

การศึกษาพัฒนาเพิ่มมูลค่าของโลหะเงินสเตอร์ลิงผสมแพลเลเดียมเพื่อเพิ่ม  
คุณสมบัติด้านความหมองสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องประดับ

A Study and Develop Adding Value to Sterling Silver Mixed with  
Palladium by Added Anti Tarnish Protection for Jewelry Industry.

จักรกฤษณ์ ยิ้มแจ้ง<sup>1</sup> และ ประเสริฐ ชุมปัญญา<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องประดับ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: jakkrit.y@rmutp.ac.th

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: presert.c@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

จากการศึกษาพบว่าเครื่องประดับที่ไม่ต้องชุบน้ำนั้นอาจจะหมองหรือดำง่าย แต่ก็ยังเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของโลหะเงิน ที่จะทำปฏิกิริยากับอากาศได้ง่าย ผู้วิจัยมีแนวคิดนำธาตุแพลเลเดียม(Pd) มาผสม เนื่องจากแพลเลเดียมอยู่ในกลุ่มเดียวกับนิกเกิลและแพลทินัมสามารถทนทานการถูกร่อนได้ดีมาก มีสีขาวตามธรรมชาติและเมื่อนำไปขัดจะให้ผิวที่แวววาวเป็นประกาย ในอุตสาหกรรมเครื่องประดับมักจะใช้เป็นส่วนหนึ่งของส่วนผสมโลหะทอง ทำการทดลองโดยการนำโลหะเงินเจือเข้ากับแพลเลเดียมในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วนำไปทดสอบด้วยเหงื่อเทียมและคอยเก็บข้อมูลบันทึกผล โดยแบ่งเป็น 4 ช่วงเวลา ตั้งแต่ 5-20 วัน ในอุณหภูมิปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลที่ได้ที่มีส่วนผสมของ เงิน 92.5% ทองแดง 6.8% และแพลเลเดียม 0.7% มีความเงาสว่างค่าปริภูมิสี L มากกว่า 59% นับเป็นส่วนผสมที่ประมาณการได้ว่าสามารถนำไปใช้ผลิตเครื่องประดับเงินที่ลดอัตราการหมองในเครื่องประดับได้

คำสำคัญ: แพลเลเดียม, ด้านทานการหมอง, เงินสเตอร์ลิง

Abstract

The study found that jewelry that does not need to be moistened may be dull or black, but it is the basic property of silver metal. That will easily react with the air The researcher has the idea to incorporate palladium (Pd) elements because palladium is in the same group as nickel and platinum. It can withstand very good corrosion. Has a natural white color and when polished it will give the skin a sparkling shine In the jewelry industry, it is often used as part of the gold metal mixture. Experiment by using silver metal doped with palladium at the appropriate ratio and then tested with artificial And keep records of the

results Divided into 4 periods, ranging from 5-20 days in normal temperature The results showed that the results obtained with a mixture of 92.5% silver, 6.8% copper and 0.7% palladium had a brighter, more than 59% L color space. This is an estimate that can be used to produce silver jewelry at reduced rates. Dullness in jewelry.

Keywords: Palladium, Resistance to tarnishing, sterling silver,

1. บทนำ

ปัญหาการราคาของโลหะมีค่าต่างๆ ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้ส่งผลให้พฤติกรรมผู้บริโภคสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจสินค้าเครื่องประดับที่มีราคาถูก แต่ยังคงต้องการเครื่องประดับที่ผลิตจากโลหะมีค่าต่างๆ เช่นเดิม โดยมีการลดปริมาณส่วนผสมของโลหะมีค่าลง และนอกจากนี้กลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่มหันมาให้ความสนใจเครื่องประดับที่ผลิตจากสแตนเลสและทองเหลืองมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ผลิตมีความต้องการพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตและวัสดุที่ใช้ในการผลิตเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภค จากปัญหาของภาคอุตสาหกรรม การผลิตตัวเรือนเครื่องประดับดังที่ได้กล่าวข้างต้น การศึกษาวิจัยของโครงการวิจัยนี้ จะทำการศึกษาพัฒนาเพิ่มมูลค่าของโลหะเงินสเตอร์ลิงผสมแพลเลเดียมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติกันหมองสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องประดับ โดยทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของธาตุเงิน ทองแดง และเงิน ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกล โครงสร้างจุลภาคความแตกต่างของค่าระดับสี และการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหล่อขึ้นรูปโลหะเงินสเตอร์ลิงผสมแพลเลเดียมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติกันหมองเพื่อสร้างองค์ความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการอุตสาหกรรม

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4  
Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุเจือ ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกล และโครงสร้างจุลภาคของการศึกษาพัฒนาเพิ่มมูลค่าของโลหะเงินสเตอร์ลิงผสมแพลเลเดียมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติกันหมอง
2. เพื่อศึกษาวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุเจือ ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ (ความแตกต่างของค่าระดับสี) และพฤติกรรมความต้านทานการหมองโลหะเงินสเตอร์ลิงผสมแพลเลเดียม

### 2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

แพลเลเดียมโลหะซึ่งมีสีขาวเป็นประกายตามธรรมชาติและไม่หมองง่าย จึงเป็นทางเลือกที่ดีแทนกลุ่มโลหะผสมสีขาวเกรดต่ำ นอกจากนี้เนื่องจากความยืดหยุ่นและขึ้นรูปง่าย จึงเหมาะเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการฝังอัญมณี การขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร และการผลิตด้วยมือ แพลเลเดียมอยู่กลุ่มเดียวกับนิกเกิลและแพลทินัมตามกลุ่มแนวตั้งในตารางธาตุ เป็นโลหะตระกูล (Nobel Metal) ซึ่งสามารถทนทานการผุกร่อนได้ดีมาก มักมีสีขาวตามธรรมชาติและเมื่อนำไปขัดก็จะให้ผิวที่แวววาวเป็นประกาย แพลเลเดียมถือเป็นโลหะมีค่าเนื่องจากมีมูลค่าอยู่ระหว่างเงินและทอง ซึ่งกระบวนการหล่อเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากในขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาอัตราส่วนผสมของธาตุต่างๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของโลหะเงินสเตอร์ลิงผสมแพลเลเดียม ด้วยกระบวนการหล่อขึ้นรูป

การศึกษาวิจัยใน โครงการ การศึกษาพัฒนาเพิ่มมูลค่าของโลหะเงินสเตอร์ลิงผสมแพลเลเดียม เพื่อเพิ่มคุณสมบัติกันหมองสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องประดับ คณะผู้วิจัยเน้นเพื่อศึกษาอิทธิพลของธาตุผสมที่มีผลต่อคุณภาพงานหล่อตัวเรือนเครื่องประดับโลหะดังกล่าว และปรับปรุงสมบัติทางกล ความเงา และแก้ปัญหาการเกิดข้อบกพร่องต่างๆ ของชิ้นงานเครื่องประดับโลหะเงินสเตอร์ลิงผสมแพลเลเดียม จากกระบวนการหล่อขึ้นรูป โดยเฉพาะที่ปริมาณส่วนผสมของทองแดง (Cu) ที่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดคุณภาพผิวงานในลักษณะต่างๆ เอกสิทธิ์และคณะ (2546) ได้ศึกษาผลของซิลิกอนต่อสมบัติการต้านทานการหมองและสมบัติทางกลของโลหะเงินสเตอร์ลิงซึ่งผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอนจะทำให้ความต้านทานการหมองดีขึ้นและซิลิกอนยังช่วยให้ผิวงานหล่อมีผิวเงาและขาวขึ้นมากกว่าผิวของชิ้นงานที่ปราศจากซิลิกอน โดยการเพิ่มปริมาณซิลิกอนทำให้โครงสร้างจุลภาคเปลี่ยนเป็น โครงร่างตาข่ายที่เกิดจากเฟสของทองแดง-ซิลิกอนที่ขอบเกรนซึ่งจะทำให้ความเหนียวลดลงอย่างเห็นได้ชัด ปริมาณซิลิกอนที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 0.02-0.2% โดยน้ำหนัก ซึ่งมีผลทำให้ได้ความต้านทานการหมองและสมบัติทางกลที่ดี

### 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 การหลอมผสมโลหะเพื่อผลิตมาสเตอร์อัลลอย

การออกแบบการทดลอง การจัดเตรียมอุปกรณ์ การดำเนินการทดลอง เพื่อให้ตรวจสอบตามมาตรฐานของเงินที่ใช้ในการผลิตเครื่องประดับกำหนดให้มีส่วนผสมของเงินบริสุทธิ์ 9.25 % ที่เหลืออีก 7.5 % เป็นธาตุส่วนผสมอื่น ๆ ปริมาณของแพลเลเดียมไม่ต่ำกว่า 0.7 % ถึง 1.5 % และมีธาตุเจือทองแดง (Cu) และเงิน (Zn) รวมกันไม่เกิน 7.5 %

การทดลองที่ 1 .Ag92.5%+Cu6.0%+Pd1.5%

การทดลองที่ 2. Ag92.5%+Cu6.2%+Pd1.3%

การทดลองที่ 3. Ag92.5%+Cu6.4%+Pd1.1%

การทดลองที่ 4. Ag92.5%+Cu6.6%+Pd0.9%

การทดลองที่ 5. Ag92.5%+Cu6.8%+Pd0.7%

เมื่อหลอมโลหะเป็นเนื้อเดียวกันนำมาเทใส่ลงในรางเทเส้น โลหะเงิน 92.5 % เพื่อทำการนำไปทำการทดสอบต่อไป



รูปที่ 1 การหลอมโลหะเงิน+ทองแดง+ตามสัดส่วนที่กำหนดแพลเลเดียม

#### 3.2 การทดลองการต้านทานการหมอง

นำวัสดุทดลองเงินสเตอร์ลิงผสมส่วนประกอบแพลเลเดียมที่หลอมเทเป็นเส้นแล้วนำไปปรับให้เป็นแผ่นบางตัดให้มีขนาดเท่ากับสี่เหลี่ยม ขัดผิวให้เรียบเงาจะได้ชิ้นงานในการทดลองเพื่อนำไปทดสอบความต้านทานการหมอง

เตรียมสารเคมีในการทำห้องเทียบมีส่วนผสมดังนี้

โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride)	20.0	กรัมต่อลิตร
แอมโมเนียมคลอไรด์ (Ammonium Chloride)	17.5	กรัมต่อลิตร
ยูเรียหรือคาร์บาไมด์ (Urea or Carbamide)	5.0	กรัมต่อลิตร
กรดอะซิติก (Acetic Acid)	2.5	กรัมต่อลิตร
กรดแลคติก (Lactic Acid)	15.0	กรัมต่อลิตร
กรดไพรูวิก (Pyruvic Acid)	2.5	กรัมต่อลิตร
กรดบิวทีริก (Butyric Acid)	5.0	กรัมต่อลิตร

ปรับค่า pH ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ pH 4.7

วิธีทดสอบ วางชิ้นงานทดสอบในบรรยากาศที่มีห้องเทียบ โดยใช้ชิ้นทดสอบในภาชนะเปิดอุณหภูมิ ห้องปกติ 25 °C เวลา 3 วัน

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4  
 Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology



รูปที่ 2 หยอดหยื่อเทียบบนชิ้นงานทดสอบ

ในการทดสอบความหมอง โดยการทดสอบชิ้นงานทั้งหมด 4 ชุด แบ่งเป็นชุดละ 10 ชิ้น ประกอบกับทดลองผลช่วงเวลา 5 วัน และ 20 วัน ตามช่วงเวลาที่เกิดความหมองมากขึ้นตามลำดับ เป็นไปตามปัจจัยด้าน ช่วงเวลาที่เมื่อทิ้งเวลามากขึ้นความหมองก็จะมากขึ้นตามเป็นปกติ

ตารางที่ 1 ทดลองชุดช่วงเวลา(5วัน)

No.	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ระดับความหมอง			
			L	a	b	925(L)
1			80.21	-0.46	10.18	75.33
2			80.22	-0.42	10.20	75.33
3			80.20	-0.45	10.18	75.33
4			80.19	-0.43	10.19	75.33
5			80.22	-0.46	10.19	75.33
6			80.22	-0.45	10.19	75.33
7			80.21	-0.44	10.20	75.33
8			80.23	-0.44	10.22	75.33
9			80.21	-0.46	10.18	75.33
10			80.21	-0.46	10.20	75.33
ค่าเฉลี่ย			80.21	-0.46	10.18	75.33

จากการทดลองชุดช่วงเวลา(1วัน)ได้ค่าเฉลี่ยผลการดังนี้

ค่า L ความสว่าง(lightness) = 80.21

ค่าL ความสว่าง (lightness) Sliver 925 = 75.33

ตารางที่ 2 ทดลองชุดช่วงเวลา(10วัน)

No.	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ระดับความหมอง			
			L	a	b	925
1			77.77	-0.93	10.04	66.78
2			77.75	-0.96	10.05	66.78
3			77.73	-0.95	10.03	66.78
4			77.75	-0.97	10.02	66.78
5			77.76	-0.95	10.05	66.78
6			77.74	-0.96	10.02	66.78
7			77.73	-0.96	10.04	66.78
8			77.75	-0.96	10.05	66.78
9			77.74	-0.97	10.06	66.78
10			77.75	-0.96	10.04	66.78
ค่าเฉลี่ย			77.75	-0.96	10.04	66.78

จากการทดลองชุดช่วงเวลา(10วัน)ได้ค่าเฉลี่ยผลการดังนี้

ค่า L ความสว่าง(lightness) = 77.75

ค่าL ความสว่าง (lightness) Sliver 925 = 66.78

ตารางที่ 3 ทดลองชุดช่วงเวลา(15วัน)

No.	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ระดับความหมอง			
			L	a	b	925
1			76.96	-1.12	10.94	57.8
2			76.92	-1.13	10.91	57.8
3			76.94	-1.15	10.93	57.8
4			76.95	-1.11	10.93	57.8
5			76.96	-1.12	10.94	57.8
6			76.94	-1.12	10.95	57.8
7			76.93	-1.13	10.96	57.8
8			76.95	-1.15	10.92	57.8
9			76.94	-1.11	10.94	57.8
10			76.96	-1.12	10.92	57.8
ค่าเฉลี่ย			76.96	-1.12	10.94	57.8

จากการทดลองชุดช่วงเวลา(15วัน)ได้ค่าเฉลี่ยผลการดังนี้

ค่า L ความสว่าง(lightness) = 76.96

ค่าL ความสว่าง (lightness) Sliver 925 = 57.8

ตารางที่ 4 ทดลองชุดช่วงเวลา(20วัน)

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4

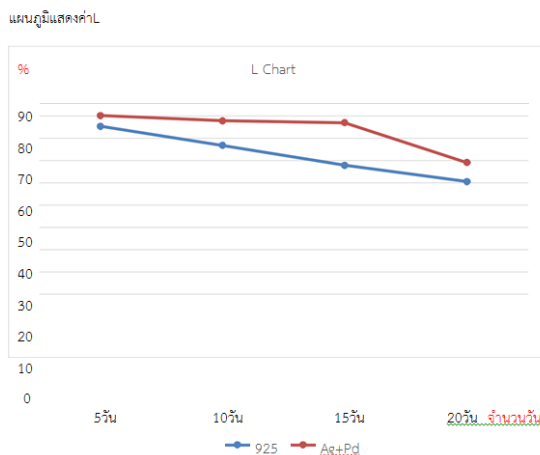
Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology

No.	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ระดับความหมอง			
			L	a	b	925
1			59.06	0.60	7.10	50.54
2			59.05	0.61	7.12	50.54
3			59.07	0.62	7.11	50.54
4			59.08	0.61	7.11	50.54
5			59.07	0.61	7.13	50.54
6			59.06	0.60	7.10	50.54
7			59.07	0.61	7.11	50.54
8			59.07	0.63	7.12	50.54
9			59.08	0.61	7.11	50.54
10			59.07	0.62	7.11	50.54
	ค่าเฉลี่ย		59.07	0.61	7.11	50.54

จากการทดลองชุดช่วงเวลาที4(20วัน)ได้ค่าเฉลี่ยผลการดังนี้

ค่า L ความสว่าง(lightness) = 59.07

ค่าL ความสว่าง (lightness) Sliver 925 = 50.54



รูปที่ 3 เปรียบเทียบชิ้นงานทดสอบความสว่าง(lightness)

### 4.ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้มุ่งที่การศึกษาคุณสมบัติของโลหะเงินเจือแพลเลเดียมที่มีองค์ประกอบเป็นเงิน(Ag) ทองแดง (Cu) แพลเลเดียม (Palladium) ภายได้ปริมาณโลหะเงินประมาณ92.5% โดยเทียบกับโลหะเงินสเตอร์ริง925ที่ใช้ทั่วไป ในอุตสาหกรรมเครื่องประดับผลจากการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยได้ใช้ส่วนผสมข้างต้นเป็นต้นแบบในการพัฒนาส่วนผสมของโลหะเงินเพื่อให้ได้คุณลักษณะของการวิเคราะห์สี(Color Analysis) ซึ่งเป็นพื้นฐานในการกำหนดความแตกต่างของสีและเป็นเครื่องมือในการทดสอบสีของโลหะเงินเจือแพลเลเดียมที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

### 5.สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์และประเมินผลการทดลองเพื่อหาความเป็นไปได้ที่อาจลดความหมองของโลหะเงิน925 โดยเจืออัตราส่วนผสมของแพลเลเดียมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับพบว่าผลจากการทดลองโลหะเงินบริสุทธิ์ที่ผสมทองแดงและแพลเลเดียมเปรียบเทียบกับโลหะเงินสเตอร์ริง925 ได้ตั้งนี้ค่าความเงาสว่างค่าปริภูมิสี L โลหะเงินเจือแพลเลเดียมมีมากกว่าค่าความเงาสว่างค่าปริภูมิสี L ของเงินสเตอร์ริง925 โดยผู้วิจัยได้แบ่งสรุปผลการวิเคราะห์ทดสอบต่างๆที่ได้ทำการศึกษาวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบโลหะ2ชนิดคือ โลหะเงิน925 และโลหะเงินเจือแพลเลเดียม(AgPd) โดยนำมาทดสอบหาค่าเฉลี่ยที่ความเข้มข้น20%และตรวจสอบด้วยเครื่องSPECTORPHOTOMETER MODEL DATACOLOR 600 TM พบว่าได้ค่าความเงาสว่างค่าปริภูมิสี L(lightness) ของAgPd คือ5วัน= 80.21, 10วัน= 77.75, 15วัน= 76.96 และ 20วัน=59.07 ซึ่งสูงกว่าค่าความเงาสว่างค่าปริภูมิสีL(lightness) ของ Ag925 คือ5วัน= 75.33, 10วัน=66.78, 15วัน= 57.8 และ 20วัน= 50.54

### 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ฉัตรชัย สมศิริ, เอกสิทธิ์ นิสารัตนพร, โครงการพัฒนาส่วนผสมและเทคนิคการผลิตโลหะที่ใช้ประกอบอัญมณี. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) 2542.
- [2] ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,การใช้งานทองและทองผสม, การสัมมนาโครงการวิจัย คุณสมบัติของโลหะมีค่าสำหรับอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ. 2541.
- [3] อริญ ชาญสืบสาย, การสื่อสารเรื่องสีอย่างแม่นยำ และการควบคุมสีจากการรับรู้ไปสู่อุปกรณ์วัดสี, Trinity Publishing Co.,Ltd., Thailand.



จักรกฤษณ์ ชุ่มแจ้ง อาจารย์ประจำสาขา  
วิศวกรรมการผลิตเครื่องประดับ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ประเสริฐ ชุ่มปัญญา อาจารย์ประจำสาขา  
วิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร