บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณไอออนที่มีอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานชุบเคลือบโลหะ

น้ำทิ้งจากโรงงานชุบเคลือบโลหะ มีค่า pH โดยเฉลี่ย 4.56 ค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตโดยเฉลี่ย 362.58 มก.ต่อลิตร ดังนั้นในการทดลองจึงใช้ค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตเป็น 350 มก.ต่อลิตร ตลอดการทดลอง ค่าความเข้มข้นของไอออนบวกอยู่ในช่วงไม่เกิน 100 มก.ต่อลิตร ยกเว้นนิเกิลที่บางโรงงานมีค่าสูงถึง 123.70 มก.ต่อลิตร ดังนั้นการศึกษาผลกระทบจากไอออนบวกจึงศึกษาที่ค่าความเข้มข้น 20 40 และ 100 มก.ต่อลิตร ยกเว้นนิเกิลที่เพิ่มการศึกษาที่ค่าความเข้มข้น 500 มก.ต่อลิตร ค่าความเข้มข้นของไอออนลบอยู่ในช่วงห่างกันมาก คือ ไอออนคลอไรด์มีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 51.87-4139.46 มก.ต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเป็น 1496.29 มก.ต่อลิตร ไอออนไนเตรตมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 8.70-138.14 มก.ต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเป็น 62.56 มก.ต่อลิตร และไอออนซัลเฟตมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 132.05-267.71 มก.ต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเป็น 198.68 มก.ต่อลิตร ดังนั้นในการศึกษาผลกระทบจากไอออนลบ จึงเลือกศึกษาที่ค่าความเข้มข้นสูง คือ 1000 3000 และ 6000 มก.ต่อลิตร ส่วนไอออนไซยาไนด์ และไอออนตะกั่วตรวจพบน้อยมาก จึงไม่นำมาศึกษาผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกำจัดไอออนโครเมต

5.2 การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างพอลิอิเล็กโทรไลต์และไอออนโครเมต

ที่ระดับความความเข้มข้นของไอออนโครเมตเป็น 350 มก.ต่อลิตร อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างพอลิอิเล็กโทรไลต์ต่อโครเมตมีค่าตั้งแต่ 10:1 ขึ้นไป โดยที่อัตราส่วนดังกล่าวนี้จะได้ค่ารีเจ็คชันของการกำจัดไอออนโครเมตสูงกว่า 99% ดังนั้นในการทดลองจึงเลือกใช้อัตราส่วนของพอลิอิเล็กโทรไลต์ต่อไอออนโครเมตที่ 20:1 เนื่องจากการทดลองขั้นต่อไปต้องการให้มีพอลิอิเล็กโทรไลต์เกินพอที่จะศึกษาผลกระทบของไอออน ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดไอออน

โครเมต เมื่อพิจารณาที่ค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตในเพอมิเอท พบว่ายังมีค่าสูงถึง 1.65 มก.ต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง แต่ถ้ามีการนำไปผ่านกระบวนการพอลิอิเล็กโทรไลต์เพิ่ม อัลทราฟิลเทรชันซ้ำอีกครั้ง คาดว่าน้ำทิ้งนี้สามารถทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำได้ โดยปราศจากมลภาวะที่เป็นพิษ

5.3 การศึกษาผลกระทบของไอออนบวก ที่มีต่อค่าประสิทธิภาพการกำจัดไอออนโครเมตโดยพอลิอิเล็กโทรไลต์

จากการศึกษาพบว่า ไอออนบวกทุกตัวจะไม่มีผลกระทบต่อค่ารีเจ็คชันของการกำจัดไอออนโครเมต ที่ระดับความเข้มข้นที่ศึกษาคือ 20 40 และ 100 มก.ต่อลิตร ให้ค่ารีเจ็คชันมากกว่า 99% ส่วนผลกระทบจากไอออนนิเกิลที่ระดับความเข้มข้น 500 มก.ต่อลิตร จะส่งผลกระทบต่อค่ารีเจ็คชันของการกำจัดไอออนโครเมตคือ ทำให้ค่ารีเจ็คชันของการกำจัดไอออนโครเมตลดลงเหลือประมาณ 98% เท่านั้น เนื่องจากการที่มีไอออนนิเกิลในสารละลายน้ำเสียสังเคราะห์ที่ศึกษาในความเข้มข้นที่สูงมากๆ จะเป็นการเพิ่มไอออนิกสเตร็งค์ในสารละลายน้ำเสียสังเคราะห์ ทำให้ไอออนโครเมตจับกับพอลิอิเล็กโทรไลต์ได้น้อยลง และสามารถผ่านเมมเบรนออกมาได้

เมื่อพิจารณาถึงค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตในเพอมิเอท พบว่าจากผลกระทบของไอออนบวกทุกความเข้มข้นที่ทำการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของไอออนโครเมตที่ออกมาในเพอมิเอทเทียบกับความเข้มข้นเริ่มต้นจะเห็นว่า มีปริมาณของไอออนโครเมตออกมาในเพอมิเอทไม่ถึง 1% และเมื่อพิจารณาที่ค่าความเข้มข้น ถึงแม้จะมีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง ถ้าได้รับการบำบัดรอบสองคาดว่าจะได้ความเข้มข้นที่ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง และสามารถปล่อยน้ำลงสู่ท่อระบายน้ำได้

ส่วนผลกระทบที่พบได้จากไอออนบวกที่ศึกษาคือ การเกิดตะกอนของไอออนสามชนิด ได้แก่ ไอออนทองแดง ไอออนเหล็ก และไอออนสังกะสี โดยที่ไอออนทองแดงและไอออนเหล็กสามารถจับกับไอออนโครเมตเกิดตะกอนได้ที่ระดับความเข้มข้นของไอออนทองแดงและไอออนเหล็กต่ำๆ เช่นที่ 40 มก.ต่อลิตร ก็สามารถเห็นตะกอนที่เกิดจากการจับกับไอออนโครเมตได้ชัดเจน ส่วนไอออนสังกะสีจะสามารถเห็นตะกอนที่เกิดจากการจับกับไอออนโครเมตได้ชัดเจนเมื่อมีความเข้มข้นของไอออนสังกะสีสูงถึง 100 มก.ต่อลิตร จากการที่เกิดตะกอนขึ้นดัง

กล่าว จะทำให้เกิดการอุดตันเมมเบรนอัลทราฟิลเทรชัน ทำให้อัตราการไหลลดลงได้ และเมื่อมีการนำไปใช้จริงกับโรงงาน ถ้าน้ำทิ้งมีปริมาณของไอออนดังกล่าวในระดับความเข้มข้นที่สูง อาจทำให้ต้องมีการล้างเมมเบรนอัลทราฟิลเทรชันบ่อยมากขึ้น และทำให้เมมเบรนอัลทราฟิลเทรชันหมดอายุได้เร็วขึ้น

5.4 การศึกษาผลกระทบของไอออนลบ ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดไอออนโครเมตโดยพอลิอิเล็กโทรไลต์

จากการศึกษาพบว่า ไอออนลบทั้งสามชนิดคือ ไอออนคลอไรด์ ไอออนไนเตรต และไอออนซัลเฟต มีผลกระทบต่อค่ารีเจ็คชันของการกำจัดไอออนโครเมตทั้งสามชนิด ซึ่งไอออนทั้งสามชนิดนี้จะทำให้ค่ารีเจ็คชันของการกำจัดไอออนโครเมตลดลงอย่างมาก โดยจะสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไอออนลบทั้งสามชนิดนี้ด้วยคือ ถ้าไอออนลบมีความเข้มข้นมากขึ้น ค่ารีเจ็คชันของการกำจัดโครเมตก็จะลดลง และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตในเพอมิเอท พบว่ายิ่งไอออนลบมีความเข้มข้นมากขึ้น ค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตในเพอมิเอทก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน สาเหตุเนื่องจากการเติมไอออนทั้งสามชนิดนี้ในสารละลายน้ำเสียสังเคราะห์ จะเป็นการเพิ่มไอออนิกสเตร็งค์ในสารละลาย ทำให้ไอออนโครเมตจับกับพอลิอิเล็กโทรไลต์ได้น้อยลง นอกจากนี้การที่มีไอออนคลอไรด์ในสารละลายมากๆ ทำให้ไอออนคลอไรด์ไปเกิดดับเบิลเลเยอร์ระหว่างพอลิอิเล็กโทรไลต์กับโครเมต ส่วนในสารละลายที่มีไอออนไนเตรตและไอออนซัลเฟตในความเข้มข้นสูงๆนั้น ไอออนเหล่านี้จะไปเกิดการแก่งแย่งกับไอออนโครเมตในการเกิดพันธะกับพอลิอิเล็กโทรไลต์อีกด้วย

ในส่วนของการนำไปใช้กับน้ำเสียตามโรงงานที่มีการชุบโครเมียมนั้น ถ้าน้ำเสียจากโรงงานมีความเข้มข้นของไอออนคลอไรด์ ไอออนไนเตรต และไอออนซัลเฟต ไม่สูงมากนักกระบวนการนี้ก็ไม่น่าจะมีปัญหาแต่อย่างใด แต่ถ้าพบว่าในน้ำเสียจากโรงงานมีความเข้มข้นของไอออนดังกล่าวนี้ค่อนข้างสูง ควรที่จะผ่านกระบวนการพอลิอิเล็กโทรไลต์เพิ่มอัลทราฟิลเทรชันสองรอบ ซึ่งคาดว่าจะได้ค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ซึ่งทำให้ปล่อยน้ำเสียลงสู่ท่อระบายน้ำได้

5.5 การศึกษาน้ำเสียจากโรงงานที่มีการชุบโครเมียม

จากการศึกษาพบว่า ไอออนต่างๆในน้ำเสียที่ทำการศึกษาทั้งสองตัวอย่าง ไม่มีผลกระทบต่อค่ารีเจ็คชันของการกำจัดไอออนโครเมต คือ ในทุกๆรอบของการศึกษา ได้ค่ารีเจ็คชันของการกำจัดไอออนโครเมตสูงกว่า 99% เมื่อพิจารณาที่ค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตในเพอมิเอท พบว่ายังมีค่าเกินมาตรฐาน แต่ถ้ามีการผ่านกระบวนการนี้รอบสอง คาดว่าจะได้ค่าความเข้มข้นของไอออนโครเมตในเพอมิเอทที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และสามารถปล่อยน้ำเสียนี้สู่ท่อระบายน้ำได้ ถ้าค่าความเข้มข้นของโลหะหนักอื่นๆอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ แต่ถ้าพบว่าในน้ำเสียนั้นมีการปนเปื้อนจากโลหะหนักชนิดอื่นๆด้วย ควรจะต้องมีการผ่านขั้นตอนในการบำบัดโลหะชนิดนั้นๆก่อน แล้วจึงปล่อยน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการนำระบบพอลิอิเล็กโทรไลต์เพิ่มอัลทราฟิลเทรชันไปใช้งานกับน้ำเสียตามโรงงานชุบโครเมียมนั้น ควรมีการประยุกต์เครื่องมือให้เหมาะสมกับสภาพของโรงงาน ขั้นตอนการทำงานและการดูแลรักษาระบบไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย ขนาดกะทัดรัด และราคาไม่แพง ซึ่งจะช่วยให้โรงงานเล็กๆตามห้องแถวที่มีต้นทุนต่ำ สามารถนำไปใช้งานได้

2. น้ำเสียก่อนนำไปผ่านกระบวนการพอลิอิเล็กโทรไลต์เพิ่มอัลทราฟิลเทรชันนี้ ควรจะต้องมีการกรองสิ่งปนเปื้อนขนาดใหญ่ออกก่อน เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานของเมมเบรนอัลทราฟิลเทรชัน และช่วยลดเวลาในการกรองอัลทราฟิลเทรชันด้วย

3. ควรประยุกต์วิธีการนี้ในรูปแบบของโมเดลทางคณิตศาสตร์ เพื่อคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น ในการนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม

4. หลังจากที่นำกระบวนการพอลิอิเล็กโทรไลต์เพิ่มอัลทราฟิลเทรชันนี้บำบัดน้ำเสียโครเมตแล้ว ควรนำพอลิอิเล็กโทรไลต์กลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียด้วย

5. น้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไอออนโครเมตในปริมาณที่สูง เมื่อผ่านกระบวนการพอลิอิเล็กโทรไลต์เพิ่มอัลทราฟิลเทรชันในรอบแรกแล้ว ยังมีค่าของไอออนโครเมตเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ควรนำไปผ่านกระบวนการในรอบที่สองเพื่อให้ได้ค่าของไอออนโครเมตที่ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ทำให้ปล่อยน้ำเสียนี้ลงสู่ท่อระบายน้ำได้

6. ถ้าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว และมีค่าไอออนโครเมตต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำควรตรวจดูค่าของโลหะหนักชนิดอื่นก่อน ว่าเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งหรือไม่