабых или травматических патронов. Также из сплавов цинка отливают различную техническую фурнитуру, например, автомобильные ручки, корпуса карбюраторов и всевозможные миниатюры, а также любые другие изделия, требующие точного литья при приемлемой прочности.

Сульфид цинка применяется в электронной промышленности для изготовления светящихся гибких панелей и экранов в качестве электролюминофоров и составов с коротким временем высвечивания.

Разные модификации цинка являются хорошими полупроводниками.

Пример использования селенида цинка можно увидеть в изготовлении оптических стёкол с очень низким коэффициентом поглощения в среднем инфракрасном диапазоне, например, в углекислотных лазерах.

На разные применения цинка приходится:

цинкование — 45-60 %

медицина — 10 %

производство сплавов — 10 %

производство резиновых шин — 10 %

масляные краски — 10 %



Место	Страна	Производительность
—	Весь мир	10,000,000
1	Китай	2,600,000
2	Австралия	1,380,000
3	Перу	1,201,794
4	США	727,000
5	Канада	710,000
6	Мексика	480,000
7	Ирландия	425,700
8	Индия	420,800
9	Казахстан	400,000
10	Швеция	192,400
11	Россия	190,000

На рисунке 9 показан список стран по производству цинка:

Рисунок 9 – Список стран по производству цинка

## 2.5 Выбор камня

Выбирая камень для данной броши, я хотела, чтобы в первую очередь он производил впечатление необычности, чтобы его хотелось рассматривать. И данные свойства я увидела в камне (минерале) под названием лабрадор или как его еще называют спектролит. Этот камень особенно красив на свету. А его необычность состоит в том, что под определенным углом он меняет цвет, на пример от зеленого переходит в синий или появляются блики. Поэтому нельзя определенно сказать какого он цвета, так как под разным углом он разный.

В народной медицине существует мнение, о том, что данный камень способствует общему укреплению организма. Некоторые целители считают, что лабрадор облегчает боли при заболеваниях позвоночника и суставов.

Специалисты полагают, что данный минерал также пробуждает скрытые таланты и помогает развить их. Лабрадор считается амулетом для

людей творческих – писателей, поэтов, музыкантов, художников; им он приносит вдохновение, умение «поймать волну».

Свое название минерал получил от названия полуострова Лабрадор в Северной Америке, где был обнаружен в 1770 г. Прочие наименования минерала и его разновидностей: черный лунный камень, бычий глаз, кариатит.

Он является одной из разновидностей туюлевого шпата. Цвет лабрадоров - темно-серый, зеленовато-серый; он служит хорошим фоном для сверкающих бликов зеленого, желтого или красного, синего цветов, которые пробегают по нему; когда камень поворачивают из стороны в сторону, о чем говорилось ранее. Блеск — матовый, стеклянный.

Сам по себе цвет этого камня непривлекателен: от серого до почти черного. Однако сверкающие блики и сполохи, играющие на его поверхности, придают ему облик драгоценного опала.

Имеет твердость — 6,0 — 6,5 и плотность — 2,7 г/см<sup>3</sup>.

Приобретенный лабрадор изначально не подходил по размерам для данной броши, поэтому его подвергли обработке на специальном дисковом шлифовальном станке для полировки камня, где в ручную и производилось стачивание лишней поверхности, а также толщены камня.

Так же в данном изделии по мимо основного камня для украшения, используется искусственная бусинка из крашенного лакированного пластика для глаза колибри, темного стального цвета.

Используемые камни крепятся на изделие при помощи клея в заранее сделанное по размерам гнездо.

### **2.5.1 Основные месторождения.**

Есть информация о находке очень красивых лабрадоров в Финляндии. Менее яркие лабрадоры находят в Германии, Гренландии, на

территории Индии, в Тибете и на Украине. В Австралии встречаются лабрадоры ювелирного качества, которые можно подвергать огранке.

### **3. Технологическая часть**

#### **3.1 Выбор способа литья**

Представленная брошь имеет высокую художественную ценность, так как она небольшого размера и имеет мелкий рельеф с вырезанным рисунком перьев и глаза колибри, поэтому исходя из этого, используется способ литья в разовую форму по выплавляемым моделям в ювелирную смесь, которая способна довольно четко передать все мелкие детали изделия и с минимальными дефектами.

#### **3.2 Литье по выплавляемым моделям**

Получение отливок близких по форме, точности размеров и чистоте к готовым деталям или изделиям, является одной из основных задач литейного производства. В промышленности используют ряд методов для изготовления точных отливок: в металлических формах, под давлением, по выплавляемым моделям, в оболочковых формах и другие.

Метод литья по выплавляемым моделям на данный момент считается наиболее прогрессивным способом получения сложных по конфигурации тонкостенных отливок повышенной точности, с высокой степенью чистоты, требующих сложной и трудоемкой механической обработки при литье обычными способами. Этот метод является одним из самых древних, его применяли более 4000 лет назад.

В настоящее время способ литья по выплавляемым моделям существенно изменен и усовершенствован. Из процесса индивидуального и

мелкосерийного производства отливок он превратился в процесс массового изготовления отливок со сложной конфигурацией и высокой чистотой поверхности.

Сущность способа литья по выплавляемым моделям состоит в том, что этот метод обеспечивает высокую точность отливок, а модель изготавливают из такого материала, который без разрушения формы можно выплавить или растворить и получить неразъемную форму. Чаще всего материалом модели является легковыплавляемый воскообразный материал. Литьем по выплавляемым моделям получают отливки различной и сложной конфигурации с толщиной стенки до 0,5 мм в основном из стали и жаропрочных сплавов, трудно обрабатываемых механическим способом.

### **3.3 Изготовление модели**

Изготовление модели считается одним из наиболее значимых этапов для получения отливки. От того как будет выполнена модель, будет зависеть не только качество, но и стоимость самой отливки, также удобство, кроме того простота изготовления литейных форм.

Для получения модели данной броши, сначала разрабатывался эскиз на бумаге, а затем в ручную по нему с помощью ланцетов изготавливалась основа для броши в виде калибра из полимерной глины, показанный на Рисунке 10, с учетом рельефа крыльев, хвоста, клюва, головы и места для вставки камней.



Товаромания.РФ

Рисунок 10 - Полимерная глина

После чего готовая модель запекалась в духовом шкафу 20 минут и при температуре  $180\text{ C}^0$ . После проделанной работы модель извлекается из печи и приобретает твердое состояние, и становится похожей на пластмассу, с которой в последующем удобно работать. Готовая модель из полимерной глины представлена на рисунке 11:



Рисунок 11 - Готовая модель из полимерной глины

Затем по данной модели изготавливается пресс-форма из пентэласта, которая при высыхании принимает точную ее форму. Пресс-форма должна иметь минимальное количество разъемов и при этом обеспечивать удобное и быстрое извлечение модели. Должно быть предусмотрено удаление воздуха из полости формы при заполнении ее модельным составом. Так как данное изделие тонкостенное и имеет

небольшой размер, то гипсовый кожух не понадобится, поэтому пресс-форма будет исключительно из силикона.

Силикон смешивается с катализатором, который способствует затвердеванию всей массы в соотношении 1 к 25. Перед заливкой пентэласта для модели создается своеобразная опока в которую она помещается. Затем модель покрывается разделительным составом для удобного извлечения ее из полости готовой пресс-формы. После этого модель первоначально обмазывается, чтобы предотвратить образование воздушных пузырьков на поверхности модели, а затем уже сверху полностью заливается силиконом. Через сутки данная пресс-форма приобретает готовый вид, а модель извлекается, оставляя пустую полость с точным отпечатком. На рисунке 12 представлен компаунд силиконовый «Пентэласт-9121» и катализатор.

Силикон «Пентэласт-9121» - мягкий, эластичный, высокотекучий, прочный силиконовый компаунд для изготовления гибких форм для заливки в них пластиков, смол, воска, гипса, мыла, полиуретана и т.д.

В состав компаундов входит низкомолекулярный каучук, обладающий способностью из-за своей специфической структуры очень точно воспроизводить тонкие и сложные объемные рельефы.

После того как компаунд скрыл модель, ручным способом создается вибрация по основе, на которой стоит опока с залитым на модель силиконом для выхода пузырьков на верх. Полное застывание формы происходит в течение 12 часов.



Рисунок 12 - Силикон Пентэласт-9121 и катализатор

Характеристики:

- Высокая подвижность и долговечность для сложных форм
- Высокая прочность компаунда
- Высокая эластичность облегчающая вынимание сложных слепков.

Полученная пресс-форма представлена на рисунке 13:



Рисунок 13 - Пресс-форма из пентэласта-9121

На таблице 2 представлены характеристики данного материала.

Внешний вид, цвет	вязкотекучий материал от белого до серого цвета
Жизнеспособность, час., (при 15-30°C)	0,5 - 2,0
Вязкость, СПз, тыс.	10-20
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	400
Условная прочность при растяжении, МПа, не менее	2,0
Твердость, ед. по Шору А	15-32

Таблица 2

После полного высыхания в данную пресс-форму заливается, заранее расплавленный инжекторный воск (Tuf Guy Green) от марки Freeman Flakes, который по своим свойствам очень твердый, но при этом весьма эластичный и имеет минимальную усадку, поэтому восковая модель становится достаточно прочной. Этот воск является одним из самых прочных восков Freeman и очень точно передает фактуру изделия.

Температура плавления 73°C. Реализовывается такой воск в пакетах в виде пластинок, который представлен на рисунке 14.



Рисунок 14 - Инжекторный воск

После застывания, восковая модель извлекается из резиновой пресс-формы и при необходимости дорабатывается с помощью паяльного (выжигательного) прибора, убирая пузырьки и другие недочеты.



Итак, чем точнее будет изготовлена модель, тем менее трудоемко и времязатратно будут дальнейшая обработка и другие завершающие операции.

### 3.4 Формовочные материалы

Основными исходными материалами для формы являются огнеупорная смесь для ювелирных изделий и вода.

Используем формомассу Ultra-Vest - для ювелирного производства. Формовочный состав со значительным балансом вода/порошок (до 42/100).

Данная смесь имеет вид белого пылевидного порошка.

Низкая температура разливки. Температура прокалики - 750 °С.

Высококачественная формовочная масса производства компании Ransom & Randolph (США).

Формовочная смесь Ultra-Vest предназначена для литья по выплавляемым моделям с использованием полимерных материалов.

Данная формомасса гарантирует более гладкую, сияющую поверхность отливок, чем при использовании других видов



масс. Представлена на рисунке 15.

Рисунок 15 - Формовочная смесь Ultra-Vest

Технологический процесс не трудоемкий и не долгий по времени, что облегчает работу в разы. Готовая залитая форма с модельным составом представлена на рисунке 16.

На изображении хорошо видны части литниково-питающей системы: воронка, стояк и три выпора из воска для выхода воздуха и газов. Данные элементы литниковой системы необходимы из-за очень низкой газопроницаемости формы и особенности конфигурации самой модели, для хорошего пролива всех мелких частей. Так же они обеспечивают проливаемость без образования воздушных масс, которые не дают металлу полноценного заполнения формы.

В виде опоки используется металлический полый цилиндр.



Рисунок 16 - Залитая форма

### **3.5 Приготовление смеси для формы по выплавляемым моделям**

1. Соотношение 39-40-42 мл воды на 100г смеси. Температура воды 22-29 °С. Рабочее время формомассы, находится в границах 8,5 минут.
2. Перемешивание производится ручным способом 3 минуты до сметанообразного состояния.
3. Заполнение опоки.
4. Подвергнуть опоку со смесью вибрацией 1,5 минуты для удаления воздушных пузырьков.
5. Оставить в покое как минимум на 1-2 часа.

На рисунке 17 представлена таблица пропорций для данной огнеупорной смеси.

**ТАБЛИЦА ПРОПОРЦИЙ ДЛЯ ОГНЕУПОРНОЙ СМЕСИ R&R ULTRA-VEST**

Масса огнеупорной смеси R&R Ultra-Vest	Крупные отливки, соотношение воды и порошка 39/100		Стандартные отливки, соотношение воды и порошка 40/100		Мелкие отливки, соотношение воды и порошка 42/100	
	Вода, мл	Прибл. выход, см <sup>3</sup>	Вода, мл	Прибл. выход, см <sup>3</sup>	Вода, мл	Прибл. выход, см <sup>3</sup>
0.5 кг	195	375	200	398	210	416
1.0 кг	390	770	400	795	420	831
5.0 кг	1950	3750	2000	3975	2100	4155
7.5 кг	2925	5775	3000	5963	3150	6233
10.0 кг	3900	7700	4000	7950	4200	8310
15.0 кг	5850	11550	6000	11925	6300	12465
20.0 кг	7800	15400	8000	15900	8400	16620

Объем 1 кг огнеупорной смеси R&R Ultra-Vest при смешивании составляет 795 см<sup>3</sup> при 40/100.

**ВОДА (мл)/ПОРОШОК (г) ОГНЕУПОРНОЙ СМЕСИ R&R ULTRA-VEST, ТРЕБУЕМЫЕ ДЛЯ РАЗНЫХ РАЗМЕРОВ ОПОКИ (ВОДА/ПОРОШОК = 40/100)**

Вода / порошок	Диаметр опоки							
	65 мм	75 мм	85 мм	90 мм	100 мм	110 мм	120 мм	150 мм
100	166/415	220/550	284/710	320/800	396/990	478/1195	568/1420	888/2220
110	184/460	244/610	312/780	352/880	432/1080	526/1314	624/1560	976/2440
120	200/500	264/660	340/850	384/960	472/1180	574/1434	680/1700	1064/2660
130	218/545	288/720	368/920	416/1040	512/1280	621/1553	736/1840	1152/2880
140	234/585	312/780	400/1000	448/1120	552/1380	669/1673	796/1990	1244/3110
250	416/1040	556/1390	712/1780	800/2000	988/2470	1196/2989	1420/3550	2220/5550

Рисунок 17 – Таблица пропорций

### 3.6 Заливка металла

Выплавка металла производится в плавильной муфельной печи. Печь с программным управлением МИМП-II предназначена для обжига изделий, плавки и термообработки металлов. На таблице 3 показаны характеристики

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип печи	17П	21П	25П	30П
Напряжение питания от сети перемен. тока, В	220±10%			
Потребляемая мощность, Вт, не более	5000	6000		
Минимальная рабочая температура, °С	100			
Максимальная рабочая температура, °С	1150			
Температура аварийного отключения, °С	1180			
Макс. отклонение температуры от задания, °С	2			
Скорость нагрева (Т<600°С), °С/мин, не менее	10			
Скорость нагрева (Т>600°С), °С/мин, не менее	5			
Диапазон задания температуры выдержки, °С	1 – 1150 с шагом 1			
Диапазон задания времени выдержки, мин	∞ / 0 – 998 с шагом 1			
Диапазон задания скорости нагрева, °С/мин	0.1 – 20.0 с шагом 0.1			
Количество хранимых в памяти программ	9			
Количество ступеней в одной программе	16			
Размеры камеры обжига:				
ширина, мм, не менее	305	305	300	320
глубина, мм, не менее	300	300	450	330
высота, мм, не менее	185	230	190	300
Габариты печи (без блока управления):				
ширина, мм, не более	570	570	570	580
глубина, мм, не более	620	620	720	630
высота, мм, не более	550	550	550	660
Масса печи, кг, не более	62*	75*	72*	75*
Режим работы печи	односменный			

\* - масса с блоком управления

используемой печи.

Таблица 3

В плавильную печь погружают полностью высохшую форму с модельным составом для его выплавки из полости формы, которая устанавливается на металлическую чашу для стекания воска. Вместе с этим происходит прокалка самой формы готовой для заливки расплава. Осуществляется прокалка при температуре 750°С.

С поверхности расплавленного металла стальной лопаткой снимаются шлаки, после этого металл заливается в прогретую форму, как показано на рисунке 18.



Рисунок 18 - Заливка металла в подготовленную форму

После кристаллизации металла отливка освобождается от огнеупорной смеси ударами молотка. Охлаждение происходит естественным путем.

### **3.7 Расчет литниково-питающей системы**

Расчет осуществляется по модулям охлаждения (приведенным толщинам).

Масса мастер-модели из полимерной глины 3,1 г. Плотность полимерной глины 2 г/см<sup>3</sup>.

Следовательно, объем модели составляет 6,2 см<sup>3</sup>. Далее, зная плотность цинка, которая равна 7,1 г/см<sup>3</sup> можно найти массу готовой отливки из цинка, она будет равна 45 г.

Далее рассчитывается питатель:

1. Питающий массивный узел представляет собой цилиндр с высотой  $b=25$  мм и диаметром  $a=30$  мм.

Модуль охлаждения этого узла можно найти по формуле из табл. 26;

$$z = ab/2(a+b) = 4.6$$

При  $G_1 = 473$  г и длине питателя  $L_n = 4$  мм, по табл. 27 можно найти:

$$\delta_n = 4,75 \text{ мм}; D_{ст} = 40 \text{ мм}$$

$\delta_n = S/P$ , где:  $S$  – площадь питателя,  $P$  – его периметр. Так как питатель имеет цилиндрическую форму, то  $S = \pi r^2$ ,  $P = 2\pi r$ , следовательно, радиус питателя будет равен  $r = 9,5$  мм, а диаметр  $D = 19$  мм.

Так как длина питателей равная 4 мм, слишком мала, то в связи с технологической необходимостью сборки длина питателей увеличивается до 10 мм.

Размеры воронки выбираются по ГОСТУ табл. 32. В зависимости от удельной скорости заливки (до 1,0 кг/сек).  $D = 60$  мм;  $m = 10$  мм;

Высота зумпфа, по табл. 31, равна 30 – 40 мм, но так как  $D_{ст} = 40$  мм, то высота зумпфа будет равна 20 мм.

Минимальная длина стояка, по табл. 33 равна  $H_{ст} = 120$  мм. Учитывая высоты всех остальных элементов ЛПС и высоту самой отливки, которая равна 75 мм, можно найти оптимальную высоту стояка, которая будет равна 120 мм.

Так же ЛПС будет включать два выпора из самых удаленных точек отливки, которые будут скреплены между собой и стояком для жесткости, каналами.

### **3.8 Выбор места подвода металла**

Питатель должен подводиться к массивным местам отливки, так как питание осуществляется от центрально расположенного стояка. Однако при этом необходимо соблюдать направленность заполнения полости формы так, чтобы не создавать в форме замкнутых воздушных объемов, что

несомненно может привести к недоливу металла формы из-за вакуумирования воздуха.

Главное при разработке литниково-питающей системы - это обеспечить последовательное заполнение формы расплавом, направленное затвердевание и питание отливки.

В данном случае местами подвода расплава будет обратная сторона броши, которая является самой широкой ее частью, а также не повлияет на художественную ценность изделия. Вертикальное расположение отливки и наличие выпоров на самых «высоких» ее частях, обеспечивает хорошую проливаемость формы без образования воздушных раковин, направленное затвердевание и питание отливки в ходе затвердевания.

### **3.9 Финишные операции**

Финишная обработка отливок включает операции обрубки, очистки, зачистки, выбивки стержней, термообработку (при необходимости), исправление дефектов, контроль, окраску или грунтовку, иногда – эмалирование, первичную механическую обработку отливок.

Обрубка – это отделение от отливок литниковой системы, а также удаление остатков питателей и крупных заусенцев. Литниковую систему чугунных отливок отбивают, отливок из пластичных сплавов – отрезают газовой или воздушно-дуговой резкой, ленточными или дисковыми пилами.

Очистку отливок от пригоревшей песчаной смеси производят в галтовочных барабанах, методами дробомётной, дробеструйной и вибрационной очистки, гидропескоструйным и электрохимическим способами.

Зачистка отливок предусматривает удаление с поверхности следов литниковой системы, заливок по плоскости разъёма, прочих заусенцев наждачными кругами, иногда – в штампах на специальных прессах.

Стержни мелких отливок выбиваются при очистке в галтовочных барабанах и при дробеметательной очистке. Стержни из крупных отливок выбиваются в гидравлических камерах методом электрогидравлической выбивки.

В зависимости от вида сплава в литейных цехах выполняют следующие виды термообработки: отжиг белого чугуна на ковкий чугун, старение, отжиг и отпуск алюминиевых и магниевых сплавов, отжиг или нормализацию отливок из стали.

Исправление дефектов отливок (усадочные раковины, трещины) производят газовой или электродуговой сваркой с подогревом или без подогрева отливок, пайкой, металлизацией, пропиткой специальными составами.

Контроль качества отливок – одна из наиболее ответственных операций финишной обработки. В зависимости от предъявляемых требований отливки, могут контролироваться визуально (или с помощью приборов) по следующим параметрам: качество поверхности, наличие наружных и скрытых дефектов, макро и микроструктура, твёрдость, прочность и другие механические свойства отливки, геометрическая и массовая точность, коррозионная стойкость, герметичность, немагнитность и др.

Для того чтобы придать отливке должный внешний вид и красоту, ее также необходимо обработать с помощью чеканов.

Чеканка - обработка поверхности чеканами либо штихелями, подчёркивающая фактуру изделия, заглаживающая неровности, швы и прочее.

Завершающим этапом будет полировка. Полировка необходима для улучшения внешнего вида и придания блеска изделию, и более высоких потребительских качеств. В данном случае полировка осуществляется с



помощью наждачной бумаги, а в последующем для большего усиления, изделие полируется войлоком для устранения микронеровности.

### **3.10 Декоративная обработка**

Издавна любое художественное изделие из металла декорировалось защитной пленкой, причем мастера принимали во внимание предназначение предмета и материал, из которого он выполнен.

Применяя несложную химическую и термическую обработку, они научились получать на поверхности металла практически любой цвет. Химический способ патинирования — так называется этот вид отделки — дает возможность получить красивую и стойкую пленку на меди, бронзе, латуни, стали.

Каким бы способом ни патинировали металл, его предварительно очищают, шлифуют, обезжиривают и отбеливают. Жир удаляют тряпкой, смоченной бензином или спиртом, а отбеливают в десятипроцентном растворе какой-либо кислоты.

Небольшое изделие погружают в раствор целиком, а более крупное патинируют кистью или тампоном.

Многие растворы непрозрачны, по этой причине опущенное в них изделие нужно время от времени вынимать и осматривать. Добившись нужного цвета, промывают в чистой воде и высушивают.

Хорошая имитация под старый оксидированный цинк получается при погружении предмета в более или менее крепкий раствор хлорного железа, после чего его обмывают и высушивают.

В данной работе применялся способ патинирования на основе селенистой кислоты. Раствор на основу броши наносится кистью.

Определенные пленки держатся на металле достаточно слабо, на других появляется белесый налет. С целью закрепления пленки и удаления налета изделие после сушки протирают натуральной олифой, машинным или растительным маслом. Для того чтобы усилить рельеф патинированной

чеканной работы, протирают ее влажной тряпкой с мелким порошковым абразивом (к примеру, молотой пемзой).

Выпуклые части чеканки высветляются, а на самых высоких точках обнажается естественный цвет металла. Протирать чеканку необходимо весьма аккуратно, добиваясь плавного перехода от самого светлого участка к самому темному. Промытую и высушенную чеканку протирают маслом или покрывают тонким слоем прозрачного лака.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель настоящей работы заключалась в разработке композиционного решения и технологии изготовления броши «Колибри». Для достижения указанной цели перед работой был поставлен ряд задач: разработка эскиза, изготовление модели, изготовление пресс-формы и формы, заливка и обработка.

Перед решением задач изучен литературный обзор истории художественного литья и истории создания брошей, а также проведена художественная часть работы: разработка композиционного решения, выбор металла и камня.

При решении задачи в технологической части были проведены такие операции как: изготовление модели, изготовление пресс-формы, расчет литниково-питающей системы, заливка формы огнеупорной смесью, заливка металла в полость формы и обработка.

Таким образом, задачи решены в полном объеме. В ходе всех художественных и технологических операций мы получили готовое изделие, которое было спроектировано.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ю.А. Степанов, Г.Ф. Баландин, В.А. Рыбкин, Технология литейного производства: Специальные виды литья. Учебник для вузов по специальностям «Машины и технология литейного производства», «Литейное производство черных и цветных металлов», 1983-287с.,ил.
2. Цинк, применение. Электронный каталог. Режим доступа: [http://4108.ru/u/tsink\\_-\\_primenenie](http://4108.ru/u/tsink_-_primenenie)
3. Боравский, В. А. Полезные страницы мастеру (радиолобителю, ювелиру, металлообработчику)/ Боравский – Москва: учебное пособие, 2007. – 208 с.
4. Зефирова Н. С. (гл. ред.). Химическая энциклопедия: в 5 т. — Москва: Большая Российская энциклопедия, 1999. — Т. 5. — С. 378.
5. Камень Лабрадор. Свойства Лабрадора. Описание Лабрадора. Электронный каталог. Режим доступа: <http://userdocs.ru/geografiya/36019/index.html>
6. Я.И. Шкленник, В.А. Озерова, Литье по выплавляемым моделям. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. «Машиностроение», 1971 (Инженерная монография), с. 436
7. Казаков Б.И. Металл из Атлантиды. (О цинке). — М.: Металлургия, 1984. — 128 с.
8. Шуман В. Мир камня. Драгоценные и поделочные камни. — М.: Мир, 1986. — С. 158.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

