

УДК

Артюх Т. М., д-р техн. наук, проф. (НУХТ, Київ)

Чернишова А. С., аспірант (ДонНУЕТ, Донецьк)

РОЗРОБКА ЮВЕЛІРНИХ СПЛАВІВ БІЛОГО ЗОЛОТА З ВМІСТОМ МОДИФІКУЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ

У статті наведено результати дослідження складу сплавів білого золота, які пропонуються для застосування в ювелірній промисловості. Запропоновано рецептуру золотих сплавів білого кольору з урахуванням технологічності та вимог безпечності.

Ключові слова: ювелірний сплав, біле золото, модифікуючі компоненти

Постановка проблеми та її зв'язок із науковими та практичними завданнями. Відомо, що в останні роки популярність білого золота неухильно зростала, що збільшило попит на ювелірні вироби з білого золота як в Європі так і в Україні. Вироби з білого золота за своїм зовнішнім виглядом нагадують вироби з платини, але коштують значно дешевше. Крім того, сплави білого золота мають більш низьку температуру плавлення ніж платина, тому вироби з таких сплавів простіші та економічніше у виготовленні.

Сьогодні в ювелірній галузі використовують різні за складом сплави білого золота. Вони зазвичай містять золото та як мінімум один з чотирьох додаткових елементів, які надають сплаву білого кольору, таких як нікель, срібло та паладій або платину.

Однак, при додаванні нікелю до сплаву збільшується його крихкість. Питання алергічної дії нікелю на організм людини досить ретельно висвітлено у науці [1- 4].

Срібло, на відміну від нікелю, при включенні у композицію білого золота, не викликає подразнень шкіри у споживачів. У великих кількостях срібло додає зеленуватого відтінку сплаву та окислюється на повітрі, що з часом погіршує зовнішній вигляд виробу.

До складу композиції сплаву білого золота можуть бути додані платина та/або паладій, але через їх високу вартість, яка вдвічі більша, ніж у інших компонентів сплаву золота, включення цих елементів, як правило, економічно недоцільне. Крім того, біле платинове (паладієве) золото має високу температуру плавлення, що вимагає спеціального обладнання для литва та високу температуру заливки, яка може бути вищою за температурну стабільність формомаси [5].

Зважаючи на зазначене, набуває актуальності питання забезпечення якості та відповідності ювелірної продукції національним, європейським або міжнародним стандартам, задля вільного ринкового обігу товарів, скасування непотрібних технічних торговельних бар'єрів: СОТ/ТБТ, модель ООН/ЄЕК, новий підхід ЄС, а також для захисту здоров'я, безпеки та навколишнього середовища.

Вдосконалення існуючих сплавів білого золота, дозволить підприємствам виготовляти економічно вигідні та якісні ювелірні прикраси, що відповідатимуть за показниками безпечності світовим вимогам.

Метою статті є дослідження існуючих видів сплавів білого золота та розробка оптимального складу ювелірного сплаву золота білого кольору, з урахуванням вимог надійності, краси та безпечності.

Виклад основного матеріалу досліджень. В ювелірній промисловості, як правило, використовують традиційні сплави, склад яких відпрацьовувався роками. Створення сплаву – один із найбільш трудомістких та відповідальних етапів виробництва. Прагнення до задоволення масового споживача призвело до створення нових сплавів.

Для створення ювелірних виробів використовується сплав золота з різними модифікуючими компонентами. Найбільш розповсюдженими з них є срібло, мідь, паладій, цинк або нікель. Склад лігатурного сплаву не тільки зміцнює золото, але й змінює його колір залежно від смаку споживачів. Саме завдяки лігатурі ювелірні сплави на основі золота мають різні кольори: жовтий, білий, рожевий, зелений і так далі [6]. Білий колір сплавів золота також може мати різні відтінки, в залежності від того який компонент буде відбілюючою домішкою. Для оцінки кольору сплавів білого золота була розроблена система числової класифікації з використанням індексу жовтизни Американського товариства випробування матеріалів (ASTM), що є чинним добровільним стандартом оцінки якості кольору. Цей індекс на основі трьохкоординатної системи X, Y і Z Міжнародної світлотехнічної комісії (CIE), а шкала оцінки має лінійний характер, при якому зниження індексу свідчить про підвищення білизни сплаву [7]. Цей індекс добре співвідноситься з візуальною оцінкою і дозволяє легко класифікувати колір сплаву. Використання спектрофотометра дозволяє швидко визначити якість кольору з високою точністю.

Як вже зазначалося, різні домішки по-різному впливають на властивості сплавів золота. Наприклад, цинк надає сплаву зеленуватий відтінок [8]. Додавля декількох десятків часток відсотка цинку в розплав системи Au – Ag – Cu перед розливанням, надає розкислюючої дії і підвищує рідкоплинність сплаву, крім того істотно знижується температура плавлення, але при експлуатації цих сплавів від виділення шкірою аміаку і поту вони швидко тьмяніють. При роботі з лігатурами, що містять кремній також виникають певні проблеми: крихкість, «апельсинова корка», а також проблеми з блиском. У процесі полірування досягається бажаний блиск виробу, але це значно збільшує собівартість виробу. Сплави з крупнозернистою структурою м'якші і більше схильні до зносу і подряпин. Щоб цього не відбувалося, в сплави додають «подрібнювачі зерна», або «модифікатори», найчастіше це тугоплавкі метали платинової групи в кількості 0,3 – 1,5 %, в залежності від проби та модифікатора. При поліруванні таких виробів необхідні мінімальні зусилля для отримання дзеркального блиску. Сплав виходить більш щільний і більш стійкий до стирання і дряпання, товарний вигляд цього виробу легко відновлюється, лігатура дрібнозерниста за рахунок незначної кількості іридію. Завдяки маленькому розміру зерна знижується усадкова площа, яка виникає в момент затвердіння і не

розтріскується при прокаті. Звичайна лігатура руйнується від теплового удару при охолодженні.

Українські виробники використовують лігатуру переважно закордонного виробництва (Італія, Німеччина). Точний склад і технологія одержання таких сплавів є комерційною таємницею фірм, що виробляють лігатуру різного кольору.

Нами були проаналізовані сплави білого золота, що використовуються вітчизняними підприємствами для виготовлення ювелірних виробів методом литва по виплавленим восковим моделям за такими показниками: хімічний склад, густина, міцність на розрив, межа текучості, розтягування та твердість. Саме ці характеристики визначають якість сплаву і як наслідок впливають на споживні властивості готового ювелірного виробу. Результати дослідження представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні властивості золотих сплавів білого кольору 585 проби, що використовуються вітчизняними підприємствами

№ з/п	Сплав (лігатура)	Хімічний склад, %	Густина, г/см ³	Міцність на розрив, Н/мм ²	Межа текучості, Н/мм ²	Розтягування, %	Твердість, HV (кгс/мм ²)
1	LEGOR Класс: Smart	Au – 58,5 Cu – 24,05 Ni – 9,55 Zn – 7,9	12,5	602	362	32	Після литва – 153; після отжигу – 186; після старіння – 177
2	LEGOR Класс: Premium	Au – 58,5 Ag – 2,9 Cu – 24,1 Ni – 7,9 Zn – 6,6	12,8	577	360	37	після литва – 165; після отжигу – 178; після старіння – 226
3	ProGold GENIA134	Au – 58,5 Cu – 25,7 Ni – 8,3 Zn – 7,5	12,7	621	347	33	після литва – 183; після отжигу – 182; після старіння – 220

Отримані дані, представлені у таблиці 1, свідчать про те, що густина досліджуваних сплавів знаходиться в межах від 12,5 г/см³ до 12,7 г/см³, твердість за Вікерсом становить від 178 HV до 186 HV (Рис. 1).

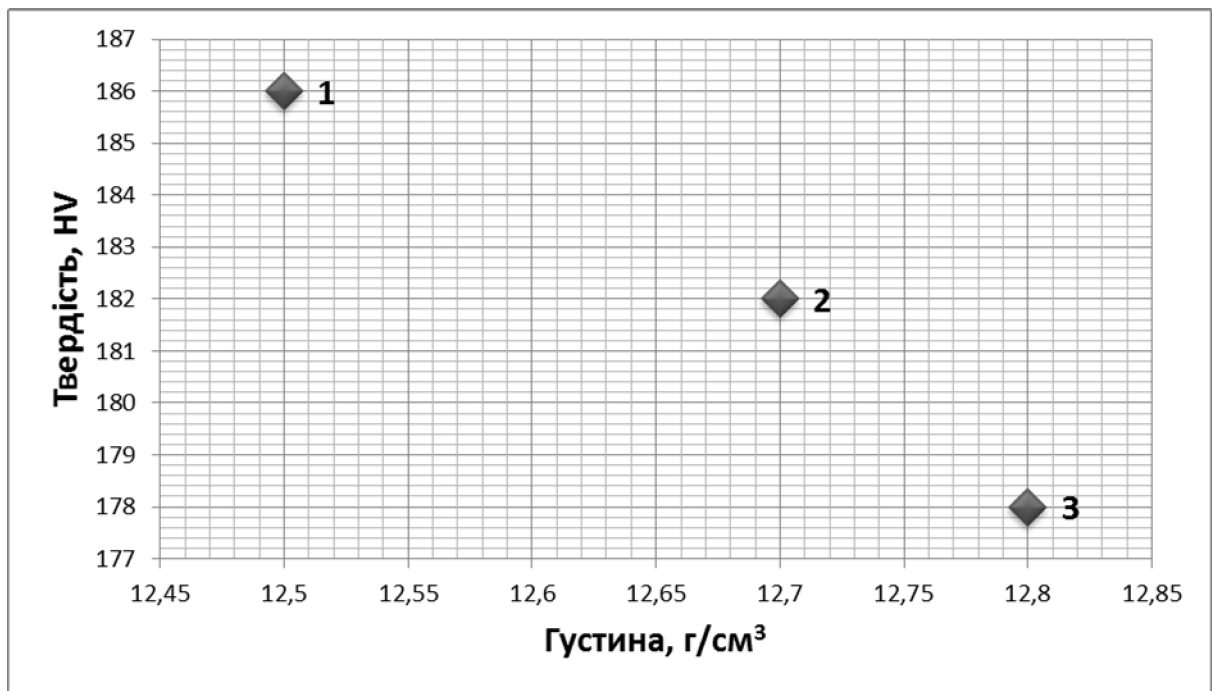


Рисунок 1 – Властивості досліджуваних сплавів

Таким чином, аналіз фізико-механічних властивостей зразків дозволяє нам стверджувати, що досліджувані сплави білого золота можуть бути використані при литві по виплавним моделям. Однак, основним недоліком зазначених сплавів є використання в якості відбілюючого компонента у великих кількостях нікелю.

В цілому, сплави білого золота повинні відповідати таким вимогам:

- мати гарний колір та відбивну здатність;
- твердість сплаву повинна бути менш ніж 200 НВ (для литва бажано від 140 до 180 НВ);
- відносне подовження – понад 25 %;
- ліквідус ≤ 1100 °С;
- піддаватися гальванічному або електрополіруванню;
- бути стійким до розтріскування;
- піддаватися переробці;
- мати низьку чутливість до корозії та потьмяніння ;
- мати конкурентну вартість [9].

Виходячи з цих вимог, оптимальний склад білого золота можна отримати за рахунок зниження вмісту міді у сплаві, обмеження кількості нікелю та цинку. Використання металів платинової групи в сплавах білого золота доцільне за умови введення до складу модифікаторів, які знижують температуру плавлення сплаву.

З урахуванням вищезазначеного, було запропоновано розширити склад композицій білого золота без вмісту нікелю за рахунок уведення в невеликих кількостях у якості відбілюючих домішок марганцю, хрому, індію.

Марганець хімічно досить активний, при нагріванні енергійно взаємодіє з неметалами — киснем, сіркою, вуглецем, фосфором і ін. Один з основних

мінералів марганцю – піролюзит – був відомий в давнину і використовувався при варінні скла для його освітлення. В ювелірних сплавах його доцільно використовувати у невеликих кількостях, при виплавлуванні сплаву в умовах аргонового середовища. При збільшенні вмісту марганцю підвищується крихкість сплаву, тому його доцільно використовувати в поєднанні з кобальтом, який стабілізує цей процес

Сплави, що містять невелику частку хрому мають гарний колір та здатні піддаватися обробці. Лиття таких сплавів повинно також здійснюватися в аргоновому середовищі в спеціальному керамічному тиглі з використанням фосфатної формомаси.

Індій в невеликих кількостях, приблизно від 2 до 3%, використовується в якості допоміжного відбілювача в поєднанні з паладієм. Він знижує температуру плавлення сплаву.

Таким чином, для збереження фізико-механічних властивостей ювелірних сплавів білого золота запропоновано композиції з вмістом хімічних елементів, поданих у табл. 2:

Таблиця 2 – Склад сплавів білого золота без використання нікелю

№ з/п	Хімічний склад, %								
	Au	Ag	Pd	Cu	Zn	Mn	Co	In	Cr
1	58,5	24 – 25		15	1,5 – 2		0,01		0,01
2	58,5	22 – 24	8	10 – 12		0,1 – 0,5		до 1	
3	58,5	11 – 14	12	10 – 11	5 – 7				0,02

Заявлені композиції сплавів білого золота забезпечують дрібнозернисту структуру сплаву, що сприяє стабілізації фізико-механічних властивостей сплаву під час виробництва.

Представлені композиції забезпечують бажаний білий колір, не потребують додаткового покриття родієвою плівкою та відповідають вимогам безпечності.

Висновки

З огляду на вищевикладене, зрозуміло що використання в невеликих кількостях у сплавах білого золота марганцю, хрому, індію та кобальту є актуальним питанням для забезпечення виробництва безпечної та якісної ювелірної продукції. Використання таких сплавів білого золота в ювелірній галузі сприятиме зниженню вартості ювелірних виробів та не буде шкідливим для споживача.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є комплексне оцінювання нових сплавів білого золота з вмістом відбілюючих домішок – марганцю, хрому, кобальту за технологічними показниками, безпечністю та надійністю, що надасть можливість об'єктивно охарактеризувати споживні властивості ювелірного виробу для забезпечення його якості.

Список використаних джерел

1. S. Henderson, D. Manchanda White Gold Alloys: Colour Measurement and Grading // Gold Bulletin. – 2005. – 38(2). – P. 55 – 67.
2. Артюх Т.М., Григоренко І.В. Проблеми безпеки та надійності ювелірних виробів / Артюх Т.М., Григоренко І.В. // Науковий вісник. - 2008. - вип.18.7 – С. 153 – 157.
3. Артюх Т. М., Чернишова А. С. Дослідження впливу легуючої компоненти білого золота на якість та безпечність особистих прикрас / Т. М. Артюх, А. С. Чернишова // Товарознавство та інновації : Зб. наук. пр.– Донецьк: ДонНУЕТ, 2010. - Вип. 2. – С. 20 – 26.
4. Артюх Т. М., Чернишова А. С. Методи запобігання утворенню газової пористості у структурі ювелірних сплавів на основі білого золота / Т. М. Артюх, А. С. Чернишова // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – Хмельницький, 2012. – вип. 4 (191) – С. 15 – 18.
5. Фачченда В. Литьё по выплавляемым моделям. Справочник / Валерио Фачченда [Перевод с англ.]. – Омск: Издат. Дом «Дедал-Пресс», 2005. – 104 с.
6. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела / Э. Бреполь [Перевод с немецкого В.П.Кузнецова]. –Л.: Машиностроение, 1982. – 383 с. – (4-е изд., Стереотип).
7. Henderson S., Manchanda D. White Gold Alloys: Colour Measurement and Grading / S. Henderson, D. Manchanda // Gold Bulletin. – 2005. – 38(2). – P. 55-67
8. Черныш С. Влияние примесей на механические и литейные свойства сплавов золота / Сергей Черныш // Международный Симпозиум ювелиров, 9-11 июля, 2003, Санкт-Петербург. – 2003. – С. 158 – 162.
9. Rotheram P. White Golds – Meeting the Demand of International Legislation / Peter Rotheram // Gold Technology, 1999 – vol. 27. – pp. 34 – 40.

Артюх Т. Н., Чернышёва А. С.

Разработка ювелирного сплава белого золота с содержанием модифицирующих компонентов

В статье приведены результаты исследования состава сплавов белого золота, которые предлагаются для применения в ювелирной промышленности. Предложено рецептуру золотых сплавов белого цвета с учетом технологичности и требований безопасности.

Ключевые слова: ювелирный сплав, белое золото, модифицирующие компоненты

Artyukh T., Chernyshova A.

Elaboration jewelry alloy white gold with content modifiers components.

The article presents the results of the study of white gold alloys, which are offered for use in the jewelry industry. Proposed formulation white gold alloys based technology and security requirements.

Keywords: jewelry alloy, white gold, modifying components