

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Конструирование и производство приборов»

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ
В ЮВЕЛИРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лабораторные работы
для студентов специальности 1-52 02 01
«Технология и оборудование ювелирного производства»

В 2 частях

Часть 1

Под редакцией М.Г.Киселева

Минск 2005

УДК 671.1 + 739.2

ББК 37.27

Т 38

Составитель В.П. Луговой

Рецензент В.И. Туромша

Лабораторный практикум предназначен в качестве методического пособия для студентов специальности «Технология и оборудование ювелирного производства», а также для студентов, изучающих дисциплину «Художественная обработка металлов». Практикум включает в себя минимальный перечень практических работ, необходимых при изучении курса. Полученные знания могут быть использованы для изготовления художественных и ювелирных изделий путем их механической обработки, обработки металлов давлением, методами литья.

Описание лабораторных работ, приведенных в практикуме, включает следующие разделы: цель работы, приспособления, инструменты и материалы, применяемые для выполнения работ; краткое теоретическое описание и порядок проведения работ. Проведение работ предусматривается на примере сравнительно дешевых и доступных пластичных и легкоплавких материалов, применяемых как в ювелирном деле, так и в стоматологической практике. Практикум завершается перечислением основных требований по технике безопасности при выполнении тех или иных видов работ.

ISBN 985 – 479 – 209 – 9

© В.П. Луговой,
составление, 2005

ГРАВИРОВАНИЕ ЮВЕЛИРНОГО ИЗДЕЛИЯ

Цель работы: изучить технологию и освоить практические навыки гравировальных работ ювелирного изделия.

Инструменты и приспособления: штихели, тисочки ювелирные, тиски шаровые, лупа, разметочная чертилка.

Материалы: заготовки из медных, алюминиевых, латунных или мельхиоровых пластин; пластмасса.

Краткая теория и методические указания

Одним из методов декоративной обработки ювелирных изделий является гравирование на их поверхности орнаментов и рисунков. Гравирование может производиться на единичных экземплярах ювелирных изделий; для подготовки поверхности под эмалирование или чернение; для нанесения рисунка на эталонную модель литейного или штамповочного производства (тиснения) ювелирных или галантерейных изделий.

Гравирование широко применяется на этапе технологической подготовки штамповочного производства. Методом гравирования изготавливается мастер-модель, а по ней методом пластической деформации получают идентичные оттиски пуансонов и матриц штампов для изготовления значков, медалей, монет и пр. В литейном производстве гравирование используется для изготовления эталона-копии для получения резиновой пресс-формы, а по ней – восковых моделей.

Различают *плоскостное* (двухмерное) и *объемное* (трехмерное, объемное) гравирование. Гравирование делится по видам применяемых приспособлений и инструментов на ручное и механизированное. Ручное гравирование выполняется специальными инструментами – штихелями. Такие работы можно производить также *бормашинкой* с использованием различных сменных наконечников с инструментами для фрезерования, сверления, шлифования и полирования. К механизированным методам гравировки относятся электроимпульсные методы обработки, обработка с применением

специального станка – *гильошира*, на *гравировально-копировальных*, *рельефно-копировальных* станках и станках-*петрографах*. Прогрессивным современным методом является работа с использованием персональных компьютеров и станков с числовым программным управлением. В этом случае достигаются быстрая подготовка производства, переналаживаемость, точность изготовления на всей партии изделий и высокая производительность. На компьютере по фотографии или рисунку изображения воссоздается виртуальная, объемная модель, в которой можно варьировать высоту рельефа. Затем по полученному изображению изделия разрабатывается техпроцесс механической обработки, который переносится на язык программирования станков с ЧПУ для выполнения гравирования на металле.

Ручная гравировка производится с помощью специальных инструментов – *штихелей*, представляющих собой стальные ручные резцы длиной 100-120 мм. Они закрепляются на деревянных ручках специальной формы длиной 30-40 мм и диаметром 40-50 мм. Работа штихелем является процессом ручного строгания тонкого слоя стружки толщиной 0,1-0,2 мм по предварительно намеченному рисунку. В зависимости от назначения штихели имеют различные поперечные сечения (рис. 1.1).

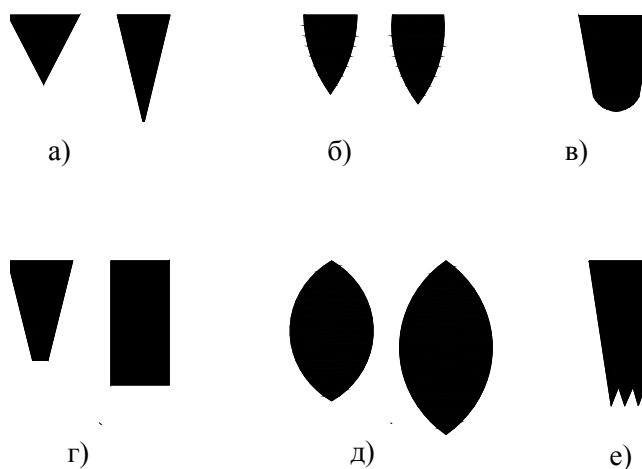


Рис. 1.1. Разновидности штихелей

Они делятся на следующие виды:

1) *прорезные штихели – мессерштихели* (рис. 1.1а), которые имеют клинообразный профиль и слегка закругленное лезвие с углом 15-30 градусов. Они делятся на тонкие и толстые. Тонкие штихели применяются для прорезания очень тонких линий, а толстые – для получения четких линий при окончательной гравировке;

2) *вырезной штихель – штицштихель* (рис 1.1б). Он имеет 20 различных размеров. Его боковые стенки выпуклые, а передний угол лезвия составляет $30-45^\circ$. Применяют для гравирования контура рисунка, прорезания глубоких линий, штрихов;

3) *радиусные штихели – болштихели* имеют закругленные лезвия радиусом 0,3-5 мм. Применяют для гравирования штриховых надписей, полукруглой выборки и чистовой обработки. Они изготавливаются 20 размеров (рис. 1.1в);

4) *широкий штихель - флаштихель* с плоской режущей кромкой, служит для выборки и выравнивания плоскостей. Ширина лезвия может быть от 0,2 до 5 мм. Выпускаются 20 типоразмеров таких штихелей (рис. 1.1г);

5) *растровый штихель – шатиштихель*, имеет мелкую зубчатую насечку с шагом от 0,1 до 0,4 мм. Имеет 7 размеров. Применяют для штриховки и матирования. Его называют также *ребштихелем* (рис. 1.1е);

6) *гнутые штихели – грабштихели*, имеют в сечении форму ромба с углом лезвия – $30-90^\circ$. Прогиб в середине продольного сечения составляет у них 3-8 мм. Его применяют для выборки вогнутой поверхности (рис. 1.2е);

7) *фасеттеништихель* – имеет трапециевидную форму поперечного сечения с углом заострения $60-120^\circ$. Им выполняют сложные узоры, тонкую чистовую обработку.

Заточку штихелей производят вручную (рис.1.2). При заточке необходимо обеспечить оптимальный для каждого вида штихелей передний угол, т.к. меньшие углы заточки срезают металл неравномерно, рывками; а при больших углах движение штихеля становится скользящим по поверхности изделия. На заточных станках перед заточкой производят шлифование штихеля со стороны спинки (*анштира*), обеспечивая тем самым срез на рабочей части от 1,4 до 3 мм. Заточку передней поверхности штихеля производят на плоском шлифовальном бруске определенной зернистости, смоченным ма-

шинным маслом. Локоть руки при заточке держат на весу неподвижно, а кисть руки направляют к себе и обратно, плотно прижимая штихель к шлифовальному бруску. Затем снимают заусенцы на кремнистом сланце, а лезвие заполировывают на шлифовальном круге из кожи с помощью абразивной пасты короткими движениями назад, к ручке.

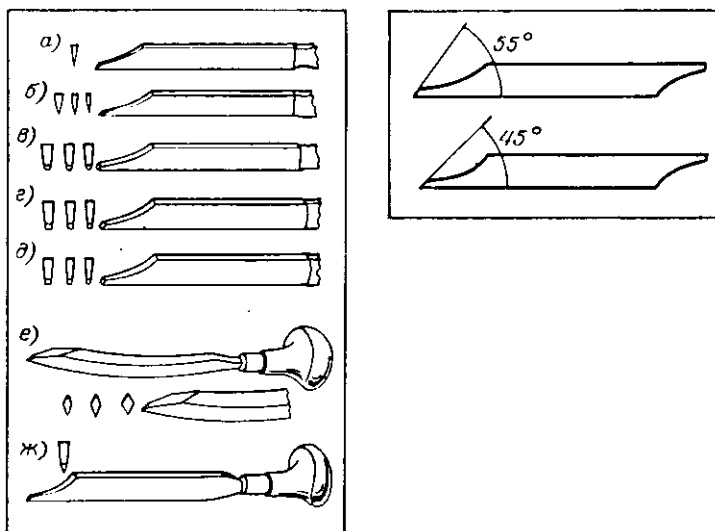


Рис. 1.2. Виды штихелей и углы их заточки

Для выполнения гравировальных работ используется ряд приспособлений для фиксации обрабатываемого изделия: деревянные ручные тисочки, крепежная дощечка, шаровые тиски – *шрабкугель*, граверные подушки – *кранц*. Шаровые тиски диаметром не более 130 мм позволяют разворачивать изделие в пространстве и обеспечивают определенные удобства для обозрения и выполнения работ.

Технология гравирования штихелями включает в себя следующий порядок работ:

1. Установить и закрепить в шрабкугеле обрабатываемое изделие.
2. Повернуть шрабкугель под требуемым углом для удобства работы. Направить на изделие освещение от местного источника света.
3. Взять штихель в правую руку так, чтобы его рукоятка уперлась в ладонь, а большой и указательный пальцы поддерживали его

рабочую часть. Локоть руки держать на весу, а в качестве опоры использовать большой палец руки. Регулируя силу нажатия на ребро штихеля, направить его по линии рисунка. Штихель необходимо вести только по прямой линии справа налево, проталкивая его небольшими участками. Поворот штихелем на закругленных участках допускается лишь небольшими участками, а изгибы линии обеспечиваются движением левой руки, путем поворота шаровых тисков с заготовкой навстречу резцу.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить рисунок (эскиз) на бумаге, прочертив его в увеличенном и в реальном масштабе.
2. Заточить штихеля.
3. Взять заготовку изделия из медной или латунной пластины толщиной 1,5-32 мм размерами 40x40 мм. Объемные заготовки можно установить и закрепить в шаровых тисках.
4. Перенести рисунок на обрабатываемую поверхность и прорезать его разметочной чертилкой. Для большей отчетливости рисунка на поверхность изделия может быть нанесена белая акварельная краска или гуашь. Несложный рисунок наносят остро заточенным карандашом, а сложный - путем копирования. Для сохранения рисунка от истирания руками при работе его можно покрыть нитролаком и просушить.
5. Прорезать рисунок равномерным движением штихеля вперед-назад. Обучение гравированию необходимо начинать с нанесения штихелем прямых линий одинаковой толщины. Затем необходимо получить навыки нарезания штриховых, волнистых и пересекающихся линий. Освоив эти приемы, можно приступить к нарезанию букв, цифр, фигур и знаков.
6. Гравировать изделие соответствующими штихелями до получения требуемого профиля.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕЗИНОВОЙ ПРЕСС-ФОРМЫ И ВОСКОВОЙ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЯ

Цель работы: изучить технологию и освоить основные приемы изготовления резиновой формы и восковой елочки для литья по выплавляемым моделям.

Приспособления и инструменты: пресс вулканизационный, металлическая обойма, нож, инструменты для резки – скальпель и ножи, лобзик, сверла; пинцеты, шпатели, паяльник (12 В), напильники и шабер, спиртовка, инжектор или многоразовый медицинский шприц, сточная трубка от шариковой ручки, резиновые модели для изготовления восковых моделей, мастер-модель изделия.

Материалы: сырая резина ТУ 3830617-78, воск инжекторный, воск в плитках или пластинах, раствор для обезжиривания восковых моделей или технический спирт, тальк.

Краткая теория и методические указания к работе

Сущность литья по выплавляемым моделям заключается в изготовлении восковой модели и ее установке в опоку, заполнении опоки формовочной массой, выплавлении восковой модели из опоки, заливке расплавленного металла в полость опоки и освобождении кристаллизовавшейся отливки из опоки с формовочной массой.

Технология серийного литейного производства ювелирных изделий по выплавляемым моделям предусматривает проведение подготовительной работы, состоящей в изготовлении восковой елочки. Она включает в себя изготовление металлической мастер-модели, резиновой пресс-формы, изготовление восковых моделей и сборку восковой елочки. При изготовлении единичных изделий, а также для литья художественного изделия изготавливают восковую модель резкой и наплавкой с последующим присоединением к ней литников.

Таким образом, основным материалом для изготовления выплавляемых моделей являются воски различных марок. По назначению

их можно разделить на мягкие воски для лепки, твердые воски и инъекторные воски.

Наибольшее применение в ювелирном деле нашли инъекторные воски фирм CASTALDO, FERRIS и др. Вместе с тем широкое применение нашли также воски, в состав которых входят парафин, шеллачный воск, сополимер этилена с винилацетатом и красители. Для изготовления моделей применяются воски различных модификаций, которые могут поставляться в виде пластин, блоков, стержней, проволоки на бобине, профильных стержней, сеток и др.

Воски для лепки, как правило, выпускаются в виде пластин различной формы толщиной до 1 мм. Для этих целей могут быть использованы воски, предназначенные для зубопротезной практики. Они имеют различные цвета, которые характеризуют их физико-механические свойства (пластичность, заполнение, усадка, оседание). Воски должны удовлетворять ряду требований, к которым следует отнести безопасность, нетоксичность, неканцерогенность, пластичность, прочность, заданную температуру плавления, температуру воспламенения не ниже 180°C.

Твердые воски применяют для изготовления моделей механической обработкой режущими инструментами. Они имеют более высокую температуру плавления и более высокую твердость. Для изготовления моделей применяются заготовки из твердых восков, поставляемые в виде брусков, профильных стержней и проволоки.

Лепные воски предназначены для ручной лепки выплавляемых моделей. Такие воски быстро размягчаются от незначительного действия внешнего источника тепла (например, фена). В связи с этим их периодически охлаждают в холодильнике или в холодной воде для придания им первоначальной твердости. Такие воски легко поддаются гибке и пайке.

Инъекторные (литейные) воски ювелирного назначения имеют зеленый, желтый, голубой, красный и оранжевый цвета. Литейные воски имеют низкую температуру плавления (63-74°C) и при нагревании до 700°C полностью сгорают.

Для литья воска под давлением (заполнения резиновой формы расплавленным воском) применяется устройство, называемое *инъектором*. Оно состоит из внешнего резервуара – корпуса, в котором размещается внутренний резервуар для воска. Полость между этими резервуарами заполняется трансформаторным маслом, по-

догреваемым электронагревателем. В верхней крышке резервуара размещается штуцер для нагнетания сжатого воздуха и создания в нем избыточного давления, а также вентиль для выпуска воздуха. В основание внутреннего резервуара встраивается сопло для выпуска расплавленного воска под давлением. Воск впрыскивается в резиновую форму через сопло для получения восковой модели.

В условиях единичного производства вместо инжектора можно использовать многоразовый медицинский шприц, в который набирают растопленный воск и выдавливают в резиновую форму.

Полученные восковые модели изделия с литниками необходимо собрать в виде модельного дерева – елочки. В процессе сборки следует обеспечить минимальные расстояния между восковыми моделями и опокой, как это указано на рис. 2.1.

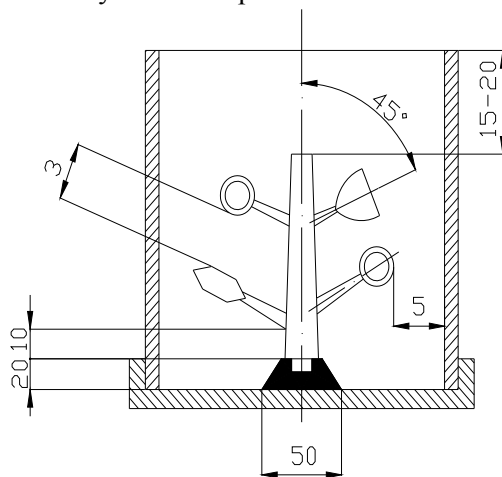


Рис. 2.1. Расположение восковых моделей в опоке

Восковые модели, изготовленные этими способами, могут иметь различные дефекты, вызванные несоблюдением технологии. К таким дефектам следует отнести:

- а) образование воздушных пузырьков в моделях;
- б) незаполненность формы;
- в) переполненность формы;
- г) усадка формы выше нормы;
- д) шероховатость и волнистость поверхности модели;
- е) липкость формы.

- Основными причинами перечисленных дефектов могут быть:
- несоблюдение температурного режима (перегрев или недогрев воска);
 - избыточное или недостаточное давление;
 - несоответствие литникового отверстия;
 - засор вентиляционных отверстий в пресс-форме;
 - несоблюдение режима охлаждения.

В процессе кристаллизации расплава металла, залитого в форму опоки по восковым моделям, могут возникнуть различные виды брака. Причиной образования таких дефектов на металлических отливках могут быть: образование усадочной раковины (пустоты), усадочной пористости, незаполнение формы и т.п. Для уменьшения вероятности образования таких явлений в литниковой системе необходимо предусматривать размещение резервуаров, которые позволяют сохранить питание металла при образовании усадочных раковин. Важным является также место и способ соединения восковой модели к литнику, которые должны обеспечить спокойное заполнение формы при заливке металлом без образования вихревых потоков движущегося в форме расплава. Для этого соединение модели с литником рекомендуется выполнять так, как это показано на рис. 2.2.

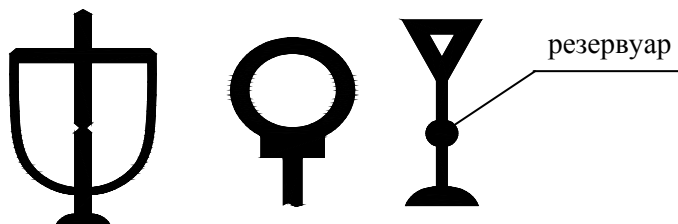


Рис. 2.2. Примеры присоединения литников к восковым моделям

Кроме того, литники целесообразно располагать вдоль оси модели так, чтобы обеспечить симметричное и равномерное заполнение формы расплавом. В ряде случаев в литниковой системе можно предусмотреть дополнительные литники, по которым металл быстрее заполнит форму.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изготовление резиновой формы и восковой модели кольца

Изготовить разрезную резиновую модель:

1. Нарезать заготовки из сырой резины по внутреннему размеру металлической обоймы.
2. Вложить часть пластин в металлическую обойму до половины высоты.
3. Уложить припудренную тальком (ГОСТ 19729-74) модель кольца с литником.
4. Заполнить внутреннюю полость модели кусочками сырой резины.
5. Вложить остальные кусочки резины до заполнения обоймы.
6. Наложить на обойму поверх резины с двух сторон металлические пластины.
7. Установить заполненную обойму под пресс, прогретый до температуры вулканизации 150-155°C. Вулканизировать резину под давлением 10,0 МПа в течение 45-50 мин.
8. Снять обойму с пресса и охладить в проточной воде. Извлечь резиновую пресс-форму из обоймы.
9. Разрезать резиновую пресс-форму ножом для резки так, чтобы поверхность разреза была волнистой, с резкими выступами, предотвращающими смещение полуформ при запрессовке воска.
10. Извлечь мастер-модель из пресс-формы.

При изготовлении восковых моделей с применением инжектора выполнить следующие приемы:

1. Заполнить плавильную камеру инжектора на 45% ее объема. Включить инжектор и расплавить модельный состав.

2. Установить регулятор температуры на нужный режим. Установить величину давления на входе регулирующего клапана компрессора и включить компрессор.

3. Протереть пресс-форму техническим спиртом. Обсыпать резиновую форму тальком ГОСТ 19729-74.

4. Подвести резиновую пресс-форму к соплу инжектора и прижатием к соплу инжектора заполнить резиновую форму воском, после чего отвести ее от сопла инжектора.

5. Охладить пресс-форму на воздухе в течение 1-3 мин. Извлечь восковую модель из пресс-формы.

6. Очистить модель от облоя, заливов. Охладить ее в холодильнике.

7. Повторить пп.3-5 несколько раз для сборки восковой елочки. Изготовление восковых моделей с помощью медицинского шприца произвести в следующем порядке:

1. Растопить воск в небольшой емкости, установленной на подогревателе.

2. Набрать воск в шприц.

3. Протереть пресс-форму техническим спиртом и обсыпать резиновую форму тальком.

4. Вставить сопло шприца в литниковый конус резиновой пресс-формы и выдавить воск из шприца в пресс-форму, придерживая ее одной рукой.

5. Охладить пресс-форму в течение 1-3 мин.

6. Извлечь восковую модель сразу после ее охлаждения, не допуская ее долгого хранения и вследствие этого охрупчивания в форме.

Сборка воскового дерева производится в следующем порядке:

1. Установить и закрепить на резиновой подставке восковый стояк (центральный литник).

2. Прикрепить к стояку восковых моделей, путем соединения литника, модель с центральным литником под углом 45°С помощью разогретого шпателя или паяльника с плоским жалом.

3. Обезжирить модельный блок в спирте или мыльном растворе при температуре 35-40°С промыть в проточной воде и просушить с помощью вентилятора.

Задание 2. Изготовление одноразовой восковой модели изделия

Такой способ используется при изготовлении единичных образцов изделий. Восковая модель изготавливается из блоков или стержней с применением режущих инструментов, после чего она шлифуется и сглаживается. Эффективно применение разогретых на пламени спиртовки шпателей и ножей различных конфигураций, а также паяльников, ускоряющих процесс формообразования модели. Соединение (пайку) отдельных элементов и частей изделия можно производить с помощью разогретого ножа или шпателя. Для этого спаиваемые части подводятся с двух сторон к разогретому шпателю, который затем отводится, а оплавленные поверхности элементов прижимаются друг к другу. Окончательное сглаживание шероховатостей и неровностей поверхности изделия производят над пламенем спиртовки путем оплавления поверхностных слоев воска.

Восковая модель может быть изготовлена также путем получения слепка с какого-либо образца, гипсовой модели или эталона. При необходимости такая модель может быть доработана и изменена с помощью инструментов для резки и пайки; дополнена элементами, наплавленными на поверхность. Для этого можно использовать трубки шариковой ручки и шприцы, через которые выдавливают восковые капли в виде шариков, линий.

К изготовленной восковой модели следует присоединить соответствующие литники, предусмотрев в них резервуары в виде шариков или цилиндров для компенсации металла в усадочных раковинах. Для объемных отливок литниковая система может состоять из нескольких литников, подсоединенных к общему выпуклому основанию.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОВОЛОКИ МЕТОДАМИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Цель работы: изучить технологию изготовления проволоки для ювелирных изделий и получить практические навыки обработки металлов вальцеванием и волочением.

Оборудование, приспособления и инструменты: ручные прокатные вальцы, муфельная печь, волочильная доска, микрометр, молоток и наковальня, волочильные клещи, напильник и надфиль, тиски, линейка (метр).

Материалы: слиток из легкоплавкого металла или нейзильбера, 5%-й раствор серной кислоты, смазка.

Краткие теоретические сведения

Процессы пластической деформации проявляются в тех случаях, когда потенциальная энергия упругой деформации при изменении формы тела достигает определенного значения. На диаграмме растяжения-сжатия при одноосном нагружении образца можно выделить и оценить степень упругих и пластических деформаций (рис.3.1).

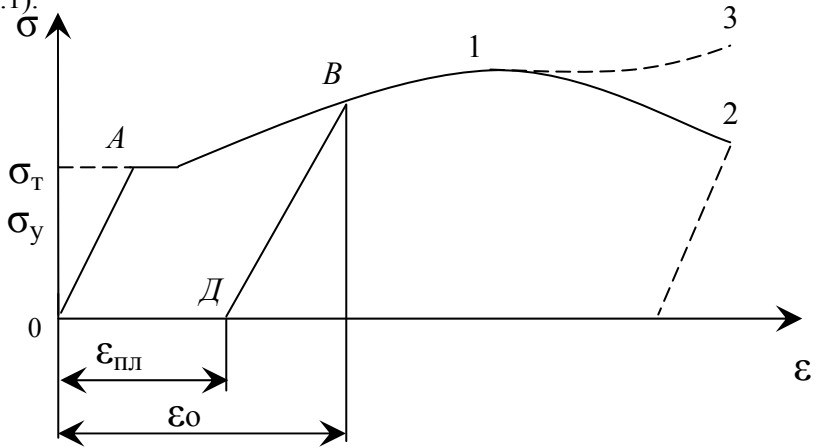


Рис. 3.1. Диаграмма растяжения пластичных материалов

Если в произвольной точке **B** снять нагрузку, то возврат в исходное положение образца произойдет не вертикально, а параллельно наклонной линии **OA**. Следовательно, $\epsilon_{пл}$ будет соответствовать пластической деформации, а ϵ_0 – суммарной упругой и пластической деформации. При повторном нагружении образца на кривой будет наблюдаться смещение по линии **DB**. Наибольшего значения кривая достигает в точке, соответствующей пределу прочности σ_b , до которой наблюдается общее удлинение образца. За пределами этой точки на образце наблюдается местная деформация, появляется сужение поперечного сечения и вся нагрузка действует только на эту образующуюся шейку. В связи с уменьшением площади поперечного сечения в этом месте напряжение резко возрастает и приводит к разрыву образца. Поэтому в основе расчетов прочности материалов принят предел прочности σ_b . Установлено, что для цветных и драгоценных металлов существует пропорциональная зависимость между пределом прочности и твердостью по Бринеллю:

$$\sigma_b = (4...5) \times HB.$$

Ввиду этого металлы с высокой прочностью и твердостью и малой пластичностью плохо подвергаются процессамковки, вытяжке и прочим операциям обработки металлов давлением.

Процессы обработки металлов давлением сопровождаются пластическими деформациями, в результате которых изменяется форма тела без изменения массы, т.е.

$$V_1 = V_2 = \text{const},$$

где V_1 и V_2 – объемы тела до и после деформации.

Пластическая деформация происходит в направлении с наименьшим сопротивлением ее перемещения. Закон постоянства объема позволяет таким образом определить размеры заготовки после деформации, а закон наименьшего сопротивления позволяет определить форму поперечного сечения тела.

Сущность процесса прокатки и волочения заключается в пластической деформации металла в одной или двух плоскостях, которое сопровождается уменьшением одного или двух поперечных размеров и увеличением его третьего размера. В зависимости от температурных условий прокатка может быть горячей и холодной.

Сущность процесса прокатки показана на рис. 3.2. Металлический слиток подвергается внешнему воздействию между двумя

плоскостями, вследствие чего по краям контактируемой площадки металл не деформируется из-за наличия сил трения.

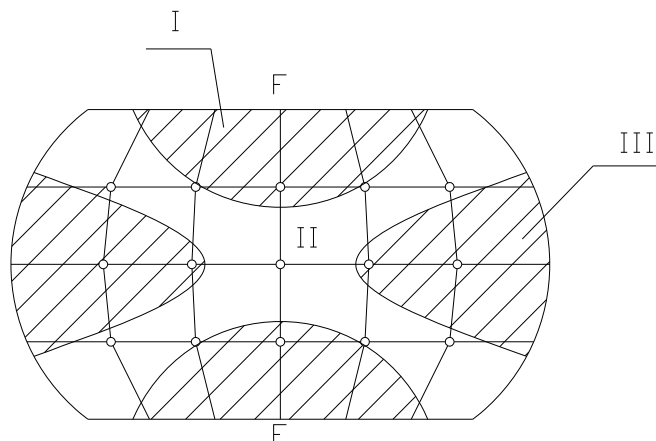


Рис. 3.2. Конус текучести

Деформированный металл в поперечном сечении можно разделить на три зоны: I – зона незначительной деформации, II – центральная зона, в которой не происходят деформации; III – зона наибольших деформаций. По линии $F - F$ металл остается статичным и является линией раздела текучести, относительно которой происходит смещение материала в обе стороны.

Обжатие металла в прокатных вальцах происходит при вращении последних вокруг своих осей. Валки можно рассматривать как наклонные поверхности давления, между которыми металл продвигается под действием сил возникающего трения.

Процесс прокатки с конусом текучести показан на рис.3.3. Деформированная зона заготовки в этом случае имеет те же закономерности, что и в описанных ранее процессах. Однако при этом в результате вытеснения металла в одну сторону наблюдаются несимметричные зоны слева и справа от линии раздела текучести. Сама линия раздела текучести уже не находится посередине деформированного участка и металл частично вытесняется в зону, где происходит его обратный подъем. В зоне угла γ металл смещается вперед и там возникает зона опережения. Таким образом в зоне угла β металл движется с меньшей скоростью, чем в зоне угла γ . Лишь

линия раздела текучести $F - F$ движется со скоростью вращения валков. Центральная зона заготовки испытывает незначительные деформации.

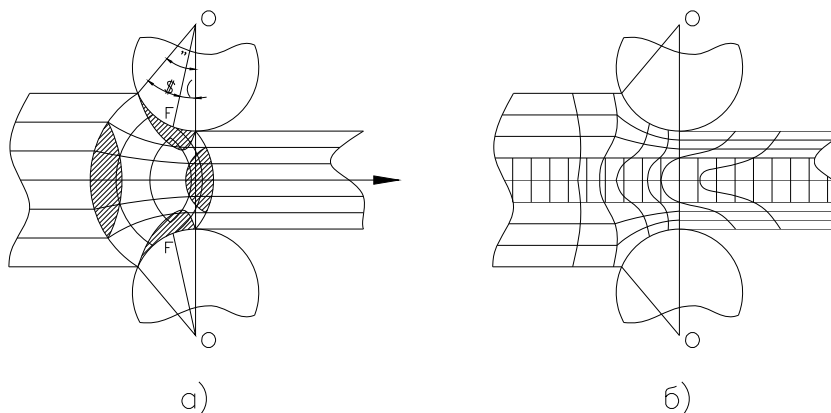


Рис. 3.3. Схема процесса прокатки:
а) конус текучести; б) схема линий деформаций

Вальцовкой называется местная прокатка, т.е. прокатка ограниченного участка металла.

Валки по конструкции их исполнения могут быть гладкими и профильными. Профильные валки представляют собою цилиндры с проточками - желобами с различными профилями по окружности. Каждая проточка называется *ручьём*. Пара профильных валков образует систему калибров, а *калибром* называется просвет, образованный двумя ручьями совмещенных валков (рис. 3.4). В ювелирном производстве применяют в основном квадратные и сегментные калибры.

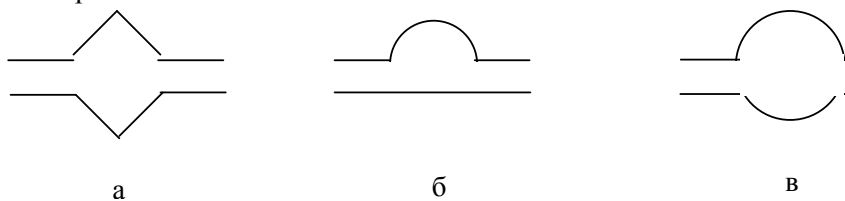


Рис. 3.4. Калибры вальцов:
а) квадратный; б) сегментный; в) круглый

Квадратный калибр образуется двумя равнобедренными треугольниками, а сегментный образуется с одной стороны гладким валком без ручья, а с другой – ручьем овального профиля. Сегментная калибровка используется для получения обручальных колец, а также профиля шинок различных колец. Круглый калибр применяют для профилирования катанки с круглым поперечным сечением с целью изготовления из нее проволоки. Степенью обжатия металла является разность между толщиной металла после обжатия и первоначальной толщиной, т.е.

$$\Delta h = h_0 - h_1.$$

Разность ширин металла до и после прокатки называется *уширением*

$$\Delta b = b_1 - b_2.$$

Отношение Δh к первоначальной высоте сечения h_0 называется относительным обжатием

$$\varepsilon = \Delta h / h.$$

Сильное обжатие металла при прокатке может привести к проникновению деформаций по всему сечению, образованию неравномерного напряжения и неравномерной деформации. Такая разность напряжений из-за разности скорости течения металла может привести к боковым надрывам, складкам и разрыву полосы металла в конце. Для устранения этих явлений и снятия внутренних напряжений производят отжиг заготовки. Прокатка заготовки осуществляется обязательно в одном направлении, а степень обжатия не должна быть большой. Не рекомендуется проведение частых или редких отжигов; как правило, отжиг проводят после уменьшения толщины листа на 50 %.

Металл подвергается прокатке на некотором участке **AB** вращающихся валков, который называется *поясом деформаций*. Дуга **AB** называется *дугой захвата*, а угол α - *углом захвата*.

Угол захвата определяется по формуле

$$\cos \alpha = 1 - \frac{h_0 - h_1}{2R}.$$

Длина дуги захвата

$$l_q = \pi R \alpha / 180^\circ.$$

При малых углах захвата (менее 20°) дуга захвата может быть равна хорде AB и тогда

$$AB = l_q = R \cdot \Delta h.$$

При захвате металла валками в области АВ действуют две силы: нормальная сила N и касательная сила трения T . Необходимым условием втягивания металла является

$$2T_x > 2N_x$$

или
$$T \cos \alpha > N \sin \alpha .$$

При этом
$$T = \mu N ,$$

или
$$T/N = \operatorname{tg} \rho = \mu .$$

Следовательно, условием захвата является

$$\mu > \operatorname{tg} \alpha \text{ или } \rho > \alpha .$$

Отношение длины l_1 после обжатия к первоначальной длине l_0 называется *вытяжкой*:

$$\lambda = l_1 / l_0 .$$

За один проход металла $\lambda = 1,1- 1,6$, но в некоторых случаях $\lambda < 3$.

По высоте и ширине полоса характеризуется коэффициентом уменьшения высоты

$$\gamma = h_1 / h_0$$

и коэффициентом уширения $\beta = b_1 / b_0$.

Отношение площадей поперечного сечения полосы обратно пропорционально длинам, т.е.

$$\lambda \gamma \beta = 1$$

или

$$\lambda = 1 / \gamma \beta .$$

В ювелирном производстве применяются холодная листовая штамповка и профильная прокатка, которую осуществляют в двух-валковых прокатных вальцах.

Перед прокаткой слиток драгоценных металлов подвергают ковке с последующим отжигом для рекристаллизации.

Ручные ювелирные вальцы состоят из станины и колонок, соединенных между собой нижней и верхней плитами. Между колонками размещаются валки, которые могут перемещаться вдоль направляющих колонок. На одном конце валков установлены зубчатые колеса привода ручного вращения. Над верхней плитой установлена ось вертикального перемещения верхнего валка. На нижнем конце оси установлена шестерня, связанная с двумя зубчатыми колесами. Одинаковое угловое перемещение зубчатых колес и ходовых винтов, установленных на них, обеспечивает равную подачу обеих концов верхнего валка.

Волочение – это процесс обработки металлов давлением прутковой, проволоочной, трубчатой или профильной заготовки через коническое отверстие для уменьшения поперечного сечения. Основным инструментом при волочении является фильера или матрица. В продольном сечении фильеры имеет четыре участка (рис. 3.5).

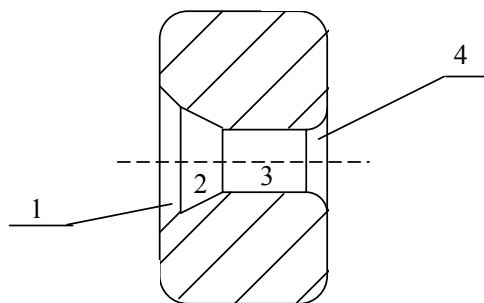


Рис. 3.5. Продольный разрез фильеры:
1 – входная распушка; 2 – рабочий конус; 3 – калибрующий пояс; 4 – выходная распушка

Эти участки матрицы предназначены для подачи смазки и предохранения от задиrow заготовки, обжатия заготовки до определенного размера, обеспечения заданной точности и калибрования формы, для предохранения проволоки от задиrow при выходе из фильеры, а также выкрашивания края матрицы. Угол образующего конуса для волочения прутков и проволоки составляет 6° , а для трубчатых заготовок – $(10-15)^\circ$. Длина калибрующего пояса имеет длину $3...7$ мм для прутковых и проволоочных заготовок и $1...3$ мм для трубных заготовок.

Физический процесс волочения подобен процессу прокатки. В зоне деформирования металла наблюдается образование такого же конуса текучести, как и при прокатке. Наружные слои металла удерживаются трением, а осевые слои остаются почти без изменения и металл течет ускоренно в направлении вытяжки проволоки.

Для волочения проволоки в ювелирном деле применяется *волоочильная доска*, которая представляет собой пластину с многочисленными отверстиями разного диаметра, изготовленную из инструментальной стали. Сечения этих отверстий могут иметь круглое, треугольное, квадратное, фасонное и прочее сечение. Для волочения проволоки очень малого сечения применяют алмазные фильеры.

Волочение проволоки небольшой длины диаметром до 2 мм осуществляют вручную с помощью различных щипцов-клещей (*цицанг*). Из-за больших тяговых усилий при волочении проволоки диаметром более 2 мм применяют волочильные станы, а волочение проволоки большой длины производят на волочильных станках, на которых проволока наматывается на вращающиеся барабаны.

Волочение проволоки производится в следующем порядке. Вначале заготовку-слиток подвергают предварительной прокатке до получения требуемого сечения по форме и размеру. Затем производят очистку образца и отжиг для рекристаллизации структуры металла. Заострив конец заготовки напильником на длину до 20 мм (этот конусный конец называется *захваткой*), ее вводят в матрицу и, нанеся на нее слой смазки, производят волочение с помощью клещей. Для нагартованной (наклепанной) проволоки после двух-трех проходов производят повторный отжиг. Затем вновь осуществляют волочение во всех последующих отверстиях волочильной доски до получения заданного размера. После завершения операции окончательно производят отжиг для снятия наклепа. При волочении золотых и серебряных сплавов диаметром от 1,2 до 0,3 мм производят два-три периодических отжига.

После отжига производят отбеливание проволоки с целью очистки поверхности от оксидной пленки. Отбеливание мельхиора или нейзильбера производят в 5%-м растворе H_2SO_4 при температуре $100^\circ C$ в течение 8-10 мин. Обрабатываемый металл помещают в кислотостойкий сетчатый ковш, который опускают в раствор отбела. Для соблюдения техники безопасности работу производят в вытяж-

ном шкафу. После отбеливания проволоку промывают в проточной воде и сушат в сушильном шкафу.

Порядок выполнения работы

1. Получить слиток прямоугольного поперечного сечения или проволоку большего диаметра и подвергнуть травлению в растворе кислоты для удаления шлаков.

2. Подвергнуть слиток ковке для уменьшения его поперечного размера.

3. Отжечь заготовку при температуре 650°C в муфельной печи и медленно охладить.

4. Измерить длину и поперечные размеры заготовки.

5. Установить и отрегулировать зазоры валков с запасом в большую сторону так, чтобы обеспечивалось условие $\gamma < 1,5$.

6. Осторожно подать заготовку к валкам одной рукой и медленным вращением ручки прокатных вальцов другой рукой произвести прокатку заготовки с последующим повторением до получения круглой катанки диаметром 3 мм. После каждого прокатывания расстояние между валками уменьшается на установленную степень обжатия. Повторную прокатку заготовки производить поворотом на 90° . Произвести измерение длины и поперечных размеров заготовки после каждой прокатки.

7. Произвести промежуточный отжиг при уменьшении поперечного размера заготовки на 50%.

8. Произвести волочение проволоки до получения заданного размера, измеряя после каждого прохода ее длину и полученный диаметр.

9. Произвести расчет степени обжатия и относительное удлинение, вытяжку.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ

Цель работы: изучить технологию изготовления литейной формы для получения изделия методом центробежного литья.

Приспособления и инструменты: опока, кружка мерная, емкость для разведения формовочной смеси, мешалка электрическая, нож, сушильный шкаф, весы лабораторные, разновесы, электропечь, захват для опоки.

Материалы: формовочная смесь, дистиллированная вода.

Краткие теоретические сведения

Качество ювелирных изделий определяется качеством материалов, применяемых в технологических процессах. Среди них важным является качество формовочных смесей, применяемых в литейном производстве. Формовочные массы должны удовлетворять ряду требований:

1. Термостойкость при выжигании воска и прокалке формы (760°C).
2. Термостойкость при заливке расплава (1000°C для золота).
3. Прочность формы от действия гидравлического удара и давления расплавленного металла.
4. Химическая инертность, не вызывающая коррозию или окисление отливки.
5. Быстрое извлечение отливок после литья.

В условиях промышленного производства ювелирных изделий экономически целесообразно применение формовочных смесей ряда зарубежных фирм, специализирующихся на их производстве: фирма КЕРР (США), ХОБЕН Интернейшнл и СРС Лтд (Великобритания) и др. Они используются для литья золота и серебра. К достоинствам этих формовочных смесей можно отнести возможность легкого отделения формы в холодной воде и получения блестящей финишной отделки поверхности. Время работы с материалами составляет до 10 мин, время затвердевания – до 12 мин, время прока-

ливания – не менее 6 часов, температура заливки – 740-858°C. Формомассы имеют мелкозернистую структуру, повышенную термическую стойкость, устойчивость к термическим ударам.

Многие огнеупорные смеси состоят из кристоболита (огнеупорного наполнителя), высокопрочного гипса (связующего материала), кремнезема (двуокиси кремния), а также модифицированных веществ (замедлителей, снижающих скорость затвердевания гипса).

Кристоболит является минералом вулканической породы, который получают при нагреве кремнезема до температуры 1472-1671°C.

Гипс – связующий материал ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Кремнезем – двуокись кремния.

Модифицированные вещества – это специальные добавки, которые обеспечивают снижение окисляемости сплавов и замедление схватывания гипса.

Широко применяются также формовочные массы, состоящие из огнеупорных материалов – кварцитов (до 80%), минерализующих и клеящих веществ, высокопрочного гипса (до 20%) марок Г-10,12,20, 22 и затворителя. Огнеупорным материалом служит *динас*, изготовленный из промышленных кварцитов (окислов кремния SiO_2 , алюминия Al_2O_3 , и железа Fe_2O_3). Минерализующими добавками являются окислы кальция и железа. Клеящей добавкой является сульфатно-спиртовая барда. Затворитель принимают в количестве 0,32 л на 1 кг сухих компонентов.

Методические указания и порядок выполнения работы

1. Вставить опоку в гнездо поддона с модельным блоком. Надеть на опоку манжет-удлинитель.
2. Влить в емкость для формовочной смеси расчетное количество дистиллированной воды при помощи мерной кружки.
3. Засыпать в емкость навеску формовочной смеси и тщательно перемешать мешалкой электрической. Установить опоку на виброваккумированную установку или на вибрационный стол и подвергнуть виброваккумированию.
4. Залить формовочную смесь в опоку. Виброваккумировать жидкую формовочную смесь в опоки.
5. Снять опоку с установки и снять с опоки резиновые поддоны и манжеты.

6. Подрезать формовочную массу ножом на торцах литейной формы и установить опоку на поддон.

7. Выплавить модельный состав в прогретом сушильном шкафу при температуре 120-130°C в течение 2-3 часов. Опоку необходимо установить литниковой чашей вниз.

8. Слить из поддона модельный состав емкость.

9. Прокалить литейную форму в электропечи. Прогреть электропечь до температуры 140-150° С. Извлечь опоку из сушильного шкафа захватом и установить в прокалочную печь литниковыми чашами вниз. Прокалить опоку до 750°C и выдержать в течение 30-40 мин. Режим прокаливания литейных форм: нагрев до 150°C в течение 0,5 час, выдержка при этой температуре в течение 3 час, нагрев до температуры 750°C в течение 3 час и выдержка при данной температуре 3 час. Охлаждение опоки осуществляется со скоростью 2°C в 1 мин.

10. Извлечь опоку из печи.

ПЛАВКА И ЗАЛИВКА МЕТАЛЛА В ОПОКУ

Цель работы: изучить технологию изготовления отливки ювелирного изделия.

Приспособления и инструменты: центрифуга, электропечь, бак промывочный, щетка, ножницы для резки металла, лобзик, ванна с раствором отбела, часы, пинцет медный, 10%-й раствор серной кислоты, шкаф сушильный.

Материалы: легкоплавкий сплав, вода проточная.

Краткие теоретические сведения

Плавку металлов производят как предшествующую операцию для изготовления слитков ювелирных изделий методом литья по выплавляемым моделям. В качестве оборудования для этой цели применяются центробежная литейная установка, вакуумная литейная установка, вакуумно-центробежная установка. Для условий единичного производства простыми устройствами без приводов движения могут служить ручная и настольная центрифуга. Ручная центрифуга состоит из чаши, многозвенных стержней и ручки. Для создания центробежной силы она приводится в действие ручным вращением в вертикальной плоскости (приблизительно 20 оборотов). При этом центробежная сила зависит от скорости вращения и длины ручки, т.е.

$$F = mv^2 / R,$$

где m - масса опоки с чашей, v - скорость вращения, R - радиус вращения, соответствующий длине ручки.

Настольная центрифуга состоит из трубы с поперечным коромыслом, на концах которого подвешены две тарелки. На одну тарелку устанавливают опоку, а на вторую - противовес. К трубе присоединяется шнур, который наматывается на нее. Шнур оттягивается вручную, и вертикальная труба с тарелками раскручивается, и расплав от действия центробежной силы проникает в каналы формы.

Плавление металла может производиться в индукционной, газовой плавильной, электрической тигельной печи или бензиновой горелкой. Бензиновая горелка для плавления открытым пламенем применяется при плавке небольшого количества металла и преимущественно в условиях изготовления изделий малой массы. Она состоит из горелки, бочонка-смесителя с бензином, насоса для подачи воздуха в бочонок. Емкостью для плавки металла служат тигли, изготовленные из графита или шамотной глины.

Металлы, предназначенные для плавки, называются *шихтой*. Шихта может быть чистой и загрязненной (содержащей опилки и отходы ювелирного производства с примесями).

Загрузка шихты в тигель при плавке производится в определенном порядке. При плавке тройных золотых сплавов загружают сначала золото, а затем серебро и медь; при плавке серебряно-медных сплавов плавят сначала серебро, а затем в расплав серебра добавляют медь.

С целью защиты сплавов и металлов от воздействия загрязнений и примесей применяют флюсы и раскислители. В качестве флюсов могут использоваться древесный уголь, бура, борная кислота, борный ангидрид, хлористый кальций и т.д. Наиболее применяемыми среди них являются бура и поташ. Раскислителями служат цинк, фосфористая медь, марганцовокислый калий. Флюсы обеспечивают защиту расплава от кислорода, растворяют оксиды металлов, отшлаковывают их. Буру вносят в шихту в соотношении 1: 100.

Процесс плавки производят в следующей последовательности. Предварительно прокаливают тигель до 1000°C, а изложницу – до 100°C и натирают технической смазкой (маслом растительным, пчелиным воском, олифой и др.). Затем загружают шихту и расплавляют ее, после чего добавляют буру, перемешивают расплав и удаляют шлак. Перед заливкой расплава в него добавляют раскислитель, вновь перемешивают и снимают шлак. Переплавка металлов может быть восстановительной (рафинирующей) и очистительной (окислительной).

Процесс плавки серебра производят в следующем порядке: на дно тигля укладывают прокаленный древесный уголь толщиной 5-10 мм, прогревают до 950°C, затем загружают серебро и медь, доводят температуру плавки до 1000-1050°C. В образовавшийся рас-

плав добавляют фосфористую медь (0,1 % от массы шихты), удаляют шлак и переливают его.

Плавка сплавов открытым пламенем выполняется в следующем порядке:

1. Правильную чашу прокаливают и глазурируют бурой или борной кислотой.

2. Укладывают в нее благородные металлы и доводят до плавления.

3. В расплав мелкими порциями добавляют медные ленточки или кусочки, борную кислоту или буру и удаляют шлаки. Пламя горелки должно быть голубого цвета.

4. Производят перемешивание расплава палочкой из графита, кварца.

5. Раскисляют сплав добавлением цинка (0,05%), кадмия (0,5%) или фосфористой меди (0,1% от массы шихты).

Заливка металла в форму является заключительным этапом изготовления отливок. Заливка металла должна производиться при температуре ликвидуса и в слабо нагретую форму. Несоблюдение температурного режима приводит к браку. Так, при заливке расплавом, имеющим низкую температуру, снижается жидкотекучесть металла, из-за чего может иметь место незаполнение формы. При заливке перегретым расплавом возникает пористость и образуются усадочные раковины. При перегреве формы снижается скорость охлаждения металла и также образуется пористость и усадочные раковины.

Затем опоку охлаждают при комнатной температуре в течение 15-20 мин, после чего с помощью щетки очищают от формомассы под струей холодной воды. Очистку можно производить также в ультразвуковой ванне. Для травления изделий может использоваться 70%-й раствор плавиковой кислоты, но при этом следует помнить об **опасности обращения** с ней, так как, попадая на кожу, она вызывает язвы, а вдыхание кислоты тоже опасно для здоровья.

Методические указания и порядок выполнения работы

Приготовление 10%-го раствора серной кислоты осуществляют следующим образом. Навеску серной кислоты (ГОСТ 14262-78) в количестве 100 г поместить в мерную колбу и дистиллированной водой довести до метки 1000 мл.

1. Установить опоку на заливочный узел.
2. Расплавить металл.
3. Залить металл в форму и привести во вращение центробежную установку в течение 1,5-2 мин с частотой 1400 об/мин.
4. Снять захватом залитую форму с заливочного узла.
5. Охладить залитую опоку.
6. Очистить отливку от формовочной массы под струей теплой воды с температурой 50-60°C с помощью щетки.
7. Отделить отливку от литниковой системы при помощи ручных ножниц для резки металла или лобзиком.
8. Отбелить отливку в ванне в водном растворе кислоты, выдерживать в ванне.
9. Промыть отливки в проточной воде.
10. Отбелить отливки погружением в 10%-й раствор серной кислоты при температуре раствора 20-30°C в течение 3-4 мин.
11. Просушить отливки в сушильном шкафу при температуре 100-105°C.
12. Произвести визуальный осмотр отливки на отсутствие дефектов.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПАЙКИ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗДЕЛИЯ

Цель работы: освоить технологию пайки филигранных деталей ювелирных и галантерейных изделий.

Инструменты и принадлежности к работе: бензиновый паяльный аппарат с горелкой-пистолетом; леткал; фиксирующие инструменты: зажимы, пинцеты, булавки; наждачные шкурки и надфили для чистки поверхности; стеклянный стакан для отбеливания.

Материалы: припой и флюсы; 5%-й раствор серной кислоты.

Задание

Изготовить ювелирное филигранное изделие из нейзильберовой проволоки по подготовленному эскизу или образцу.

Краткие теоретические сведения

Пайкой называют технологический процесс сборки неразъемных соединений при помощи легкоплавкого сплава – *припоя*. В основе процесса пайки лежит диффузионное взаимодействие между расплавленным припоем и соединяемыми металлами.

Существует несколько видов пайки, из которых наибольшее применение в ювелирном деле нашла пайка горелками. При этом применяются газовые и бензиновые аппараты. Пайка газовыми паяльными аппаратами осуществляется в основном в условиях промышленного производства при условии подачи газа к рабочим местам. При редуccionной подаче газа воздух не подается, а горелка должна быть снабжена воздушным подсосом. Газовые пистолеты, работающие с подачей воздуха, имеют две подающие трубки соответственно для газа и для воздуха. Газовые горелки без подачи воздуха имеют одну трубку для подачи газа и отверстия для подсоса воздуха. Регулировочные краны пистолета позволяют отрегулировать расход газа и установить пламя требуемой длины и формы.

Бензиновые паяльные аппараты состоят из бачка (газообразователя) для бензина, компрессора для подачи воздуха и пистолета. Бачок должен иметь отверстие для заливки бензина, а также отверстие для подачи воздуха из компрессора и выходное для подачи паров бензина из бачка в пистолет. Для работы бензиновым аппаратом используют высококачественные марки бензина, чтобы на изделиях не образовалась копоть, препятствующая пайке.

Необходимым условием пайки является смачиваемость расплавленных соединяемых изделий расплавленным припоем. Паяный шов при охлаждении кристаллизуется и затвердевает. В результате на паяном шве наблюдаются различные структуры соединенных металлов и граничной с ними структуры припоя. Температура плавления припоя должна быть ниже температуры соединяемых деталей не менее чем на 40-50°C. На качество пайки оказывают влияние исходная шероховатость поверхностей соединяемых металлов, температурный режим пайки, выбранный тип соединения, количество припоя и плотность прилегания соединяемых деталей. Применяют два типа соединяемых изделий: *внахлест* и *встык*. Перед пайкой поверхности должны быть тщательно подготовлены, для чего поверхности следует очистить от загрязнений от окислов механическим или химическим способом. Затем поверхности следует подогнать (*припасовать*) друг к другу с большой точностью и плотностью. Зазор между ними допускается в пределах не более 0,025 – 0,1 мм. Фиксация деталей может осуществляться различными способами, для чего применяют булавки, зажимы, зажимные пинцеты, тиски и прочие инструменты. Можно также обвязать изделие тонкой проволокой (которая впоследствии будет снята) или использовать монтажную огнеупорную массу, которая обеспечивает неподвижное положение соединяемых элементов. Как правило, предварительную установку и фиксацию элементов изделия производят на монтажном столике, на неподвижном асбестовом леткале либо на поворотном леткале-вертушке.

Различают два вида пайки:

-пайка *мягкими припоями* с температурой плавления до 400°C;

-пайка *твердыми припоями* с температурой плавления 550°C.

Качество припоя может определять трудоемкость пайки и качество соединения.

Мягкие припои изготавливаются на основе свинца и олова. Такие припои с содержанием олова в пределах 50-60 % имеют наименьшую температуру плавления сплава в интервале 180-230°C. Но такие сплавы непрочны и нетверды.

Твердые припои применяют для пайки драгоценных металлов. Для улучшения некоторых свойств припоя (легкоплавкости, текучести, цвета, оттенков) в него могут быть добавлены такие металлы, как серебро, кадмий, медь, цинк, палладий и никель. Цвет золотых припоев может быть желтым и белым. Твердые латунные припои с различными цветами применяются для пайки меди, бронзы, латуни и стали. Серебряные припои марок ПСР применяются для пайки изделий из серебра, латуни, бронзы и стали. Золотые припои применяют для пайки золотых изделий; они должны быть идентичны основным спаиваемым металлам.

Для пайки алюминия применяют припои, состоящие из олова, цинка, кадмия с температурой плавления 200°C, или припои из алюминия и цинка с температурой плавления 525°C.

Для пайки изделий из нейзильбера, мельхиора, медно-никелевых сплавов и алюминиевой бронзы применяют медно-фосфорные припои с температурой плавления от 183°C до 650°C.

Действие *флюсов* основано на удалении окислов металлов с соединяемых металлов. Флюс должен очистить эти поверхности и припой от окислов и не позволять образовываться новым окислам. Температура действия флюса должна быть несколько ниже температуры действия припоя. По степени химической активности они делятся на *слабоактивные* и *сильноактивные*. Первые применяют для пайки легкоплавких металлов и изделий из не драгоценных металлов (канифоль, воск, стеарин, органические кислоты и пр.). Ко вторым относятся органические кислоты, хлориды ($ZnCl_2$, $Li F$) и фториды (KF), бура ($Na_2BO_4 \cdot 10H_2O$), поташ – карбонат калия, фтористый калий (KF).

Для пайки золотых изделий применяют водный раствор буры с борной кислотой (H_3BO_3) в соотношении 1:1, 1:2 и 2:1 (флюс 2:1 можно применять также для пайки серебра).

Приготовление указанных флюсов из буры и борной кислоты заключается в их смешивании в требуемом соотношении в сосуде и нагреве до плавления смеси. При этом над ее поверхностью образуются пузырьки, после чего дальнейший нагрев производят до тех

пор, пока над всей расплавленной массой поднимется один большой пузырь – *шагер*. После охлаждения кристаллы растирают и разбавляют водой до сметанообразной кашицы.

Флюсы наносятся с помощью кисточки. После пайки следует проводить по стыку смоченной в воде кисточкой для того, чтобы смыть оставшиеся хлористый цинк и кислоту. Для золотых изделий с содержанием никеля проводят *двойное флюсование*, для чего сначала изделие кипятят в растворе борной кислоты, лишь после этого нанося слой флюса.

Для мягких припоев применяют следующие флюсы: хлористый цинк, хлористый аммоний (нашатырь), флюсовые смеси и канифоль. Также используются различные готовые к применению смазки и пасты. Хлористый цинк $ZnCl_2$ можно приготовить путем растворения кусочка цинка в соляной кислоте и полученный раствор разбавить водой в соотношении 1:1. Хлористый аммоний (NH_4Cl) представляет собой порошок белого цвета, о который очищают жало паяльника. Применяют его также при *чернении*.

Флюсовая смесь является смесью хлористого аммония и хлористого цинка, растворенных в воде. *Канифоль* $C_{20}H_{30}O_2$ добывается из смолы хвойных деревьев. Она совершенно безвредна, однако недостаточно активно растворяет окислы.

Для пайки алюминия применяют следующие флюсы:

- для мягкой пайки – смесь из деревянного масла, канифоли и хлористого цинка в соотношении 3:2:1;
- для твердой пайки смесь из хлористого цинка (8-15%), фтористого калия (8-12%), хлористого лития (25-30%), хлористого калия (59-43%).

Однако для пайки алюминия эффективным способом является пайка ультразвуковым паяльником без флюсов.

Способы пайки. Применяют следующие способы пайки: *вручную* газовыми горелками, *механизированную* в печах с защитной атмосферой, пайку методом *микроплазменной сварки* и *автоматизированную пайку*. В ювелирном деле в условиях ручного изготовления большее применение нашел первый способ пайки – *точечная пайка*. Другой ручной способ - многофакельной горелкой – применяют для пайки крупногабаритных деталей и филигранных изделий.

Перед пайкой важно установить необходимый температурный режим пламени, который можно отрегулировать подачей воздуха в горелку. При подаче газа без воздуха образуется нежаркое и светлое пламя, применяемое для предварительного прогрева спаиваемых деталей. При незначительной подаче воздуха в горелку пламя становится направленным, слабошумящим и не очень горячим, применяемым для пайки тонкой проволоки. При дальнейшем усилении подачи воздуха пламя становится острошипящим и более жарким, пригодным для прогрева поверхности спаиваемых изделий. При значительном усилении подачи воздуха (кислорода) образуется пламя в виде конуса, состоящего из двух факелов – внутреннего с меньшей температурой (раскисляющего) и внешнего – с очень высокой температурой (восстанавливающего). Температура пламени факела достигает 2500°С, длина факела – до 40 мм и максимальный диаметр пламени – 2 мм.

Пайка методом микроплазменной сварки представляет собой разновидность дуговой сварки неплавящимся электродом на очень малых токах (2-3 А) для соединения деталей из золота, серебра, меди толщиной 0,1-1,5 мм. Пайка осуществляется в среде инертных защитных газов. Пайку производят без припоя за счет расплавленного металла. Сжатая дуга образуется между вольфрамовым электродом и изделием. Применяют для пайки колец и зерни.

Пайку начинают с просушивания пламенем горелки флюса и припоя. При этом пламя направляется не на стык, так как это может привести к растеканию флюса и припоя.

Припой для пайки предварительно прокатывается до толщины 0,2-0,3 мм и нарезается ленточками шириной 1,0-1,5 мм или порциями. Припой может иметь форму проволоки требуемого сечения.

Изделие устанавливается на *леткал*, отфлюсовывается, на место стыка укладывается припой, после чего предварительно равномерно нагревается пламенем горелки, а затем – до температуры, близкой к температуре плавления припоя. Затем производится разогревание стыка с припоем до температуры плавления припоя, вводится припой необходимой дозы и производится пайка изделия.

После пайки изделие подвергают *отбеливанию* для травления окисленного поверхностного слоя и удаления слоя флюса. Для этих целей применяют растворы отбелов в огнеупорной посуде. Нельзя пользоваться стальными пинцетами или опускать изделия, связан-

ные стальной проволокой. Для этого необходимо пользоваться медными пинцетами или пластиковыми сеточками. Для изделий из мельхиора и нейзильбера используются отбелы из 10-12% раствора серной кислоты с добавлением хромпика (5 г на 1 л раствора). Для отбеливания латуни можно использовать раствор из 200 мл азотной кислоты и 250 мл серной кислоты и 5 г поваренной соли на 1 л воды. Серебряные изделия отбеливаются в 1-2%-м растворе соляной кислоты при температуре 40-60°C не более 30 с. Золотые изделия подвергают отбеливанию в различных растворах, состав которых зависит от пробы металла. Так, изделия 375-й пробы можно отбеливать в 5-10%-м растворе серной кислоты при температуре 60°C. Изделия 500-750-й пробы в соляном отбеле – 5-10%-й раствор соляной кислоты или в 10-15%-м растворе серного отбела при нагреве раствора до 60°C.

Порядок выполнения работы

1. Изготовить спаиваемые изделия методом прокатки и волочения. Скрутить проволоки и прокатать их на вальцах.
2. Нарезать отдельные фрагменты изделия и подготовить к сборке.
3. Подготовить флюсы для пайки.
4. Подготовить припой для пайки заданных материалов.
5. Отрегулировать пламя газовой горелки.
6. Спаять фрагменты филигранного изделия.
7. Очистить и отбелить полученное изделие.

ДЕКОРАТИВНАЯ ОТДЕЛКА ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Цель работы: изучить технологию и получить практические навыки работы по декоративному покрытию образцов гальваническими методами.

Задание - произвести покрытие образцов гальваническим методом.

Инструменты и принадлежности к работе:

1. Гальваническая установка.
2. Ванночка или стеклянная емкость для электролита.
3. Раствор электролита.
4. Пинцеты из меди.

Краткие теоретические сведения

Гальванизацией называют процессы осаждения одного металла на другом в среде электролита.

Гальванические покрытия позволяют повысить антикоррозионные свойства, улучшить декоративные качества, износостойкость, химическую стойкость ювелирных изделий. Процесс отличается экономичностью.

Сущность электролитического осаждения заключается в кристаллизации металлов из водных растворов их солей при прохождении постоянного электрического тока. При этом положительно заряженные ионы перемещаются к катоду, а отрицательные ионы – к аноду. Процесс сопровождается распадом молекул солей в электролите на положительные и отрицательные ионы. Катодом служит покрываемое изделие, а анодом – металл, которым покрывают изделие.

Гальванические покрытия производят в ваннах из кислотоупорных материалов (стекла, винипласта, тефлона) или в эмалированной посуде.

Каждому покрытию соответствует свой режим электролиза, от которого зависит толщина и качество покрытия.

Разновидностями гальванических процессов являются гальванопластика и гальваностегия, при которых положительно заряженные ионы металлов взаимодействуют с электронами и разряжаются на поверхности покрываемых изделий (*гальваностегия*) или на поверхности специальной формы – матрицы (*гальванопластика*).

Гальваностегия – это нанесение металлических покрытий электролитическим осаждением. Гальванопластика заключается в осаждении металла на снятую с оригинала форму для получения металлической копии. Эта форма может быть изготовлена из таких технологичных и доступных материалов, как гипс, воск, полимеры или металл.

Гальванические покрытия могут достигать толщины от долей микрометра до десятых долей миллиметра. Гальваническим процессом можно управлять путем регулирования плотности электрического тока, измеряемой в амперах на 1 дм² покрытия, определяемой составом и температурой электролита.

Гальванизации предшествуют химическое обезжиривание поверхности и травление, а также механическое шлифование и полирование, крацевание и пескоструйная обработка.

В ювелирном производстве применяют такие виды гальванических процессов, как меднение, латунирование, никелирование, хромирование, серебрение, золочение, родирование.

Меднение производят для создания подстоя при многослойных покрытиях в никелировании, хромировании, серебрении и золочении. Меднение производят в цианистых и серноокислых ваннах. Серноокислые электролиты не ядовиты и просты. Они состоят из 200-250 г медного купороса и 50-70 г серной кислоты. Режим работы включает плотность тока 0,1-0,2 А/м², температура раствора 18-20°С.

Латунирование может применяться и как подслоя, и как декоративное антикоррозионное покрытие. Процесс осуществляют в цианистых ваннах.

Никелирование применяют для придания защитно-декоративных свойств. Оно производится на предварительно медненный слой толщиной 10-20 мкм. Толщина никелиевого слоя составляет 5-10 мкм. В состав электролита входит 140 г серноокислого никеля, 30 г серно-

кислого магния, 50 г сернокислого натрия, 20 г борной кислоты, 5 г хлористого натрия на 1 л воды. Плотность тока $0,1 \text{ А/дм}^2$. Температура электролита $20\text{-}30^\circ\text{С}$.

Хромирование производят для деталей, требующих повышения химической коррозии, твердости и придания блеска. Производится при высокой плотности тока $1,5\text{-}2,0 \text{ А/дм}^2$ в растворе хромового ангидрида и серной кислоты.

Серебрение применяют для покрытия недорогих материалов в декоративных целях, а также обеспечения антикоррозионных свойств поверхности. Процесс может быть проведен в цианистых и бесцианистых ваннах. Состав бесцианистого электролита: 6-8 г хлорного серебра, 18 г желтой кровяной соли и 18 г кальцинированной соли на 1 л воды. Режим работы: плотность тока $0,01\text{-}0,03 \text{ А/дм}^2$ и температура раствора $18\text{-}25^\circ\text{С}$. Анодом служат угольные пластины или пластины из чистого серебра. Перед серебрением детали *амальгируют* (покрывают ртутью: 50 г азотнокислой ртути на 10 л воды). Электролит хранят при красном свете или в темноте. Цвет осажденного серебра – снежно-белый.

Золочение производят для придания благородного вида изделиям, а также при реставрации изделий. Толщина покрытия составляет 2 мкм. Электролит может быть цианистым или бесцианистым. Состав бесцианистого электролита: 2-3 г хлорного золота, 7,5 г кровяной соли и 7,5 г кальцинированной соды. Режим работы: плотность тока $0,1\text{-}0,2 \text{ А/дм}^2$, температура $60\text{-}80^\circ\text{С}$. Анодом служат уголь, золото, платина.

Гальванопластика может производиться, например, на восковой модели. Для этого модель промывают в водном растворе карбоната натрия (сода), просушивают и покрывают слоем шеллака (150 г шеллака на 1 л спирта).

Покрытие можно осуществлять также и на листьях растений. В этом случае лист погружают на один день в раствор бензола, который вытесняет воду. Затем лист помещают в мелкозернистый песок с камфарой, где в течение 2-3 дней он впитывает камфару, после чего его высушивают и подвергают покрытию. Перед гальванопластикой изделие покрывают токопроводящим слоем. Этот слой может быть получен графитизацией мельчайшим графитом либо нанесением медного порошка (называемым бронзовым порошком). Можно применять также химическое серебряное покрытие путем по-

гружения изделия в раствор нитрата серебра, а затем в восстановительный раствор 1% формалина (формальдегида). В результате восстановительной реакции нитрат серебра осаждается в виде металлического серебра. Метод гальванопластики можно также применять серийно для изготовления пустотелых украшений по модели из воска, на которую наносится медное покрытие толщиной 100 мкм. Затем воск выплавляется, а медная оболочка подвергается золочению, после чего медь вытравливается.

Новым методом гальванотехники является разработанное в США в 1960-х годах гальваническое формование, названное гальваноформованием (Electroforming). Оно состоит в получении полового изделия с глубоко текстурированной поверхностью металла. На поверхности изделия образуется грубозернистый, полосчатый или пористый осадок. Такое покрытие позволяет получить неповторимую фактуру. Внешне такое покрытие напоминает крупную зернь. Этот метод может быть использован также при формовании деталей со сложным рельефом на металлической фольге или проволоке.

Составы бесцианистых электролитов и электролитов декоративного покрытия для серебрения приведены ниже в таблице (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Растворы и электролиты для декоративного покрытия

Операция	Состав, режим работы,
	Растворы
Серебрение медных сплавов	Серебро азотнокислое – 30 г, аммиак – 300 г, гипосульфат натрия – 420 г, вода – 4 л, температура – 20°C
	Электролиты
Серебрение нежелезистых металлов	Серебро цианистое – 15 г, натрий цианистый – 230 г, карбонат натрия – 35 г, плотность тока – 15-25 А/дм ² , напряжение 4-5 В, температура – 21-29°C, время погружения – 1-2 мин

Обезжиривание поверхности при подготовке изделий к гальванизации может производиться химическим или электрохимическим

способом. Ниже приведена рецептура некоторых видов растворов для химического обезжиривания.

Таблица 7.2

Растворы для химического обезжиривания изделий

Вид покрытия	Массовая доля компонента, г/л	Температура, °С	Время выдержки, мин
Золочение изделий	Азотная кислота – 1, серная кислота – 1, хлористый натрий – 5-10	15 – 20	5-10
То же	Лимонная кислота – 50	15-30	10-15
Из золота	10-20%-й раствор каустика	100	2-4
Серебрение изделий, паянных оловянистыми припоями	Гидроокись натрия – 20-30, сода кальцинированная – 20-30, тринатрийфосфат – 50-60, жидкое стекло – 5-10	15-20	2-3
То же	Гидроокись натрия – 5-10, сода кальцинированная – 25, тринатрийфосфат – 50, жидкое стекло – 1-50	80-100	20-30

Порядок выполнения работы

1. Подготовить установку для гальванизации.
2. Залить необходимый электролит в стеклянную емкость и подогреть до требуемой температуры.
3. Подготовить изделие к гальванизации.
4. Осуществить гальванические процессы с изделиями на установленных режимах.
5. Произвести сравнительную оценку качества покрытий на образцах.

ОТДЕЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Цель работы: изучить технологию шлифовально-полировальных операций и получить навыки практической работы.

Инструменты и приспособления: шлифовально-полировальный станок, наждачные шкурки, ножницы, оправки; войлочные, фетровые, тканевые и нитяные полировальные круги; абразивные пасты, очки, перчатки или напальчники, ультразвуковая ванна, фланелевая ткань, лупа.

Материалы: образец кольца с рельефным рисунком на верхушке, изготовленный из легкоплавкого сплава.

Краткие теоретические сведения и методические указания

Окончательная обработка ювелирных изделий завершается отделочными операциями, которые обеспечивают снижение шероховатости поверхности до зеркального блеска. Величина минимального припуска при механической обработке определяется известной из курса технологии машиностроения формулой

$$Z_{\min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{(\rho^2 + \varepsilon^2)} .$$

Пренебрегая значениями ρ и ε в условиях ручной обработки изделий, можно заключить, что припуск на отделочных операциях зависит от шероховатости и глубины дефектного слоя материала. Таким образом, целью шлифовально-полировальной операции является удаление слоя поверхности материала, имеющего неровности и дефекты, не позволяющие получить высокую отражательную способность.

К отделочным методам механической обработки в ювелирном деле следует отнести такие операции, как шлифование связанным и свободным абразивом, полирование с применением эластичных инструментов – полировальников, а также ряд методов обработки для придания декоративного вида – крацевание, фрезерование, матиро-

вание, пескоструйная обработка и т.п. Причем преимущественно эти операции выполняются вручную с использованием различных приспособлений и инструментов, обеспечивающих механизацию труда.

Ручное шлифование может производиться с применением абразивных брусков различной формы, пемзы, наждачной бумаги, а также втиранием абразива пальцами рук. Обработка поверхности заключается в последовательном чередовании шлифовальных инструментов, сопровождающемся уменьшением размера абразивных зерен. Уменьшение размера абразивных зерен соответственно обеспечивает снижение шероховатости обработанной поверхности. В качестве абразивных инструментов используются как промышленно изготавливаемые абразивы (электрокорунд, карбид кремния, карбид бора и т.д.) и алмазные порошки, так и натуральные, традиционно используемые ювелирами для финишной обработки (кварц, корунд, наждак, пемза и т.д.). Все эти абразивные материалы имеют различную твердость и поэтому назначаются в зависимости от обрабатываемого материала, размер зерен определяется величиной достигаемой шероховатости поверхности. Режимы резания при шлифовании используемых материалов могут устанавливаться из нормативных справочных данных, рекомендованных для соответствующих материалов.

Механизированное шлифование производится с помощью различных электроприводных устройств. К ним относятся ручные бормашинки, виброгалтовочные и галтовочные станки, станки для роторного и центробежного шлифования и т.д.

При шлифовании бормашинками используются инструменты в виде цилиндрических и фасонных шлифовальных кругов небольшого диаметра, а также наконечников с различными абразивными инструментами на резиновой основе. Обработка в виброгалтовочных и галтовочных, роторных и центробежных станках производится в замкнутых емкостях различной формы, приводящихся в движение в результате вынужденных колебаний или вращения рабочего органа. В рабочую полость вместе с обрабатываемыми изделиями укладывают абразивные гранулы или порошки определенной зернистости, воду, поверхностно-активные вещества, облегчающие и ускоряющие процесс шлифования. Эти методы могут быть применены также и для механизированного удаления заусенцев, литни-

ков и прочих неровностей наружной поверхности изделий. При шлифовании открытых и легкодоступных поверхностей изделий обработка, как правило, производится с помощью наждачных шкур, свернутых и надетых на оправки в форме цилиндров и конусов. Такие оправки надеваются на выходной конус шлифовального станка.

Полирование является завершающей операцией, в результате которой получается зеркальная поверхность. Оно сопровождается сложными физико-механическими процессами в зоне обработки: механическим воздействием абразивных частиц; химическим действием активных кислот, размягчающих верхние слои; тепловых явлений от больших скоростей при трении изделия об полировальники, в результате которых происходит оплавление выступающих микронеровностей и пластическое течение металла. В связи с этим полирование целесообразно производить на больших скоростях вращения инструмента (20-30 м/с). Инструменты для полирования изготавливаются на основе эластичных материалов: кожи, войлока, фетра, хлопчатобумажной ткани или просто нитей и шнурков. Полировальники из тканевых материалов сшиваются в несколько слоев по торцовой стороне и насаживаются на металлическое кольцо для посадки на вал шлифовально-полировального станка. На периферийную сторону этих инструментов наносится абразивная паста. Абразивные пасты выпускаются с различным химическим составом и зернистостью абразива. Широко применяются различные абразивные пасты на основе таких абразивных материалов, как окись хрома, окись алюминия, алмазные микропорошки и т.д. В состав таких паст входят стеариновая и олеиновая кислоты, скипидар, парафин и прочие активные добавки. При необходимости выполнения ручной полировки труднодоступных поверхностей изделий полирование может производиться вручную с помощью деревянных и гематитовых полировальников, шнурками и нитями (для полирования узких и малых отверстий).

Целью матирования отдельных участков поверхностей является повышение шероховатости. Это достигается различными методами обработки, такими как пескоструйная обработка и крацевание «мягкими» металлическими материалами.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Отделка поверхности на шлифовально-полировальном станке

1. Изготовить из наждачной шкурки цилиндрические и конусные шлифовальные круги, надеть на соответствующие деревянные оправки. Наклеить вырезанные скрученные наждачные шкурки на деревянные оправки и просушить.

2. Установить на вал станка подготовленный шлифовальный инструмент с наибольшей зернистостью и закрепить его.

3. Установить обрабатываемое изделие на оправку.

4. Включить вытяжку и привод станка.

5. Подвести изделие на оправке к вращающемуся инструменту и шлифовать наружные поверхности до достижения ровной поверхности требуемого качества.

6. Снять оправку с вала станка и заменить на другой с меньшей зернистостью.

7. Повторить операцию шлифования. Снять оправку с инструментом.

8. Установить на конус вала полировальный инструмент, обмазать его абразивной пастой и включить привод станка.

9. Подвести обрабатываемое изделие к инструменту и отполировать наружные поверхности кольца до получения зеркального блеска. Для сравнения результатов осуществить полирование с помощью полировальных кругов, изготовленных из различных материалов.

10. Снять изделие с оправки и повторить пп. 5-9 для внутренней поверхности кольца.

11. Обследовать поверхности визуально и при необходимости удалить царапины и недополированные участки повторным шлифованием и полированием.

12. Промыть кольцо в мыльном растворе и протереть фланельной тканью.

Задание 2. Отделка поверхности бормашинкой

1. Установить изделие с рельефной поверхностью в ювелирных тисках, обеспечив удобство обозрения и обработки поверхности.
2. Установить наконечник с шлифовальным инструментом в цангу бормашинки.
3. Произвести последовательное шлифование рельефа изделия инструментами с различной зернистостью.
4. Заменить наконечник с шлифовальным инструментом на наконечник для полирования. Обмазать инструмент абразивной пастой.
5. Отполировать протшлифованные участки до получения металлического блеска.
6. Обследовать с помощью лупы качество поверхности и при необходимости повторить операции шлифования-полирования.
7. Промыть кольцо в ультразвуковой ванне и протереть тканью.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦЕПОЧКИ РУЧНЫМ СПОСОБОМ

Цель работы: изучение технологии ручного изготовления якорной цепочки без применения пайки и получение практических навыков изготовления цепочек.

Инструменты и приспособления: оправка для навивки спирали, плоскогубцы, круглогубцы, лобзик, надфиль, пинцет, полировальный станок, абразивная паста, газовая горелка для отжига, асбестовый лист или керамическая плитка.

Материалы: проволока из мельхиора или нейзильбера.

Краткие теоретические сведения и методические указания

Цепочки относятся к предметам личного украшения. Они имеют различное назначение: шейные, для карманных часов, браслетов, брелоков и т.д. Цепочки являются многозвенными ювелирными и галантерейными изделиями, состоящими из ритмично или метрически повторяющихся элементов (звеньев). Они могут изготавливаться вручную или механически на цепевязальных станках-автоматах или полуавтоматах. Конструктивно они состоят из отдельных звеньев, полученных из проволоки, штампованных или литых звеньев. Звенья цепочки могут соединяться между собой без пайки или с пайкой (сваркой) концов звеньев. Элементы цепочки должны ритмично повторяться из одних и тех же элементов или включать чередующиеся звенья (шарики и пр.). Цепочки имеют возможность углового смещения звеньев относительно друг друга, что позволяет обеспечить им гибкость.

Шейные цепочки могут быть изготовлены в следующих модификациях: якорные; панцирные; витые; ленточные; венецианские и различные фасонные.

Соединение концов цепочек между собою осуществляются с помощью замков различных конструкций: типа заводное кольцо, шпрингельным, шомпольным, карабиновым, секторным и др.

Существуют различные конструкции якорных цепочек: круглая, скрепленная продольная, двойная различных видов, «фигаро», «морская», американская, веревочка, миланская, венецианская, «бостон» и т.д.

Существуют также различные разновидности цепочек фантазийных форм, цепочек из штампованных звеньев и прочих цепочек.

Длина и размеры цепочек, а также их звеньев могут быть различными и зависеть от моды, стиля, индивидуальных требований покупателя и т.д. При этом цепочка должна иметь масштабное соотношение и соразмерность к размерам человека, гармонично сочетаться по форме и конструкции с другими ювелирными украшениями его обладателя.

По технологическому признаку цепочки можно разделить на изготавливаемые без применения пайки и с применением пайки.

Изготовление и сборка на цепевязальных станках производятся в соответствии с жестким технологическим процессом и конструкцией станка. Они обеспечивают высокое качество изготовления и большую производительность, в связи с чем их применение целесообразно при серийном и массовом изготовлении.

При ручном изготовлении цепочек маршрут изготовления состоит из следующих основных этапов:

- разработки эскиза и чертежа конструкции цепочки;
- изготовления отдельных звеньев цепочки (гибкой, штамповкой, литьем);
- сборки цепочки;
- пайки (сварки) элементов;
- пластической деформации собранной цепочки (для панцирных, фантазийных цепочек);
- соединения с замочками;
- декоративной отделки (полирования, гальванического покрытия и т.п.).

Порядок выполнения работы

Изготовление цепочки без применения пайки:

1. Изготовить проволоку диаметром 0,5 - 1,0 мм.
2. Отжечь проволоку на асбестовом листе или керамической плитке газовой горелкой.

3. Навить проволоку на оправку спиралью.
4. Снять спираль с оправки и отжечь.
5. Распилить спираль лобзиком на отдельные звенья – колечки.
6. Развести концы звеньев так, чтобы через образовавшуюся щель проходило другое звено.
- Собрать два звена из трех колец, плотно состыковав их концы.
7. Развести первую пару в стороны, удерживая среднее звено, так как это показано на рис. 9.1.

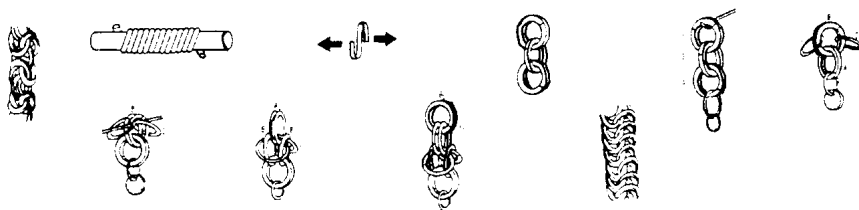


Рис. 9.1. Схема сборки цепочки

8. Соединить вторую пару звеньев, расположив их так, как показано на рисунке.
9. Соединить две оставшиеся пары звеньев второго блока со звеньями первого блока.
10. Аналогично повторить выполненные действия со следующими звеньями до достижения требуемой длины цепочки.
11. Произвести визуальный контроль цепочки на отсутствие брака.
12. Присоединить цепочку к замочку.
13. Полировать цепочку со всех сторон на полировальном станке.
14. Промыть цепочку в моющих средствах в ультразвуковой ванне.
15. Просушить цепочку.

ЗАКРЕПКА ВСТАВКИ КОРНЕРОВЫМ СПОСОБОМ

Цель работы: изучить технологию закрепки вставок в ювелирное изделие, освоить навыки работы с режущими инструментами на операциях закрепки вставок.

Приспособления и инструменты: ручные деревянные тисочки, бормашинка, боры, сверла, свеча парафиновая, разметочный циркуль, штихели – боллштихель, флахштихель, мессерштихель, юстировочный штихель, давчик, щетка зубная.

Материалы: пластина или кольцо, изготовленное из легкоплавкого металла; паста китт (смесь канифоли с молотым мелом), спирт технический.

Краткие теоретические сведения и методические указания

Закрепкой вставки называется операция закрепления камня в *оправу* (*каст*) или гнездо ювелирного изделия. К качеству закрепки предъявляют ряд требований, среди которых главным является надежность фиксации. Различают три основных вида закрепки вставок: *глухую*, *крапановую* и *корнеровую* (называемую также *фадангризантной* от слова гризант – зерно). Для каждого вида закрепки используют соответствующие виды штихелей для резки металла. Применяют также инструменты для пластического деформирования металла *киттштоки*, *корневертки*, *корнезеры*, *полировники*, *накатки* – *мелиграфы*.

Давчик – это инструмент для обжатия металла, закатки и вдавливания. Давчики делятся по виду закрепки (крапановая, глухая, корнеровая). Корнеровые давчики изготавливаются из меди. Давчиками обжимают вставки овальной, прямоугольной и многоугольной форм (кроме круглой). Для этого вида закрепки применяют давчики с круглой формой рабочей части, а также сапожковые, имеющие изогнутую рабочую часть. *Корневертка* представляет собой стальной стержень с круглым поперечным сечением, снабженный шаровидной деревянной ручкой. На рабочем торце корневертки имеется

сферическая выемка, предназначенная для образования корнера. Корневертки могут иметь диаметр сферической выемки от 0,2 до 1,5 мм, а глубина выемок составляет примерно 1/3 диаметра. *Корнезеры* подобны корневерткам, отличаясь тем, что рабочая часть выемки имеет вид желобка. Они предназначены для нанесения гризантийной насечки – зернистой линии при глухой закрежке камней. *Накатка (мелиграф)* имеет вращающийся ролик с фактурованной поверхностью и рифлениями на периферийной части. Обкаткой ролика по изделию достигается получение рифленой поверхности, поэтому они просты в обращении. Мелиграфы выпускаются различных типоразмеров, отличающихся шириной наносимого гризанта.

Сущность корнеровой закрежки заключается в том, что фиксация камня в металлической оправе производится *корнером* – металлом поднятым с помощью штихеля и прижатого вплотную к камню по всему периметру. Корнер представляет собой корень стружки небольшой длины, образованный при неполном ее срезании с основного металла. Вставки устанавливаются в подготовленное сквозное гнездо. Поэтому этот вид закрежки может применяться для вставки прозрачных ювелирных камней. Этот вид закрежки целесообразно использовать для изделий с большим числом камней, т.к. сочетание многочисленных камней и узоров, образованных гравированием на боковой поверхности каста, позволяет создать впечатление слияния камней в узоре. Корнеровая закрежка является самым сложным видом закрежки по трудоемкости выполняемых работ. Технология закрежки включает в себя подготовку гнезда под вставку, подгонку гнезда под размер и форму камня, обработку поверхности каста резанием с помощью штихелей для придания изделию эстетичного вида, а также закрепления вставки в изделие.

Подготовка гнезда под вставку предусматривает (рис. 10.1):

- 1) сверление отверстия в сплошном материале или рассверливания имеющегося в изделии отверстия;
- 2) фрезерования коническим бором конуса, подобранного по углу шипа камня;
- 3) фрезерование посадочного пояса по диаметру рундиста вставки на такую глубину, при которой рундист находится ниже поверхности закрепочной площадки;
- 4) *впасовку* камня т.е. подгонку камня в оправу (при необходимости) *юстировочным* штихелем;

5) постановку корнера, т.е. смещение корня стружки – *штриха* (лепестка), который затем с помощью корневертки пластически деформируют в форму шарика, удерживающего камень. Штрих образуется болшштихелем – радиусным штихелем с закругленным лезвием, а затем подвигается к камню;

6) *разделку металла* вокруг гнезда камня, т.е. создания сети узоров резанием. Для этого узким флашштихелем (плоским штихелем) или мессерштихелем выбирают металл между корнерами, подрезают узор вокруг корнеров;

7) установку вставки в гнездо, дожатие корнеров, окончательное придание шарообразной формы с помощью корневертки;

8) накатку узкого пояска каста путем нанесения *гризанта*.

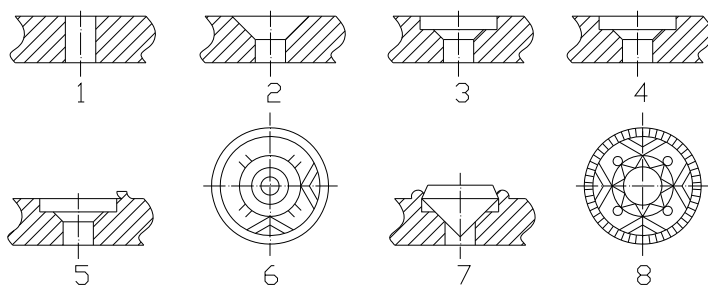


Рис. 10.1. Переходы закрепочной операции

Для камней, имеющих некруглые формы (квадратные, прямоугольные, овальные), посадочное гнездо для вставки образуют с помощью штихелей и фрез. Для овальных камней высверливается два отверстия, расположенные рядом, после чего вырезают металл между этими отверстиями.

Порядок выполнения работы

1. Протереть поверхность каста.
2. Установить кольцо в тисочках.
3. Предварительно подержать поверхность над пламенем восковой свечи для образования тонкой восковой пленки. Уложить на поверхности каста вставки и выбрать места их наилучшего расположения, учитывая размеры, формы, цвет камней с позиции дизайна.

4. Снять вставки с изделия и тщательно протереть поверхность от воскового налета. Произвести разметку площадки каста с заданными размерами вставки с помощью разметочного циркуля.

5. Произвести подготовку гнезда под вставку, используя борма-шинку, сверла и боры.

6. Впассовать вставку в гнездо.

7. Образовать штрихи вокруг вставки боллштихелем.

8. «Резать федан» (образовать узор) вокруг вставки.

9. Накатать рифления по ободку каста.

10. Установить вставку в гнездо.

11. Дожать cornerы давчиками и cornerверткой.

12. Произвести осмотр изделия на качество закрепки.

13. Протереть изделие.

Техника безопасности при выполнении работ

Требования по технике безопасности при выполнении работ по вальцовке и волочении

1. Работу выполнять только после предварительного инструктажа преподавателем или инженером по эксплуатации необходимого оборудования и использованию материалов.

2. Не допускается установка для прокатки не предусмотренных данной работой образцов и материалов (закаленных стальных деталей и инструментов, образцов с окалиной, материалов с остатками флюсов).

3. Категорически запрещается одновременная работа на вальцах двумя лицами в целях исключения травм.

4. Во избежание получения травм следует соблюдать требования безопасности работы на вальцах при близком расположении пальцев рук.

5. При осуществлении операции отжига образцов паяльной лампой необходимо соблюдать меры безопасности при работе с огнеопасными материалами.

6. Запрещается работа на вальцах в отсутствие инженера или преподавателя.

7. Запрещается сопровождать заготовку руками вплоть до валков, на ходу исправлять перекосившуюся заготовку.

8. Рукава халата должны быть плотно застегнуты или закатаны.

Не разрешается пользоваться рукой как направляющей или пропускать через нее заготовку с острыми ребрами.

Требования техники безопасности при работе с бензиновой горелкой

1. Бензиновый паяльный аппарат разместить на некотором удалении от рабочего пространства стола. Убедиться в правильности подключения шлангов.

2. Во избежание ожогов рук не прикасаться к разогретым и спянным изделиям без их предварительного охлаждения.

3. Соблюдать правила безопасности при работе с химическими веществами, предназначенными для пайки.

4. Запрещается направлять пламя газовой горелки на огнеопасные предметы, а также на одежду и руки.

5. Во избежание возможности возгорания огнеопасных предметов рабочая часть стола должна быть защищена металлическими или асбестовыми листами или огнеупорными материалами и ограждениями.

6. Воспламенение газового пламени горелки осуществлять только электрозажигалкой.

7. При засорении клапана бачка или горелки подкачку воздуха прекратить.

8. В случае непредвиденного воспламенения предметов пользоваться огнетушителем.

9. При работе пользоваться защитными очками.

10. Операции обжига и отбеливания производить в вытяжных шкафах.

Техника безопасности при гальванических работах

1. К выполнению операций по декоративной обработке допускаются лица, прошедшие соответствующий инструктаж.

2. Работу производить только в спецодежде и с использованием индивидуальных средств защиты: очков, резиновых перчаток, фартуков.

3. На рабочих местах соблюдать чистоту.

4. Наличие и исправность приточно-вытяжной вентиляции.

5. Тару с кислотами держать закрытой, в специально отведенных для этого шкафчиках.

6. Принимать пищу и курить на рабочем месте запрещается.

7. При попадании на тело кислот незамедлительно смыть водой и обратиться к врачу.

Техника безопасности при шлифовально-полировальных работах

1. Работу производить только на исправном оборудовании и исправными инструментами.
2. Работать в спецодежде с использованием средств индивидуальной защиты: очков и линз.
3. Во избежание ожога рук не допускать сильного нагрева изделия.
4. При полировании изделия держать его острыми краями по ходу вращения круга.
5. Полируемые поверхности изделия расположить относительно круга так, чтобы изделие не подхватывалось кругом.
6. Работать с включенной приточно-вытяжной вентиляцией.
7. Не производить работы по установке полировальников и шлифшкурки на вращающихся частях оборудования.

Техника безопасности при закреплении вставок

1. Работать с заостренными инструментами, обязательно имеющими рукоятки.
2. Заточку инструментов производить, пользуясь защитным экраном или очками.
3. Не прикасаться руками к вращающимся частям бормашинки.
4. Работать при наличии бинокулярных очков.

Л и т е р а т у р а

1. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела. – СПб.: Соло, 2000. – 528 с.
2. Комягин Ю.П., Новиков В.П. Учебник ювелира-монтажника: Учебное пособие для ПТУ. – Л.: Машиностроение; Ленингр. отд-ние, 1986. – 304 с.
3. Короткевич В.Г. Проектирование инструмента для пластического деформирования: Учебник / Под ред. С.Б.Сарело. – Мн.: Вышэйшая школа, 2000. – 383 с.
4. Марченков В.И. Ювелирное дело. – М.: Высшая школа, 1984. – 192 с.
5. Новиков В.П. Книга начинающего ювелира. – СПб.: Политехника, 2001. – 416 с.
6. Соколов М.В. Художественная обработка металла. Азы филиграни: Учеб. пособие для студ. высших учебных заведений. – М.: Гуманит.изд.центр "ВЛАДОС", 2003. – 144 с.
7. Телесов М.С., Ветров А.В. Изготовление и ремонт ювелирных изделий. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 192 с.
8. Технология металлов и материаловедение. / Под ред. Л.Ф.Усовой. – М.: Машиностроение, 1987. – 800 с.
9. Флеров А.В. Технология художественной обработки металлов. – М.: Высшая школа, 1968. – 328 с.

Содержание

<i>Лабораторная работа № 1.</i> ГРАВИРОВАНИЕ ЮВЕЛИРНОГО ИЗДЕЛИЯ.	3
<i>Лабораторная работа № 2.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕЗИНОВОЙ ПРЕСС-ФОРМЫ И ВОСКОВОЙ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЯ.	8
<i>Лабораторная работа № 3.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОВОЛОКИ МЕТОДАМИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ.	15
<i>Лабораторная работа № 4.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ.	24
<i>Лабораторная работа № 5.</i> ПЛАВКА И ЗАЛИВКА МЕТАЛЛА В ОПОКУ.	27
<i>Лабораторная работа № 6.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПАЙКИ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗДЕЛИЯ.	31
<i>Лабораторная работа № 7.</i> ДЕКОРАТИВНАЯ ОТДЕЛКА ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.	37
<i>Лабораторная работа № 8.</i> ОТДЕЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ.	42
<i>Лабораторная работа № 9.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦЕПОЧКИ РУЧНЫМ СПОСОБОМ.	47
<i>Лабораторная работа № 10.</i> ЗАКРЕПКА ВСТАВКИ КОРНЕРОВЫМ СПОСОБОМ.	50
Техника безопасности при выполнении работ.	54
Л и т е р а т у р а.	57

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ
В ЮВЕЛИРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лабораторные работы
для студентов специальности 1-52 02 01
«Технология и оборудование ювелирного производства»

В 2 частях

Часть 1

Под редакцией М.Г.Киселева

Составитель ЛУГОВОЙ Вячеслав Петрович

Редактор Т.Н. Микулик
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 15.02.2005.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 2,7. Тираж 100. Заказ 13.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
Лицензия № 02330/0056957 от 01.04.2004.
220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.