УДК 67.014:671.12 (495.6)

Піркович К. А.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЮВЕЛІРНИХ ВИРОБІВ ІЗ ЗОЛОТА, ВИГОТОВЛЕНИХ У РЕСПУБЛІЦІ МАКЕДОНІЯ

Анотація. *Розглянуто тенденції ринку ювелірних товарів у Республіці Македонія. Проведено дослідження хімічного складу золотих прикрас, виготовлених у цій країні. Проаналізовано вміст хімічних елементів в ювелірних виробах з жовтого і білого золота. Визначено характерні домішки у складі золотих прикрас. Досліджено ювелірні вироби з жовтого золота з білим декоративним покриттям.*

Ключові слова: ювелірні вироби, хімічний склад, рентгенофлуоресцентний аналіз, проба, жовте золото, біле золото, домішки

Pirkovich K.

CHEMICAL COMPOSITION OF GOLD JEWELLERIES MADE IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA

Summary. *The article considers the tendencies in the jewelry market in the Republic of Macedonia. Researches of chemical composition of the gold accessories, made in this country, have been conducted. Contents of chemical elements in the jewelries from yellow and white gold have been analyzed. The specific admixtures in composition of the gold accessories have been determined. The jewelries from yellow gold with white decorative coverage have been investigated.*

Keywords: jewelries, chemical composition, roentgen-fluorescent analysis, fineness, yellow gold, white gold, admixtures

1. Вступ

При дослідженні хімічного складу ювелірних товарів завжди зосереджували увагу, насамперед, на вмісті основного дорогоцінного металу у виробі. Тобто перевіряли відповідність вмісту золота зазначеній пробі, оскільки вартість золотих виробів значною мірою залежить від кількості золота в ньому. Однак, важливо перевіряти ювелірний виріб не лише на відповідність проби, а й на вміст лігатурних металів і домішок у його складі. Оскільки вміст хімічних елементів у сплаві визначає як його технологічні та естетичні властивості, так і безпеку користування. Експертна оцінка надійності та безпеки ювелірних виробів з дорогоцінних металів, зокрема вплив лігатурних металів і домішок на здоров'я людини, розглядається в роботі М. М. Назимка, Т. М. Артюх і О. К. Шликова [1].

Важливо володіти інформацією щодо хімічного складу ювелірних виробів, що виготовляються в інших країнах світу, з якими Україна має сталі торгівельні відносини. Протягом останніх років Україна входить до першої двадцятки найбільших торговельних партнерів Республіки Македонія. Ця балканська країна поступово збільшує експорт своєї продукції до України, і з 2011 року Україна має від'ємне сальдо у зовнішній торгівлі між ними [2].

Мета статті – визначення хімічного складу ювелірних виробів із жовтого та білого золота, що виготовлені в Республіці Македонія.

2. Матеріали та методи

Об'єкти дослідження – ювелірні вироби із золота, виготовлені у Республіці Македонія. Були досліджені золоті прикраси з жовтого золота, в тому числі з окремими деталями з білого золота або із покриттям білого кольору у вигляді певного візерунку.

Дослідження хімічного складу ювелірних виробів із золота було проведено на спектрометрі енергій рентгенівського випромінювання. Рентгенофлуоресцентний аналіз – метод визначення якісного і кількісного вмісту хімічних елементів у зразку. Структура рентгенівських спектрів обумовлена енергетичним станом електронів в атомі, і тому спектр кожного елемента індивідуальний, тобто характеризується певним набором спектральних ліній. Залежність інтенсивності лінії характеристичного спектра від концентрації дозволяє зробити кількісний аналіз, тобто визначити відсотковий вміст конкретного елемента в сплаві [3, 4].

До переваг рентгенофлуоресцентного аналізу належать: недеструктивність, експресність, мультиелементність (отримання розгорнутого вмісту лігатурного сплаву з наявними домішками), можливість вибору необхідної кількості хімічних елементів для пошуку, повністю автоматизований процес обробки результатів, проста підготовка проб або її відсутність.

До недоліків рентгенофлуоресцентного аналізу належать: менша чутливість до пошуку елементів зі схожими спектрами порівняно з оптичним спектральним і атомно-абсорбційним методами, залежність результату від якості та вмісту стандартних зразків, обмеженість застосування приладу до розміру зразка. Границі можливої основної відносної похибки характеристики перетворення для хімічних елементів усіх концентрацій – не більше ±0,05 %.

3. Теоретичний коментар

Спочатку розглянемо стан ринку ювелірних товарів у Республіці Македонія. Золотарська справа у Македонії має довгу історію та набуті традиції у виготовленні ювелірних коштовностей. Найпотужніші виробники, і водночас продавці, ювелірних товарів у Республіці Македонія – це фірми «Рубін» та «Голдмак», які багато десятиліть працюють на ринку. «Рубін» спеціалізується на випуску ювелірних прикрас, в той час як «Голдмак», крім золотих і срібних прикрас, виробляє різні монети, а також ювелірні вироби на замовлення. Особливим попитом користуються золоті і срібні монети з зображенням Олександра Македонського, Кирила і Мефодія. Обидві фірми мають лабораторії та окремі служби, які забезпечують контроль якості сировини та готової продукції. Фірми слідкують за світовими тенденціями в ювелірній галузі та втілюють їх у свою роботу. «Голдмак» експортує частину продукції до Італії, що свідчить про її високий рівень [5, 6].

У столиці Македонії в Скопській чаршиї (торгівельно-ремісничa частина міста) розташовано багато дрібних магазинчиків з ювелірними виробами, на які припадає значна частка продажу. Золотарський бізнес є сімейною справою, коли набуті традиції у виготовленні ювелірних прикрас передаються із покоління в покоління. Цей бізнес потребує значних затрат у зв'язку з високою вартістю сировини та придбання спеціалізованого обладнання.

Основними проблемами, з якими стикаються ювелірні виробники у Македонії, є малий ринок збуту, висока надбавка на золото за його обробку та нелояльна конкуренція, коли продавці ювелірних виробів реєструються виготовлювачами, хоча по суті такими не являються. Крім того, загальна економічна криза призводить до зменшення обсягів продажу ювелірних виробів.

У Македонії виробляють концентрат із золота, міді та срібла на мідному руднику «Бучим» у місті Радовиш. Цей концентрат далі дорабляють у Сербії в «Majdanpek». Загалом, у Македонії щорічно виробляють 400 кг золота [7].

Золото для виробництва ювелірних товарів великі фірми купують в національному банку, у підприємства «Бучим» або у країн-сусідів: Сербії та Греції. Крім цього, найпоширеніший спосіб закупівлі сировини, особливо у дрібних торговців, – придбання старих ювелірних виробів у населення, які далі переробляють.

Найбільший відсоток продажу ювелірних прикрас мають обручки. У Македонії існує традиція обдаровування нареченої золотими прикрасами, особливо ця традиція поширена серед мусульманського населення.

У Македонії виготовляють вироби із жовтого золота, на відміну від України, де переважають золоті вироби із червонуватим відтінком. Популярним є поєднання жовтого і білого золота, а також нанесення білого покриття у вигляді певного візерунку на прикраси з жовтого золота.

Найбільш розповсюдженою є 585 проба. У Македонії немає обов'язкового державного клеймування виробів із дорогоцінних металів. Виробники лише наносять позначення проби.

4. Емпіричні результати

У лабораторії КНТЕУ на спектрометрі енергій рентгенівського випромінювання були проведені дослідження золотих прикрас, виготовлених у Республіці Македонія (табл. 1). Було проведено від 4 до 10 вимірювань кожного виробу в різних точках залежно від складності конструкції та оздоблення.

Більшість досліджених виробів відповідають зазначеній пробі, тільки сережки дитячі та обручка містять менший відсоток золота. Було виявлено вироби, деталі яких виготовлені з золота різного хімічного складу, але відповідно до зазначеної проби.

Вміст міді в досліджених виробах від 14.95 до 32.4%, вміст срібла дуже коливається: від 0.12% (в якості домішки) до 26.97% (в якості легуючого металу). Завдяки додаванню цинку до сплавів золота червоного кольору останні набувають жовтуватого кольору. Отже, жовтий колір прикрас обумовлений наявністю цинку в їх складі до 10.34%.

Доведено наявність у більшості виробів домішок нікелю до 0.97%. Вміст нікелю – найбільш поширена причина контактної алергії. Прояви алергічних явищ до нікелю спостерігаються у 10-20% жіночого населення. Подразнення викликається

Таблиця 1

Хімічний склад ювелірних виробів з жовтого золота, виготовлених у Республіці Македонія

Вид виробу	Проба	Вміст хімічних елементів, %					
		Au	Cu	Ag	Zn	Ni	Інші домішки
Браслет	585	59.02-59.11	26.93-29.72	2.77-7.7	4.88-8.16	0-0.97	Fe 0-0.24 In 0-0.5
Ланцюжок	585	58.26-58.9	20.44-26.33	6.24-14.59	4.65-8.62	0-0.97	In 0-0.49
Обручка	не зазначена	56.88-57.34	20.44-20.61	19.61-20.56	1.6-1.77	0.48-0.63	-
Сережки з камінням	585	58.61-58.76	23.14-23.56	9.21-9.68	8.15-8.31	0-0.49	-
Сережки	585	58.91-59.2	30.3-30.58	0.12-0.13	10.18-10.34	-	Sn 0.18-0.23
Браслет дитячий «Marija»	585	59.21-59.68	26.52-31.3	3.24-7.38	2.02-10.09	-	Fe 0-0.12 Co 0-0.12
Браслет дитячий	585	58.09-59.61	14.95-32.4	3.71-26.97	0-8.6	0-0.51	Cd 0-0.28
Сережки дитячі	585	57.68-58.05	25.56-26.11	8.74-9.09	7.07-7.47	0-0.07	-
Сережки дитячі з білим та рожевим камінням	585	58.99-59.76	27.15-27.86	5.78-6.65	6.06-7.07	0-0.34	-

Джерело: розроблено автором

поглинанням шкірою іонів нікелю, що виділяються з матеріалів, які містять нікель і перебувають у безпосередньому контакті зі шкірою. Європейське співтовариство розробляє загальне законодавство щодо проблеми дорогоцінних сплавів із вмістом нікелю. У деяких європейських країнах введено обмеження щодо використання нікелю в ювелірних виробах [8]. Особливо небезпечним є наявність домішок нікелю у виробах, призначених для дітей, внаслідок більшої схильності до алергії останніх.

Також було виявлено в окремих виробах домішки заліза, індію, олова, кадмію і кобальту. Домішки заліза значно погіршують обробку металу різанням та при завершальних операціях. Домішки олова погіршують якість поверхні металу. Кадмій – це також шкідлива домішка, яка може становити загрозу здоров'ю людини.

Більшість досліджених ювелірних виробів мали окремі деталі з білого золота або покриття білого кольору у вигляді певного візерунку. Отже окремо були проведені дослідження хімічного складу таких деталей (табл. 2).

5. Висновки

Встановлено відповідність більшості досліджених ювелірних виробів зазначеній пробі. Проаналізовано вміст хімічних елементів в ювелірних виробах з жовтого і білого золота. Виявлено вміст нікелю до 0.97% у більшості досліджених виробів. Крім нікелю, було виявлено такі домішки: залізо, індій, олово, кадмій і кобальт. Дослідження деталей ювелірних прикрас з білого золота показали, що вони виготовлені з нікелевого білого золота з родієвим покриттям. Встановлено, що родієве покриття також наноситься на ювелірні прикраси з жовтого золота з декоративною метою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Назимок М. М. Пробірний контроль. Експертна оцінка ювелірних виробів з дорогоцінних металів: навч. посібник / М. М. Назимок, Т. М. Артюх, О. К. Шликов. – К.: Воля, 2008. – 208 с.

Таблиця 2

Хімічний склад деталей з білого золота

Вид виробу	Вміст хімічних елементів, %						
	Au	Cu	Ag	Zn	Ni	Rh	Інші домішки
Браслет	58.36	26.34	6.82	7.39	0.32	0.45	In 0.33
Ланцюжок	58.49-58.62	25.3-25.56	6.55-6.79	8.58-8.63	0.17-0.76	0.1-0.26	In 0-0.16
Обручка	57.26-57.74	23.87-24.66	6.8-8.01	4.89-5.47	4.85-5.43	0.44-0.65	-
Сережки з камінням	58.54-59.05	24.2-25.24	4.67-4.84	8.4-8.93	1.87-1.98	0.66-1.17	Cd 0-0.45
Сережки	58.52-58.71	29.68-29.78	0.08-0.1	10.27-10.48	-	1.02-1.15	Sn 0.11

Джерело: розроблено автором

Більшість деталей з білого золота відповідають 585 пробі, за винятком деталей обручки і браслету. Вміст міді в межах від 23.87% до 29.78%. Вміст срібла коливається від 0.08% до 8.01%. Вміст цинку 4.89 – 10.48%. Дослідження вмісту нікелю показало, що в деталях з білого золота він присутній в якості легуючого компоненту (1.87-5.43%), а в ювелірних виробах з білим покриттям – в якості домішки.

Проведені дослідження показали наявність родію у хімічному складі білого золота (до 1.17%), на відміну від деталей з жовтого золота. Родій – благородний метал платинової групи, має високу відбивну здатність і застосовується в ювелірній справі як декоративне захисне покриття ювелірних виробів [8]. Нанесення родієвого покриття зменшує знос і збільшує твердість виробу, захищає від подряпин та надає яскравого холодного білого блиску. Також у деяких деталей виявлено домішки індію, олова, кадмію.

Таким чином, у Македонії використовується біле золото з вмістом нікелю, на яке наноситься родієве покриття. Також дуже часто родієве покриття наноситься на ювелірні прикраси з жовтого золота у вигляді певного візерунку, оскільки білий колір візерунку прикрашає ювелірний виріб.

2. Щомісячні обсяги експорту-імпорту товарів за країнами світу / Державна служба статистики України. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua

3. Назимок М. М. Золотарство в Україні. / Назимок М. М. – К.: Воля, 2003. – 256 с.

4. Рентгенофлуоресцентный анализ / [В. П. Афонин, Н. И. Комяк, В. П. Николаев, Р. И. Плотников ; под ред. Н.Ф. Лосева]. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. – 173 с.

5. Димитров П. Златарскиот бизнес во Македония / П. Димитров // Капитал – №158. – Режим доступу: http://www.kapital.com.mk

6. Goldmak Radovis. – Режим доступу: http://www.goldmak.mk

7. Колку е годишното производство на злато во Македонија? – Режим доступу: http://www.tocka.com.mk/1/95022/kolku-e-godisnoto-proizvodstvo-na-zlato-vo-makedonija

8. Ювелірні товари та побутові годинники: навч. посібник / [Т. М. Артюх, Л. В. Черняк, О. І. Сім'ячко, І. В. Григоренко]. – К.: КНТЕУ, 2010. – 292 с.