

УДК 671.12:614.8.86

Артюх Т.М., Григоренко І.В.

ОЦІНКА БЕЗПЕЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ЮВЕЛІРНИХ ВИРОБІВ

В статті представлені основні проблеми пов'язані з безпекою використання та надійності ювелірних виробів, що виробляються українськими та іноземними виробниками.

Ключові слова: ювелірні вироби, безпека, надійність, важкі метали, ювелірний сплав, дефект, прихований дефект.

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Без перебільшень можна сказати, що в усі часи ювелірне виробництво було і залишається тією унікальною сферою, в якій мистецтво невід'ємно поєднуються із технологією. Ювелірна галузь України підійшла до тієї стадії свого розвитку, коли ювелірне підприємство аби досягти успіху на ринку повинно приділяти увагу не тільки дизайну, а технологічним процесам, для виготовлення конкурентоздатних ювелірних виробів.

У світлі нових процесів та тенденцій, однією з найбільш актуальних проблем ювелірної галузі є передусім проблеми пов'язані з їх якістю, зокрема безпекою та надійністю. Це обумовлено насиченням ринку ювелірними виробами низької якості, в процесі експлуатації яких проявляються значні механічні пошкодження, різноманітні зміни кольору поверхні, потм'яніння та численні алергічні реакції у споживачів. Це пов'язано з різними факторами. Передусім, мова йдеться про використання імпорتنих лігатур для виготовлення виробів і припоїв, які не пройшли оцінку на відповідність встановленим вимогам щодо механічної та хімічної стійкості, а також про порушення технології.

На жаль переважна більшість виробників вважають, що склад дорогоцінного сплаву, характеризує, передусім, стабільність технологічного процесу, а не споживні властивості готових виробів. Проте безпека та надійність ювелірних товарів повною мірою визначається складом дорогоцінного сплаву та дотриманням технологічного процесу.

Таким чином, метою нашого дослідження є вивчення впливу на надійність та безпечність ювелірних виробів дефектів та недоліків, що виникають під час експлуатації ювелірних виробів, їх аналіз та встановлення причинно-наслідкового зв'язку.

Якщо до розв'язання питань виробництва і оцінювання якості ювелірних виробів в Україні лише підійшли, то міжнародне співтовариство вже давно проявляє значну зацікавленість до проблем їх безпеки та надійності. Про це свідчать дослідження таких вчених як Richard V. Carrano, Mark B. Mann, Christopher W. Corti, David Federman та

інші. Завдяки їхнім зусиллям безпека ювелірних виробів сьогодні, як і інших товарів є головною вимогою світової спільноти та гарантується стандартами ASTM та ISO.

Richard V. Carrano займається проблемами якості та безпечності золотих та срібних ювелірних сплавів. Зокрема щодо золотовмісних сплавів, то мова йде про взаємозв'язок кольору сплаву та безпечності елементів, що його формують.

На відміну від золотовмісних сплавів, що містять значний відсоток легуючих речовин, срібні не містять такої значної кількості окислювачів. Як результат на срібних ювелірних виробках з'являється підвищена газова пористість, мідно оксидні включення та інші дефекти. Метою досліджень Richarda V. Carrano є розробка оптимальних рекомендацій щодо запобігання появи дефектів, що характерні для срібних сплавів.

Christopher W. Corti піднімає питання якості ювелірних виробів з точки зору технологічного процесу. Ним проведено огляд та аналіз стану ювелірної промисловості після 2000 року. Саме завдяки його роботам в США досягнуто успіхів в розробці стандартів та гарантій якості при використанні білих золотовмісних сплавів. Разом із Peter Raw³ ним були проведені дослідження утворення тріщин у золотовмісних сплавах під час лиття.

Mark B. Mann є представником світової наукової думки, які досліджують проблеми використання та обробки платини та металів платинової групи. Останні опубліковані ним статті, що розкривають технологічні та економічні особливості виробництва ювелірних виробів з паладію.

David Federman також досліджує проблеми безпечності сплавів білого золота на основі нікелю та їх негативний вплив на організм людини.

Ці наукові дослідження вказують на те, що важкі метали, потрапляючи до організму людини накопичуються і поступово його руйнують. Найбільш негативний вплив мають легуючі компоненти дорогоцінних сплавів, зокрема кадмій, цинк, індій, нікель та ін.

Виклад основного матеріалу досліджень. Європейське співтовариство працює у напрямі розробки загального законодавства по обмеженню використання в дорогоцінних сплавах нікелю. Деякі європейські країни ввели власні обмеження щодо використання нікелю у ювелірних виробках. Наприклад, Великобританія забороняє виробництво та продаж ювелірних виробів із сплавів з вмістом нікелю ($\geq 0,01\%$) для стрижнів сережок, а також для інших виробів, що контактують із шкірою. Швеція, Німеччина ввели жорсткі обмеження щодо вмісту нікелю у ювелірних сплавах з середини 90-х років минулого століття. З 1993 року встановлено обов'язкові попереджувальні записи на етикетках для деталей, що входять в контакт зі шкірою

В США поки, що не розроблені стандарти, що обмежують вміст нікелю у ювелірних виробках. Проте в маркувальному ярлику обов'язково зазначається інформація стосовно наслідків негативного впливу на організм людини сплавів з вмістом нікелю.

За часів Радянського Союзу на ювелірних підприємствах більш як 90% ювелірних виробів із золота вироблялись на основі сплаву ЗлСрМ 583-80 за ГОСТ 6835, в менших об'ємах використовувались сплави ЗлСрМ 750-180, ЗлМНЦ 750 та ін. Срібні ювелірні вироби випускались із сплавів системи Ag-Cu в основному 925, 875 та 500 проб. Такі сплави насправді володіли невисокими технологічними та естетичними характеристиками, а відповідальність за їхню якість несли великі металургійні підприємства, які виготовляли як дорогоцінні сплави так і напівфабрикати з них.

З появою на українських підприємствах мобільного, малогабаритного закордонного обладнання, ювеліри почали використовувати іноземні сплави та лігатури, які пропонували фірми-виробники металургійного обладнання. Тому, на українському ринку ювелірні вироби виготовлені із різноманітної кількості сплавів з дорогоцінних металів, вміст та проба яких регламентуються міждержавним стандартом ГОСТ 30649-99 та ТУ У 27.4-00201514-010-2005.

Міждержавним ГОСТом 30649-99 регламентовано 40 дорогоцінних сплавів (марки), які застосовуються для виготовлення ювелірних виробів, склад яких відпрацьовувався роками і до того ж він гармонізований з МС ІСО "Ювелірні вироби. Проби благородних металів в сплавах". Ще 20 сплавів рекомендовано технічними умовами. [1, 2]

Аналіз вмісту ювелірних сплавів свідчить, що на Українському ринку 20% сплавів з дорогоцінних металів не стандартизовані, і питання їхньої якості викликають сумніви.

Дорогоцінні камені також можуть бути небезпечними для здоров'я людини у випадках, їх штучного синтезу, зміни кольору шляхом радіаційного опромінення. Варто зазначити, що жоден із основоположних документів з контролю якості ювелірних виробів не передбачає перевірку виробів на токсикологічну безпеку та походження. На сьогоднішній день невелика кількість підприємств-виробників (серед них ВАТ «Київський ювелірний завод») з власної ініціативи наносять подібне маркування.

Не менш загрозливе становище навколо проблем надійності ювелірних сплавів із дорогоцінних металів. Надійність ювелірного виробу, як і безпечність також обумовлюється оптимальним поєднанням легуючих компонентів для забезпечення певної міцності, твердості, пластичності тощо. Такі показники якості як досконалість та вид заключної та декоративної обробки, проба, вміст легуючих компонентів та домішок обумовлюють твердість, міцність, потьмяніння та ін., формують надійність

виробу під час експлуатації і гарантуються чинною документацією на ювелірні сплави та вироби.

Для того, щоб оцінити дефекти експлуатації необхідно виявити причини їхньої появи. Тільки таким чином можливо надати мотивовані висновки експертів стосовно захисту прав споживачів.

Нами було проаналізовано достатню кількість значних та незначних дефектів ювелірних виробів, бувших в експлуатації, і надано певну оцінку з метою подальшої класифікації.

Встановлено, що такі дефекти лиття, як підвищена товщина та нерівність поверхні виробу викликано засміченістю воску пилюкою або сторонніми включеннями, які не дають металу повністю заповнити пустоти. Це виробничий дефект, який не можна виправити ремонтом.

Утворення скошених вуглів, пузирів, отворів в металі, шерохуватості поверхні пов'язане з неповним згоранням воску через низьку температуру печі, недостатньої тривалості операції або переповненості печі, що залишає вуглецевий осад. У такому вигляді невипалений віск закриває частину поверхні формувальної маси, а потім утворює поверхневий шар металу. В залежності від складу осаду, ступеню згорання воску або вуглецю такий шар буде мати вигляд чорної плівки або точки, апельсинової шкірки тощо. Крім того, осад при контакті з розплавом металу виділяє газ, який призводить до неповного заповнення форми.

Чорні плями на виробах можуть бути не тільки вуглецевим осадом, а й окисом металу, через високу температуру самого металу, що відливається. Шерохуватість виникає при литті за умов високої температури та перегріванні форми. В результаті виріб матиме темний колір поверхні, інтенсивніший в місцях з більшим вмістом металу, оскільки, в таких місцях температура підтримується найдовше.

Напливи та нерівномірність металу найчастіше проявляються у верхній частині конструкції, наповненої металом. Дефекти можуть утворюватись під поштовхом розплавленого та перегрітого металу або вже бути присутніми у формі. Розриви утворюються там, де товщина форми занадто мала і моделі знаходяться близько одна від одної. Дефекту запобігає таке розміщення об'єктів, що дозволяє уникнути нерівномірного розподілення металу, наприклад, у вигляді спіралі. Металічні напливи можуть також утворюватись через руйнування форми, викликане високою різницею температур розплавленого металу та самої форми.

Якщо розриви присутні уже у формі, вони можуть утворюватись за рахунок невірною відпалу. При відпалі різкий нагрів води призводить до утворення пари, яка діє на поверхню форми та призводить до розривів. Додатковий, занадто ранній та швидкий нагрів, впливає на сусідні зони форми та викликає розтріскування.

Пористість утворюється шляхом потрапляння в металічну масу газових та сторонніх включень. Будь-яке удосконалення процесу лиття не

запобігає появі дрібної, невидимої неозброєним оком мікропористості, оскільки вона пов'язана з внутрішньою будовою сплаву. А причин появи макропористості, пов'язаних з процесом лиття, може бути багато: погане розміщення воскових моделей та каналів; невірне регулювання температури та процесу нагрівання; захоплення металом повітря, що знаходиться у каналах; недостатня кількість бури або борної кислоти. Запобігти утворенню макропористості може збільшення швидкості лиття, у цьому випадку репродукція буде більш повною та щільною.

Крім того, на поверхні виробів можуть зустрічатись краплі або металічні кульки, які відповідають пустотам форми та викликані лишком металу виготовленої моделі. Дані пустоти можуть бути утворюватись в результаті занадто тривалого виділення формувальною масою кульок газу, що поступово виходять на поверхню.

При перегріванні формувальної маси можна відчутти запах сірки. Якщо в результаті цього форма не зруйнувалась, то таке перегрівання викликає зменшення розмірів виробів.

Мікроаналіз поверхні шліфів ювелірних виробів сплаву ЗлСрЦГМ 585-50-1,5-1,0 в не травленому стані, відлитої методом вакуумного лиття при різних температурних режимах дозволив встановити причини утворення пористості (рис. 1.1, рис. 1.2.).

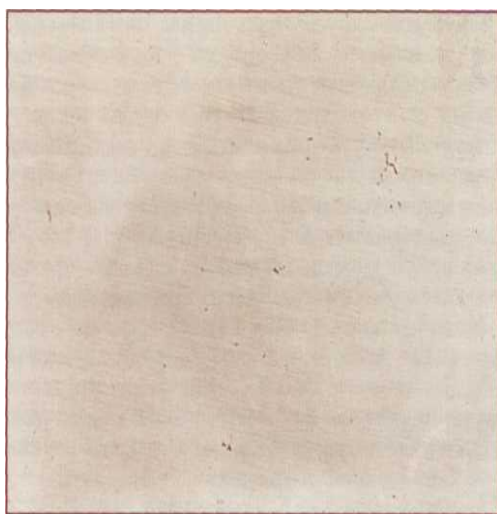


Рис. 1.1. Оптимальний температурний режим лиття.



Рис.1.2. Невірна температура розплаву та опойки.

Такий дефект виникає також через високу усадкову пористість при невірній побудові литейної системи. [3]

На основі вище викладеного можна зробити наступні висновки:

- враховуючи ж безпечність ювелірних виробів, до складу сплавів доцільно вводити лише такі компоненти, що з успіхом можуть замінити нікель, індій та цинк, не погіршуючи їх пластичність та міцність. До них можна віднести Li, Ru, В, Ве, Pt, Pd, Со, Мq, Мп та ін.; наукові

дослідження впливу цих компонентів на технологічні властивості сплаву підтверджують можливість їхнього використання у ювелірному виробництві;

- до суттєвих недоліків ювелірних виробів відносяться дефекти сплаву,

припою, оздоблення, клеймування виробу, вставки, закріпки, тощо, які можна поділити на три наступні групи: видимі виробничі дефекти, які були на момент продажу; приховані виробничі дефекти, що проявилися під час експлуатації та експлуатаційні дефекти;

- всьому вищезазначеному можна запобігти шляхом оптимізації процесу виробництва, якщо на підприємстві наявний металографічний мікроскоп і висококваліфікований персонал, який вміє оцінювати якість металу та володіє знаннями і навичками стосовно процесу плавки, лиття, монтування операцій, обробки, тощо.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є комплексне оцінювання показників безпеки та надійності ювелірних сплавів, яке дасть можливість об'єктивно визначити якість того чи іншого ювелірного виробу.

Список літератури

1. ГОСТ 30649-99 Сплавы на основе благородных металлов ювелирные. Марки. – К.: Гостстандарт Украины, 2002 .
2. ТУ У 27.4-00201514-010-2005 Сплавы на основе драгоценных металлов ювелирные. Технические условия .
3. Беленький А., Фомин Г. Новые сплавы золота и серебра в отечественной ювелирной промышленности. Аналитический обзор // Вісник ювеліра України. – 2008. - №1. – С.20-25.
4. David Federman. Can new alloys that don't need rhodium plating solve the problems with white gold? //www.modernjeweler.com/publication
5. Кристофер В. Корти. Сплавы белого золота: наиболее актуальные технические проблемы, требующие решения специалистов отрасли //Ювелірний бізнес.- 2004 – октябрь – С. 49-54.
5. Mark B. Mann .950 Palladium: Laser Welding Tips and Techniques // /www.ganoksin.com/borisat/nenam/palladium-welding.htm
6. Peter Raw and Christopher W. Corti. Minimizing cracks during jewelry manufacturing and beyond //www.ganoksin.com/borisat/nenam/ajm-road.
7. Richard V. Carrano. Improving Your Silver Casting. // www.hooverandstrong.com