

*На правах рукописи*

**Сорокина Вера Евгеньевна**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИМИТАЦИЙ САМОРОДКОВ ЗОЛОТА И  
СЕРЕБРА ДЛЯ ЮВЕЛИРНОГО ДИЗАЙНА**

Специальность 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Иркутск - 2017

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ИРНИТУ)

**Научный  
руководитель:**

Лобацкая Раиса Моисеевна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Иркутский Национальный исследовательский технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, заведующая кафедрой «Геммология»

**Официальные  
оппоненты:**

Пряхин Евгений Иванович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, заведующий кафедрой «Материаловедение и технологии художественных изделий»

Ершов Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный машиностроительный университет» (МАМИ) Министерства образования и науки Российской Федерации, заведующий кафедрой «Машины и технологии литейного производства»

**Ведущая организация:**

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет» (МИРЭА)

Защита состоится 5 декабря 2017 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.236.04 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» по адресу: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18, ауд. 241.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» по адресу: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18, <http://sutd.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_» октября 2017 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Лезунова Наталья Борисовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** В ювелирном деле с древних времен самородки благородных металлов занимали особое место и во все времена вызывали большой интерес. В современном дизайне привлекательно использование небольших самородков золота в качестве вставок в ювелирные украшения. Сочетание строгих форм оправы со сложными асимметричными, природными формами самородков придают самобытность и эстетическую привлекательность изделиям, однако они обладают чрезмерно высокой стоимостью, что побуждает дизайнеров ювелирных изделий и технологов к поиску путей создания их имитаций. Сегодня существуют некоторые технологические приемы, позволяющие создавать из различных металлов формы, аналогичные природным самородкам. Как правило, их изготовление сочетает различные способы плавления, пайки, травления, оксидирования, патинования и прочие технологические приемы, включающие ряд трудоёмких операций, что приемлемо для изготовления единичных изделий, но экономически невыгодно для мелкосерийного ювелирного производства.

В то же время, интерес к этим материалам и несомненная перспективность их широкого использования является основанием для поиска и разработки технологических приемов, позволяющих создавать имитации самородков золота и серебра сложных форм, близких к природным, минимизировав при этом затраты. Решение этой задачи является актуальным, как для теоретических разработок в области получения новых ювелирных материалов, так и для их внедрения в практику современного дизайна ювелирных изделий класса бридж и бижутерии.

**Степень разработанности темы.** Проведенное исследование по разработке новых технологических приемов получения имитаций самородков благородных металлов для ювелирного дизайна, носит инновационный характер. Разработанная технология получения имитаций самородков золота и серебра и предлагаемый на их основе дизайн ювелирных изделий готовы к внедрению в мелкосерийное ювелирное производство при создании сувенирных, ювелирных изделий класса бридж и авторской бижутерии.

**Целью диссертационной работы** является исследование процесса литья недорогих металлов для получения имитаций самородков золота и серебра, сходных по эстетическим характеристикам с природными аналогами.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующие методы создания самородков золота и серебра, выявить их достоинства и недостатки.
2. Осуществить выбор металлов, пригодных для создания имитаций самородков и определить способы их отливки.
3. Установить зависимость эстетических характеристик отливок от таких технологических параметров, как температура и состав охлаждающей жидкости, температура отливаемого металла и условия его кристаллизации.

4. Разработать рекомендации по использованию технологических приемов получения дизайнопригодных имитаций самородков в индивидуальных изделиях и мелкосерийном производстве.

5. Реализовать авторские разработки сувенирных и ювелирных изделий класса бридж в материале.

**Объектом исследования** являются природные самородки золота и серебра и их имитации, полученные из недрагоценных металлов.

**Предметом исследования** являются эстетические и механические характеристики имитаций самородков золота и серебра, физические параметры используемых материалов и технологические параметры литья.

#### **Научная новизна работы**

1. Экспериментально доказана возможность получения из неблагородных металлов дизайнопригодных имитаций самородков золота и серебра методом литья.

2. Определены критерии оценки дизайнопригодности имитаций самородков золота и серебра, полученных на основе латуни и олова.

3. Установлено влияние состава охлаждающей жидкости и её температуры на физические и эстетические параметры отливок.

4. Определены условия процесса литья для получения образцов с заданными эстетическими свойствами.

**Методы исследования.** Исследование химического состава используемых металлов проводилось на рентгенофлуоресцентном анализаторе металлов и сплавов S1 Titan. Для анализа микроструктуры латуни до и после эксперимента был использован поляризационный микроскоп OLIMPUS BX51. Температура охлаждающей жидкости определялась жидкостным термометром ВТ-02 с точностью  $\pm 2$  °С. Температура металлических расплавов измерялась инфракрасным пирометром HoldPeak HP-1300 с точностью  $\pm 5$  °С. Для реализации дизайнерских решений были использованы лицензионные программные средства Adobe Photoshop CS6 и CorelDRAW Graphics Suite X5.

#### **На защиту выносятся следующие научные положения:**

1. Ускоренная кристаллизация расплава неблагородных металлов, таких как латунь и олово, при литье в неограниченное пространство позволяет получать имитации самородков золота и серебра с заданными свойствами.

2. Технологический режим получения дизайнопригодных имитаций самородков золота обеспечивается сочетанием температуры расплавленной латуни  $970 \pm 5$  °С и охлаждающей жидкости в диапазоне от 0 до 25 °С.

3. Технологический режим получения дизайнопригодных имитаций самородков серебра обеспечивается сочетанием температуры расплавленного олова в диапазоне от 300 до  $400 \pm 5$  °С и охлаждающей жидкости в диапазоне от 0 до 55 °С.

4. Состав охлаждающей жидкости не оказывает значительного влияния на конечные формы имитаций самородков золота и серебра и их эстетические свойства.

## **Практическая значимость и перспективы использования результатов**

1. Разработанные технологические приемы получения имитаций самородков драгоценных металлов из расплавов латуни и олова при отливке в охлаждающие жидкости позволяют получать образцы, обладающие эстетическими свойствами, соответствующие запросам современного ювелирного дизайна.

2. Представлены дизайнерские решения и даны практические рекомендации по использованию имитаций самородков золота и серебра в индивидуальном и мелкосерийном производстве.

3. Разработанная технология получения имитаций самородков золота и серебра принята к внедрению на предприятии ОАО «Байкалкварцсамоцветы» (акт внедрения имеется).

4. Технологические приемы получения имитаций самородков благородных металлов рассматриваются в учебной дисциплине «Ювелирные металлы и сплавы», а полученные в процессе экспериментальных исследований образцы включены в учебную коллекцию дисциплины «Ювелирное и камнерезное искусство» (акт внедрения в учебный процесс кафедры геммологии ФГБОУ ВО «Иркутский Национальный Исследовательский технический университет» для направления 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов» имеется)

5. Имитации самородков благородных металлов с заданными эстетическими характеристиками могут обеспечить наглядность в учебном процессе и сохранность дорогостоящих и редких музейных образцов. Это позволяет рекомендовать их получение для учебных и музейных коллекций.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных семинарах кафедры геммологии ИРНТУ; на XVI и XVII Всероссийской научно-практической конференции по направлению ТХОМ (Москва, 2013; Иркутск, 2015); на ежегодной научно-технической конференции «Геонауки» в ИРНТУ (Иркутск, 2013-2015). Результаты исследований представлялись на всероссийских и международных конкурсах и получили высокую оценку: на Международной выставке «Город+Дизайн» присужден Диплом I степени за коллекцию ювелирных украшений со вставками, имитирующими золотые и серебряные самородки (Иркутск, 2013); на всероссийской выставке «Вдохновение и камень. Философия в материале» присужден Диплом II степени за подвес «Самородок» (Иркутск, 2013). За отличные результаты в учебе и достижения в научной деятельности присуждена именная стипендия Губернатора Иркутской области (Иркутск, 2014).

**Достоверность** разработанной технологии получения имитаций самородков золота и серебра подтверждается воспроизводимостью результатов; практическим применением результатов методики литья при изготовлении ювелирных изделий; апробацией результатов на всероссийских и международных конференциях и конкурсах.

**Публикации.** По результатам диссертационного исследования опубликовано 14 статей, в том числе 5 в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и 5 приложений. Текст диссертации изложен на 145 страницах, содержит 49 рисунков, 10 таблиц. Список использованных литературных источников включает 107 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** отражена актуальность темы диссертации, сформулированы цель, задачи, научная новизна, выносимые на защиту научные положения, практическая значимость диссертационной работы, приведены данные о методах исследования.

**Первая глава диссертации «Самородки золота и серебра и их имитации в ювелирных изделиях»** посвящена анализу существующих методов получения имитаций самородков драгоценных металлов. Рассмотрены понятия о природных самородках золота и серебра, даны их физические и эстетические характеристики, обеспечивающие высокую востребованность в ювелирном дизайне. Рассмотрены технологические приемы, позволяющие получать имитации самородков золота и серебра. Обоснован выбор металлов применительно к предлагаемой технологии.

Высокий интерес к использованию самородков в ювелирном дизайне и, в то же время, их высокая стоимость, делают актуальными попытки их воспроизведения из других, более дешевых материалов. Существует много технологических приемов для создания имитаций природных самородков золота из латуни или бронзы. Они основаны на использовании традиционных ювелирных техник, таких как пайка, литье, зернение и пр. Самородки серебра имитируют гораздо реже, при этом используют мельхиор или серебро 925 пробы и те же технологические приемы, что и для имитаций самородков золота. Все эти приемы требуют большого количества времени и трудозатрат, при этом полученные с их помощью имитации по эстетическим параметрам существенно уступают природным самородкам. Поэтому задачей данной работы явилась разработка технологических приемов более экономичных и эффективных с позиций конечного эстетического результата. Для достижения максимального внешнего сходства имитаций и природных самородков (цвет, неровная форма и рельеф, шероховатая поверхность, наличие дендритов), а также учитывая технологические параметры предлагаемого способа литья, для выбора материала были определены основные его критерии: цвет, жидкотекучесть и температура плавления металла.

Основываясь на определенных критериях выбора материала для имитации золотых самородков, было решено использовать латунь марки Л63. Она обладает соломенно-желтым цветом и золотистым блеском, характерным для высокопробного золота; температура ее плавления составляет 906 °С, что значительно ниже температуры плавления алюминиевых бронз и латуней с меньшим содержанием цинка; на диаграмме состояния латунь Л63 находится ближе других к эвтектической точке, что говорит о наиболее высокой жидкотекучести по сравнению с другими марками этого сплава. Для имитаций самородков серебра было выбрано чистое олово, для которого характерен

серебристо-белый цвет, высокая химическая устойчивость к атмосферным условиям, низкая температура плавления и высокая жидкотекучесть.


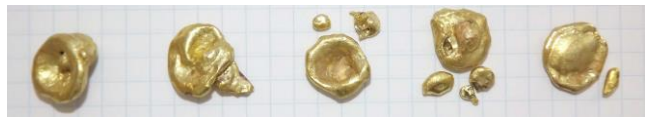

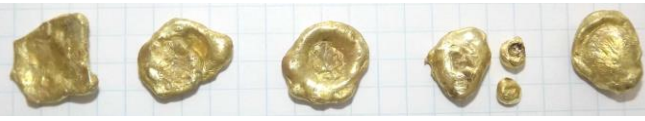





**Вторая глава «Разработка технологии получения имитаций самородков золота и серебра»** включает два раздела. Первый раздел содержит подробное описание экспериментальных исследований направленных на получение имитаций самородков золота путем литья латуни марки Л63 непосредственно в охлаждающую жидкость. Были определены критерии оценки результатов экспериментального исследования, обеспечивающие дизайнопригодность имитаций золотых самородков и их сходство с природными аналогами: 1) Золотисто-желтый цвет, металлический блеск; 2) Неровный рельеф и форма, характерные для природных золотых самородков, встречающихся в россыпях; 3) Допустимы матовые и шагреньевые участки на поверхности, характерные для золотых самородков претерпевших коррозию.

При попадании в воду расплав латуни формирует отливки с шероховатой поверхностью, неровным рельефом и золотисто-желтым цветом, что по внешним параметрам приближает их к природным самородкам золота. Этапы экспериментального исследования, направленные на определение условий, влияющих на эстетические характеристики получаемых образцов, показали, что для наилучшего результата во время плавления металла необходимо обеспечить его максимальный нагрев, чтобы в момент литья латуни имела однородное жидкотекучее состояние. Замеры температуры расплава перед опустошением тигля в воду, проводившиеся с использованием инфракрасного пирометра HoldPeak HP-1300, показали, что для получения отливок, удовлетворяющих заданным эстетическим параметрам, температура латуни в момент литья должна достигать  $970 \pm 5$  °С. Данный температурный показатель гарантирует однородное жидкотекучее состояние расплава, необходимое для его литья.

Следующим этапом экспериментального исследования стало выявление зависимости форм латунных отливок от температуры охлаждающей жидкости. В этом случае использовалась вода разных температурных режимов: 0-5, 10-15, 20-25, 30-35... 80-85 °С. Полученные результаты представлены в таблице 1. Использование воды температурой 0-5, 10-15, 20-25 °С позволило получить латунные образцы с нужными эстетическими параметрами. Отливки имеют золотисто-желтый цвет, яркий металлический блеск, неровные формы и рельеф поверхности. Образцы полученные в воде температурой 30-35 и 40-45 °С также обладают неправильными формами и сложным рельефом, при этом их фактурная поверхность покрыта тонкой пленкой окислов, что является причиной более темного цвета и частичного отсутствия блеска. При повышении температуры воды до 50-55 °С рельеф образовавшихся отливок становится более ровным, на их поверхности появляются небольшие участки медного цвета, которые увеличиваются при повышении температуры воды до 60-65 °С. В воде температурой 70-75 °С получены отливки, обладающие более ровными формами и рельефом поверхностей по сравнению с результатами предыдущих экспериментов, при этом увеличивается площадь поверхности, покрытой пленкой окислов. В воде температурой 80-85 °С латунный расплав сформировал отливки с

ровной поверхностью, контур формы которых приближен к кругу. Поверхность большинства из них полностью покрыта плотным слоем окислов.

Таблица 1 – Зависимость форм латунных отливок от температуры охлаждающей жидкости

| № экспериментов | Температура воды, °С | Внешний вид отливок  |
|-----------------|----------------------|--|
| 1               | 0-5                  |    |
| 2               | 10-15                |    |
| 3               | 20-25                |    |
| 4               | 30-35                |   |
| 5               | 40-45                |  |
| 6               | 50-55                |  |
| 7               | 60-65                |  |
| 8               | 70-75                |  |
| 9               | 80-85                |  |

По результатам данного эксперимента был построен график зависимости формы и рельефа образцов от температуры охлаждающей жидкости, представленный на рисунке 1, а. Для этого был выведен числовой показатель рельефа – среднее количество ярко выраженных неровностей (углублений и выступов), формирующих рельеф каждой отливки, то есть чем сложнее рельеф поверхности отливок, полученных при определенных условиях, тем выше данный показатель. На графике видно: чем ниже температура охлаждающей жидкости, тем выше показатель рельефа. Также была сформирована цветовая шкала,



представленная на рисунке 1, б, она демонстрирует изменение цвета отливок, связанное с образованием оксидной пленки на поверхности в зависимости от температуры воды, в которой они были получены.

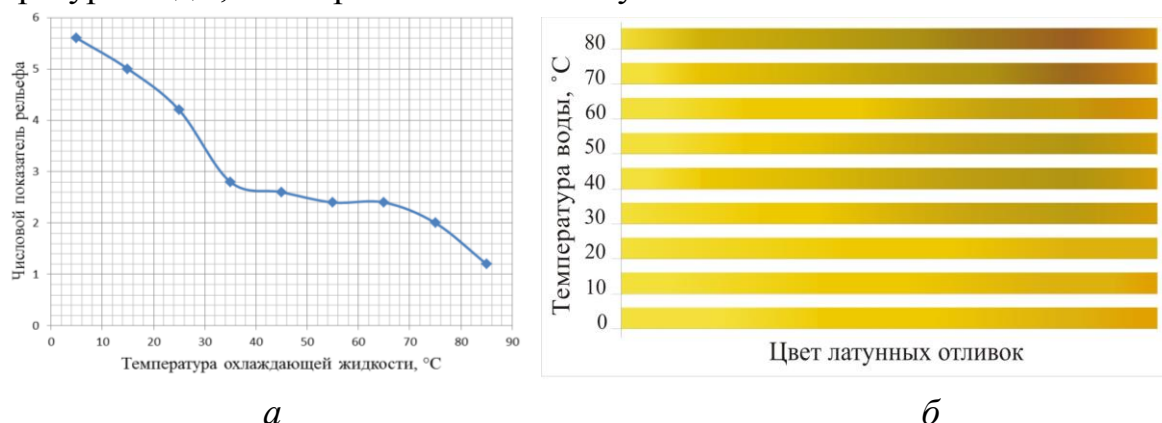


Рисунок 1 – Зависимость внешних параметров отливок латуни от температуры воды: а – график зависимости форм и рельефа; б - шкала зависимости цвета

Для наиболее полного понимания процессов, происходящих в металле при формировании отливок, было проведено исследование внутреннего строения образцов при помощи их распила. Это позволило убедиться в наличии пор и пустот внутри отливок, в формировании которых в процессе кристаллизации расплава участвуют внутриметаллические газы. Для проверки влияния цинка, испаряющегося в процессе плавления, на формы имитаций самородков золота был проведен химический анализ состава латуни на рентгенофлуоресцентном анализаторе металлов и сплавов «S1 Titan». Для этого исследования были получены образцы с заданными эстетическими параметрами, путем литья латуни в воду температурой 0-5 и 10-15 °С и для сравнения образцы с неудовлетворительными внешними характеристиками в воде температурой 70-75, 80-85 °С. Результаты анализа, показали, что изменения содержания цинка незначительны. Однако, в отливках, полученных при наиболее благоприятных условиях (в воде температурой 0-5 и 10-15 °С), потери цинка несколько выше (2,53 и 2,55 %) чем в отливках, не удовлетворяющих заданным параметрам (использование воды температурой 70-75, 80-85 °С). Одновременно с этим в первых двух случаях наблюдается наиболее значительный прирост процентной концентрации кремния – 0,93 и 0,98 %, в то время, как в других случаях он составляет +0,33, 0,37 %. Более значительные изменения процентного соотношения компонентов в образцах, полученных в холодной воде и обладающих заданными эстетическими параметрами, не позволяют отрицать влияние испарения цинка на эстетический облик экспериментальных образцов.

Предлагаемая технология литья способствует образованию в однофазной латуни Л63 второй β-фазы. Об этом свидетельствуют результаты исследования микроструктуры образцов латуни, полученных при разных условиях литья. Размер светлых зерен α-фазы образца, полученного литьем металла в холодную воду, структура которого изображена на рисунке 2, б, гораздо меньше размера зерен в образце, полученном при отливке в горячую воду, структура которого представлена на рисунке 2, в. Это говорит об ускоренном росте центров

кристаллизации в металле, отлитом в воду температурой 0-5 °С. Таким образом, важными факторами формирования эстетического облика имитаций самородков золота являются переход латуни из однофазного состояния в двухфазное и характер ее кристаллизации при разных условиях отливки.

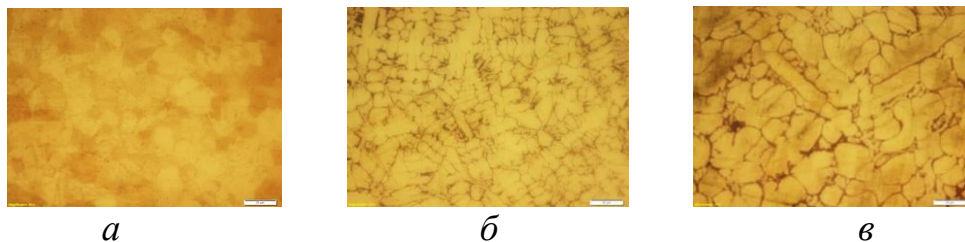


Рисунок 2 - Микроструктуры латуни при 400-кратном увеличении:  
*a* – однофазная латунь Л63 до эксперимента; *б* - двухфазная латунь с меньшим размером зерна, полученная литьем расплавленного металла в воду с температурой 0-5 °С; *в* - двухфазная латунь с более крупным зерном, полученная литьем расплавленного металла в воду с температурой 80-85 °С

Второй раздел главы посвящен экспериментам по получению имитаций самородков серебра из олова. Учитывая эстетические параметры природных серебряных самородков, для оценки результатов этих экспериментов были определены два основных критерия качества имитаций: 1) Серебристо-белый цвет и металлический блеск; 2) Неправильная форма и сложный рельеф в сочетании с дендритами в виде моховидных, пластинчатых или проволоковидных агрегатов.





















Технология литья для создания имитаций самородков серебра аналогична технологии, описанной в предыдущем разделе главы. Однако, в силу своих физических свойств, значительно отличающихся от свойств латуни, олово при такой обработке ведет себя иначе. В ходе первых экспериментов была определена зависимость форм получаемых отливок от температуры оловянного расплава. Чем выше температура расплава, тем больше степень его переохлаждения и интересней форма итоговой отливки. В таком случае они образуют формы с многочисленными дендритовидными элементами. При слишком сильном нагреве расплава, олово при попадании в воду расщепляется на мелкие крошки, что сопровождается громким хлопком. При уменьшении степени переохлаждения расплава уменьшается и количество хрупких элементов в форме отливок.

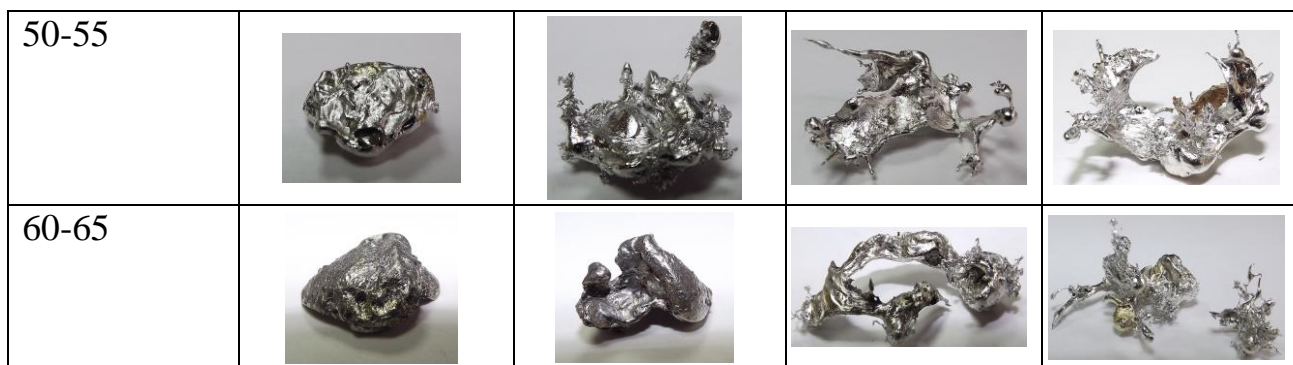
Для расширения спектра имитаций эстетически близких к природным самородкам была проведена серия экспериментов с изменением состава охлаждающей жидкости. Для этого были использованы вода, масло и масляно-водная эмульсия. Образцы, полученные литьем в масло и однородную масляно-водную эмульсию, не удовлетворяют заданным эстетическим параметрам, поскольку представляют собой плотные целостные образования с правильными округлыми формами и ровным контуром. В экспериментах с использованием воды и двухкомпонентной жидкости с послойным расположением воды и масла были получены разнообразные формы образцов во всех случаях близкие по эстетическим характеристикам к природным самородкам серебра. Лучшие результаты получены при использовании воды, в ней образуются ярко выраженные хрупкие дендриты, в двухкомпонентной охлаждающей жидкости

металл образовал более крупные и плотные дендриты, которые также могут являться имитациями самородков серебра. Поэтому использование охлаждающих жидкостей различного состава и консистенции позволяет расширить спектр эстетически пригодных образцов близких по внешнему облику к природным образованиям серебра.

Следующим этапом экспериментального исследования стало определение зависимости форм оловянных отливок от температур охлаждающей жидкости и расплава в момент литья. В качестве охлаждающей жидкости использовалась вода разных температурных режимов: 0-5, 10-15, 20-25, 30-35... 60-65 °С. В воду каждого температурного режима поочередно был отлит оловянный расплав температурой  $250 \pm 5 \text{ C}^\circ$ ,  $300 \pm 5 \text{ C}^\circ$ ,  $350 \pm 5 \text{ C}^\circ$  и  $400 \pm 5 \text{ C}^\circ$ . Примеры полученных отливок разных температурных режимов расплава и воды представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость форм оловянных отливок от температуры охлаждающей жидкости и температуры расплава

| Температура воды, C° | Температура оловянного расплава, C°   |   |   |   |
|----------------------|---|---|---|---|
|                      | 250   | 300   | 350   | 400   |
| 0-5                  |   |   |   |   |
| 10-15                |  |  |  |  |
| 20-25                |  |  |  |  |
| 30-35                |  |  |  |  |
| 40-45                |  |  |  |  |



Для достоверного анализа форм отливок полученных в данном эксперименте, были произведены замеры их массы. Затем каждая отливка была разделена на хрупкие дендритовидные элементы и плотную целостную металлическую массу, которая также была взвешена. Это позволило определить количество дендритов в процентах по массе в каждой отливке. Всего было исследовано по 10 образцов, полученных в разных температурных режимах, и вычислен средний показатель количества дендритов в отливках для каждого из них. На основе полученных значений был построен график зависимости форм оловянных отливок от температуры охлаждающей жидкости и температуры оловянного расплава.

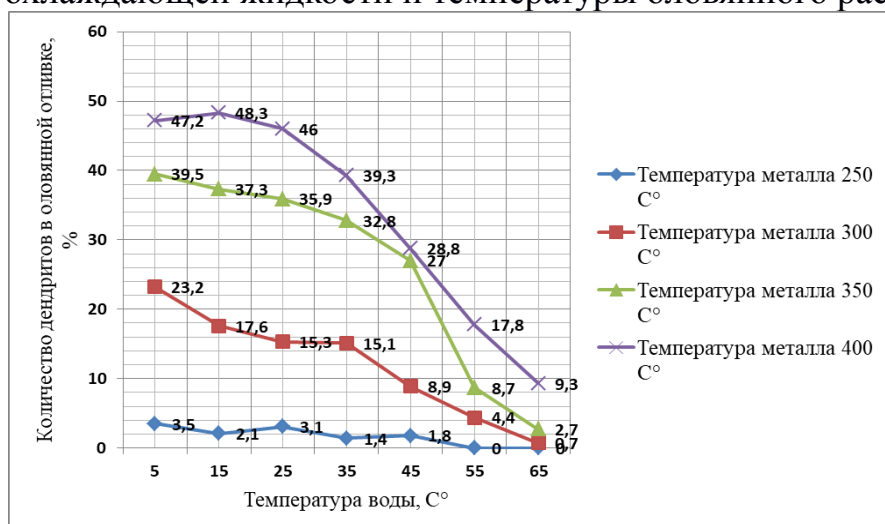


Рисунок 3 – Зависимость форм оловянных отливок от температуры охлаждающей жидкости

Данный эксперимент позволил убедиться в зависимости количества дендритов в форме оловянных отливок от условий литья, и выявил закономерность: чем выше степень переохлаждения олова, тем больше количество дендритовидных элементов в отливке. Использование воды разных температурных режимов позволяет расширить спектр эстетических параметров, получаемых оловянных отливок, имитирующих самородки серебра, без использования охлаждающих жидкостей сложных составов.

**Третья глава «Возможности использования имитаций самородков золота и серебра в качестве вставок в ювелирных изделиях»** посвящена рассмотрению проблемы использования имитаций самородков в ювелирном дизайне и разработке предложений по их решению. Если имитации золотых самородков из латуни могут использоваться непосредственно в изделиях в качестве вставок, то использование имитаций самородков серебра из олова с

хрупкими дендритами требует создания для них защитного покрытия. Для этого наиболее приемлемым является использование эпоксидных смол или жидкого двухкомпонентного пластика. Они прозрачны и способны сохранить внешний облик хрупких оловянных образцов. Предлагается способ изготовления кабошонов различных размеров из эпоксидной смолы или пластика с использованием резиновых форм, что позволит получать серию одинаковых по форме вставок с совершенно разными инклюзиями из имитаций самородков. Этот способ подходит, как для изготовления индивидуальных изделий, так и для внедрения в мелкосерийное производство. Примеры вставок из эпоксидной смолы с запакрованными внутри имитациями представлены на рисунке 4. Также рассмотрена возможность нанесения покрытий драгоценных металлов на имитации самородков золота и серебра для повышения их физических и эстетических свойств.



Рисунок 4 – Изготовление прозрачных вставок с имитациями серебряных самородков дендритоподобной текстуры внутри: *а* – кабошон из эпоксидной смолы, изготовленный на планшайбах; *б* – резиновые молды разных форм и размеров; *в* – полученные в них кабошоны

**В четвертой главе «Разработка дизайна и изготовление изделий с имитациями самородков золота и серебра»** рассмотрены практические возможности использования имитаций самородков золота и серебра в дизайне. Используя лицензионные программные обеспечения Adobe Photoshop CS6 и CorelDraw Graphics Suite X5, были выполнены эскизы изделий разного назначения со вставками из имитаций самородков золота и серебра. Некоторые из разработанных эскизов были реализованы в материале с подробным описанием технологических приемов использования латунных и оловянных отливок. Примеры представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Разработки ювелирных изделий с использованием полученных имитаций: *а* – эскизы изделий разного назначения с имитациями самородков золота (шкатулка) и серебра (подвес); *б* – реализация эскизов в материале

## Заключение

Теоретические и экспериментальные исследования, направленные на разработку технологии получения качественных имитаций самородков золота и серебра, позволили сделать следующие выводы:

1. Изучение литературных источников и методов получения имитаций самородков благородных металлов показало, что на сегодняшний день не существует экономичной и эффективной технологии их получения для ювелирного дизайна. В процессе исследования доказана возможность получения таких имитаций из неблагородных металлов и разработаны технологические приемы создания дизайнопригодных имитаций самородков золота и серебра для создания сувенирных и ювелирных изделий класса бридж.

2. Учитывая особенности предлагаемого технологического процесса получения имитаций самородков золота и серебра были определены основные критерии выбора металлов, позволяющих добиться максимального сходства с природными самородками: цвет, температура плавления, жидкотекучесть. Для создания имитаций самородков золота была выбрана латунь марки Л63, для имитаций самородков серебра – чистое олово.

3. На основе экспериментальных данных определены наиболее подходящие условия для создания качественных имитаций самородков золота и серебра. Для получения латунных отливок максимально схожих с природными самородками золота, обладающих золотисто-желтым цветом, неправильной формой и неровным рельефом, необходимо использование воды в интервале температур от 0 до 25 °С в качестве охлаждающей жидкости и обеспечение температуры расплава при его попадании в воду  $970 \pm 5$  °С.

4. Для получения имитаций самородков серебра, содержащих в своей форме дендриты в виде моховидных агрегатов в количестве 15-20 % от общей массы отливки, необходимо использовать оловянный расплав температурой  $300 \pm 5$  °С и охлаждающую жидкость в диапазоне температур от 0 до 35 °С. Для получения имитаций самородков серебра, содержащих в своей форме дендриты в виде моховидных агрегатов в количестве 35-40 % от общей массы отливки, необходимо использовать оловянный расплав температурой  $350 \pm 5$  °С и охлаждающую жидкость в диапазоне температур от 0 до 35 °С. Для получения имитаций самородков серебра, содержащих в своей форме дендриты в виде сочетания моховидных и проволоковидных агрегатов в количестве 25-30 % от общей массы отливки, необходимо использовать оловянный расплав в температурном диапазоне от 350 до  $400 \pm 5$  °С и охлаждающую жидкость температурой 40-45 °С. Для получения имитаций самородков серебра, в форме которых преобладают дендриты в виде проволоковидных агрегатов в количестве 5-10 % от общей массы отливки, необходимо использовать оловянный расплав температурой  $350 \pm 5$  °С и охлаждающую жидкость температурой 50-55 °С. Для получения имитаций самородков серебра, в форме которых преобладают дендриты в виде проволоковидных агрегатов в количестве 15-20 % от общей массы отливки, необходимо использовать оловянный расплав температурой  $400 \pm 5$  °С и охлаждающую жидкость температурой 50-55 °С.

5. Проанализированы технологические возможности использования полученных имитаций самородков в дизайне ювелирных изделий и обоснована необходимость применения эпоксидной смолы или жидкого пластика в качестве защитного покрова для сохранения образцов с хрупкими дендритоподобными элементами, предложены варианты их обработки для получения ювелирных вставок.

6. Выполнена апробация результатов исследований в проектировании ряда изделий с использованием полученных имитаций самородков золота и серебра и реализации их в материале.

7. Разработанная технология получения имитаций самородков золота и серебра принята к внедрению на предприятии ОАО «Байкалкварцсамоцветы» (акт внедрения имеется).

8. Технологические приемы получения имитаций самородков благородных металлов рассматриваются в учебной дисциплине «Ювелирные металлы и сплавы», а полученные в процессе экспериментальных исследований образцы включены в учебную коллекцию дисциплины «Ювелирное и камнерезное искусство» (акт внедрения в учебный процесс кафедры геммологии ФГБОУ ВО «Иркутский Национальный Исследовательский технический университет» для направления 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов» имеется)

### **Список публикаций**

#### ***Статьи в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК***

1. Сорокина, В.Е. Новые дизайнерские решения для создания ювелирных украшений / В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая, П.С. Генеральченко // Дизайн. Теория и практика / МГУПИ. – М., 2013. - № 12. - С. 9-30

2. Сорокина, В.Е. Эксперименты по получению имитаций самородных металлов для использования в ювелирном дизайне / В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая // Дизайн. Теория и практика / МГУПИ. – М., 2014. - № 15. – С. 53-64

3. Сорокина, В.Е. Эксперименты по отливке олова в охлаждающие жидкости и получение имитации самородков серебра для ювелирного дизайна / В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая // Дизайн. Теория и практика / МГУПИ. – М., 2015. – № 19. – С. 17-30

4. Сорокина, В.Е. Особенности кристаллизации латуни в охлаждающей жидкости / В.Е. Сорокина // Вестник ИрГТУ / Изд-во ИРННТУ. – Иркутск, 2017. - № 6. – С. 128-134

5. Сорокина, В.Е. О формировании отливок из сплава Cu-Zn в условиях ускоренного охлаждения / В.Е. Сорокина // Литейное производство / Издательский дом «Литейное производство». – М., 2017. - № 9. – С. 18-21

#### ***Статьи в других изданиях***

6. Лобацкая, Р.М. Фантазийные огранки, как основа объемно-доминантных решений в дизайне ювелирных украшений / Р.М. Лобацкая, П.С. Генеральченко, В.Е. Сорокина // XVI Всероссийская научно-практическая конференция и смотр конкурс творческих работ по направлению подготовки «Технология

художественной обработки материалов»: сб. ст. / МАМИ. – М., 2013. – 334 с. – С. 131-136

7. Сорокина, В.Е. Цветные металлы в качестве вставок в ювелирных изделиях и имитаций золотых и серебряных самородков / В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая // XVI Всероссийская научно-практическая конференция и смотр конкурс творческих работ по направлению подготовки «Технология художественной обработки материалов»: сб. ст. / МАМИ. – М., 2013. – 334 с. – С. 282-286

8. Сорокина, В.Е., Использование цветных металлов в качестве вставок в дизайне ювелирных украшений / В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая // Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Геонауки-2013: актуальные проблемы изучения недр»: сб. ст. / ИрГТУ. – Иркутск, 2013. – Выпуск 13. – 340 с. – С. 207-211

9. Сорокина, В.Е. Имитации самородков в дизайне ювелирных изделий / В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая // Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Геонауки-2014: актуальные проблемы изучения недр»: сб. ст. / ИрГТУ. – Иркутск, 2014. – Выпуск 14. – 240 с. – С. 119-124

10. Сорокина, В.Е. Способы использования имитаций самородков золота и серебра в ювелирном дизайне / В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая // Всероссийская научно-технической конференция с международным участием «Геонауки-2015: актуальные проблемы изучения недр»: сб. ст. / ИРНТУ. – Иркутск, 2015. – Выпуск 15. – 352 с. – С. 96-101

11. Сорокина, В.Е. Технология нестандартной обработки олова с целью получения имитаций серебряных самородков / В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая // XVII Всероссийская научно-практическая конференция и смотр-конкурс творческих работ по направлению подготовки «Технология художественной обработки материалов»: сб. ст. / ИрГТУ. – Иркутск, 2014 – 432 с. – С. 337-340

12. Сорокина, В.Е. Особенности формирования структуры сплавов в условиях ускоренного охлаждения / В.Е. Сорокина, М.В. Константинова, Е.Н. Кусаинов // Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов: VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: сб. ст. / ИРНТУ. - Иркутск, 2016. – 246 с. – С. 34-36

13. Сорокина, В.Е. Зависимость эстетических параметров отливок от температуры охлаждающей жидкости при получении имитации самородков золота и серебра / В.Е. Сорокина // Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Геонауки-2016»: сб. ст. / ИРНТУ. – Иркутск, 2017. – Выпуск 16. – 321 с. – С. 285-289

14. Сорокина, В. Е. Новые ювелирные технологии и универсальный дизайн / В.Е. Сорокина // Международная научно-практическая конференция «Универсальный дизайн. Равные возможности – комфортная среда»: сб. ст. / МИРЭА. – М., 2016. – 129 с. – С. 52-54