

ООО «ПЕТРОЗОЛОТО»

**УЛУЧШЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОЛОТЫХ САМОРОДКОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ВСТАВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

Г. Санкт-Петербург

2009 г.

УЛУЧШЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОЛОТЫХ САМОРОДКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ВСТАВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1. Вводная часть

Настоящая инструкция распространяется на технологические операции по улучшению декоративных характеристик самородного золота для последующего его использования в виде вставок в ювелирные изделия.

2. Характеристика объекта

Самородное золото обладает ярким металлическим блеском. Самородное золото почти всегда содержит серебро (в массовой доле от 5 до 30%) и медь (в массовой доле до 20%), изредка – металлы платиновой группы.

С понижением пробы цвет самородного золота меняется от красновато-желтого (бронзового) до соломенного и кремового, часто с зеленоватым оттенком. Плотность от 19200 до 15600 кг/м³ (зависит от состава, пористости и степени деформированности частиц). Отражательная способность R от 41 до 98. Твердость по минералогической шкале от 2 до 3; в кг/мм² - от 41 до 80-90, с уменьшением до 60-70 при содержании Ag выше 35-45%. Примеси Pt, Sn, Cu повышают твердость самородного золота. Пластичность весьма высокая, но снижается при повышенных содержаниях примесей Bi и Pb др.

Форма самородного золота разнообразна. Поверхность частичек самородного золота покрыта пленками других веществ, главным образом гидроксида железа. Самородки также содержат включения частиц породы, в основном кварца.

3. Сортировка самородков

Сортировка золотых самородков производится с целью выбора технологической операции по дальнейшей обработке данного объекта. Сортировку производят по следующим критериям: форме, пористости, пробности, загрязненности поверхности, количеству неметаллических включений.

Форма природного самородка отличается большим разнообразием. Однако, можно условно выделить 4 основных формы: плотный окатыш овальной или продолговатой формы, почковидная, изометрично-плоская, часто с поверхностью типа «шагреньевая кожа», дендритно-ветвистая. Формы самородков представлены в приложении 1.

Пробность самородка можно оценить на пробирном камне при наличии соответствующих эталонов или рассчитать гидростатическим методом. Определение пробности золотого самородка гидростатическим методом представлено в приложении 2.

Загрязненность поверхности оценивают визуально.

Количество неметаллических включений определяют также визуально путем рассматривания в лупу с 10-кратным увеличением. Эти включения состоят, в основном, из кварца.

4. Обработка самородков

Способ обработки самородков выбирают согласно следующим критериям. Окатыши имеют плотную структуру и могут быть подвергнуты как галтовке, так и механической и электрохимической полировке. Почковидные самородки подвергают механической полировке, а в случае сильно развитой поверхности – электрохимической. Плоские и дендритные самородки механически полировать сложно, так как прикладываемое давление может повредить цельность самородка. Такие самородки передают на электрохимическое полирование с очень аккуратной доводкой механическим способом. Самородки с большим количеством кварцевых включений очень хрупки. Их следует полировать очень аккуратно обоими способами.

4.1. Термическое упрочнение

Термическому упрочнению подвергают самородки с рыхлой, пористой структурой с содержанием золота выше 900 пробы и не содержащие больших включений кварца. Более низкопробные самородки термически уплотнить невозможно.

Уплотнение структуры самородка приводит к повышению его прочности и чистоты поверхности, которую потом окончательно доводят механическим или электрохимическим полированием.

Отжиг производят в чистой муфельной печи при температуре 660⁰С в течение 7-8 часов, постепенно понижая температуру до 300⁰С. По окончании отжига печь выключают и после полного остывания камеры до комнатной температуры самородки вынимают и используют для заправки или передают на полировку.

4.2. Механическая обработка полированием

Сущность процесса полирования заключается в удалении с поверхности металла микронеровностей, чем достигается высокий класс чистоты и зеркальность поверхности. Для полирования самородков два вида полирования ювелирных изделий: механическое абразивное и ручное безабразивное.

Механическое абразивное полирование проводят на полировальных станках с помощью эластичных кругов и щеток с абразивными пастами, а безабразивное — вручную, специальными полировками. Для абразивного полирования ювелирных изделий применяют одношпиндельные и двух-шпиндельные станки, оснащенные насадками для крепления полировального инструмента и вытяжными устройствами со сборниками отходов для последующего извлечения драгоценных металлов.

Мощность электродвигателей станков может быть в пределах 0,5 - 1,1 кВт. Скорость вращения вала 3000 об/мин. Инструментом для механического полирования служат эластичные круги и щетки. Материалы кругов должны хорошо удерживать на поверхности абразивные пасты и быть прочными в эксплуатации. Назначение полировального инструмента зависит от материала, из которого он сделан, и его формы. Фетровые круги (фильцы) — применяют для первоначального полирования гладких, ровных и выпуклых поверхностей. Это высококачественный полировальный инструмент, очень стойкий в эксплуатации, его твердость зависит от грубошерстности материала. Размер кругов определяется их внешним диаметром. Фетровый круг благодаря имеющемуся в центре отверстию наворачивается на конусо-винтовую насадку шпинделя полировального станка.

Волосяные круги (дисковые щетки) — служат для полирования ювелирных изделий сложной конструкции с ажурной и рельефной поверхностью. Дисковая щетка имеет деревянную основу — опорный деревянный диск, на котором по всей окружности укреплены торчащие волосяные кисти. Эластичность щетки определяется жесткостью и длиной волоса. Увеличить жесткость щетки можно, укоротив длину волосяного покрова. Крепятся волосяные круги на полировальном станке так же, как и фетровые.

Матерчатые круги — служат для окончательного полирования (наведения блеска). Представляют собой сделанные из материала диски, собранные в пакеты. В качестве материала могут использоваться: бязь, миткаль, полотно, фланель. Собранные в пакет диски закрепляют между деревянными щечками с осевым отверстием. При сборке пакета целесообразно использовать несколько прокладок из дисков меньшего диаметра, это улучшает вентиляцию круга и увеличивает срок его службы. Жесткость кругов можно регулировать прошиванием дисков (сшиванием между собой): чем меньше расстояние между строчками прошива, тем жестче круг. Матерчатые круги — самые универсальные, в зависимости от выбранного материала и нанесенной пасты ими можно полировать поверхность любого вида и любой чистоты.

Нитяные круги (пушок) — применяются, так же как и матерчатые, для наведения глянца на поверхность изделия. По конструкции напоминают волосяные, разница в том, что вместо волосяного покрова у них покров нитяный. Нитяные круги очень мягкие. Все перечисленные выше круги используются как станочный инструмент. Оптимальные размеры полировальных кругов 70... 100 мм в диаметре, для более мощных напольных установок допускается и больше — до 200 мм.

На поверхность каждого вращающегося круга наносят полировочные (абразивные) пасты. Зернистость пасты выбирается в зависимости от стадии полирования изделий (начальной или конечной). Полировочные пасты содержат тонкие абразивные порошки, жировые связки и специальные добавки. Абразивным материалом служат оксид хрома, крокус (оксид железа), микропорошки корунда. В качестве связок в пастах используют: стеарин, парафин, животные технические жиры. Специальными добавками являются: двууглекислая сода и олеиновая кислота, которые вводятся для активизации процесса полирования, скипидар и керосин — для изменения вязкости. Пасты на основе оксида хрома имеют зеленый цвет, а на основе оксида железа — красный.

Для предварительного полирования используют пасты с абразивом зернистостью от 28 до 10 мкм. Окончательное полирование (глянцовка) производится пастами с абразивом зернистостью от 7 до 5 мкм. Перечисленные пасты выпускаются в твердом состоянии. Наносятся они на полировальные круги во время вращения круга легким касанием поверхности круга пастой. Инструментом для ручного полирования служат специальные стальные и гематитовые полировники.

В тех случаях, когда нельзя применить станочное полирование: выделить глянецом участок матового фона; отглянцевать гравированную поверхность; тонкую позолоту; отглянцевать поверхность рядом с камнем, который впитывает жировую пасту, и т. д. — применяют полировники. Стальные полировники представляют собой стержни с идеально отполированным рабочим концом. Гематитовые — деревянные или пластиковые ручки (типа кистей) с вставленным гладкоотшлифованным гематитом в качестве рабочей части. Форма рабочей части полировников различна, с таким расчетом, чтобы можно было достать любой участок для глянцовки. Сущность полирования заключается в выглаживании поверхности изделия гладким участком полировника. Выглаживание поверхности происходит без применения абразивных паст.

Большие участки полируют, смачивая полировник в мыльном растворе. Ручное полирование — окончательное и не требует другой обработки. Механическое и ручное полирование — поштучные виды обработки изделий, необходимые, но весьма трудоемкие.

Очистка металлических изделий после полировки.

Для очистки изделий после полировки в настоящее время все более широко применяют растворители на основе хлорированных углеводородов — трихлорэтилен и перхлорэтилен. Эти вещества негорючи, их способность удалять пасты и жировые загрязнения с изделий значительно выше, чем у бензина и этилового спирта. Изделия загружают в ванны и обрабатывают мягкими волосяными щетками, после чего перегружают в сосуд с горячим нашатырным спиртом, где удаляются остатки паст и жира.

В качестве щелочных моющих средств применяют щелочи (едкий натр, едкое кали), нашатырный спирт, соду и поташ. В последние годы все чаще пользуются моющими составами на основе поверхностно-активных веществ.

Кроме ручной очистки изделий щетками успешно используют ванны, в которых очистка ведется в поле ультразвука, что значительно повышает качество очистки поверхности и производительность.

4.3. Электрохимическое полирование

Особенностью электрохимического полирования является сглаживание поверхности металла за счет интенсивного растворения мельчайших выступов, шероховатостей и гребешков. При этом в микроуглублениях, канавках и впадинах сохраняется пассивность и малая растворимость металла. Поверхность деталей после электрополирования приобретает яркий блеск, но глубокие риски не сглаживаются.

Для получения качественной поверхности не только блестящей, но и полированной, предварительная механическая обработка не исключается, так как для выведения глубоких рисок и раковин, требуется растворить металл на большую толщину, что для драгметаллов недопустимо. Декоративный вид электрополированной поверхности зависит от структуры металла и его предварительной обработки.

Малогабаритная установка электрохимической очистки и полировки золота и серебра для ювелирных, часовых и стоматологических мастерских состоит из:

- ванны емкостью от 2 до 8 л / в зависимости размеров изделий/ из полипропилена или винилпласта,
- катода из титана, графита или нержавеющей стали /надо учесть, что размер катода должен быть в 2 раза больше поверхности изделия/,
- выпрямителя с плавным регулированием напряжения 4 режимов – 10-20А, 20-30А, 30-40А, 45-60А в зависимости от загрузки ванны, работающего в импульсно-постоянном и переменном режимах,
- температурного нагревателя, если процесс ведется при повышенной температуре. Обрабатываемая деталь будет являться анодом т.е. электродом, соединенным с положительным полюсом источника тока.

Обработку осуществляют в растворе, содержащем 90 г тиомочевины и 10 мл концентрированной H_2SO_4 в 1 л воды при температуре электролита 18—25° С. Изделия подвешивают в ванну на титановых подвесках и подключают к аноду, в качестве катодов используют листовой титан. При плотности тока 5—7 А/дм² обработка длится 3—5 мин. По завершении процесса изделия промывают водой, депассивируют в растворе перекиси водорода,

подкисленном серной кислотой, вновь промывают водой и сушат. Электрополировка в растворах тиомочевины дает особенно хорошие результаты при обработке сложнопрофилированных самородков.





Составы других электролитов для электрохимической полировки изделий из золота представлены табл. 1.

После проведения электрополировки большой партии изделий в электролитах накапливается достаточное количество драгметалла (0,01-0,05 г/л), электрохимическим методом которое регенерируется, а осадок золота и серебра с катодов механически снимают и собирают в отходы. Контроль качества электрохимической полировки проводят по внешнему виду поверхности деталей. В ювелирном деле контролируют толщину снятого слоя (в среднем 1-2 мкм). При декоративной отделке поверхность металла должна быть блестящей

Таблица 1. Составы электролитов и режимы электрохимической полировки изделий из золота типа ЗлСрМ

Компоненты электролита	Концентрация г/л	Время мин	Температура °С	Плотность тока А/дм ²	Рекомендации
Состав 1	Применяется для снятия “обогащенного слоя” после литья и электрополирования				
Тиомочевина	80	1-3	70	3-5 анодная 5-7 катодная U= 7-12В	Катод-титан или нержавеющая сталь
Кислота серная d 1.84 г/см ³	10				
Уксусная кислота	5				
Натрий углекислый	50-60				
Состав 2	Применяется для электрохимполирования				
Калий роданистый	400-500	6-10 сек осмотр визуальный	14-20	20-40 U=5-6В	Катод-титан Процесс ведется в импульсном режиме
Натрий углекислый	50-60				
Глицерин	50				
Моноэтаноламин	150				
Состав 3	Применяется для электрохимполирования				
Гидроокись натрия	15	0,5-3,0	70-80	3-5	Катод-титан или нержавеющая сталь
Натрий углекислый	30				
Тринатрийфосфат	35				

Классификация форм золотых самородков

№ формы	Название формы	Фотография
1	Окатыш	
2	Почковидная	
3	Изометрично-плоская	
4	Дендритно-ветвистая	

Определение пробности золотого самородка гидростатическим методом

Для определения пробности золотого самородка вначале рассчитывают объем и плотность по следующим формулам:

$$V_{сам} = \frac{P'_{сам} - P''_{сам}}{\gamma_{воды}} \quad (1)$$

$$\gamma_{сам} = \frac{P'_{сам}}{V_{сам}} \quad (2)$$

где: $V_{сам}$ - объем самородка, $см^3$;

$P'_{сам}$ - масса самородка в воздухе, г;

$P''_{сам}$ - масса самородка в воде, г;

$\gamma_{воды}$ - плотность воды при температуре взвешивания, $г/см^3$;

$\gamma_{сам}$ - плотность самородка с точностью до 0,01 $г/см^3$.

При расчетах условно принимают, что самородок состоит из золота, серебра и меди, образующих металлическую часть (сплав), и горной породы, условно принимаемой за кварц.

Для определения плотности сплава применяют следующую формулу:

$$\gamma_{спл} = \frac{100}{\frac{a}{\gamma_{Au}} + \frac{b}{\gamma_{Ag}} + \frac{c}{\gamma_{Cu}}} \quad (3)$$

где: $\gamma_{спл}$ – плотность сплава самородка, $г/см^3$;

a - содержание золота в сплаве, %;

b - содержание серебра в сплаве, %;

c - содержание меди в сплаве, %;

$\gamma_{Au}, \gamma_{Ag}, \gamma_{Cu}$ – плотности золота, серебра и меди соответственно, $г/см^3$.

Плотность самородного золота, серебра и меди является непостоянной величиной, при расчетах ее принимают по табличным данным: $\gamma_{Au} = 19,3 \text{ г/см}^3$, $\gamma_{Ag} = 10,5 \text{ г/см}^3$, $\gamma_{Cu} = 8,9 \text{ г/см}^3$.

Объем каждого элемента, входящего в состав самородка определяют по формулам:

$$V_{сам} = V_{спл} + V_{кв} \quad (4)$$

$$P'_{сам} = V_{спл} \gamma_{спл} + V_{кв} \gamma_{кв} \quad (5)$$

где: $V_{спл}$ – объем металлической части самородка, $см^3$;

$V_{кв}$ - объем горной породы в самородке, $см^3$;

$\gamma_{кв}$ - плотность горной породы, условно принимаемой за кварц ($\gamma_{кв} = 2,6 \text{ г/см}^3$)

Из уравнения (4) следует, что

$$V_{\text{спл}} = V_{\text{сам}} - V_{\text{кв}} \quad (6)$$

Подставляя значение $V_{\text{спл}}$ в уравнение (5), получим:

$$P'_{\text{сам}} = (V_{\text{сам}} - V_{\text{кв}})\gamma_{\text{спл}} + V_{\text{кв}}\gamma_{\text{кв}} = V_{\text{сам}}\gamma_{\text{спл}} - V_{\text{кв}}\gamma_{\text{спл}} + V_{\text{кв}}\gamma_{\text{кв}} = V_{\text{сам}}\gamma_{\text{кв}} - V_{\text{кв}}(\gamma_{\text{спл}} - \gamma_{\text{кв}})$$

отсюда: $V_{\text{сам}}\gamma_{\text{спл}} - P'_{\text{сам}} = V_{\text{кв}}(\gamma_{\text{спл}} - \gamma_{\text{кв}})$

Следовательно:

$$V_{\text{кв}} = \frac{V_{\text{сам}}\gamma_{\text{спл}} - P'_{\text{сам}}}{\gamma_{\text{спл}} - \gamma_{\text{кв}}} \quad (7)$$

Определив $V_{\text{кв}}$, находим объем металлической части самородка по формуле (6).

Зная объем и плотность сплава, находим величину массы металлической части самородка:

$$P_{\text{спл}} = V_{\text{спл}}\gamma_{\text{спл}} \quad (8)$$

Тогда массы каждого из компонентов сплава определяют по формулам:

$$P_{\text{Au}} = \frac{P_{\text{спл}}a}{100} \quad (9)$$

$$P_{\text{Ag}} = \frac{P_{\text{спл}}b}{100} \quad (10)$$

$$P_{\text{Cu}} = \frac{P_{\text{спл}}c}{100} \quad (11)$$

Сумма трех значений дает величину массы сплава P :

Для определения массы самородка пользуются следующим уравнением:

$$P_{\text{сам}} = P_{\text{Au}} + P_{\text{Ag}} + P_{\text{Cu}} \quad (12)$$

Если расчетная масса самородка, найденная по уравнению (12), совпадает в пределах до 0,01 г с его фактической массой, установленной взвешиванием, средние пробы золота и серебра в самородке определяются по следующим формулам:

$$\text{Проба золота} = \frac{P_{\text{Au}}}{P'_{\text{сам}}} \quad (13)$$

$$\text{Проба серебра} = \frac{P_{\text{Ag}}}{P'_{\text{сам}}} \quad (14)$$

$$\text{Проба меди} = \frac{P_{\text{Cu}}}{P'_{\text{сам}}} \quad (15)$$

Проверку расчетных и экспериментальных результатов определения массы и плотности самородка производят, исходя из следующих соображений; если расчеты произведены правильно, то масса самородка, найденная по уравнению (12), должна совпадать с фактической массой самородка, определенной взвешиванием в воздухе.

Плотность самородка определяют по формуле:

$$\gamma_{\text{сам}} = \frac{100}{\frac{a'}{\gamma_{\text{Au}}} + \frac{b'}{\gamma_{\text{Ag}}} + \frac{c'}{\gamma_{\text{Cu}}} + \frac{q}{\gamma_{\text{КВ}}}} \quad (16)$$

где: a' и b' – содержание золота и серебра, % (a' = проба Au/10, b' = проба Ag/10)

$$q - \text{содержание горной породы в самородке, \%} \quad q = \frac{P_{\text{КВ}}}{P'_{\text{сам}}} \quad (17)$$

Разница в величине плотности самородка, вычисленной по формуле (15), и установленной тщательно выполненным гидростатическим замером, как правило, не превышает $0,01 \text{ г/см}^3$.

Относительное отклонение истинного содержания золота в самородках составляло по этому методу $+0,12\%$, серебра – $6,44\%$.

Примеры ювелирных изделий с использованием золотых самородков

