บทคัดย่อ

174975

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ต้องการทราบอัตราส่วนผสมทางเคมี สมบัติทางกล โครงสร้างจุลภาค และค่าระดับสีของทองคำกะรัต 14k และ 18k สีเหลือง ผสมอัลลอยที่นำเข้าจากต่างประเทศ และอิทธิพลของธาตุเจือและปริมาณของธาตุเจือชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อ สมบัติทางกล โครงสร้างจุลภาคและค่าระดับสีของทองคำกะรัต 14k และ 18k สีเหลือง สามารถสรุปได้ว่า อัลลอยสำหรับผสมทองคำกะรัต 14k และ 18k ประกอบด้วยทองแดง (Cu) เงิน (Ag) และสังกะสี (Zn) เป็นธาตุเจือหลัก โดยอัลลอยสำหรับผสมทองคำกะรัต 14k มีปริมาณทองแดงอยู่ในช่วงประมาณ 66-78%wt เงินอยู่ในช่วงประมาณ 3-17%wt และสังกะสีอยู่ในช่วงประมาณ 14-18.5%wt และนอกจากนี้ยังมีธาตุ ซิลิกอน โปแตสเซียม และนิกเกิลเป็นธาตุเจือรอง สำหรับในส่วนของอัลลอยสำหรับผสมทองคำกะรัต 18k มีปริมาณทองแดงอยู่ในช่วงประมาณ 44-48%wt เงินอยู่ในช่วงประมาณ 13-57%wt และสังกะสีอยู่ในช่วงประมาณ 0-10%wt และนอกจากนี้ยังมีธาตุ ซิลิกอน เหล็ก แมกนีเซียม อลูมิเนียม รูบิเดียม อินเดียม สตรอนเทียม ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และแบเรียมเป็นธาตุเจือรอง หลังจากนำอัลลอยที่กล่าวข้างต้นหลอมผสมกับทองคำบริสุทธิ์เป็นทองคำกะรัต 14k และ 18k แล้วพบว่า

สมบัติทางกลของทองคำกะรัต 14k ชิ้นทดสอบรหัส 14K-03 มีค่าความแข็งสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 129.8 HV รองมาคือชิ้นทดสอบรหัส 14K-07 มีค่าความแข็งเท่ากับ 126.2 HV และรองลงมาคือชิ้นทดสอบรหัส 14K-02 มีค่าความแข็ง 119.4 HV ตามลำดับ สำหรับชิ้นทดสอบอื่นๆ มีค่าความแข็งใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 105.8-110.9 HV สำหรับในส่วนของทองคำกะรัต 18k ชิ้นทดสอบรหัส 18K-02 มีค่าความแข็งสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 183.8 HV รองมาคือชิ้นทดสอบรหัส 18K-06 มีค่าความความแข็งเท่ากับ 182.6 HV และรองลงมาคือรหัส 18K-13 มีค่าความแข็งเท่ากับ 173.2 HV ตามลำดับ

โครงสร้างจุลภาคของทองคำกะรัต 14k ทุกรหัสมีโครงสร้างจุลภาคเป็นโครงสร้างเดนไดรท์ที่มีลักษณะเป็น Core Structure เกิดเป็น Coring ภายในเกรน ที่เกิดจากการเย็นตัวในสภาวะที่เร็วกว่าสมดุล และนอกจากนี้เม็ดเกรนที่ได้ยังมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ส่งผลให้ส่วนผสมภายในไม่สม่ำเสมอ ซึ่งลักษณะโครงสร้างจุลภาคแบบนี้มีผลทำให้สมบัติทางกลของชิ้นทดสอบไม่ดีเท่าที่ควร สำหรับในส่วนของทองคำกะรัต 18k ชิ้นทดสอบเกือบทุกรหัสมีโครงสร้างจุลภาคเป็นโครงสร้างเดนไดรท์ที่มีลักษณะเป็น Core Structure เกิดเป็น Coring ภายในเกรน ที่เกิดจากการเย็นตัวในสภาวะที่เร็วกว่าสมดุล และนอกจากนี้เม็ดเกรนที่ได้ยังมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ส่งผลให้ส่วนผสมภายในไม่สม่ำเสมอ ซึ่งลักษณะโครงสร้างจุลภาคแบบนี้มีผลทำให้สมบัติทางกลของชิ้นทดสอบไม่ดีเท่าที่ควร ยกเว้น ชิ้นทดสอบรหัส 18K-07 และชิ้นทดสอบรหัส 18K-10 ซึ่งเม็ดเกรนที่ได้มีหลายเกรนและมีลักษณะเป็นผลึกที่สมบูรณ์ภายในเกรนมีเส้นแบ่งขอบเกรนที่ชัดเจน

ค่าระดับสี ของทองคำกะรัต 14k และ 18k มีความแตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากการที่มีส่วนผสมทางเคมีที่แตกต่างกัน โดย ทองคำกะรัต 14k ชิ้นทดสอบรหัส 14K-06 ซึ่งมีค่า L = 74.200, a = 0.073, b = 16.413

เป็นชิ้นทดสอบที่คุณณรงค์ (บริษัท ภักดี แฟคตอรี่ จำกัด) มีความสนใจและต้องการที่จะผลิตใช้เองมากที่สุด สำหรับในส่วนของทองคำกะรัต 18k ชิ้นทดสอบรหัส 18K-05 ซึ่งมีค่า L = 74.733, a = 0.137, b = 19.377 เป็นชิ้นทดสอบที่คุณณรงค์ (บริษัท ภักดี แฟคตอรี่ จำกัด) มีความสนใจและต้องการที่จะผลิตใช้เองมากที่สุด และชิ้นทดสอบรหัส 18K-06 ซึ่งมีค่า L = 72.217, a = -0.033, b = 18.263 เป็นชิ้นทดสอบที่คุณหาญณรงค์ (บริษัท จีด้า แฟคตอรี่ จำกัด) มีความสนใจและต้องการที่จะผลิตใช้เองมากที่สุด

หลังจากที่ได้ทราบส่วนผสมทางเคมี สมบัติทางกล และค่าระดับสีของทองคำกะรัต 14k และ 18k ผสมอัลลอยที่นำเข้าจากต่างประเทศแล้ว คณะผู้วิจัยและผู้ประกอบการที่ร่วมให้ทุนได้มีการตกลงร่วมกันที่จะทำการผลิตอัลลอยที่มีส่วนผสมของทองแดง-เงิน-สังกะสี เพื่อทำการศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดง เงิน และสังกะสี ที่เป็นธาตุเจือหลักที่มีผลต่อสมบัติทางกล โครงสร้างจุลภาคและค่าระดับสีของทองคำกะรัต 14k และ 18k เป็นโครงการนำร่อง ก่อนที่จะทำการศึกษาอิทธิพลของธาตุอื่นๆ ที่เป็นธาตุเจือรองในโครงการต่อๆ ไป ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

สมบัติทางกลของทองคำกะรัต 14k ผสมอัลลอยที่ผลิตขึ้น พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของทองแดง (Cu') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มมีค่าลดลง ปริมาณความเข้มข้นของเงิน (Ag') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสี (Zn') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มมีค่าคงที่ สำหรับในส่วนของทองคำกะรัต 18k ผสมอัลลอยที่ผลิตขึ้น พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของทองแดง (Cu') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของเงิน (Ag') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มมีค่าลดลง ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสี (Zn') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มมีค่าคงที่

โครงสร้างจุลภาค ของทองคำกะรัต 14k และ 18k ผสมอัลลอยที่ผลิตขึ้น ชิ้นทดสอบทุกรหัสมีโครงสร้างจุลภาคเป็นโครงสร้างเดนไดรท์ที่มีลักษณะเป็น Core Structure เกิดเป็น Coring ภายในเกรนที่เกิดจากการเย็นตัวในสภาวะที่เร็วกว่าสมดุล และนอกจากนี้เม็ดเกรนที่ได้ยังมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ส่งผลให้ส่วนผสมภายในไม่สม่ำเสมอ ซึ่งลักษณะโครงสร้างจุลภาคแบบนี้มีผลทำให้สมบัติทางกลของชิ้นทดสอบไม่ดีเท่าที่ควร จากแผนภาพสมดุลเฟสทองคำ-เงิน-ทองแดง ทองคำ-เงิน-สังกะสี ทองคำ-ทองแดง-สังกะสี พบว่า สังกะสีสามารถละลายในทองคำ เงิน และทองแดงในลักษณะสารละลายของแข็ง

ค่าระดับสี ของทองคำกะรัต 14k ผสมอัลลอยที่ผลิตขึ้น พบว่า ชิ้นทดสอบรหัส 14K-4A ให้ค่าระดับสีใกล้เคียงกับทองคำกะรัตผสมอัลลอยรหัส 14K-06 ที่นำเข้าจากต่างประเทศ มากที่สุด คือ มีค่า $\Delta E = 2.198$ และจากการวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุเจือ พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของทองแดง (Cu') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า L (ค่าความสว่าง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่า a (โทนสีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าระดับสีออกไปทางสีแดงมากขึ้น สำหรับในส่วนของค่า b (โทนสีเหลือง) มีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ค่าระดับสีเหลืองลดลง ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสี (Zn') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า L (ค่าความสว่าง) มีแนวโน้ม

ลดลง ค่า a (โทนสีแดง) มีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ค่าระดับสีแดงลดลงหรือมีสีซีดมากขึ้น สำหรับในส่วนของค่า b (โทนสีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าระดับสีออกไปทางเหลืองมากขึ้น

ค่าระดับสี ของทองคำกะรัต 18k ผสมอัลลอยที่ผลิตขึ้น พบว่าชิ้นทดสอบรหัส 18K-3A ให้ค่าระดับสีใกล้เคียงกับทองคำกะรัตผสมอัลลอยรหัส 18K-05 ที่นำเข้าจากต่างประเทศ มากที่สุด และ18K-4A ให้ค่าระดับสีใกล้เคียงกับทองคำกะรัตผสมอัลลอยรหัส 18K-06 ที่นำเข้าจากต่างประเทศ มากที่สุด และจากการวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุเจือ พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของทองแดง (Cu') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า L (ค่าความสว่าง) มีแนวโน้มลดลง ค่า a (โทนสีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าระดับสีออกไปทางสีแดงมากขึ้น สำหรับในส่วนของค่า b (โทนสีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าระดับสีออกไปทางเหลืองมากขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของเงิน (Ag') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า L (ค่าความสว่าง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่า a (โทนสีแดง) มีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ค่าระดับสีแดงลดลงหรือมีสีซีดมากขึ้น สำหรับในส่วนของค่า b (โทนสีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าระดับสีออกไปทางเหลืองมากขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสี (Zn') ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า L (ค่าความสว่าง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่า a (โทนสีแดง) มีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ค่าระดับสีแดงลดลงหรือมีสีซีดมากขึ้น สำหรับในส่วนของค่า b (โทนสีเหลือง) มีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ค่าระดับสีเหลืองลดลง

Abstract

174975

The objective of this research were to investigate the chemical composition, mechanical properties, microstructure and colour space of 14k and 18k gold alloys mixed with import alloys. Examine the influence of alloying element and quantity of alloying element different on mechanical properties, microstructure and colour space of 14k and 18k yellow gold alloys.

After testing the element in the alloy, it revealed that the major element found in the alloy which will be mixed with 14k gold alloys included Cu 66-78%wt. Ag 3-17%wt. and Zn 14-18.5%wt. minor element including Si K amd Ni were also found. The alloy mixed with 18k gold alloys major element included Cu 44-58%wt. Ag 13-18%wt. and Zn 0-10%wt. it also minor element including Si Fe Mg Al Rb In Sr P K and Ba

After mixing the alloy with the pure gold to form 14k and 18k gold alloys. The mechanical property, microstructure and colour space of 14k and 18k gold alloys were test and it was found that specimen code number 14K-03, 14K-07 and 14K-02 had the highest values of hardness at 129.2 HV, 126.2 HV and 119.4 HV receptively. For 18k gold alloys the specimen code number 18K-02, 18K-06 and 18K-13 had the highest values of hardness at 183.8 HV, 182.6 HV and 173.2 HV respectively.

Every specimen of 14k gold alloys had dendrite structure which is core structure causing coring inside the grain cased by metastable solidification. Apart from this, the grains were rather big causing is not normally of the composition inside. Such a microstructure resulted unsatisfied mechanical property. For the 18k gold alloys, every piece had to same microstructure as the 14k gold alloys. Excepted the two code number 18K-07 and 18K-10 which had complete crystal grains with inside clear grain boundary.

The values colour space of 14k and 18k gold alloys were different because of the different chemical compositions. The specimen 14K-06 with the values of L = 74.200, a = 0.073, b = 16.413 and 18K-05 with the values of L = 74.733, a = 0.137, b = 19.377 were most interested and wanted to produce by Mr. Narong (Phakdee Factory.). The specimen 18K-06 with the values of L = 74.217, a = -0.033, b = 18.263 was most interested and wanted to produce by Mr. Haanarong (Jeeda Factory.).

The results of the study of the copper, silver and Zinc influence to mechanical property, microstructure, and values colour space of 14k and 18k gold alloys revealed that in the produced 14k gold alloys mixed with Copper-Silver-Zinc, the increase of Copper rich (Cu') reduced the value of hardness. The rise of the Silver rich (Ag') increase the value of hardness and vice versa in the 18k gold alloys. However, the hardness both of the 14k and 18k gold was constant though the volume of Zinc increased.

Every specimen of produced 14k and 18k gold alloys mixed with Copper-Silver-Zinc had exactly the same microstructure as that of the 14k and 18k gold gained from the mixture of alloy and pure gold mentioned above. And as seen from phase diagram of Gold–Silver-Copper, Gold-Silver-Zinc and Gold-Copper-Zinc, it was found that the Zinc could melt in the Gold, Silver and Copper in the form of solid solution.

When investigating the colour space of the produced 14k and 18k gold alloys mixed with Copper-Silver-Zinc, the finding were that the specimen code number 14k-4A provided the most similar colour space to the 14K-06, with $\Delta E = 2.198$. The rise of Copper rich (Cu') increased L value (brightness) and a value (red tone) but reduced b value (yellow tone). The rise of Zinc rich (Zn') decreased L value and a value, but increased b value, that made yellow tone.

For 18k gold alloys, the specimen code number 18k-3A had the mist similar colour space to 18K-05 and 18K-4A to 18K-06. The increase of Copper rich (Cu') reduced L value, but increase a value and b value. The rise of Silver rich (Ag') volume increase L value and b value, but reduced a value, caused pale colour. The raise of Zinc rich (Zn') increased L value, but reduced a value and b value.