

**Э. Бреполь**

**Теория и практика  
ювелирного дела**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 62-63  
ББК 30.6  
Э1

Э1 **Э. Бреполь**  
Теория и практика ювелирного дела / Э. Бреполь – М.: Книга по Требованию, 2021. – 384 с.

**ISBN 978-5-458-31197-7**

Книга охватывает широкий круг вопросов, связанных с обработкой сплавов на основе благородных металлов и с процессами производства ювелирных и декоративных изделий. Книга предназначена для инженерно-технических работников, специализирующихся в области ювелирного производства и декоративно-прикладного искусства. Она также может быть полезна учащимся профессионально-технических училищ соответствующих специальностей.

Издание 4-е, стереотипное.

**ISBN 978-5-458-31197-7**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



## ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Изготовление ювелирных изделий — одно из древнейших ремесел в многовековой истории человечества. С незапамятных времен ювелирные изделия из золота, серебра и драгоценных камней являлись мерилем богатства и власти господствующих классов, символом эксплуатации и угнетения.

В странах социализма функция ювелирных украшений изменилась коренным образом: они уже не являются достоянием эксплуататорских классов, а в качестве подлинных произведений искусства ювелиров служат украшениями для широких слоев трудящихся.

В связи с ростом благосостояния народа потребность в высокохудожественных ювелирных изделиях возрастает из года в год, расширяется их производство, а для этого необходимо, чтобы все ювелиры хорошо овладели теорией и практикой изготовления ювелирных изделий.

Книга Э. Бреполя «Теория и практика ювелирного дела» является одним из весьма немногочисленных и наиболее ценным источником информации по производству ювелирных изделий.

Книга состоит из трех частей.

В первой части рассмотрены физические, химические и технологические свойства металлов и сплавов, применяемых при изготовлении ювелирных изделий, а также диаграммы состояния двойных и тройных сплавов драгоценных металлов. Вышеперечисленные данные очень важны для понимания поведения металлов, сплавов и химических веществ в процессе изготовления ювелирных изделий и совершенствования технологии их производства.

Во второй части подробно изложены стадии технологического процесса изготовления ювелирных изделий: взвешивание, пробирный и химический анализы, плавка, литье, обработка давлением, термообработка, обработка резанием, чеканка, травление, пайка, шлифование, полирование, чернение, серебрение, золочение, родирование и эмалирование.

В третьей части даны описания конструкций и способов производства оправ для драгоценных камней различных типов, методы закрепки и раскрепки камней, конструкции и способы изготовления подвижных шарнирных замковых и других соединений.

При переводе книги были устранены отдельные опечатки и неточности, некоторые обозначения и термины заменены общепринятыми в отечественной литературе. По тексту к терминам, сохранившим немецкую транскрипцию, даны достаточно подробные объяснения.

В целом материал книги изложен простым языком, достаточно подробно и доступно для широкого круга читателей, работающих в области ювелирного производства.

*Л. Гуттов  
Г. Оболдуев*

## ПРЕДИСЛОВИЕ К НЕМЕЦКОМУ ИЗДАНИЮ

Теоретики и практики, работающие в ювелирной промышленности, знают отрицательное влияние на их работу отсутствия всеобъемлющего учебника для ювелиров. Это и послужило поводом к написанию данной книги «Теория и практика ювелирного дела». Усилия автора были направлены на то, чтобы по возможности тесно связать научные познания с практическим опытом, причем не так, как это часто бывает в других аналогичных изданиях, где практической части лишь предшествует теоретическое введение, но возвращаясь в каждом разделе рукописи к важнейшим положениям теории, связывая их с задачами практики. Без желания недооценки большого значения сведений о придании формы, автор сознательно обходит вопросы эстетики и сосредотачивает основное внимание на научно-технических проблемах.

По мнению автора, единство теории и практики в настоящее время совершенно необходимо, так как от ювелиров высокой квалификации требуется овладение как теоретическими знаниями, так и практическими навыками в изготовлении ювелирных изделий.

При этом следует помнить о хороших традициях, присущих кустарям-ювелирам и той или иной ювелирной фабрике, тщательно сохраняя и оберегая их.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, учащихся специальных учебных заведений, молодых квалифицированных рабочих, мастеров, а также может быть использована в качестве руководящего материала для студентов вузов.

При строжайшем соблюдении принципа научности автор стремился максимально просто и доходчиво изложить основы теории,

чтобы облегчить понимание материала практикам, не имеющим достаточно хорошей теоретической подготовки.

Автор сердечно благодарит все народные предприятия и мастеров-ювелиров, оказавших ему поддержку и содействие при составлении этого труда. Автор выражает также глубокую признательность коллективам Фрейбергского свинцового комбината, Специализированного предприятия по обработке сплавов серебра и золота в Хальсбрюке. Особую благодарность автор приносит господину доктору Шлегелю, госпоже Ирене Ленк, господину В. Штоллю и господину Гюнтеру Шлотту за добросовестный просмотр рукописи книги и ценные советы по ней. Автор будет признателен за критические замечания, высказанные в адрес данного издания.

Лейпциг, 1961 г.

*Э. Бреполь*

# ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

## МАТЕРИАЛЫ

### РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

#### МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

##### ГЛАВА I

#### ЧИСТЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ НЕБЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

##### 1. ОБЩИЙ ОБЗОР СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ

Детальное изучение свойств и характеристик материалов, с которыми должен работать ювелир, необходимо для правильной и качественной их обработки. Только тот, кто всесторонне изучил и познал свойства и особенности применяемых материалов, будет в состоянии придать им правильную форму и красивый внешний вид в готовых украшениях.

В производстве ювелирных изделий необходимо в первую очередь учитывать физические свойства металлов и сплавов, плотность, температуру плавления, тепловое расширение, теплопроводность, отражательную способность. Знание этих свойств позволяет правильно выбрать термические режимы литья,ковки, прокатки, пайки и других видов горячей обработки металлов.

Важное значение при различных методах изготовления металлических деталей ювелирных украшений, оправ драгоценных камней, столовых приборов и посуды из сплавов благородных металлов имеют их основные механические свойства. К ним относятся: прочность, твердость, упругость, пластичность. Эти же свойства имеют первостепенное значение и при использовании ювелирных изделий в качестве украшений и предметов домашнего обихода. Учитывая эксплуатационные требования, предъявляемые к долговечности этих изделий, ювелир может на основе детального знания механических свойств сплавов различной пробы обоснованно подойти к выбору наиболее рациональной в данном случае марки сплава.

Не меньшую роль в технологии производства и в процессе потребления ювелирных изделий играют химические свойства как чистых металлов, так и их сплавов: стойкость к воздействию

внешней среды — кислот, щелочей, газов, пресной и морской воды, оказывающих большее или меньшее агрессивное действие на металл колец, браслетов, кулонов, цепочек и других ювелирных украшений.

И, наконец, особое место в характеристиках материалов занимают технологические свойства. К ним относятся: жидкотекучесть, ликвация и усадка металлов при литье, ковкость, свариваемость и обрабатываемость резанием. Знание этих свойств особенно важно при выборе методов и режимов обработки ювелирных изделий.

Ознакомление с металлическими материалами начинается с изучения их физико-химических свойств и основных положений металловедения — науки о металлах, знание которых поможет установить, какие многосторонние практические выводы вытекают из этой науки. При этом станет ясным, что многие дефекты, возникающие при обработке металлов на практике из-за недопонимания их внутреннего строения и свойств, могут быть легко предупреждены.

**Золото.** Химический элемент, символ Au, имеет порядковый номер 79, атомный вес 197,0, основную валентность III, плотность  $19,3 \text{ г/см}^3$ , температуру плавления  $1063^\circ \text{C}$ , температуру кипения  $2970^\circ \text{C}$ , твердость по Бринелю в отожженном состоянии  $18\text{—}20 \text{ кгс/мм}^2$ .

Золото — металл красивого желтого цвета, тонколистовое (сусальное) золото имеет зеленоватый оттенок. Золото с трудом образует химические соединения, оно химически устойчиво на воздухе, в воде и в кислотах, за исключением царской водки (см. стр. 62) (в последней золото растворяется с образованием золотохлористоводородной кислоты  $\text{H} [\text{AuCl}_4]$ ). Оно взаимодействует также со свободными ионами хлора, цианидами калия и натрия, бромом и некоторыми другими химикатами, не имеющими применения в производстве ювелирных изделий.

Золото имеет высокую отражательную способность и хорошо полируется; оно обладает высокой пластичностью и прокатывается в листы толщиной до  $0,0001 \text{ мм}$ . Тепло- и электропроводность золота ниже, чем у меди. Удельная теплоемкость его сравнительно невелика. Из-за невысокой твердости и прочности золото используют в ювелирном деле в виде сплавов с другими металлами и в очень редких случаях в чистом виде.

**Серебро.** Химический элемент, символ Ag, имеет порядковый номер 47, атомный вес 107,88, валентность I, II, плотность  $10,5 \text{ г/см}^3$ , температуру плавления  $960,5^\circ \text{C}$ , кипения  $2210^\circ \text{C}$ , твердость по Бринелю в отожженном состоянии  $25 \text{ кгс/мм}^2$ .

Серебро — металл белого цвета, практически не изменяющийся под действием кислорода воздуха при комнатной температуре, однако из-за наличия в воздухе сероводорода со временем покрывается темным налетом сульфида серебра  $\text{Ag}_2\text{S}$ . Серебро устойчиво в воде, но растворяется в азотной и горячей концентри-

рованной серной кислоте. С царской водкой оно образует нерастворимый хлорид серебра  $\text{AgCl}$ . Как и золото, серебро взаимодействует со щелочными растворами цианидов.

Серебро хорошо полируется, имеет высокую отражательную способность; оно обладает хорошей ковкостью и самой высокой из всех металлов тепло- и электропроводностью. Чтобы повысить твердость и прочность серебра, его используют в сплавах с другими металлами. При изготовлении ювелирных украшений серебро в чистом виде применяют сравнительно редко.

**Платина.** Химический элемент, символ Pt, имеет порядковый номер 78, атомный вес 195,23, валентность II, IV, плотность  $21,45 \text{ г/см}^3$ , температуру плавления  $1773,5^\circ \text{C}$ , температуру кипения  $4410^\circ \text{C}$ , твердость по Бринелю в отожженном состоянии около  $50 \text{ кгс/мм}^2$ .

Металл имеет бело-серую окраску, схожую по цвету со сталью, и практически не растворим ни в воде, ни в кислотах, за исключением горячей царской водки, при взаимодействии с которой образуется платинохлористоводородная кислота  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ . Платина весьма пластична, хорошо полируется и обладает большой отражательной способностью. Наряду с палладием и иридием она имеет очень низкую тепло- и электропроводность, низкую удельную теплоемкость и с трудом вступает в химические соединения. Платина в чистом виде очень мягка, поэтому ее легируют иридием, родием и другими металлами. Для изготовления ювелирных изделий в сплав, кроме этих компонентов, добавляют еще и медь.

**Металлы платиновой группы** (иридий, палладий, родий) в химическом отношении настолько схожи с платиной, что разделение их затруднительно.

**Иридий.** Химический элемент, символ Ir, имеет порядковый номер 77, атомный вес 193,1, основную валентность III, плотность  $22,5 \text{ г/см}^3$ , температуру плавления  $2454^\circ \text{C}$ , температуру кипения  $5300^\circ \text{C}$ , твердость по Бринелю в отожженном состоянии  $172 \text{ кгс/мм}^2$ . Из-за большой твердости и высокой температуры плавления иридий с трудом поддается обработке. Относительное удлинение при растяжении составляет лишь 2%. При высоких температурах металл можно обрабатывать давлением. При небольшой добавке иридия к платине значительно повышается ее твердость.

**Палладий.** Химический элемент, символ Pd, имеет порядковый номер 46, атомный вес 106,4, основную валентность II, плотность  $12,0 \text{ г/см}^3$ , температуру плавления  $1554,5^\circ \text{C}$ , температуру кипения  $4000^\circ \text{C}$ , твердость по Бринелю в отожженном состоянии  $52 \text{ кгс/мм}^2$ .

Палладий имеет более светлую окраску, чем платина, он химически устойчив на воздухе и в воде, растворяется в горячей, слегка разбавленной азотной кислоте с образованием нитрата палладия  $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2$ . При температурах от  $400$  до  $850^\circ \text{C}$  палладий покрывается светло-фиолетовым окисным слоем, который исчезает при

более высоких температурах. Благодаря хорошей обрабатываемости, низкой температуре плавления и относительной дешевизне, он чаще других металлов платиновой группы используется в ювелирных изделиях. Как легирующий металл палладий улучшает свойства платины, осветляет ее окраску, а также способствует отбеливанию сплава при получении так называемого белого золота.

**Родий.** Химический элемент, символ Rh, имеет порядковый номер 45, атомный вес 102,91, основную валентность III, плотность 12,4 г/см<sup>3</sup>, температуру плавления 1966° С, температуру кипения 4500° С, твердость по Бринелю 101 кгс/мм<sup>2</sup>.

По цвету родий сходен с платиной, не вступает во взаимодействие с кипящими кислотами и смесями кислот, но растворяется в щелочных растворах цианидов; абсолютно не окисляется на воздухе и в воде, хорошо поддается горячей обработке давлением.

**Ртуть.** Химический элемент, символ Hg, имеет порядковый номер 80, атомный вес 200,61, валентность I, II, плотность 13,55 г/см<sup>3</sup>, температуру плавления 38,83° С, температуру кипения 356,95° С.

Ртуть — металл светло-серебристого цвета, находящийся в жидком состоянии при нормальной температуре, стойкий на воздухе и обладающий сильным блеском. При нагревании металла образуется окись ртути, диссоциирующая при температуре выше 400° С. Так как ртуть при комнатной температуре выделяет ядовитые пары, то хранить ее необходимо только в закрытых емкостях. Ртуть взаимодействует со слабо разбавленной азотной кислотой с образованием нитрата HgNO<sub>3</sub> и с концентрированной серной кислотой с образованием сульфата Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. С соляной кислотой ртуть не взаимодействует. Для повышения температуры плавления в нее добавляют золото, серебро и другие металлы. Полученные таким образом амальгамы при комнатной температуре тверды. Ювелиры используют ртуть для получения золотой и серебряной амальгам при горячем золочении и серебрении.

**Медь.** Химический элемент, символ Cu, имеет порядковый номер 29, атомный вес 63,54, основную валентность II, плотность 8,9 г/см<sup>3</sup>, температуру плавления 1083° С, температуру кипения 2600° С, твердость по Бринелю в отожженном состоянии 35 кгс/мм<sup>2</sup>.

Медь — единственный металл, имеющий красноватый цвет. На воздухе, в присутствии углекислого газа, она покрывается пленкой зеленого цвета (патиной), гидроокисным карбонатом меди CuCO<sub>3</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub>. При нагреве на поверхности металла образуется черный налет окиси меди CuO. Медь растворяется: в азотной кислоте, образуя нитрат Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; в серной кислоте, образуя сульфат CuSO<sub>4</sub>; в разбавленной соляной кислоте, образуя хлорид меди CuCl<sub>2</sub>, а при взаимодействии ее с уксусной кислотой образуется основной ацетат меди — ядовитая ярь-медянка.

Медь прекрасно обрабатывается давлением и обладает хорошим блеском и высокой полируемостью, однако блеск ее довольно быстро исчезает. Медь — лучший проводник тепла и электрического тока после серебра и имеет очень высокую удельную теплоемкость. Чистая медь редко применяется для изготовления украшений, но иногда находит применение при изготовлении шаблонов и опытных образцов изделий. Медь часто используется и как присадочный материал.

*Латунь.* Технические сплавы меди с цинком желтого цвета, содержащие свыше 50% Cu, называются латунями. Сложные легированные латуни содержат кроме цинка и другие элементы — свинец, олово, алюминий, марганец, никель. В ювелирном деле латуни, обладающие высокой пластичностью, используют при изготовлении посуды и украшений. Латунь, содержащая 10% цинка, известна под названием «томпак». Она имеет желтоватый цвет и по свойствам близка к меди. «Томпак» используют для изготовления ювелирных изделий с последующим нанесением на них защитных покрытий.

*Бронза.* В ювелирной промышленности используются оловянные бронзы (сплавы системы медь—олово) благодаря их высоким литейным свойствам (жидкотекучести, малой усадке), а также прочности, стойкости против коррозии и красивому желтоватому цвету. Наибольшее распространение имеют сплавы меди с содержанием 5—10% олова. Сплав с 5% олова называется монетной или медальной бронзой, сплав с 10% олова — пушечной бронзой (из него раньше отливались пушки).

*Нейзильбер.* Сплав на основе меди, содержащий 13,5—16,5% никеля и 18—20% цинка. Сплав имеет высокие твердость, упругость и хорошую коррозионную стойкость. В ювелирном деле используется для изготовления игл, булавок, пружин и посеребренных столовых приборов.

**Цинк.** Химический элемент, символ Zn, имеет порядковый номер 30, атомный вес 65,38, валентность II, плотность 7,13 г/см<sup>3</sup>, температуру плавления 419,46° С, температуру кипения 906° С, твердость по Бринелю 30—35 кгс/мм<sup>2</sup>.

Цинк — металл голубовато-белого цвета, медленно покрывающийся на воздухе плотным серым защитным слоем, состоящим из карбоната цинка ZnCO<sub>3</sub> и окиси цинка ZnO, вследствие чего блеск металла исчезает. При нагреве на воздухе цинк, сгорая, превращается в белый порошок — окись цинка ZnO, светящийся в темноте зеленоватым светом. При комнатной температуре он довольно хрупок; при температурах 110—150° С хорошо поддается обработке давлением, а при температуре выше 200° С становится настолько хрупким, что его можно распылять. Цинк хорошо растворяется в разбавленных кислотах. Он используется в качестве присадки в сплавах благородных металлов.

**Кадмий.** Химический элемент, символ Cd, имеет порядковый номер 48, атомный вес 112,41, валентность II, плотность 8,65 г/см<sup>3</sup>,

температуру плавления  $320,9^{\circ}\text{C}$ , температуру кипения  $765^{\circ}\text{C}$ , твердость по Бринелю  $16\text{ кгс/мм}^2$ .

Кадмий — металл белого цвета, по своим свойствам сходный с цинком. На воздухе покрывается защитной окисной пленкой серого цвета, поэтому полированная блестящая поверхность его быстро тускнеет. Сгорая, кадмий превращается в порошок коричневого цвета — окись кадмия  $\text{CdO}$ . Пластичность металла хорошая. Добавка кадмия снижает температуру плавления твердых припоев, при введении его в сплавы серебро—медь их пластичность повышается.

Олово. Химический элемент, символ  $\text{Sn}$ , имеет порядковый номер 50, атомный вес 118,7, валентность II, IV, плотность  $7,298\text{ г/см}^3$ , температуру плавления  $213,9^{\circ}\text{C}$ , температуру кипения  $2362^{\circ}\text{C}$ , твердость по Бринелю  $5\text{ кгс/мм}^2$ .

Олово имеет серебристо-белый цвет и обладает хорошей пластичностью, на воздухе постепенно покрывается защитным окисным слоем. При сгорании образуется белый порошок — окись олова  $\text{SnO}_2$ , используемый в качестве полирующего средства. При температуре ниже  $13,5^{\circ}\text{C}$  происходит аллотропическое превращение  $\text{Sn}_{\beta} \rightarrow \text{Sn}_{\alpha}$ , в результате чего металл превращается в серый порошок («оловянная чума»). Растворяясь в соляной кислоте, олово образует хлорид  $\text{SnCl}_2$ ; при взаимодействии его с концентрированной азотной кислотой образуется оловянная кислота  $\text{H}_2\text{SnO}_3$  — серый порошок, растворимый в разведенной азотной кислоте. Олово является важнейшим составным компонентом мягких легкоплавких припоев.

Свинец. Химический элемент, символ  $\text{Pb}$ , имеет порядковый номер 82, атомный вес 207,21, основную валентность II, плотность  $11,34\text{ г/см}^3$ , температуру плавления  $327,4^{\circ}\text{C}$ , температуру кипения  $1740^{\circ}\text{C}$ , твердость по Бринелю  $4\text{ кгс/мм}^2$ .

Свинец имеет голубовато-белую окраску, на воздухе покрывается тускло-серым налетом окиси свинца  $\text{PbO}$ . В воде на его поверхности образуется толстый слой, состоящий из карбоната свинца  $\text{PbCO}_3$  и сульфата свинца  $\text{PbSO}_4$ , который защищает металл от дальнейшей коррозии. Окисный слой свинца стоек также в серной и соляной кислотах. Свинец растворяется только в азотной кислоте с образованием нитрата  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , а также вступает в реакцию со слабой уксусной кислотой. Свинец — мягкий и высокопластичный металл. Пары свинца и его сплавов ядовиты и могут привести к параличу дыхательных путей. Ювелиры используют свинец для купелирования и как присадку для получения мягких припоев.

Железо. Химический элемент, символ  $\text{Fe}$ , имеет порядковый номер 26, атомный вес 55,85, валентность II, III, плотность  $7,87\text{ г/см}^3$ , температуру плавления  $1539^{\circ}\text{C}$ , температуру кипения  $2740^{\circ}\text{C}$ , твердость по Бринелю  $60\text{ кгс/мм}^2$ .

Железо имеет голубовато-белый цвет и на сухом воздухе довольно устойчиво. Однако из-за наличия во влажном воздухе паров