

# Ювелирные металлы

Доктор технических наук

**Л.Хатуль**

*Украшения — единственное, что позволяет нам примириться с властью мужчин. А.К.*

*Ювелирными называются металлы и сплавы, из которых делают ювелирные украшения. Употребление по столь прекрасному назначению определяется несколькими факторами: стоимостью, технологичностью, внешним видом, модой и тем, для чего нет нормального термина, но что было бы разумно назвать «эксплуатационной технологичностью». Вот с нее и начнем.*

## Эксплуатационная технологичность

По этому параметру, например, не проходят индий (мягок), свинец (мягок и при трении о кожу — ядовит), полоний (радиоактивен), ртуть (жидкая), галлий (плавится примерно при 30°C), медь (корродирует). Это — самые простые соображения, но есть еще такой малопонятный фактор, как совместимость с организмом. Состав пота и абразивные свойства кожи у разных людей неодинаковы: например, никелевое покрытие на латунных корпусах часов у разных людей разрушается с разной скоростью. Можно также предположить, что у некоторых людей возможна аллергическая реакция на те или иные металлы. Правда, разговоры об аллергенности никеля удивляют, если вспомнить, что уже век зубные протезы делают из нержавеющей стали, содержащей 10% никеля. Но кто же вспоминает о таких простых вещах, читая рекламу «совершенно нового гипоаллергенного сплава», отличающегося от обычной нержавеющей стали добавками, которые уж никак не могут уменьшать аллергенную активность. В большинстве случаев ничего, кроме конкурентной борьбы, за рекламой не стоит.



## Технологичность

Это легкость деформации, прочность, твердость поверхности, возможность пайки различными припоями, способность, как говорят технологи, «принимать полировку» и т. д. Технологичность в данном случае не главный фактор — ювелирные украшения стоят достаточно, чтобы технологи напряглись и сделали, тем более что ни о каких суперзадачах вроде пайки сапфира с кварцем речи нет. В ювелирном деле по традиции неразъемно соединяют только металлы с металлами. А камни с металлами соединяют всякого рода лапками, усиками, завальцовкой, то есть изменяя размеры и форму металлической части украшения.

Хотя можно представить себе ситуацию, когда возникнет мода на камни, припаянные к оправе. Ничего нереального в этом нет — в электронике освоена пайка и алмаза, и сапфира, и кварца. Спрашивается, а почему бы камни не приклеивать? В технике клеевые соединения применяются часто, но ювелирная техника весьма консервативна, и склеивание применяется только при работе с более дешевыми, полудрагоценными камнями.

## Внешний вид

Все металлы блестят, но коэффициент отражения может изменяться в определенных пределах, поэтому есть металлы светлые (серебро, коэффициент отражения около 0,95) и темные (вольфрам, 0,4–0,5). Кроме того, коэффициент отражения зависит от длины волны, и это дает окраску — например, если коэффициент отражения больше в длинноволновой части спектра, металл будет казаться красным (медь), если в середине спектра — желтым (золото). Иногда различия невелики — например, между никелем и хромом: никель чуть желтее. На цвет влияет наличие окисных пленок на поверхности — пленки толщиной порядка длины волны света (полмикрона) выглядят окрашенными в результате интерференции (анодированный алюминий, пленки на титане). На ювелирных металлах серь-



*Мельхиор, вставка — агат*



*Серебро, перламутр, эмаль*

езных окисных пленок не бывает (об экзотических исключениях будет сказано дальше).

Связь цвета сплавов с их составом изучена слабо, и закономерности ее не установлены. Кроме тривиальной: небольшая добавка на цвет влияет слабо. То есть сплавы меди с малыми содержаниями присадок будут иметь цвет меди. Но слово «малый» имеет для разных металлов и присадок различное значение.

## Стоимость

Драгоценными металлами (в обывательской речи — «драгметаллами») называют платину, золото, палладий, рутений, родий, серебро, осмий, иридий. Здесь явно видна смесь древней истории (золото и серебро) и Периодической системы. Ибо хотя, скажем, гафний и рений дороже серебра, но драгметаллами их не называют. Изучение техники — при наличии интереса к ее основам — быстро показывает условность классификаций.

Ориентировочные стоимости серебра, палладия, золота и платины — 0,2–7–14–30 долларов за грамм. Ос-

*Мельхиор, вставка – малахит**Сова  
из алюминия*

мий в качестве ювелирного металла не применяют – он легко окисляется. Родий технологичен, но более дорог (около 70 долларов за грамм), и применять его нет особого смысла – вещь будет дороже, но этого никто не поймет. Разве что именно для этого случая будет создан новый дизайн и потрачены большие деньги на рекламу. Иридий сложен в технологии, стоит он примерно как палладий. Указанные числа – ориентировочные: стоимость металлов колеблется в зависимости от спроса, он, в свою очередь, зависит от объема применения. А использование, например, платиновых металлов в автомобильной промышленности зависит от все ужесточающихся норм на выбросы. С другой стороны, внедрение гибридных автомобилей сильно уменьшит выбросы и, возможно, снизит на какое-то время спрос на эти металлы.

## Мода

Это, как вы понимаете, самое сложное – потому что здесь мы вступаем в сферу психологии. Существование моды обязано биологии – наличию у человека необходимости, с одной стороны, выделиться, чтобы заметили, с другой – выделиться не слишком, чтобы не отторгли, как чужого. Биологически это необходимо тому полу, который «выбираем», поэтому яркая раскраска у самцов многих животных означает всего лишь то, что выбирают самки. Заметим: самки человека (женщины) всегда знали, что выбирают самца для спаривания именно они. Самцы человека никогда не признают этого вслух, поэтому наличие мужской моды немного забавно, хотя и биологически обоснованно. А женская мода существует вовсе не для биологии и даже не для мужчин, а для своих. Впрочем, умные женщины знают это сами.

Ширина полосы свободы между «оказаться незамеченным» и «оказаться чужим» со временем колеблется, и вообще-то она уменьшается с улучшением вкуса и воспитания, поэтому попасть дизайнеру и модельеру в это окно бывает сложно. Поэтому на любом рынке, где присутствует более тысячи моделей с ценовым диапазоном хотя бы в два порядка (например, часы и ювелирные изделия), видно, что красивую и со вкусом сделанную вещь купить дешево, как правило, нельзя. Разумеется, бывают исключения – гениальный начинающий дизайнер прилетает в голубом вертолете и выставляет свои первые работы...

Другая функция ювелирного изделия – подчеркнуть индивидуальность обладателя, обозначить его социальный слой, иногда указать на статус. При этом статусный смысл украшения может заметно варьировать в зависимости от культуры – обручальное кольцо в одних культурах может быть только золотым (хоть и

дешевым), в других допустимы другие металлы, в третьих возможна и вставка из, например, муассанита (карбид кремния, SiC). Обозначение социального слоя также сложная и отчасти личная вещь: в одном слое общества женщина предпочтет маленький, но бриллиант, в другом – покрупнее, но муассанит, в третьем сэкономит и купит кольцо с фианитом, уповая на то, что подружки не поймут. Впрочем, вариации, связанные с личными предпочтениями, тоже существуют.

Исторически основными ювелирными металлами были золото, серебро и платина. Относительная их распространенность изменялась с эпохами и культурами. Известны и особые случаи: хрестоматийный пример – алюминий, который в середине позапрошлого века был очень даже ювелирным металлом. Иногда ювелиры и сейчас делают украшения из алюминия.

В области ювелирных металлов мода ограничивается вариациями фактуры поверхности (полированный, матовый) и цвета металла. Цвет же в основном задается какими-либо добавками к основному металлу, например золоту. Тем более, что чистое золото неудобно в эксплуатации – оно мягкое. Так что добавлять какой-то металл все равно придется.



## Золото

Оно бывает белое, желтое, красное, розовое, зеленое; наверное, найдут и другие цвета. Желтое – это сплав с 12,5% Ag и 12,5% Cu, красное – с 25% Cu, розовое – с 21% Cu и 4% Ag, зеленое – с 25% Ag, белое – есть несколько вариантов: с Pt, с Pd и Ag, с Pd, Ag, Cu и Ni, с Pd, Ag, Cu, Ni и Zn. Вероятно, существуют и другие варианты. Смысл всех этих поисков в том,

чтобы получить сплав с заданным содержанием золота («пробой»), нужного цвета (в данном случае – белого), технологичный и коррозионностойкий. Сплавы с Pt и с Pd и Ag – белые, в остальных случаях иногда идут на усложнение технологии – покрывают белое золото родием. В этом случае оно становится вполне белым, но труднее определить, что таится под этим покрытием.

Помимо вышеперечисленных сплавов в ювелирном деле применяют интерметаллические соединения золота, в обыденной речи ювелиры называют их «металлиды». Например, соединение золота и алюминия (21,5%) имеет пурпурный цвет, его называют «аметистовое золото» (а технологи зовут его «пурпурной чумой»: его образование – одна из причин выхода из строя микросхем), с калием золото образует интерметаллиды фиолетового и оливкового цветов, с рутидием – темно-зеленого цвета, с индием – голубого цвета. В перечисленных двойных системах «золото–второй металл» имеется соответственно четыре, четыре, три и восемь соединений. Так что материала для экспериментов хватает. Все интерметаллиды хрупки, их можно использовать в качестве вставок в ювелирные изделия и обрабатывать как драгоценные камни.

Для придания золотым сплавам серого или черного цвета поверхность изделия покрывают слоем «черного родия» или «черного рутения» (пленка оксида, возможно, более темная из-за шероховатости) или углеродом. Сплав черного цвета можно также получить, окисляя сплав золота с кобальтом и хромом – при этом на поверхности образуется пленка окиси хрома, «черный хром». Можно сделать коричневое золото – создав на поверхности сплава золота с медью пленку соединений коричнево-черного цвета. Правда, при этом совершенно непонятно, зачем под этим черным или коричневым слоем золото и, собственно, есть ли оно там вообще.

...А скоро мы узнаем о совершенно новом, потрясающе стойком к истиранию, «с пожизненной гарантией» золоте – каком-нибудь дисперсно-упрочненном. Или – особенно в свете новых веяний – о «нанозолоте», отличающемся от обычного повышенными расходами на рекламу и ценой. Или об «изотопном»... хотя с золотом этот фокус не пройдет – у него лишь один стабильный изотоп! А вот у платины, между прочим, пять.



## Платина

В отличие от золота, к платине легирующие добавки применяются для изменения не цвета, а тех ее свойств, которые важны при изготовлении изделия (усадка при литье, твердость, упругость, пластичность) или эксплуатации (износостойкость). Так, медь повышает твердость и прочность платиновых сплавов, иридий и вольфрам увеличивают твердость и модуль Юнга (жесткость), кобальт улучшает литейные качества, палладий увеличивает пластичность. Но все эти решения не носят специфически ювелирного характера – это общие металлургические приемы. Более того, технологические присадки могут ухудшать внешний вид, делая сплав серым, поэтому иногда платиновые сплавы покрывают родием, который имеет высокий коэффициент отражения (0,75) и стоек к истиранию. Иридий еще более стоек (им покрывают кончики перьев авторучек), но у него меньше коэффициент отражения (0,6), то есть он темнее и к тому же менее технологичен. По коэффициенту отражения «промоутеры» сравнивают иногда родий с серебром, но у серебра коэффициент отражения в видимой части спектра более 0,95, то есть оно заметно светлее.



## Серебро

Основная добавка к серебру – медь, ее применяют для управления технологическими свойствами (твердостью, упругостью, пластичностью, коррозионной стойкостью); часто добавляют цинк, реже – другие металлы. При большом содержании меди сплав становится желтым, ювелиры такой почти не используют. Применение серебра в ювелирных изделиях определяется в значительной мере традицией, при этом низкая стоимость самого металла большой роли не играет. Хотя титан и сталь дешевле, но мода на них только создается, а за серебром – многовековая традиция. Для придания не-

совсем белым сплавам серебра хо-рошего белого цвета его иногда покрывают родием. При этом, правда, опять-таки становится непонятно, что под этим родием – серебро, «белое золото» или вообще что-то третье. Так что приходится доверять фирме, торговой марке и так далее.



## Мельхиор

Это сплав меди и никеля (25%), применяется в основном для изготовления столовых приборов, посуды и шкатулок. Иногда из него изготавливают и ювелирные изделия (перстни, серьги, браслеты), чаще всего – посеребренные с вставками из полудрагоценных и поделочных камней. Часто «мельхиором» называют другой сплав с близкими свойствами – нейзильбер, сплав меди, никеля (15%) и цинка (20%), «МНЦ» или «МНII 15-20».



## Палладий

Палладий по всем свойствам близок к платине, да и по внешнему виду неотличим от нее. Сплавы палладия, применяемые на практике, содержат серебро, никель и медь. Все они технологичны и имеют белый цвет. В ювелирном деле палладий пока применяют редко – продавцам сложно объяснять клиентам, почему эта вроде бы платина дешевле платины. Палладий с индием образует цветные интерметаллиды ( $PdIn$ ,  $Pd_2In$ ,  $Pd_3In_2$ ), которые могут стать ювелирными – если кто-то вложит деньги, чтобы «вывести» их на рынок, создать моду и спрос. Впрочем, интерметаллиды хрупки, такое кольцо не технологично, как вставки они вряд ли составят конкуренцию камням, надо придумать что-то совсем оригинальное... может быть, браслет с массивными вставками из интерметаллидов? Но стоить он будет немерено.

Вообще же игра в цвета (например, появление коллекционных монет с цветным эмалированием) есть часть общего в последние десятилетия дви-

жения высокой культуры вниз, в массы. Сюда можно отнести, например, все связанное с ростом популярности бижутерии. Просто средний класс в развитых странах богатеет и тянется к высокой культуре. Настоящая же высокая культура в ювелирной сфере — это выверенные пропорции или новый, одновременно и оригинальный, и не вычурный дизайн. И эта культура для среднего класса все-таки дороговата. Отсюда и замена алмаза на муассанит (или еще дешевле — на фианит, «cubic zirconia»). Да и для восприятия культуры чаще всего нужно «окончить три университета», то есть вырасти в ее лоне. Поэтому, когда культура идет вширь, всегда возникает некоторое опрощение.



### Титан

Титан — серого цвета, при наличии окисной пленки на поверхности может иметь розовый, фиолетовый, голубой оттенки. У окисной пленки относительно низкая стойкость к истиранию, поэтому данный прием применять надо осторожно. (Новые титановые альпинистские карабины фиолетового цвета, использовавшиеся — серые.) Сейчас титан довольно агрессивно рекламируется — впрочем, как и вольфрам, и сталь. Похоже, что доля и сегмент рынка, который будет в итоге освоен каждым из этих материалов, зависят в первую очередь от того, найдут ли дизайнеры в этих случаях специфический запоминающийся дизайн и смогут ли промоутеры закрепить его на рынке. Вполне возможно, что они частично займут зону бижутерии.



### Вольфрам

Этот металл тверже и износостойчивее перечисленных выше, он тяжел, как золото, и лишь на 10% легче платины (те, кто рекламирует его «тяжесть», эти цифры обычно не называют). Сам по себе он не дорог, но технологически сложнее прочих. Хотя в электронной промышленности из вольфрама делают то, чего обычно не делают ни из платины, ни из золота... Пока изделия (кольца) из вольфрама

выполняют в подчеркнуто мужском, «техническом», простом дизайне. Но в этом случае возникает сильная конкуренция и с титаном, и со сталью.

Рекламируют также кольца из карбида вольфрама, изготовленные методами порошковой металлургии (спеканием) из порошка карбида вольфрама ( $W_2C$ ). В некоторых случаях для облегчения спекания используется добавка кобальта — как в резцах. В принципе вольфрам может быть карбидирован с поверхности (как в некоторых ювелиры, кажется, пока не используют. Карбид вольфрама режет стекло, и мы еще увидим рекламный ролик, в котором очаровательная блондинка пытается разрезать пуленепробиваемое стекло бриллиантом, но он, увы, крошится, а просто Бонд, расправив плечи, своим простым и мужественным карбид-вольфрамовым кольцом... ну и так далее.



### Сталь

В качестве ювелирного материала обычно рекламируется сталь 316L. От самой обычной хромоникелевой нержавеющей (X18H10T и т. п.) она отличается добавкой нескольких процентов молибдена и нормируемым (тоже несколько процентов) содержанием марганца — как раскислителя, вместо титана. Это так называемая хирургическая сталь, которая хорошо «держит лезвие» и стойка к износу. Поскольку она содержит хром, то ее довольно легко сделать черной.

### Об осторожности при чтении

Информации насчет ювелирных металлов хватает — и на бумаге, и в Интернете. Нужно только быть осторожным, чтобы не поперхнуться, читая некоторые пассажи. Вот выбранные наугад примеры. «Не стоит надевать изделия из серебра на занятия спортом, а золото — в солярий. Серебро темнеет от пота, а золото от излучения». «Золото — первый из открытых человеком металлов. Относится к группе химических элементов периодической системы Менделеева». «Титан является единственным элементом, обладающим силой стали, и с весом сравнимым с алюминием». «Корпус часов изготовлен из нейзильбера (технического серебра), символика КГБ и ФСБ на корпусе часов покрыта цветной эмалью». «Главная трудность заключалась в соединении различных частей алюминия между собой: процессы в сплавлении проводились при помощи других металлов — магнезии, этана, серебра». «Но родий и золото взаимно почти не растворяются, механические напряжения в родиевых покрытиях велики». «Титан легче, чем вольфрам, при ненамного меньшей плотности». «Палладий более плотный металл, чем золото, поэтому аналогичные изделия из палладия будут более тяжелыми и соответственно более дорогими, чем из золота». «Титан — это самый твердый природный металл в мире». Титан и не самый твердый, и не металл. Не говоря уж о том, что как о природных металлах можно говорить только о самородных, к которым титан обычно не относят, да и твердость их зависит от примесей. И еще имейте в виду, что  $ZrO_2$  (фианит) называют то цирконом, то цирконием, то кубиком циркония, то кубическим цирконом. Не открыть ли нам конкурс на новое название? Для проверки некоторых данных нужны специальные знания. Но другие легко проверить с помощью того же Интернета. Например, заявления об огромной популярности того или иного металла в качестве ювелирного оцениваются запросом в Яндексе, состоящим из названия металла или сплава и слова «ювелирный», скажем, «в одной фразе». И тогда обнаруживается, что частоты упоминаний различных металлов в ювелирном контексте в англоязычном (левая колонка) и русскоязычном (правая колонка) Интернете таковы (количество страниц/количество сайтов):

Автор благодарен за консультации специалисту по ювелирным изделиям, пожелавшей остаться неназванной, а также фирме «Сусальное золото» из Санкт-Петербурга.



### РАДОСТИ ЖИЗНИ

ра), символика КГБ и ФСБ на корпусе часов покрыта цветной эмалью». «Главная трудность заключалась в соединении различных частей алюминия между собой: процессы в сплавлении проводились при помощи других металлов — магнезии, этана, серебра». «Но родий и золото взаимно почти не растворяются, механические напряжения в родиевых покрытиях велики». «Титан легче, чем вольфрам, при ненамного меньшей плотности». «Палладий более плотный металл, чем золото, поэтому аналогичные изделия из палладия будут более тяжелыми и соответственно более дорогими, чем из золота». «Титан — это самый твердый природный металл в мире». Титан и не самый твердый, и не металл. Не говоря уж о том, что как о природных металлах можно говорить только о самородных, к которым титан обычно не относят, да и твердость их зависит от примесей. И еще имейте в виду, что  $ZrO_2$  (фианит) называют то цирконом, то цирконием, то кубиком циркония, то кубическим цирконом. Не открыть ли нам конкурс на новое название?

Для проверки некоторых данных нужны специальные знания. Но другие легко проверить с помощью того же Интернета. Например, заявления об огромной популярности того или иного металла в качестве ювелирного оцениваются запросом в Яндексе, состоящим из названия металла или сплава и слова «ювелирный», скажем, «в одной фразе». И тогда обнаруживается, что частоты упоминаний различных металлов в ювелирном контексте в англоязычном (левая колонка) и русскоязычном (правая колонка) Интернете таковы (количество страниц/количество сайтов):

Золото	200 000/1 200	45 000/2 400
Серебро	140 000/1 500	27 000/2 100
Платина	20 000/960	7 800/1 400
Титан	9 400/780	370/88
Сталь	8 300/590	190/69
Вольфрам	1 400/190	22/7
Палладий	250/120	1 100/330

