

УДК 621.777

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЮВЕЛИРНЫХ ЦЕПОЧЕК ИЗ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛОТА**

**Кускова Е.С., Лебедева О.С.**

**Научные руководители – д.т.н., проф. Сидельников С. Б.,**

**к.т.н., асс. Рудницкий Э.А.**

***Сибирский федеральный университет***

Производство цепей является одним из сложнейших направлений в ювелирном производстве, так как здесь необходим комплексный подход при планировании и производстве этих изделий. Разнообразие вкусов и назначения цепочек, носящих бытовой, ритуальный или религиозный характер, а также интернационализация рынков сбыта, возрастающие требования к расширению ассортимента моделей плетений, цветового эффекта, блеска или матовости, заставляют ювелирные предприятия применять все более высокие и сложные технологии, и все более широкий спектр оборудования для всех этапов технологического процесса. Это подготовка проволоки или ленты, сам процесс плетения, все этапы трансформации и модификации цепочек, финишной отделки. При этом растет спрос на цепи, которые сплетены из проволок самых разнообразных цветовых гамм, требующих применения широкого спектра лигатур, способных придать новые цветовые эффекты (рис. 1).

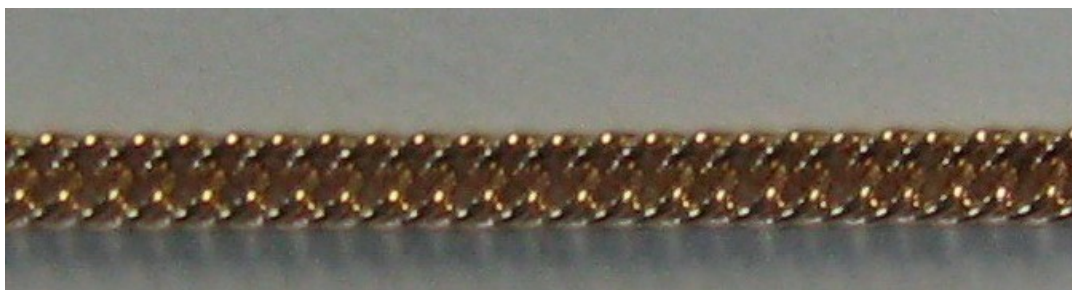


Рис. 1. Готовая ювелирная цепочка «Снейк» из золотого сплава 585 пробы

В настоящее время в России и за рубежом большой популярностью пользуются белые сплавы золота в качестве заменителя платины, так как они имеют меньшую стоимость. Большинство этих сплавов имеют в своем составе никель. Однако многие потребители ювелирной продукции чувствительны к контакту кожи с никелем, что вызывает аллергическую реакцию кожного покрова. Кроме того, при отжиге никельсодержащих сплавов золота на его поверхности образуется пленка окиси никеля, а при взаимодействии с серой эти сплавы становятся красноломкими. Так же существует необходимость предварительной обработки поверхности борной кислотой. В противном случае, поверхность изделия станет желтой, а окись никеля можно будет удалить только шлифовкой. В связи с перечисленными недостатками никельсодержащих сплавов актуальна разработка белых сплавов золота не содержащих никель и технологии производство ювелирных изделий из них.

Технологический процесс изготовления ювелирных изделий состоит из следующих основных этапов: заготовительные операции; монтаж ювелирных изделий; сборка ювелирных изделий; опробирование и клеймение изделий в инспекции пробирного надзора. Следует отметить, что для производства цепей одной из основных операций является цепевязание и пайка стыков звеньев цепей методами порошковой пайки. Кроме того, здесь широко используются операцииковки и алмазной огранки готовых изделий

Основными методами производства полуфабрикатов при изготовлении ювелирных цепочек являются: литье, обработка давлением и термообработка. Наибольшее применение в последнее время получил метод непрерывного литья. Непрерывное литье производится в бездонные стальные и медные водоохлаждаемые кристаллизаторы без вторичного и со вторичным охлаждением слитка водой при скоростях заполнения, равных линейным скоростям кристаллизации. Это условие для данного метода обеспечивает получение высококачественных слитков из золотых сплавов. В качестве обработки давлением при производстве полуфабрикатов для цепей используются операции прокатки и волочения. Исходными заготовками для обработки являются слитки, полученные методом непрерывного литья. Основным видом термообработки при производстве цепочек является отжиг для снятия внутренних напряжений полуфабрикатов, заготовок и изделий. Сплавы золота на всех стадиях ювелирного производства отжигают в конвейерных печах с защитной атмосферой. Основными сплавами при производстве ювелирных цепей являются золотые сплавы 585 пробы из-за своей высокой технологичности.

Стандартная технологическая схема, используемая при изготовлении ювелирных цепей из сплавов золота 585 пробы, приведена на рисунке 2.

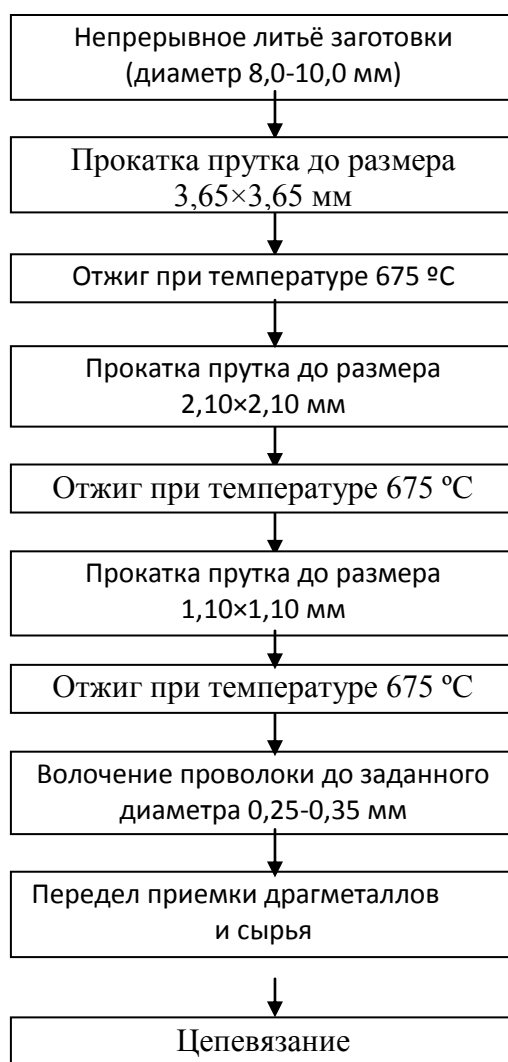


Рис. 2. Технологическая схема изготовления ювелирных цепочек

Изготовление прутка диаметром 8,0 - 10,0 мм, служащего заготовкой для последующей холодной обработки, осуществляется на установке непрерывного литья с пе-

чью. Полученный слиток передается на участок прокатки-волочения для последующей холодной обработки.

На участке прокатки-волочения полученный литой пруток подвергается сортовой прокатке на сортовом линейном прокатном стане. Прокатку осуществляют за три прохода с промежуточными отжигами.

Режимы деформации прутка диаметром 0,8 мм следующие:

первый проход (клеть):

- размеры заготовки  $\varnothing 8,0$  мм;
- количество проходов 12;
- конечные размеры  $3,65 \times 3,65$  мм;

второй проход (клеть):

- размеры заготовки  $3,65 \times 3,65$  мм;
- количество проходов 8;
- конечные размеры  $2,1 \times 2,1$  мм;

третий проход (клеть):

- размеры заготовки  $2,1 \times 2,1$  мм;
- количество проходов 8;
- конечные размеры  $1,1 \times 1,1$  мм;

Отожженный пруток сечением  $1,1 \times 1,1$  мм подвергается волочению на стане мокрого волочения со скольжением, на котором за 10 переходов получают проволоку диаметром 0,25 мм. Из данного полуфабриката изготавливают ювелирную цепочку.

Поскольку производство цепочек является капиталоемким и сложным процессом, необходимо хорошо ориентироваться в выборе цепевязальных станков. За последние десятилетия произошла значительная эволюция станков. Расширился ассортимент применяемых полуфабрикатов: разнообразные формы проволоки - круглой, плоской, полукруглой; проволока и лента в различных комбинациях; просто лента. Цепочки изготавливаются как из массивной, так и из пустотелой проволоки.

Существует несколько основных методов изготовления цепочек:

- горизонтальная спираль;
- вертикальное плетение;
- штамповка проволоки или ленты;
- деформирование и вдевание непрерывной проволоки;
- вырубка звеньев из ленты.

Основным принципом спирального метода плетения цепочек является подача проволоки к отрезным ножам в виде спиралей, каждая из которых отрезается горизонтальным ножом. Для всех цепочек, изготавливаемых из спирали, используется круглая проволока. Эти станки отличаются большой гибкостью, легко перенастраиваются и позволяют производить широкий ассортимент плетений и типоразмеров.

При вертикальном методе плетения проволока подается горизонтально, а нож и зажим - вертикально: нож отрезает звено, а зажим закрывает его. Для плетений используется проволока любой формы - круглой, полукруглой, вогнутой или же прямоугольные или поперечные сечения тонкой ленты. Станки с вертикальной системой плетения отличаются большей жесткостью, они требуют очень аккуратной наладки, в противном случае звенья могут плохо закрываться и процесс пайки затрудняется. В зависимости от модели станков вертикального типа плетения может применяться проволока диаметром от 0,15 до 1,8 мм.

Методом штамповки изготавливаются все цепочки из шариков, бочонков, овалов: проволока и лента подаются горизонтально, специальные штампы обрезают ленту. Эти цепочки не требуют пайки. Станки легко перенастраиваются и позволяют часто менять оснастку для получения разных форм и размеров.

Индивидуальные системы плетения подразумевают узкоспециализированные станки, разработанные для одного вида плетения.

Метод вырубки звеньев из ленты применяется для изготовления достаточно объемных браслетов и коле. Звенья вырубается на специальном станке, а затем сцепляются друг с другом. Для выпуска широкого ассортимента цепей требуется наличие большого количества постоянно обновляемых штампов.

Цепь, полученная на цепевязальном станке, подвергается пайке. Пайка порошковым припоем - это самый широко-распространенный способ пайки звеньев. Необходима ленточная печь отжига и пайки в контролируемой атмосфере и порошковый припой. Цепи для пайки укладываются на ленту в один или несколько рядов. Современные печи оборудованы высокоэффективными системами контроля температуры и режима, гарантирующими стабильность параметров на протяжении всех циклов. Наличие различных компонентов в сплаве вызывает экзотермическую реакцию, которая повышает температуру внутри камеры. Концы звеньев с наполненным между ними припоем спаиваются, при этом порошковый припой обладает антиокисидантными свойствами.

Очень важно, чтобы структура звеньев не имела повышенных остаточных напряжений: в этом случае, в процессе пайки зазор между концами звеньев увеличивается, некоторые звенья не пропаяются, результатом чего является брак, всей цепочки. Поскольку процесс пайки является достаточно деликатным моментом, очень важно, чтобы скорость и температура пайки, были отрегулированы должным образом.

Одним из распространенных дефектов является перегрев цепочки, который вызывает чрезмерное увеличение кристаллической структуры зерен, что ведет к потере механических свойств, и, следовательно, имеет отрицательные последствия во время последующих этапов холодной трансформации цепочек ("сколотки" и "упаковки").

Далее производится сколотка цепи, которая помогает существенно расширить ассортимент изделий, выпускаемых предприятием. Из исходной базовой модели при помощи сколотки можно получить десятки типов цепей с различными рисунками. Сколотка производится при помощи специального пресса. Поскольку данная операция приводит к повышению жесткости, производится операция размягчения. Станок для размягчения, сдвигая звенья цепи, которая проходит между вибрирующими роликами, создает между ними зазор, который, не изменяя рисунка цепи, делает ее мягкой и гибкой. Далее производится алмазная огранка цепи для придания ей большего блеска, полировка, резка цепочек, пайка конечных звеньев и крепление замков. На этом цикл производства ювелирной цепочки заканчивается.

Таким образом, актуальными направлениями при производстве ювелирных цепей являются:

- разработка новых составов сплавов для производства ювелирных изделий с использование гипоаллергенной лигатуры, улучшение их технологичности, поиск новых цветовых решений;
- совершенствование существующей технологии производства цепей, в частности: улучшение качества изделий при проведении основных и вспомогательных операций, сокращение длительности производственного цикла.