บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้สามารถนำปรอทที่มีอยู่ที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมกาซธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้โดยการทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีต่าง ๆ ซึ่งได้ผลแตกต่างกันสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ปรอทที่ผ่านการล้างด้วยสารลดแรงตึงผิว (25% ทีโพล) จะสามารถขจัดคราบน้ำมันซึ่งเป็นสารปนเปื้อนในปรอทออกได้บางส่วน

2. วิธีการล้างด้วยกรดไนตริกเจือจางที่มีความเข้มข้น 1 - 6 % น้ำหนัก/ปริมาตร สามารถขจัดโลหะมลทินที่มีในปรอทซึ่งได้แก่เหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และแคดเมียมออกไปได้ โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นกรดให้มากขึ้นจะมีแนวโน้มที่จะสามารถขจัดโลหะหนักออกไปได้มากขึ้น แต่จะทำให้ปรอทละลายออกมาในสารละลายกรดมากขึ้นด้วย ในการศึกษานี้ปรอทที่ผ่านการล้างด้วยกรดไนตริก 6 % น้ำหนัก /ปริมาตร จะมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99926 - 99.99929 โดยน้ำหนัก เมื่อนำปรอทที่ล้างด้วยกรดแล้วไปกลั่นซ้ำพบว่ายังมีคราบน้ำมันเกาะอยู่ที่ condenser ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการล้างปรอทด้วยกรดไม่สามารถขจัดสารมลทินที่สลายตัวเป็นคราบน้ำมันออกไปจากปรอทได้

3. วิธีการกลั่นปรอทในสุญญากาศ 1 - 3 ครั้ง สามารถขจัดโลหะมลทินที่มีในปรอทซึ่งได้แก่เหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และแคดเมียมออกไปได้ รวมทั้งสามารถขจัดสารมลทินที่สลายตัวเป็นคราบน้ำมันออกไปจากปรอทได้ โดยการเพิ่มจำนวนครั้งของการกลั่นมากขึ้นจะทำให้ปรอทบริสุทธิ์เพิ่มขึ้น ในการศึกษานี้ปรอทที่ผ่านการกลั่น 3 ครั้ง จะมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99976 - 99.99978 โดยน้ำหนัก

4. ปรอทที่ได้จากการล้างด้วยกรดไนตริก 6 % น้ำหนัก/ปริมาตร และปรอทที่ผ่านการกลั่น 3 ครั้ง แล้วมีความบริสุทธิ์สูงกว่าปรอทมาตรฐานทันตกรรมที่ปัจจุบันใช้อยู่ ซึ่งบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99898 - 99.99901 โดยน้ำหนัก ดังนั้นปรอทที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์นี้จึงสามารถนำมาใช้แทนปรอทมาตรฐานทันตกรรมได้

5. ในการติดตามปริมาณปรอทในอากาศบริเวณห้องทำงานต่าง ๆ พบว่าอากาศภายในห้องกลั่นมีปรอทในปริมาณที่สูงกว่าค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แต่ปัจจุบันสามารถควบคุมให้อยู่ใน

ระดับปกติได้ โดยการเดินเครื่องป้องกันความปลอดภัยซึ่งได้แก่ ตู้ดูดควันที่ต่ออยู่กับระบบกำจัดไอพิษ และเครื่องควบคุมอุณหภูมิซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 25 °C ตลอดระยะเวลาการทำงาน

6. ในการติดตามปริมาณปรอทในปัสสาวะของบุคคลที่เกี่ยวข้องซึ่งอยู่ในสถานที่ปฏิบัติงาน พบว่ามีเพียงหนึ่งรายซึ่งมีกิจกรรมโดยตรงเกี่ยวกับการล้าง กลั่น และวิคราะห์ปรอท ที่มีปริมาณปรอทในปัสสาวะสูงกว่าระดับมาตรฐานที่ยอมให้มีได้ในปัสสาวะ แต่ปัจจุบันสามารถควบคุมให้อยู่ในระดับปกติได้ โดยลดชั่วโมงการทำงานเกี่ยวกับปรอทลง เพื่อให้ร่างกายขับถ่ายปรอทออกจนถึงระดับที่ต่ำกว่าระดับมาตรฐานที่ยอมให้มีได้ในปัสสาวะจึงเริ่มทำงานเกี่ยวกับปรอทต่อได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถแสดงให้เห็นว่าปรอทที่เป็นผลพลอยได้จากกาซธรรมชาติสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้โดยการทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคที่เหมาะสมและไม่มีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมด้วยวิธีการกลั่นสามครั้ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. วิธีการขจัดคราบสีดำซึ่งเป็นสารปนเปื้อนในปรอทให้ออกไปได้มีหลายวิธี นอกจากจะใช้สารลดแรงตึงผิว (25% ทีโพล) อาจจะใช้ตัวทำละลายเคมีตัวอื่นทดแทนได้ เช่น อะซิโตน เฮกเซน หรือ เมธิลไอโซบิวทิลคีโตน ซึ่งจะขจัดคราบสีดำออกได้มากกว่า แต่จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้สารลดแรงตึงผิว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้ คือวิธีการล้างด้วยกรดไนตริกเจือจางในการทำปรอทให้บริสุทธิ์ควรจะใช้ตัวทำละลายเคมีล้างปรอทก่อนที่จะล้างกรดเจือจาง เพราะกรดไนตริกเจือจางไม่สามารถขจัดคราบสีดำออกจากปรอทได้ แต่วิธีการกลั่นปรอทในสภาวะสุญญากาศสามารถขจัดคราบสีดำออกไปจากปรอทได้

2. วิธีการล้างด้วยกรดไนตริกเจือจางที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะทำให้ปรอทมีความบริสุทธิ์สูงขึ้นโดยการเพิ่มความเข้มข้นกรดให้มากขึ้นจะมีแนวโน้มที่จะสามารถขจัดโลหะหนักออกไปได้มากขึ้น โลหะหนัก ดังกล่าวรวมถึงปรอทเองด้วย แต่ผู้วิจัยได้ทำการทดลองทำให้สารละลายกรดไนตริกเจือจางอิ่มตัวด้วยปรอทโดยใช้สารละลาย 5% HNO_3 ซึ่งมี mercurous nitrate $[Hg_2(NO_3)_2]$ 8% น้ำหนัก/ปริมาตร ละลายอยู่ มาล้างปรอท พบว่าปรอทที่ผ่านการล้าง 20 รอบจะไม่มีปริมาณปรอทในสารละลายเพิ่มขึ้น จากการทดลองนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ โดยถ้าต้องการใช้วิธีการล้างด้วยกรดไนตริกเจือจางในการทำปรอทให้บริสุทธิ์ ก็ควรใช้สารละลายตัวเดิมซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าสารละลายนั้นจะอิ่มตัวด้วยปรอท

3. ในการล้างปรอทด้วยกรดไนตริกเจือจางจะทำให้เกิดน้ำเสียขึ้นจากการล้างปรอทผ่านสารละลายกรด น้ำเสียเหล่านี้มีโลหะหนักปนเปื้อนหลายชนิดและมีปรอทละลายอยู่เป็นปริมาณมาก จึงควรนำปรอทเหล่านี้มาทำการ recovery ด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

4. ในวิธีการกลั่นปรอทในสภาวะสุญญากาศซึ่งสามารถขจัดโลหะมลทินที่มีในปรอทได้ รวมทั้งสามารถขจัดคราบสีดำออกไปจากปรอทได้จากการกลั่นเพิ่มจำนวนครั้งของการกลั่นมากขึ้น ในการวิจัยนี้ปรอท 500 กรัมที่ผ่านการกลั่น 3 ครั้งจะต้องใช้เวลาในการกลั่นมากกว่า 9 ชั่วโมง ดังนั้นจึงควรจะประดิษฐ์เครื่องกลั่นปรอทในสภาวะสุญญากาศชนิดต่อเนื่อง ซึ่งคาดว่าจะสามารถกลั่นปรอท 500 กรัม ที่ผ่านการกลั่นอย่างต่อเนื่อง 3 ครั้งเสร็จภายในเวลา 3 ชั่วโมง

5. ในด้านการติดตามปริมาณปรอทในอากาศบริเวณห้องทำงานต่าง ๆ ซึ่งพบว่าอากาศภายในห้องกลั่นมีปรอทในปริมาณที่สูงในบางเดือน ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าห้องกลั่นปรอทมีความเสี่ยงที่จะเป็นสถานที่ก่อให้เกิดมลพิษสูงสุด ดังนั้นจึงควรป้องกันโดยเปิดเครื่องควบคุมอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อลดอัตราการเปลี่ยนสถานะการกลายเป็นไอของปรอท รวมทั้งตั้งถาดใส่กำมะถันผงไว้ตามที่ต่าง ๆ ภายในห้อง เพื่อให้ไอปรอทที่อาจเกิดขึ้นกลายเป็นปรอทซัลไฟด์ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เป็นอันตรายต่อบุคคลที่อยู่ในห้องกลั่นต่อไป

6. ในการตรวจปรอทในปัสสาวะของบุคคลที่เกี่ยวข้องซึ่งอยู่ในสถานที่ปฏิบัติงานนั้น ควรมีการตรวจปรอทในเลือดควบคู่ไปด้วย เนื่องจากปรอทในปัสสาวะมีตัวแปรมากและควบคุมลำบาก เช่น ปริมาณการ ดื่มน้ำของแต่ละคนแตกต่างกัน ปริมาณน้ำปัสสาวะของแต่ละคนแตกต่างกัน ส่วนปรอทในเลือดจะมีผลการตรวจถูกต้องกว่าเนื่องจากร่างกายมนุษย์มีกลไกในการควบคุมความเข้มข้นในเลือดอยู่แล้ว รวมทั้งปริมาณปรอทในเลือดจะเป็นดัชนีบอกถึงปริมาณการสะสมของปรอทในร่างกาย ส่วนปริมาณปรอทในปัสสาวะจะเป็นดัชนีบอกถึงปริมาณการกำจัดปรอทออกจากร่างกาย