



การหล่อนำคืนให้มีอัตราเร็วขึ้น

การขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบ









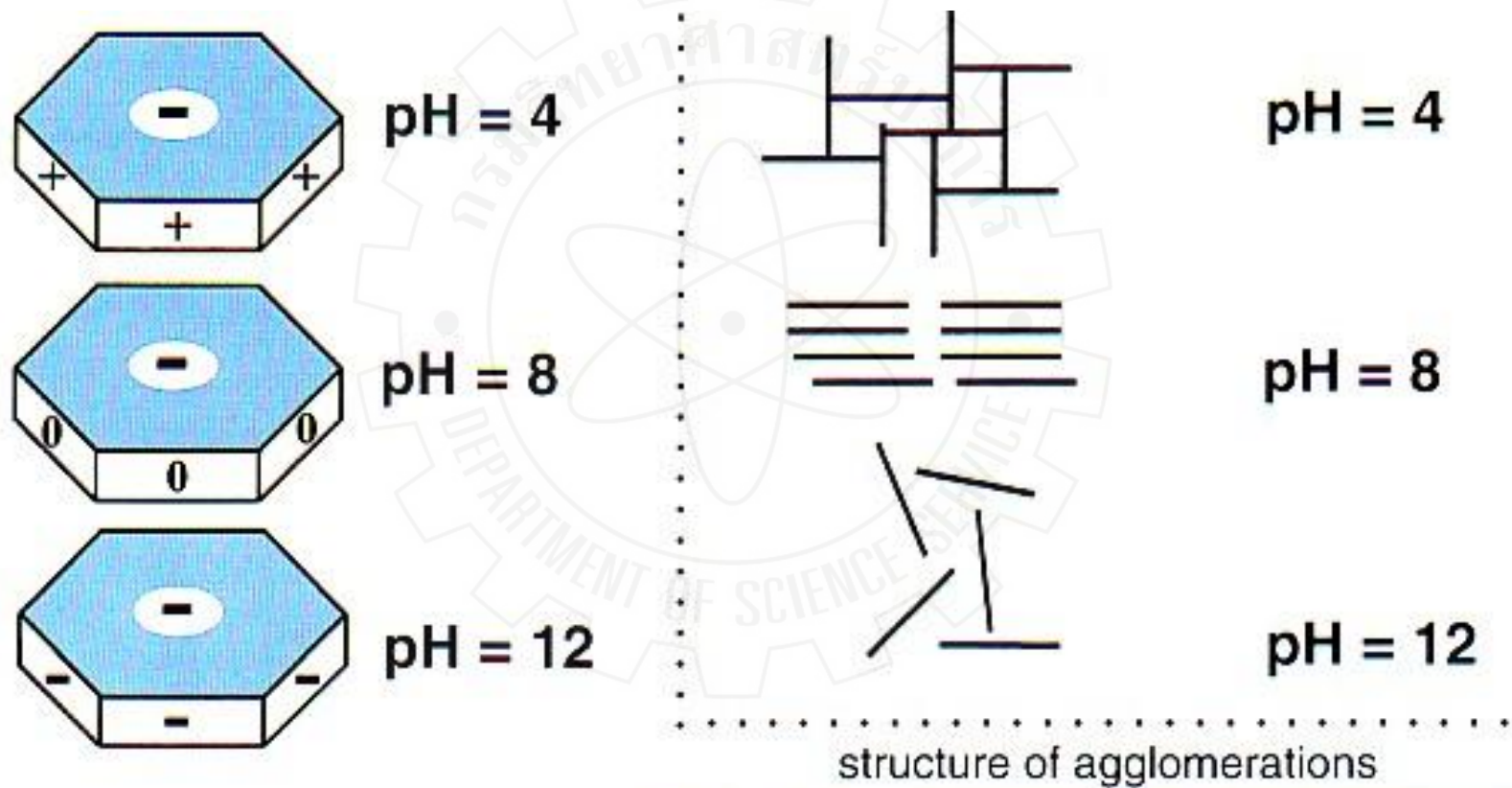
การควบคุมคุณภาพของการขึ้นรูปแบบเทแบบ

- การไหลตัว(ความหนืด, การเกิดทิกโซโทรปิก)
- ความถ่วงจำเพาะ
- อัตราการหล่อแบบ
- ความหนาของชิ้นงานดิบ
- เวลาในการแกะแบบ
- การตกแต่งผลิตภัณฑ์ดิบ
- การอบแห้งผลิตภัณฑ์
- การออกแบบ ของแบบพิมพ์

การไหลตัว

- ความหนืด คือความสามารถของของเหลวในการต้านทานการไหลเมื่อถูกแรงมากระทำ
- ทิกโซโทรปิก หมายถึงปรากฏการณ์ที่ความหนืดมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเวลาผ่านไป

ประจุบนอนุภาคของดินที่ค่า pH แตกต่างกัน



ความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน

- หมายถึงค่าที่แสดงสัดส่วนระหว่างปริมาณน้ำหนักแห้งกับน้ำในสูตรน้ำดิน หาโดย การชั่งค่าน้ำหนักน้ำดินหารกับปริมาตรที่ใส่น้ำดิน
- เช่น นำน้ำดินมาชั่งได้ **170** กรัม วัดปริมาตรโดยใช้ถ้วยตวงได้ **100** ซีซี ดังนั้นค่าความถ่วงจำเพาะจะได้เท่ากับ $170/100=1.70$ กรัมต่อซีซี
- ค่านี้ถ้ามีค่ามากหมายถึงมีปริมาณวัตถุดิบอยู่มากกว่าน้ำ ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่ามีปริมาณน้ำมาก ซึ่งถ้ามีปริมาณน้ำมากจะทำให้การหล่อแบบชำลง

การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน



การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน

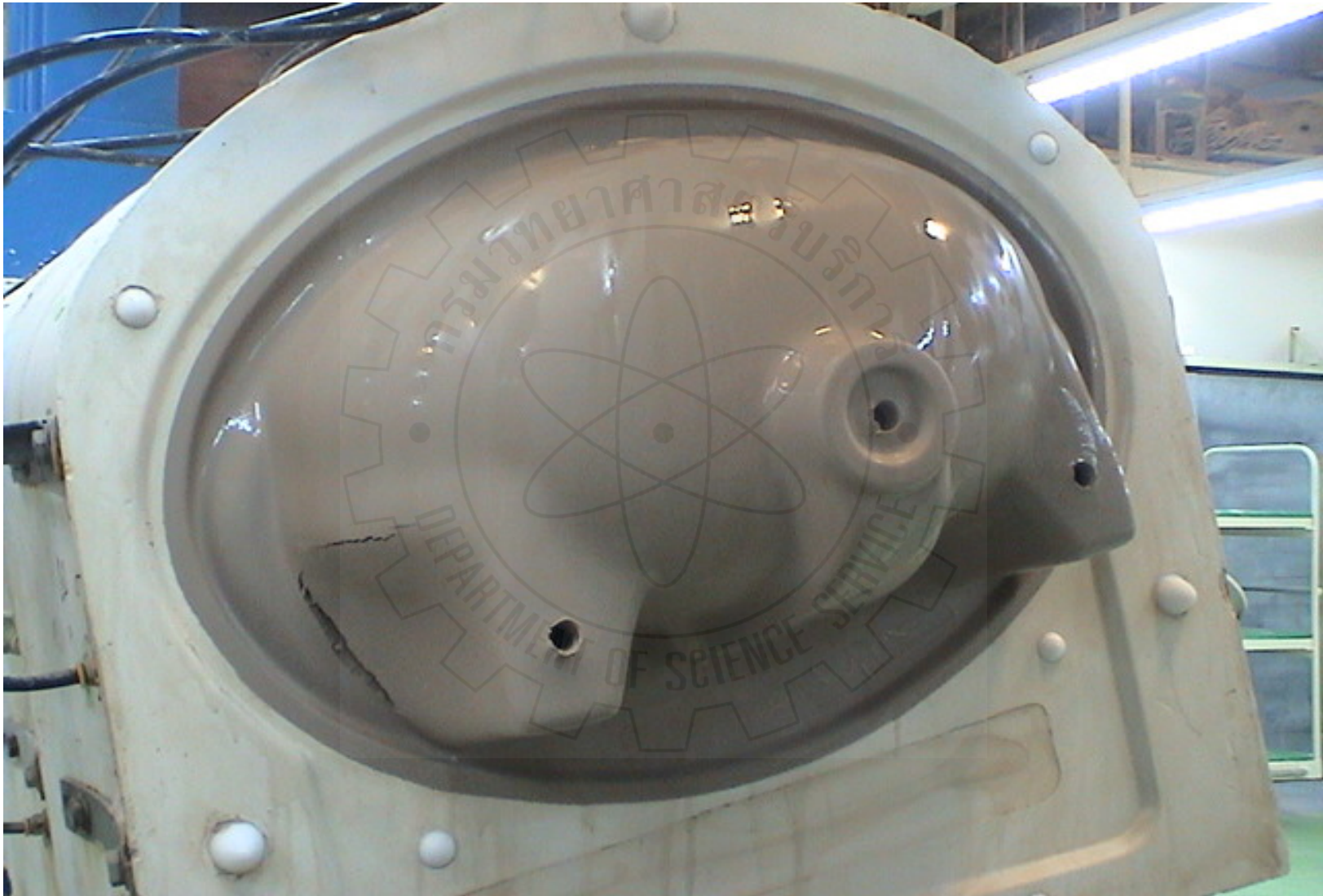


การวัดความหนืดของน้ำดิน



ผิวหนังในชิ้นงานไม่เรียบ





อัตราการหล่อแบบ

ความหนาของชิ้นงานดิบ

- อัตราการหล่อแบบนั้นจะขึ้นอยู่กับ
- ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำดิน
- การไหลตัวของน้ำดิน
- แบบพิมพ์
- สูตรของน้ำดิน

วิธีการตรวจเช็คอัตราการหล่อแบบ และความหนาของชิ้นงานคืบ

- ใช้การเทในแบบแล้วจับเวลาหาความหนาของชิ้นงานเทียบกับ และดูความเปื่อยของชิ้นงานภายใน



การทำแบบพลาสติกเตอร์

- นำปูนพลาสติกมาผสมกับน้ำ โดยสัดส่วนระหว่างปูนกับน้ำจะเรียกว่า ค่า **Consistency**
- ตัวอย่างเช่นค่า **Consistency 70** หมายถึงใช้ปูน 100 ส่วนต่อน้ำ 70 ส่วน
- การผสมปูนนั้นจะต้องการน้ำที่ค่อนข้างเย็นเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาของปูนไม่เร็วจนเกินไปเนื่องจากเมื่อปูนเริ่มแข็งตัวจะมีการคายความร้อนออกมามากทำให้แบบมีความร้อนเกิดขึ้น

แร่ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

- มีกระจายอยู่ทั่วไปในเปลือกโลก จะมีมากเว้นทีในบริเวณแหล่งที่มีภูเขาไฟเท่านั้น นอกจากนี้ ยิปซัมและ แอนไฮไดรต์ในปริมาณมากเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการในอุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยฟลูแก๊ส(flue gas) ออกมา ซึ่งจะถูกกำจัดกำมะถันที่ติดอยู่(desulfurization)โดยใช้หินปูน (CaCO_3) หรือในบางกรณีใช้เกลือแคลเซียมทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ทั้งสองกรณีนี้แคลเซียมซัลเฟตที่ได้ มีลักษณะเป็นผงละเอียดที่มีความชื้นปนอยู่ ซึ่งเป็นปัญหาด้านขนส่งและการกำจัดออก

Dehydration การสลายน้ำในโครงสร้าง

- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{heat}} \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{heat}} \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Rehydration การดูดน้ำกลับเข้าไปในโครงสร้าง

- $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{heat}$
- $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{heat}$

เบต้า-เฮมิไฮเดรตพลาสเตอร์ (β -Hemihydrate plasters)

เรียกอีกชื่อว่า **plaster of Paris** ผลิตจากยิปซัมธรรมชาติ โดยการเผาแคลไซต์แบบแห้งที่ **120-180°C** ซึ่งอาจเลือกใช้เทคนิคการเผาแบบตรงในเตาโรตารี (**directly fired rotary kiln**)

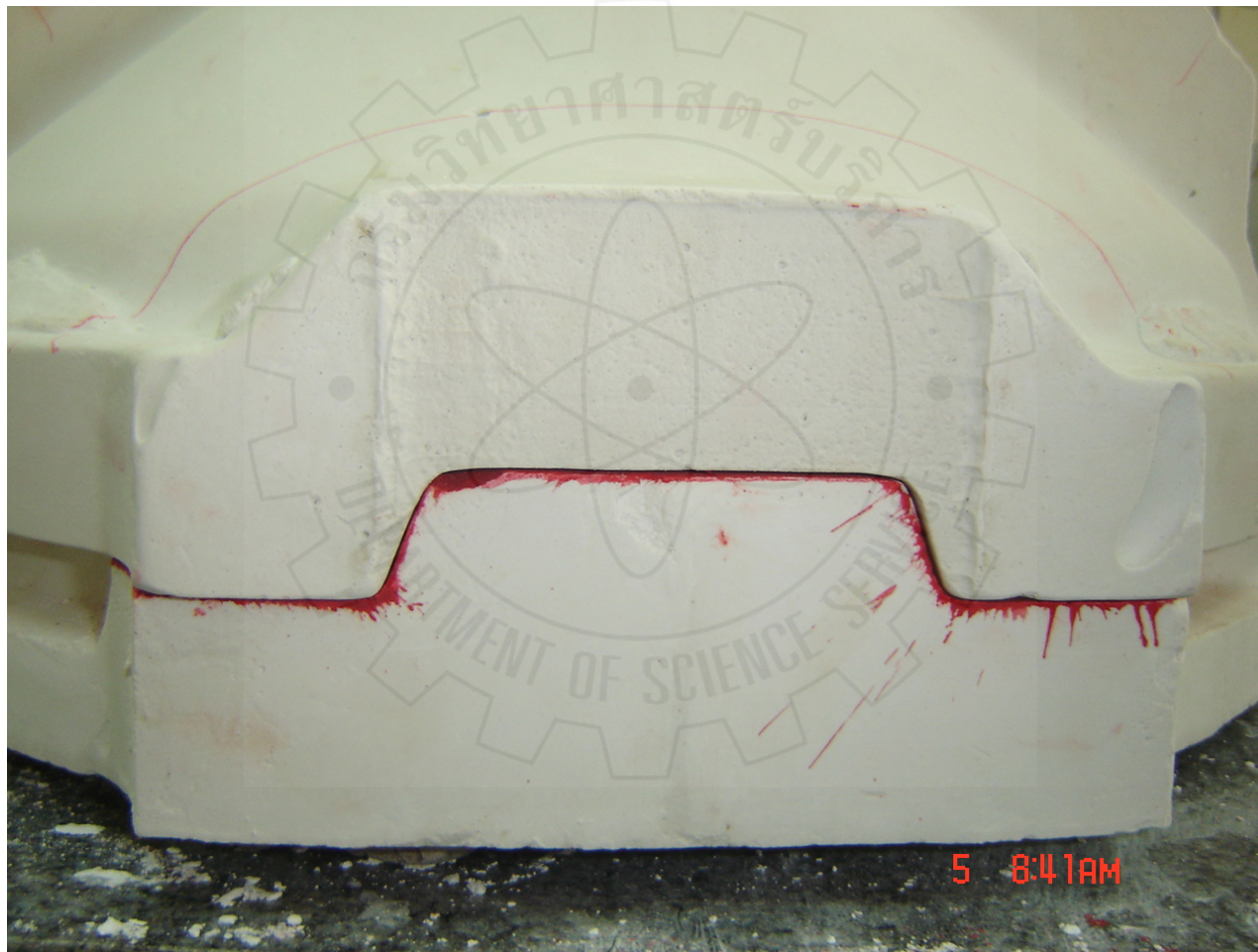
ระบบเตาโรตารี เหมาะที่จะใช้แคลไซต์แกรนูล (**granule**) ของแรยิปซัม โดยไม่ต้องผ่านการอบแห้งก่อน (**pre-drying**) โดยส่งแร่มาบนสายพานซึ่งเคลื่อนที่ในทิศเดียวกันหรือสวนกันกับแก๊สร้อน เข้าสู่ภายในเตาที่กรุผนังด้วยแผ่นเหล็กกล้า เกิดการส่งถ่ายความร้อนโดยตรงระหว่างก้อนแร่และแก๊สร้อน เวลาที่อยู่ในเตาแปรผันโดยตรงกับขนาดของก้อนแร่ การแคลไซต์ที่สมบูรณ์จะให้เบต้า-เฮมิไฮเดรตที่มีสมบัติสม่ำเสมอหลังจากผ่านการบดละเอียดและคัดขนาดด้วย **air classifier** โรงงานที่ใช้เตาโรตารีจะเป็นระบบอัตโนมัติ ทำงานต่อเนื่องตลอด **24** ชั่วโมง ใช้คนงานน้อย

แอลฟาเฮมิไฮเดรต(α -hemihydrate)

- สามารถผลิตได้โดยวิธี wet calcining process ภายใต้ความดันไอสุงใน autoclave หรือภายใต้ความดันบรรยากาศระหว่างอุณหภูมิ~80-150°C อย่างไรก็ตามมีเพียง autoclave process เท่านั้นที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ยังคงเป็น batch-process คือผลิตครั้งละไม่มากนัก วิธีการสังเคราะห์โดยสังเขปพอจะกล่าวได้ดังนี้
- นำก้อนแร่ธรรมชาติขนาด 150-300 mm มีความบริสุทธิ์สูง (>95% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, rocklike) ใส่ในภาชนะที่ฉีกจากอลูมิเนียม วางซ้อนๆกันภายใน autoclave และให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำอุณหภูมิ 130-135°C แบบตรงหรืออ้อม ความดันภายใน autoclave ประมาณ 4-6 bars หลังจากนั้นลดความดันและนำ α -hemihydrate ไปอบแห้งทันทีที่ 105°C ภายใต้บรรยากาศปกติ แล้วนำมาบดให้ได้ขนาดที่ต้องการ ในการใช้งานมักจะมีการผสม α -hemihydrate และ β -hemihydrate เข้าด้วยกัน เพื่อต้องการผลดีจากสมบัติเฉพาะของทั้งสอง



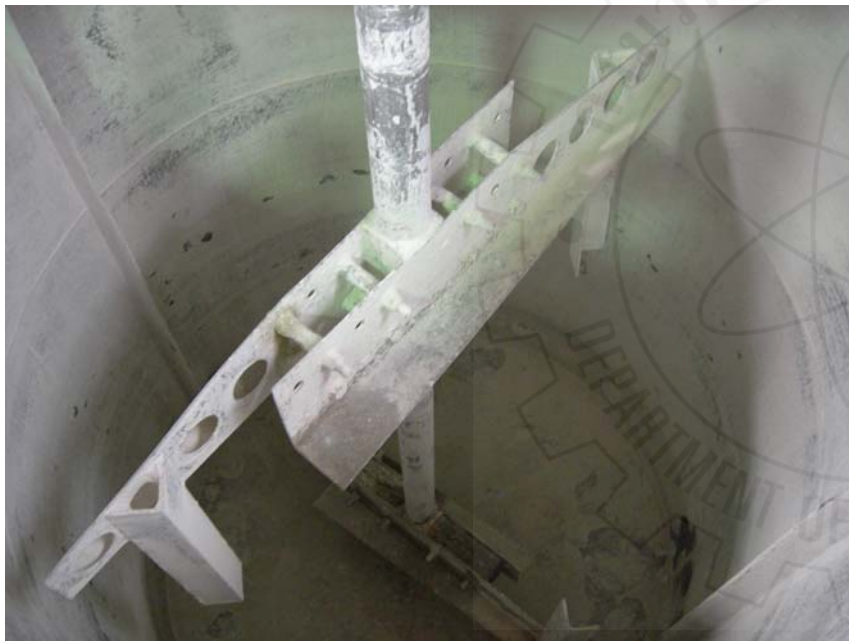




ถังกวนน้ำดิน

เครื่องตีกวนเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำสลิตกตะกอน

- จุดประสงค์ของเครื่องกวนประเภทนี้มีเพื่อคอยหมุนกวนไม่ให้อัตถุคิบที่อยู่ภายในน้ำสลิตกตะกอนแยกตัวซึ่งจะทำให้สัดส่วนของวัตถุดิบในสูตรเปลี่ยนไปไม่ว่าจะเป็นน้ำดินหรือสีเคลือบ ดังนั้นความเร็วของชุดใบกวนจึงไม่ต้องเร็วมากนัก เพราะถ้าเร็วเกินไปจะตีกวนจนทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นภายในของเนื้อดินและสีเคลือบ และเมื่อนำน้ำดินไปหล่อแบบจะเกิดปัญหาฟองอากาศได้ ความเร็วที่เหมาะสมในการกวนแบบนี้จะอยู่ในช่วง 15-30 rpm ดังนั้นเครื่องกวนแบบนี้จึงเรียกว่า **Low speed blunger**
- สำหรับเครื่อง **Low speed blunger** นั้นความสำคัญอยู่ที่ใบกวน ถ้าการออกแบบใบกวนดีก็จะช่วยเรื่องการกวนและป้องกันการตกตะกอนรวมทั้งลดปัญหาน้ำดินและสีเคลือบติดข้างถังกวน



สารช่วยกระจายลอยตัว(Deflocculant)

- เป็นสารที่เติมลงไปในน้ำสลิปทั้งน้ำดินและสีเคลือบ เพื่อช่วยให้การไหลตัวของน้ำสลิปดีขึ้น ทำให้ความหนืดลดต่ำลง
- การเลือกใช้ตัวช่วยกระจายลอยตัว
 1. คุณสมบัติสภาพของตัวช่วยกระจายลอยตัว ที่ส่งผลต่อการไหลตัวของน้ำสลิป ทั้งในเรื่องความหนืดและค่าทิกโซโทรปิก
 2. ราคาของตัวช่วยกระจายลอยตัว เมื่อเทียบกับปริมาณที่เติมในสูตร
 3. ความสะดวกในการใช้งานและการเก็บรักษา
 4. ผลข้างเคียงที่จะทำให้เกิดตำหนิกับผลิตภัณฑ์

ประสิทธิภาพของตัวช่วยกระจายลอยตัว

- ความกระด้างของน้ำ
- ลักษณะรูปทรงของอนุภาค
- การกระจายตัวของอนุภาค
- ชนิดของวัตถุคิบ
- วิธีการเติมวัตถุคิบ
- เวลาในการ **Aging** ของน้ำคิน

โซเดียมซิลิเกต

- NaSiO_3 น้ำแก้ว
- กระบวนการผลิต เริ่มต้นจากการนำเอา Na_2CO_3 มาหลอมรวมกับทรายแก้ว (SiO_2) ที่อุณหภูมิ $\sim 1200^\circ\text{C}$ ซึ่งจะได้เป็นก้อนแก้วแล้วจึงนำมาละลายในหม้ออบความดัน (Autoclave) ที่ความดัน $\sim 5 \text{ bar } 150^\circ\text{C}$
- ในกรณีที่เป็น โซเดียมเมตาซิลิเกตนั้น จะใช้สัดส่วนของ $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2$ เท่ากัน ดังนั้นเมื่อทำละลายจะละลายได้ยากแต่จะตกผลึกกลายเป็นของแข็งได้ง่ายกว่า

โซเดียมซิลิเกต

- อัตราส่วน $\text{Na}_2\text{O} : \text{SiO}_2$ 1:2.3
- ความถ่วงจำเพาะ 1.44 กรัม/ซีซี
44-46 โปเม
- Na_2O 12%
- SiO_2 28%
- น้ำ 60%