

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПАЛЛАДИЕВЫХ СПЛАВОВ

NEW PROCESSING TECHNOLOGY OF PALLADIUM JEWELRY ALLOYS

Рудницкий Э.А., Феськов Е.В., Леонтьева Е.С.
ФГАО ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск
edvard.ru24@gmail.com

Modern jewelry industry, in addition to the traditional using of alloys based on gold, silver and platinum, use the "new" material. Thus, one of the areas is the using of alloys based on palladium as an alternative to platinum and white gold. This paper will review the new palladium alloys 850 plate-mark and technology for processing.

Keywords: jewelry industry, palladium alloys, forging, billet (high-quality rolling) rolling, drawing.

Палладий, благодаря особым физико-химическим и механическим свойствам, нашел широкое применение в автомобильной промышленности, производстве электроники, химической и нефтехимической промышленности. Применяется палладий и в ювелирной промышленности, но до недавнего времени только в качестве осветляющей добавки для получения «белого золота». Такое узкое использование ювелирной промышленностью палладия неоправданно, так как благодаря своим высоким эстетическим свойствам палладий возможно применять в качестве альтернативного материала широко используемым в настоящее время «белому золоту» и платине. По физико-химическим и механическим свойствам ювелирные изделия из палладиевых сплавов практически не уступают изделиям из платины и золота и даже превышают их.

Несмотря на преимущества сплавов на основе палладия в ювелирной промышленности России они пока пользуются ограниченным спросом, что объясняется отсутствием ювелирных палладиевых сплавов 850 пробы, соответствующих требованиям европейских стандартов, высокой химической активностью палладия и его соединений к водороду. Существующие технологии обработки и изготовления ювелирных изделий построены на основе технологий обработки золото- и платиносодержащих сплавов. В связи с чем, возникает необходимость по созданию новых сплавов на основе палладия и разработки технологий их обработки.

Учеными Сибирского федерального университета совместно со специалистами завода цветных металлов, были получены новые технические и технологические решения, позволившие разработать новые палладиевые сплавы для промышленного применения.

Разработанная серия сплавов была условно разделена на две группы: сплавы содержащие серебро и бессеребряные сплавы [1, 2]. Так, например, предложен и запатентован сплав [1] на основе палладия, содержащий серебро, золото, медь, молибден, родий при следующем соотношении компонентов, по массе %: палладий 85,0-85,5; серебро 0,01-15; медь 0,01-13; золото 0,01-2; молибден 0,01-1; родий 0,01-1. Выбор граничных

значений параметров компонентов обусловлен следующим: серебро обеспечивает высокие отражательные свойства, интенсивный белый цвет сплава и повышенное сопротивление разрыву; золото улучшает пластичность сплава, повышает антикоррозионные свойства при литье в формомассу; добавки молибдена и родия являются модификаторами, измельчающими зерно сплава. Кроме того, наличие в сплаве золота, серебра и меди в указанных количествах, обеспечивает снижение температуры литья на 50-100°C. Сплав характеризуется более низкой температурой плавления, оптимальной твердостью, имеет белый цвет с блеском, высокие отражательные свойства и обладает высокими пластическими и прочностными свойствами, что позволяет использовать его в производстве ювелирных изделий методами обработки металлов давлением и литье.

Благодаря высоким пластическим свойствам палладий и сплавы на его основе используются при производстве полуфабрикатов различными методами: прокаткой, волочением, штамповкой, чеканкой. Но особый интерес представляет производство проволоки тонких сечений, в дальнейшем идущее на цепевязание, которое является наиболее трудоемкой технологией. Так, технологический процесс получения проволоки построен на использовании операций литья заготовки,ковки, холодной прокатки и волочения с применением промежуточных отжигов и других необходимых операций (промывки, сушки, обезжиривания и др.).

Слиток, полученный литьем, передается на ковку. Анализ и совершенствование режимов и переходов ковки позволили разработать новый маршрут ковки за восемь переходов, который позволяет предотвратить развитие дефектов литой структуры и способствует их «залечиванию» (рис.1). При разработке режимов ковки были приняты следующие условия: ковку проводить на пневматическом молоте на плоских бойках; в целях предотвращения развития дефектов литой структуры и их залечивание, ковку в начальный момент осуществлять небольшими обжатиями ($\epsilon < 10\%$) по трём направлениям с предварительным обжатием рёбер слитка (в случае если слиток имеет квадратное или прямоугольное сечение); при последующих проходах величину обжатия

принимать не более 30 %; протяжку заготовки в начальный момент вести с величиной относительной подачи $\psi = 0,5-1,0$, а последние проходы с $\psi > 1$, соблюдая условие, что отношение высоты к

ширине не превышает 2,5; величину укова за переход принимать не более 2; после каждого перехода нагревать заготовку до 1000-1100°C.

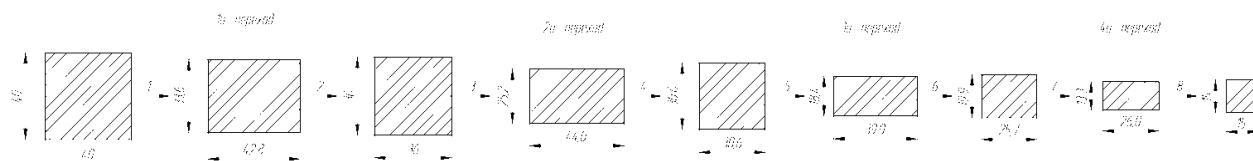


Рис.1. Схема протяжки для получения прутка квадратного сечения размером 15×15 мм

Реализацию предложенной схемыковки целесообразно проводить с применением бойков призматической формы с одинаковыми размерами верхнего и нижнего зеркала бойков в отличие от применяющихся в настоящий момент бойками цилиндрической формы, где диаметр нижнего бойка больше диаметра верхнего. Цилиндрические бойки различных диаметров приводят к значительному изгибу не протянутого конца заготовки, относительно обжатого. Кроме того, края бойков не имеют плавного скругления, что вызывает значительные

концентрации напряжений в углах при переходе от вертикальной стенке не обжатого участка к горизонтальной на участке обжатия. При дальнейшей подачи заготовки в момент нажатия бойка происходит ее отгиб и в области концентрации напряжений возникают растягивающие напряжения, что приводит к образованию в этом месте трещины.

Технологические параметрыковки литого слитка 40×40 мм, определенные в соответствии с рекомендациями автора [3], представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Переходыковки

№ перехода	№ прохода	Параметрыковки						
		Ширина В, мм	Высота Н, мм	Уков, У	Степень деформации ε_n	Коэффициент интенсивности уширения, f	Относительная подача, ψ	Величина подачи l , мм
1	1	40,0	40,0	1,11	0,16	0,37	1,00	40,0
	2	42,8	33,6	1,11	0,16	0,38	1,39	46,7
2	3	36,0	36,0	1,18	0,30	0,54	1,60	57,6
	4	44,0	25,2	1,18	0,30	0,49	1,70	74,8
3	5	30,6	30,6	1,30	0,40	0,42	1,18	36,1
	6	39,0	18,4	1,40	0,49	0,42	1,60	62,4
4	7	26,0	13,1	1,50	0,49	0,32	1,00	26,0
	8	15,0	15,0	1,51	0,42	0,20	0,50	7,5

Следующим технологическим шагом производства проволочного полуфабриката является сортовая прокатка. Анализ калибровок валков и технологических режимов прокатки сортовых профилей, на станах предназначенных для обработки цветных и благородных металлов, показал, что система калибров шестигранник-шестигранник с равными сторонами ($B = b$), позволяет получать наибольшие коэффициенты вытяжки. При использовании данной системы металл обжимается в шести направлениях и при кантовке на 90° углы систематически обновляются. Вместе с тем такая система обеспечивает устойчивое положение шестиугольной полосы в квадратном калибре, предотвращая ее от сваливания при получении проката тонкого сечения.

Полученный пруток сечением 15×15 мм необходимо прокатать до конечных размеров 1,0×1,0 мм, при этом суммарная вытяжка составит 218. На основании изученных механических свойств новых сплавов [4] предложено следующее

распределение вытяжек по проходам: для постепенного заполнения калибра шестигранной формы на первых двух проходах вытяжка минимальна и составляет 1,15-1,2; затем, с 3 по 12 калибр, рекомендовано использовать максимальную вытяжку 1,3, причем после 7 прохода необходимо произвести промежуточный отжиг. По мере уменьшения площади поперечного сечения катанки, коэффициент вытяжки следует уменьшить до 1,2 (13-25 проход) и до 1,1 (26 проход). Понижение вытяжки объясняется возможным обрывом полосы при степени деформации 90 % и более. Разработанные режимы прокатки позволили снизить количество переходов с 45 до 26, при этом выполняются ограничения по допустимым усилиям и моментам прокатки [5].

Заготовка сечением 1,0×1,0 мм, после термической обработки, поступает на волочение. Существующий маршрут состоит из десяти переходов, анализ которых показывает, что на шестом и десятом переходе коэффициенты запаса менее двух и при увеличении напряжения волочения

тонкой проволоки на данных переходах при высоких скоростях (до 4,2 м/с) возможен ее обрыв.

С целью устранения возможного обрыва и увеличения скоростных режимов протяжки проволоки при прочих равных условиях, были определены деформационные режимы обеспечивающие повышение коэффициента запаса. Переходы при волочении на действующей машине со скольжением разрабатывались по методике предложенной И.Л. Перлиным для проектирования переходов при многократном волочении. Так же, при назначении деформационных режимов, учитывалось напряженное состояние в очаге деформации. Математические исследования напряженного состояния в очаге деформации проводились в специальном программном комплексе DEFORM 3D, где в качестве основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на процесс волочения, принимали деформационные

параметры и параметры рабочего инструмента [5]. Полученные результаты позволили рекомендовать угол волоки равный 14° , при обжатии за переход не более 27 %. В качестве заготовки для волочения используется проволока из нового палладиевого сплава [1]. Результаты расчетов сведены в табл.2.

Результаты расчетов показывают, что скорость проволоки меньше скорости вращения шайб, среднее значение относительного скольжения находится в пределах 10-40 %, что удовлетворяет условиям осуществления волочения проволоки со скольжением. Предложенное распределение вытяжек приводит к повышению значений коэффициента запаса (два и более). На последнем переходе коэффициент запаса возрастает до 2,4, что обеспечивает стабильность процесса волочения.

Таблица 2.

Расчет переходов волочения палладиевой проволоки

№ п/п	Окружная скорость тяговой шайбы, м/с	Кинематическая вытяжка	Коэффициент относительного опережения	Единичная вытяжка	Единичная степень деформации, %	Диаметр проволоки, мм	Скорость проволоки, м/с	Абсолютное скольжение проволоки, м/с	Относительное скольжение проволоки, %
1	1,0	-	-	1,38	27	0,85	0,7	0,275	27,5
2	1,1	1,125	1,125	1,36	26	0,73	0,8	0,298	26,5
3	1,4	1,278	1,022	1,33	25	0,63	1,1	0,357	24,8
4	1,6	1,130	1,204	1,32	24	0,55	1,2	0,394	24,2
5	1,8	1,115	1,291	1,31	24	0,48	1,4	0,429	23,7
6	2,1	1,138	1,085	1,28	22	0,43	1,6	0,451	21,9
7	2,4	1,152	1,099	1,27	21	0,38	1,9	0,505	21,3
8	2,6	1,105	1,182	1,26	21	0,34	2,1	0,542	20,6
9	3,0	1,143	1,191	1,25	20	0,30	2,4	0,600	20,0

В результате проведенной работы предложены новые составы сплавов, защищенные патентами РФ, даны рекомендации по осуществлению процессаковки литого слитка, предложены маршруты сортовой прокатки и волочения позволяющие сократить существующие деформационные режимы без разрушения деформируемой заготовки.

Литература

1. Пат. 2352660 РФ, МПК C22C 5/04. Сплав на основе палладия / С.Б. Сидельников, Н.Н. Довженко, Э.А. Рудницкий и др.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», ОАО «Красцветмет». – № 2007101010/02; заявл. 09.01.07; опубл. 20.04.09, Бюл. № 11. – 8 с.
2. Пат. 2392339 РФ, МПК C22C 5/04. Сплав на основе палладия / С.Б. Сидельников, Н.Н. Довженко, В.Н. Биронт, Э.А. Рудницкий и др.; заявитель и

патентообладатель ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». – № 2008150687/02; заявл. 22.12.2008; опубл. 20.06.10, Бюл. № 17. – 6 с.

3. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства / Я.М. Охрименко. – М.: Машиностроение, 1976. – 560 с.

4. Довженко Н.Н., Рудницкий Э.А., Ходюков Б.П. Исследование свойств новых палладиевых сплавов и совершенствования технологии их обработки // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, № (3) 2009г. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ». – 2009. – С.41-45.

5. Рудницкий Э.А. Совершенствование технологии производства проволоки из палладиевых ювелирных сплавов: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.05: защищена 12.11.09; утв. 12.03.10. Красноярск, 2009. 193 с