

อิทธิพลส่วนผสมโลหะทองขาว 6k ที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพสำหรับกระบวนการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับ Influence of Composition of White Gold Alloy 6k Element onto Physical Properties for Jewelry Setting Manufacturing

อาวุธ ฉายศิริ¹ และ ชีระวัฒน์ แม้นด้วง²

^{1,2}สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องประดับ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: auutxime@uotlook.co.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาพัฒนาส่วนผสมโลหะทองขาว 6k สำหรับการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับ โดยการศึกษาอิทธิพลส่วนผสมโลหะทองขาว 6k ที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพสำหรับกระบวนการหล่อตัวเรือนเครื่องประดับ ของโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

ผลการทดลอง พบว่าจากการทดสอบและวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่ทำการผสมจริงด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุ XRF (X-ray Fluorescence Spectrometers) พบว่าส่วนผสมทางเคมีของโลหะทองขาว 6k มีปริมาณที่แตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณก่อนและหลังกระบวนการหลอม ผลจากการทดสอบอัตราส่วนผสมที่มีค่าระดับสีของโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสม 25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd มีค่าระดับสีที่ดีที่สุด คือ มีค่าความสว่าง $L^* = 82.14$ มีค่า $a^* = -0.16$, $b^* = 7.71$ และมีค่า ΔE ที่มีระดับความแตกต่างของระดับสีน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 21.07 เมื่อเทียบกับอัตราส่วนผสมอื่นๆ นั้นแสดงให้เห็นว่าชิ้นงานทดสอบของโลหะทองขาว 6k มีสีค่อนข้างเขียวมากและออกมาค่อนข้างเหลืองเล็กน้อยเมื่อเทียบกับระดับเส้นสีน้ำเงินที่มีค่าเข้าใกล้กับเส้นมาตรฐาน ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่ต้องการในการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับโลหะทองขาว 6k ต่อไป

คำสำคัญ: เครื่องประดับโลหะทองขาว 6k, กระบวนการขึ้นรูป, วัสดุตัวเรือนเครื่องประดับ, ความต้านทานการหมอง

Abstract

This article is to study the Development of 6k White Gold Alloys for Jewelry Production. By Studying the Influence of 6k White Gold Alloys on Physical Properties for Jewelry Molding Process. Of 6k Gold Alloys at Various Compound Rates.

The Results of the Experiments Show that the Chemical Composition of 6k White Gold Alloys is Slightly Different when Compared with the XRF (X-ray Fluorescence Spectrometers). Compare

the pre and Post-Melting Quantities. The Result of the Compounding Test with the Color Level of 6k White Gold at the Compound Rate 25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd The Lowest Color Level was $L^* = 82.14$, $a^* = -0.16$, $b^* = 7.71$, and the Lowest Color Difference was 21.07. With other Ingredients It Show that the Test Specimen of 6k White Gold has a Rather Greenish Color and is Slightly Yellowish Compared to the Blue Line that Approaches the Standard line. These Properties are the Physical Properties Required to Produce a 6k White Gold Jewelry Body.

Keywords: 6k White Gold Jewelry, Forming Process, Jewelry Housing Material, Tarnish Resistance

1. บทนำ

จากวิกฤติเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลา 2-3 ปีที่ผ่านมาและต่อเนื่องจนถึงทุกวันนี้ และราคาของโลหะมีค่าต่างๆ ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องได้ส่งผลให้พฤติกรรมผู้บริโภคสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจสินค้าเครื่องประดับที่มีราคาถูกลง แต่ยังคงต้องการเครื่องประดับที่ผลิตจากโลหะมีค่าต่างๆ เช่นเดิม โดยมีการผลิตส่วนผสมของโลหะมีค่าลง และนอกจากนี้กลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่มหันมาให้ความสนใจเครื่องประดับที่ผลิตจากสแตนเลส และทองเหลืองมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ผลิตมีความต้องการพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตและวัสดุที่ใช้ในการผลิตเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับของผู้บริโภค

จากปัญหาของภาคอุตสาหกรรมการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับดังที่ได้กล่าวข้างต้น การศึกษาวิจัยของบทความวิจัยนี้จะทำการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาส่วนผสมโลหะทองขาว 6k สำหรับการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับ โดยทำการศึกษาวิเคราะห์ห้อทธิพลของธาตุเงินทองแดง สังกะสี และพลาเดียม ที่มีผลต่อโครงสร้างจุลภาคความแตกต่างของค่าระดับสีพฤติกรรมความต้านทานการหมองสำหรับการหล่อขึ้นรูปตัวเรือนเครื่องประดับโลหะทองขาว 6k เพื่อสร้างองค์ความรู้

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3
Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการอุตสาหกรรมสาขา และนอกจากนี้การดำเนินการของบทความวิจัยนี้ยังมีประโยชน์สำหรับการพัฒนาการเรียนการสอนในรูปแบบของการบูรณาการเรียนการสอนร่วมกับการวิจัยในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ โลหะวิทยาโลหะมีค่า งานหล่อขึ้นรูปและกระบวนการผลิตเครื่องประดับที่ทางมหาวิทยาลัยได้มีการจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องประดับให้สามารถพัฒนาไปสู่ความเป็นศูนย์วิจัยที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีวัสดุและการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับ เพื่อเป็นศูนย์กลางสำหรับการศึกษาวิจัยพัฒนาองค์ความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการศึกษาวิจัยทางด้านวัสดุและการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับเผยแพร่สู่ภาคการผลิต ที่สามารถรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมสาขาของประเทศ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาวิเคราะห์อิทธิพลของส่วนผสมทางเคมีที่เหมาะสมต่อทองขาว 6k
- 2.2 ศึกษาวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุเจือ ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ (ความแตกต่างของค่าระดับสี) และพฤติกรรมความต้านทานการหมองของโลหะทองขาว 6k

3. วิธีการศึกษา

- 3.1 การดำเนินการหล่อหลอมผสมโลหะเพื่อผลิตชิ้นงานทดสอบสำหรับการวิจัยนี้ ดำเนินการโดยการหลอมโลหะทองขาวที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ซึ่งทำการหลอมผสมด้วยเครื่องหลอมเทเม็ดโลหะที่ทำการหลอมโลหะผสมโลหะภายใต้สภาวะสุญญากาศและปกคลุมผิวหน้าโลหะด้วยก๊าซอาร์กอน ด้วยเครื่องหล่อ Profitcast รุ่น IC 600 ที่ใช้งานทั่วไปในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับ หลังจากทำการหลอมผสมโลหะจนส่วนผสมต่างๆ หลอมผสมเข้าด้วยกัน เพื่อทำเป็นชิ้นงานทดสอบต่อไป
- 3.2 การหล่อหลอมขึ้นรูปชิ้นทดสอบโลหะทองขาว 6k ได้ดำเนินการหล่อขึ้นรูปชิ้นทดสอบ สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ โดยตัวแบบเทียนของชิ้นทดสอบสำหรับการหล่อขึ้นรูปได้จากการฉีดเทียนเข้าไปในโพรงแบบซิลิโคน ชิ้นทดสอบถูกกำหนดให้มีขนาด $20 \times 20 \times 3$ mm ซึ่งตัวแบบเทียนทั้งหมดจะถูกนำไปคิดเป็นต้นเทียนสำหรับการหล่อขึ้นรูปด้วยขบวนการ Investment Casting ด้วยเครื่องหล่อสุญญากาศยี่ห้อ Profitcast รุ่น IC 600
- 3.3 การวิเคราะห์ทดสอบระดับสีโลหะทองขาว 6k เป็นการวิเคราะห์ทดสอบระดับสีของโลหะทองขาว 6k นี้ มีจุดประสงค์เพื่อต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับสีของชิ้นทดสอบโลหะทองขาว 6k เพื่อศึกษาอิทธิพลของธาตุผสมต่างๆ ดังที่ได้กล่าวข้างต้นที่มีผลต่อระดับสีของ

โลหะทองขาว 6k โดยมีเป้าหมายหลักที่ต้องให้โลหะทองขาว 6k มีค่าระดับสีใกล้เคียงกับโลหะทองขาว 6k ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องประดับมากที่สุด

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาผู้วิจัยมุ่งเน้นการศึกษาและพัฒนาวิจัยนี้ เพื่อการศึกษาพัฒนาส่วนผสมของธาตุเจือที่เหมาะสมของโลหะทองขาว 6k โดยทำการศึกษาวิเคราะห์อิทธิพลปริมาณของธาตุเจือเงิน ทองแดง พาเลเดียม และสังกะสี ที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ (ความแตกต่างของค่าระดับสี) และพฤติกรรมความต้านทานการหมองของโลหะทองขาว 6k

4.1 วิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงานทดสอบโลหะทองขาว 6k

จากผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของส่วนผสมโลหะทองขาว 6k โดยการทดสอบและวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่ทำการผสมจริงด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุ XRF (X-ray Fluorescence Spectrometers) สำหรับเปรียบเทียบและยืนยันผลการทดลองการผสมของปริมาณธาตุที่อัตราต่างๆ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1-2 และชิ้นงานทดสอบที่อัตราส่วนทั้งสี่ชนิด พบว่า โลหะผสมที่ได้ทุกสูตรที่ทำการผสมจริงมีอัตราส่วนและปริมาณแตกต่างเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRF (X-ray Fluorescence Spectrometers) ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากการสูญเสียปริมาณธาตุขณะทำการหลอมโลหะ จึงส่งผลให้ปริมาณธาตุที่ตรวจพบมีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย

ตารางที่ 1 สัดส่วนการผสม (wt%) ที่กำหนดในการทดลองของส่วนผสมโลหะทองขาว 6k

อัตราส่วนผสม	สัดส่วนการผสม (wt%) ที่กำหนดในการทดลอง				
	Au	Ag	Cu	Zn	Pd
25%Au+42%Ag+12%Cu+3%Zn+18%Pd	25	42	12	3	18
25%Au+46%Ag+8%Cu+3%Zn+18%Pd	25	46	8	3	18
25%Au+50%Ag+4%Cu+3%Zn+18%Pd	25	50	4	3	18
25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd	25	54	0	3	18

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของส่วนผสมโลหะทองขาว 6k

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

อัตราส่วนผสม	สัดส่วนการผสม (wt%) ที่กำหนดในการทดลอง				
	Au	Ag	Cu	Zn	Pd
25%Au+42%Ag+12%Cu+3%Zn+18%Pd	25.41	53.70	13.53	1.82	5.43
25%Au+46%Ag+8%Cu+3%Zn+18%Pd	25.77	59.86	8.69	-	5.68
25%Au+50%Ag+4%Cu+3%Zn+18%Pd	25.46	60.38	6.60	1.96	5.49
25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd	24.83	64.40	1.74	3.58	5.37

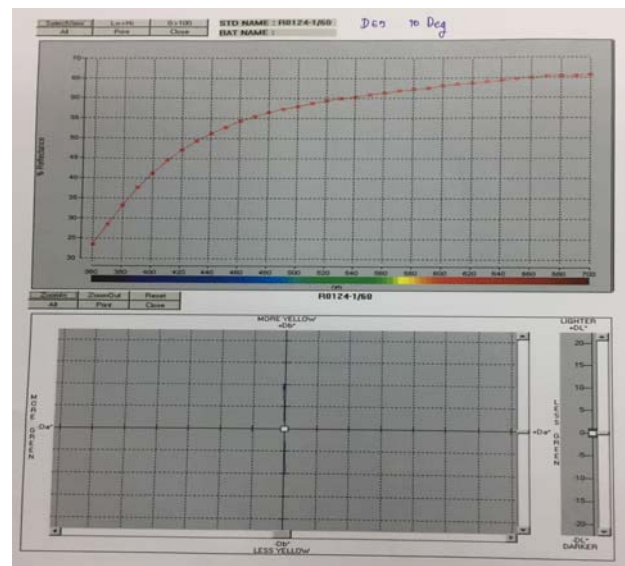
4.2 วิเคราะห์ค่าระดับสีของชิ้นงานทดสอบโลหะทองขาว 6k

หลังจากทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกลของส่วนผสมต่างๆ โลหะทองขาว 6k ที่ผลิตขึ้น ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ค่าระดับสีโดยใช้เครื่องมือสำหรับวัดค่าระดับสี จากการวิเคราะห์ค่าระดับสีโดยปริภูมิสี โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแตกต่างของ ΔL แทนระดับความสว่างของสี ($L = 0$ (สีดำ), $L = 100$ (สีขาว), Δa แทนค่าความเป็นสีแดง - เขียว ($a = 100$ (สีแดงเข้ม), $a = -100$ (สีเขียว)), Δb แทนค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงินเข้ม ($b = 100$ (สีเหลือง), $b = -100$ (สีน้ำเงินเข้ม)) แสดงพิกัดสีของชิ้นงานทดสอบโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ดังตารางที่ 3 โดยยึดปริภูมิสีระบบ CIELAB และนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทดสอบมาคำนวณหา ΔE เพื่อใช้อธิบายความแตกต่างของระดับสีตามทฤษฎีที่ใช้สำหรับการวัดค่าระดับสีความแตกต่างของสีทองคำ ดังตารางที่ 3 พิกัดระดับสีความแตกต่างของระดับสีของชิ้นงานทดสอบโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ พบว่าค่าความต่างของระดับสีที่ได้จากการวิเคราะห์ชิ้นงานทดสอบ 25%Au+42%Ag+12%Cu+3%Zn+18%Pd มีค่า L^* เท่ากับ 74.39 มีค่า a^* เท่ากับ 0.60, มีค่า b^* เท่ากับ 13.23 เมื่อเทียบกับ 25%Au+46%Ag+8%Cu+3%Zn+18%Pd พบว่ามีค่า L^* เท่ากับ 72.22, มีค่า a^* เท่ากับ 0.22 และมีค่า b^* เท่ากับ 12.36 ดังนั้น $\Delta L = 24.72$, $\Delta a = 0.61$ และ $\Delta b = 5.15$ และเมื่อเทียบ ΔL , Δa และ Δb ของพิกัดระดับสีโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วน 25%Au+50%Ag+4%Cu+3%Zn+18%Pd มีค่า $\Delta L = 22.15$, $\Delta a = 2.09$ และ $\Delta b = 3.48$ และที่อัตราส่วนส่วนผสม 25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd มีค่า $\Delta L = 15.39$, $\Delta a = 1.06$ และ $\Delta b = 5.49$ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มค่าความสว่างของโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสมของธาตุเงิน (Ag) ในปริมาณการเจือที่เพิ่มมากขึ้นมีผลต่อความสว่างของชิ้นงานทดสอบโลหะทองขาว 6k ดังนั้นที่อัตราส่วนผสม 25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd มีค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุด เท่ากับ 82.14 ส่วนค่า ΔE ที่มีระดับความแตกต่างของระดับสีน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 21.07

ตารางที่ 3 พิกัดสีของชิ้นงานทดสอบโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

ชิ้นทดสอบ\ ค่าปริภูมิสี CIELAB	Color Coordinates						
	L^*	a^*	b^*	ΔL	Δa	Δb	ΔE
25%Au+42%Ag+12%Cu+3%Zn+18%Pd	74.39	0.60	13.23	26.32	0.42	6.67	30.23
25%Au+46%Ag+8%Cu+3%Zn+18%Pd	72.22	0.22	12.36	24.72	0.61	5.15	25.81
25%Au+50%Ag+4%Cu+3%Zn+18%Pd	72.86	0.26	11.91	22.15	2.09	3.48	23.00
25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd	82.14	-0.16	7.71	15.39	1.06	5.49	21.07

จากตารางที่ 3 ค่าพิกัดสีของชิ้นงานทดสอบโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ โดยยึดตามปริภูมิระบบ CIELAB ที่สามารถบ่งบอกตำแหน่งของเฉดสีที่ได้จากการวัดค่าระดับสีเมื่อเทียบกับกราฟระดับสีของชิ้นงานทดสอบ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟค่าระดับสีของชิ้นงานทดสอบ

จากรูปกราฟค่าระดับสีของชิ้นงานทดสอบ 25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd จากการวิเคราะห์ด้วยการวัดระดับสีความปริภูมิระบบ $L^*a^*b^*$ พบว่ามีค่า $a^* = -0.16$ และ $b^* = 7.71$ ชิ้นงานมีค่าระดับสีเขียวและสีเหลือง และมีค่าความสว่าง L^* ก่อนที่สังเกตเห็นได้จากกราฟเส้นสีเขียวและแถบเฉดสีที่ได้จากการวิเคราะห์กายภาพ โดยรวมของระดับสีของโลหะทองขาว 6k 25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd จากการวิเคราะห์ค่าระดับสีของชิ้นงานทดสอบโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ พบว่าแนวโน้มมีค่าระดับสีที่น้อยไปหามากหรือเข้าใกล้ค่าระดับสีโดยรวม ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณธาตุแต่ละชนิดที่ผสมเข้าไปมีอิทธิพลต่อค่าระดับสีตามปริภูมิสีที่สามารถวิเคราะห์ได้ และให้ค่าระดับสีต่างๆ มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นงานทดสอบ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3
Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

โลหะทองขาว 6k ได้รับอิทธิพลจากปริมาณธาตุที่ผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อระดับสีที่ได้มีความคล้ายและแตกต่างกัน

5. สรุป

จากการศึกษาสูตรการผสมโลหะทองขาว 6k ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุเจือ ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ (ความแตกต่างของค่าระดับสี) และพฤติกรรมความต้านทานการหมองของโลหะทองขาว 6k สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 จากการทดสอบและวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่ทำการผสมจริงด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุ XRF (X-ray Fluorescence Spectrometers) พบว่าส่วนผสมทางเคมีของโลหะทองขาว 6k มีปริมาณที่แตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณก่อนและหลังกระบวนการหลอม

5.2 อัตราส่วนผสมที่มีค่าระดับสีของโลหะทองขาว 6k ที่อัตราส่วนผสม 25%Au+54%Ag+0%Cu+3%Zn+18%Pd มีค่าระดับสีที่ดีที่สุด คือ มีค่าความสว่าง $L^* = 82.14$ มีค่า $a^* = -0.16$, $b^* = 7.71$ และมีค่า ΔE ที่มีระดับความแตกต่างของระดับสีน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 21.07 เมื่อเทียบกับอัตราส่วนผสมอื่นๆ นั้นแสดงให้เห็นว่าชิ้นงานทดสอบของโลหะทองขาว 6k มีสีค่อนข้างเขียวมากและออกมาก่อนข้างเหลืองเล็กน้อยเมื่อเทียบกับระดับเส้นสีนำเงินที่มีค่าเข้าใกล้กับเส้นมาตรฐาน ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่ต้องการในการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับโลหะทองขาว 6k ต่อไป

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรทำการศึกษาระบบทองคำเจืออื่นๆ ที่ทำหน้าที่เป็นส่วนผสมรองอีกหลายชนิดที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ โครงสร้างทางจุลภาค และระดับสีของทองคำระดับผสมอัลลอยของโลหะทองขาว 6k ในโครงการนี้เป็นเพียงตัวอย่างอัลลอยในระบบทองคำ-ทองคำและเงินมาตรฐาน และยังไม่ได้ทำการศึกษาในระบบทองคำเจือระบบอื่นๆ หรือส่วนผสมรองจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ควรจะมีการศึกษาวิจัยอิทธิพลของโลหะผสมรองชนิดต่างๆ ที่สามารถเข้าไปในโลหะทอง นอกเหนือจากระบบทองคำเจือระบบทองคำ-ทองแดง-เงินและสังกะสี

6.2 อัตราส่วนผสมที่ใช้อาจมีการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยไปจากค่าที่กำหนดแต่ไม่มีผลที่จะทำให้ค่าระดับสีเปลี่ยนแปลงไปมากนัก เพราะอัตราส่วนผสมของโลหะที่นำมาผสมนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการควบคุมคุณสมบัติเชิงกล

6.3 ปริมาณของธาตุเจือพาลเลเดียม น่าจะมีผลต่อพฤติกรรมความต้านทานการหมองของโลหะทองขาว 6k เพราะคุณสมบัติของพาลเลเดียมเป็นโลหะที่มีสีขาวมีความแวววาวแบบโลหะสีผงละเอียด

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] A.S. McDonal, and G.H.Sistare. "The Metallurgy of Some Carat Gold Jewelry Alloys", Gold Bulletin Volume 11 No.3 1978, pp.66-73
- [2] ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, "การใช้งานทองและทองผสม", การสัมมนาโครงการวิจัย คุณสมบัติของโลหะมีค่าสำหรับอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ, 2541, หน้า 76 -77
- [3] อรัญ หาญสืบสาย, "การสื่อสารเรื่องสีอย่างแม่นยำ และการควบคุมสีจากการรับรู้อุปกรณ์วัดสี", Trinity Publishing Co., Ltd., Thailand



อาจารย์อานูช นახศิริ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต
เครื่องประดับ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
งานวิจัยที่สนใจ: ไทโร โบโลยี, ปรับปรุงสมบัติ
โลหะมีค่าสำหรับการผลิตเครื่องประดับ



อาจารย์ธีระวัฒน์ แม่นคัง

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต
เครื่องประดับ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
งานวิจัยที่สนใจ: การปรับปรุงสมบัติทางกล
และไทโร โบโลยี ของ UHMWPE ด้วยไมโคร-นา
โนฟิลเลอร์และเทคนิคทางกล, Precious Metal
Metallurgy, Investment Casting, Metal Thermal
Processing, Polymer Tribology