

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 แร่เคลโอไลไนต์ (kaolinite)

แร่เคลโอไลไนต์ (kaolinite) จัดเป็นแร่ดินประเภทอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate) มีโครงสร้างเป็นแผ่น 1 unit cell ประกอบด้วยชั้นเตตระฮีดรอลและชั้นออกตะฮีดรอล บางครั้งจึงเรียกว่า 1:1 type ในชั้นเตตระฮีดรอลจะมีองค์ประกอบหลักเป็นพวกซิลิเกต (SiO_4^{2-}) ชั้นออกตะฮีดรอลมีองค์ประกอบหลักเป็นพวกอะลูมินา (Al_2O_3) 1 unit cell พื้นผิวด้านหนึ่งจึงเป็นพวกไซลอกเซน (siloxane surface) อีกด้านหนึ่งเป็นอะลูมินอล (aluminol surface) แต่ละ unit cell ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง การปรับปรุงคุณภาพแร่ดินเคลโอไลไนต์จะทำให้แร่ดินเคลโอไลไนต์ มีพื้นที่ผิว (surface area) เพิ่มขึ้น มี porosity มี acid site และเป็น amorphous ซึ่งการเปลี่ยนแปลงกล่าวมาอาจใช้วิธีทางกายภาพ (physical method) หรือวิธีทางเคมี (chemical method) หรือ อาจใช้ทั้งวิธีทางกายภาพและวิธีทางเคมีร่วมกัน แร่ดินเคลโอไลไนต์ที่ปรับปรุงแล้ว จะมีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับที่ดี ดังนั้น คาดว่าจะสามารถกำจัดสีของน้ำเชื่อมได้ด้วย adsorption process

2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

การดูดซับของเคลโอไลไนต์

Temuujin *et.al.* (2001) ศึกษาการเตรียม porous silica จาก mechanically activated kaolinite โดยเคลโอไลไนต์จะมีสมบัติเป็น amorphous เมื่อนำมาบดด้วยเครื่องบด เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากบดแล้ว amorphized kaolinite จะนำมาทำปฏิกิริยากับ dilute H_2SO_4 ที่ 90°C ด้วยเวลาต่าง ๆ กัน ผลจากการชะด้วยเวลาต่าง ๆ ต่อ porous properties และโครงสร้างของ silica ศึกษาจากเทคนิค XRD XRF FTIR และ BET และพบว่า specific surface area มีค่าอยู่ในช่วง $312 \text{ m}^2/\text{g}$ ถึง $284 \text{ m}^2/\text{g}$ PSD มีลักษณะเป็น unimode ที่มีขนาดของ pore ประมาณ 3.8 nm

Hong *et.al.* (2003) ศึกษาการดูดซับ AuCl_4^- ด้วยเคลโอไลไนต์จากสารละลาย $\text{AuCl}_3 \cdot \text{HCl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ที่มีความเข้มข้น 10,000 500 และ $\mu\text{g}/\text{L}$ Au pH ของสารละลายอยู่ในระหว่าง 3 ถึง 9 ที่อุณหภูมิห้อง และ 120°C จากการศึกษาพบว่าการดูดซับ 50 , 500 และ 10,000 $\mu\text{g}/\text{L}$ มีค่าจาก 54 – 100% ที่อุณหภูมิห้อง และจาก 68-100% ที่ 120°C การดูดซับขึ้นกับ pH โดยที่สูงสุด pH < 5 ต่ำสุดที่ pH เป็นกลางและเป็นเบส ซึ่งแสดงว่า การดูดซับ Au ที่ขึ้นอยู่กั pH อาจเกิดขึ้นที่บริเวณ alumina sites ที่บริเวณขอบของ เคลโอไลไนต์ และพื้นผิวของ เคลโอไลไนต์ที่ถูก protonated อาจมีส่วนช่วยในการดูดซับ anionic Au complex.

Bhattachary and Gupta (2007) ศึกษาการดูดซับ Co (II) จากสารละลายด้วย natural และ acid activated kaolinite และ montmorillonite. จากการศึกษาพบว่าการดูดซับ Co (II) เพิ่มขึ้นเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 1.0 ถึง 8.0 หลังจาก pH 8.0 การดูดซับของ Co (II) ลดลงเนื่องจากการละลายของ

Co (II) ลดลง กลไกการดูดซับอธิบายด้วยปฏิกิริยาอันดับสอง และพบว่า acid activation ช่วยเพิ่มศักยภาพการดูดซับของ kaolinite และ montmorillonite

Bhattachary and Gupta (2008) ศึกษาการดูดซับ Ni (II) และ Cu (II) ด้วย kaolinite montmorillonite และ acid-activated forms ในสารละลาย จากการศึกษพบว่า การดูดซับขึ้นกับ pH ของสารละลาย และกลไกการดูดซับอธิบายด้วยปฏิกิริยาอันดับสอง kaolinite , montmorillonite และ acid-activated forms เป็นตัวดูดซับที่ดีสำหรับ Ni (II) และ Cu (II)

Unuabonah et.al. (2008) ศึกษาการดูดซับสี aniline blue โดยใช้โซเดียมเตตระบอเรตในการปรับปรุงคุณภาพของดินขาว kaolinite จากการศึกษพบว่าสามารถปรับปรุงคุณภาพของดินขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเพิ่มหมู่ไฮดรอกไซด์ (-OH) บนดินขาว ทำให้ดินขาวที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วนั้นมีประสิทธิภาพในการดูดซับสีเพิ่มขึ้นจาก 1,666 เป็น 2,000 mg/kg (สมการของแลงเมอว์) กระบวนการดูดซับในการศึกษครั้งนี้สามารถใช้สมการทั้งของแลงเมอว์และฟรุนดลิชอธิบายได้เป็นอย่างดี การดูดซับเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสี aniline blue จาก 10 ถึง 30 mg/L จากข้อมูลการศึกษาจลศาสตร์พบว่า เป็นสมการอันดับที่ 2 อัตราในการดูดซับตั้งต้นเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสี aniline blue จาก 10 ถึง 20 mg/L โดยดินขาว kaolinite ที่ไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพมีอัตราในการดูดซับจาก 909 เป็น 1,111 mg kg⁻¹ min⁻¹ ส่วนดินขาวที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วมีอัตราในการดูดซับ 3325-5000 mg kg⁻¹ min⁻¹ อัตราในการดูดซับตั้งต้นลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสี จากกราฟ pseudo-second-order พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มีค่าสูงมากจึงเป็นการบ่งบอกว่ากลไกในการดูดซับเป็นแบบเคมี

Dogan et.al. (2008) ศึกษาจลศาสตร์การดูดซับสี maxilon yellow 4GL และ maxilon red GRL โดยดินขาว kaolinite จากการศึกษพบว่าเวลาที่ใช้ในการดูดซับของสีทั้งสองชนิดจนกระทั่งเข้าสู่สมดุลคือ 150 นาที ค่า pH ในช่วงที่เป็นค่าของสีทั้งสองชนิดนั้นเหมาะสมต่อการดูดซับและกลไกในการดูดซับเป็นแบบกายภาพเป็นส่วนใหญ่ กระบวนการดูดซับลดลงเมื่ออุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้นและระบบจะคายความร้อนออกมา จลศาสตร์การดูดซับสอดคล้องกับสมการ pseudo-second-order และอัตราในการดูดซับอยู่ในช่วงของ 1.79×10^4 ถึง 107.87×10^4 g/mol min สำหรับสี maxilon yellow 4GL และ 3.44×10^4 ถึง 72.09×10^4 g/mol min สำหรับสี maxilon red GRL ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของสีอยู่ในช่วง 3.76×10^{-9} ถึง 62.50×10^{-9} cm²/s สำหรับสี maxilon yellow 4GL และ 1.98×10^{-9} ถึง 44.00×10^{-9} cm²/s สำหรับสี maxilon red GRL