บทที่ 4

การศึกษาเทคโนโลยีในการบำบัดตะกอน

4.1 การบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอน (Sludge Drying Lagoon)

การบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอน เป็นวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของโรงผลิตน้ำบางเขน บ่อกักตะกอนเป็นบ่อดินที่สร้างไว้รับตะกอนที่ต้องการแยกน้ำออก โดยอาศัยการระเหยด้วยแสงอาทิตย์เป็นหลัก มีการควบคุมตะกอนที่ไหลเข้า โดยตะกอนจะถูกปล่อยลงในบ่อซึ่งโดยทั่วไปมีความลึกไม่น้อยกว่า 0.75-1.25 เมตร (ซึ่งเป็นความลึกของระดับตะกอนที่พอเหมาะ) แล้วปล่อยให้น้ำระเหยออกไป เมื่อตะกอนข้มข้นขึ้น ก็จะสูบไปตากแห้งที่ลานตากตะกอน เพื่อรอการลำเลียงขนย้ายต่อไป

บ่อตากตะกอนจะอาศัยการระเหยของน้ำเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังนั้นการออกแบบให้มีการระเหยของน้ำได้ดี จะช่วยปรับปรุงการทำงานของบ่อตากตะกอน

จากความลึกดังกล่าว ประสิทธิภาพในการทำให้แห้งต้องการพื้นที่ในการกระจายตะกอนที่ความเข้มข้น 4-8 % ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ โคลน ต่อ สารส้ม ของตะกอน

ปัจจุบันได้มีการทำทดสอบของโรงผลิตน้ำเวสต์แบงค์ ประเทศออสเตรเลีย พบว่าที่อัตราการป้อนที่ 35 kgm2*Yr. มีความเหมาะสมกับบ่อที่ความลึกดังกล่าว

ในส่วนของทาง NSW (ออสเตรเลีย) ได้ดูแลในเรื่องนี้ ได้แสดงให้เห็นว่าอัตราการป้อนขึ้นอยู่กับความลึกของบ่อ ซึ่งความลึกของบ่อที่ดีจะประมาณ 1 เมตร การเพิ่มความลึกของบ่อทำให้เวลาที่ทำให้แห้งนานขึ้น และยังมีการเปลี่ยนแปลงตามดินฟ้าอากาศ กับปริมาณน้ำฝน แนะนำให้มีเลือกความลึกของบ่อที่ทำให้เวลาที่ทำให้แห้งน้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากปริมาณน้ำฝน

วิธีนี้เหมาะสำหรับภูมิประเทศในเขตร้อนหรือเขตที่มีอัตราการระเหยน้ำสูง เพราะน้ำที่ถูกดึงออกจากตะกอนจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของการระเหยมากกว่าการซึมลงใต้ดิน

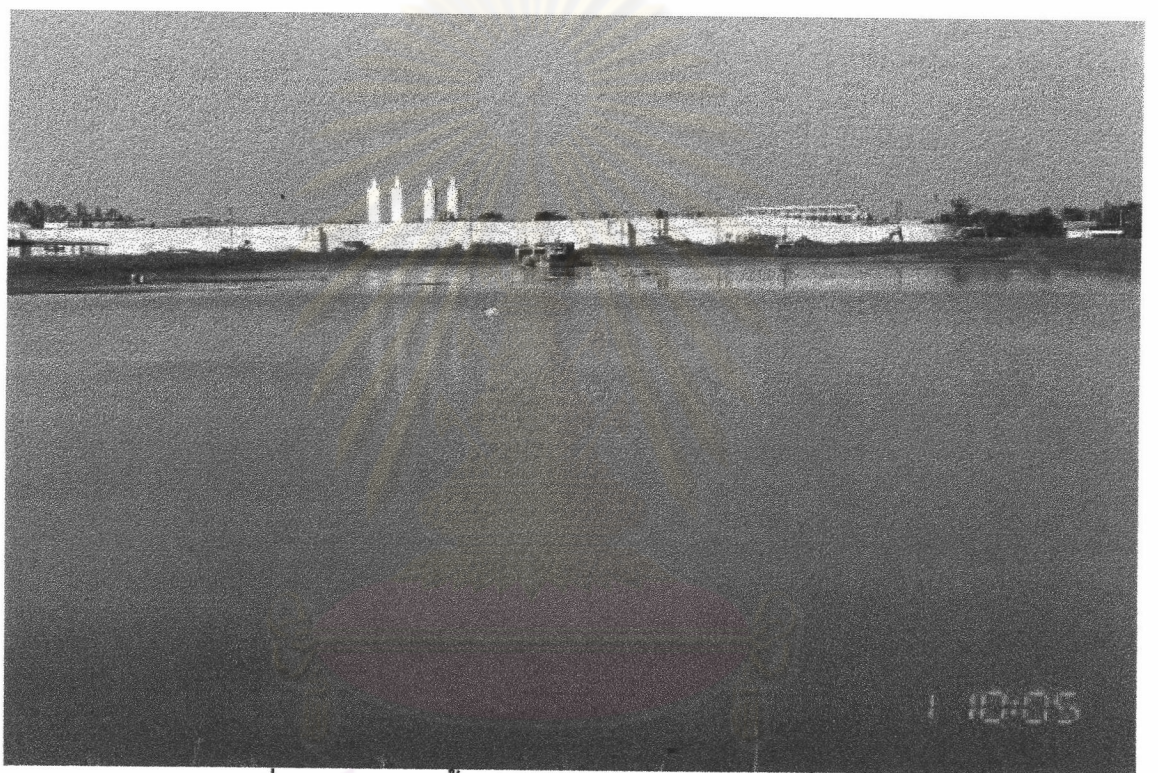
ข้อดี

1. ค่าก่อสร้างต่ำ
2. ค่าใช้จ่ายการดำเนินงานต่ำ
3. ค่าบำรุงรักษาต่ำ
4. การใช้พลังงานน้อย
5. การใช้สารเคมีน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

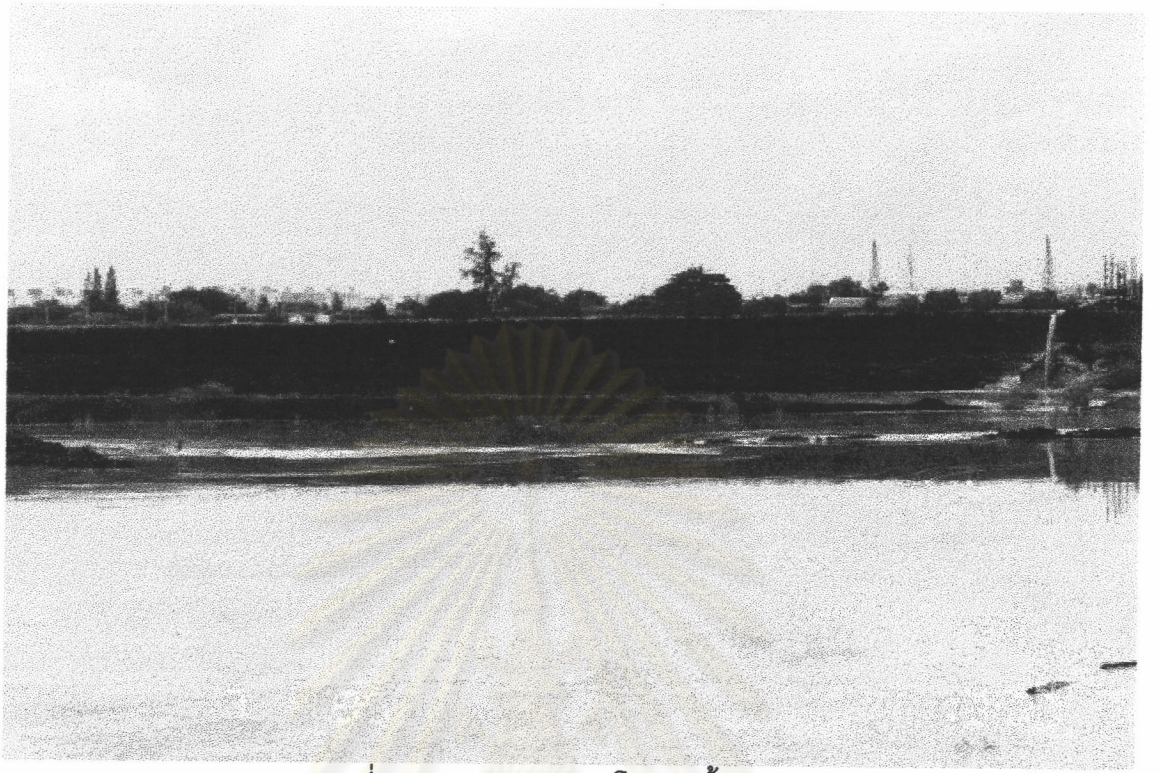
<u>ข้อเสีย</u>

1. ขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศ
2. มีปัญหาเรื่องกลิ่น
3. ต้องใช้พื้นที่มาก
4. เสียเวลาในการตากตะกอนนานแต่น้อยกว่าบ่อกักตะกอน
5. มีการสะสมของเชื้อโรค



รูปที่ 4.1 การระบายน้ำเข้าในบ่อกักตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 บ่อกักตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน

รูปที่ 4.3 ลานตากตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน

รูปที่ 4.4 การตักตะกอนเพื่อบรรทุกขนย้ายออกจากโรงผลิตน้ำบางเขน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17207594

4.2 การบำบัดตะกอนโดยใช้ลานตากตะกอน (Sludge Drying bed)

เป็นกรรมวิธีที่ง่ายและอาศัยธรรมชาติมากที่สุด โดยใช้ลานทรายตากตะกอนซึ่งสร้างเป็นบ่อคอนกรีตลึกประมาณ 1 เมตร ตัวบ่อเรียงด้วยทรายและกรวดหนาประมาณ 30-50 ซม. ใต้ชั้นกรวดเป็นระบบระบายน้ำ (under drain) ตะกอนที่ผ่านการย่อยแล้วจะถูกระบายลงบนลานจนท่วมระดับพื้นทรายประมาณ 20-30 ซม. น้ำจะไหลซึมผ่านชั้นทรายและกรวดลงสู่รางระบายข้างใต้ ส่วนผิวบนจะถูกแสงอาทิตย์เผาจนผิวหน้าแห้ง จนในที่สุดจะกลายเป็นตะกอนแห้งพร้อมที่จะย้ายออกจากผิวทราย นำไปทิ้งได้โดยง่าย ความหนาของตะกอนที่น้อยลง สามารถจะทำให้อัตราการป้อนตะกอนสูงขึ้นได้ แต่ถึงแม้ว่าอัตราการป้อนสูงขึ้น แต่ค่าใช้จ่ายของสิ่งก่อสร้างจะทำให้เกิดความไม่คุ้มค่าสำหรับโรงงานขนาดใหญ่

ข้อดี

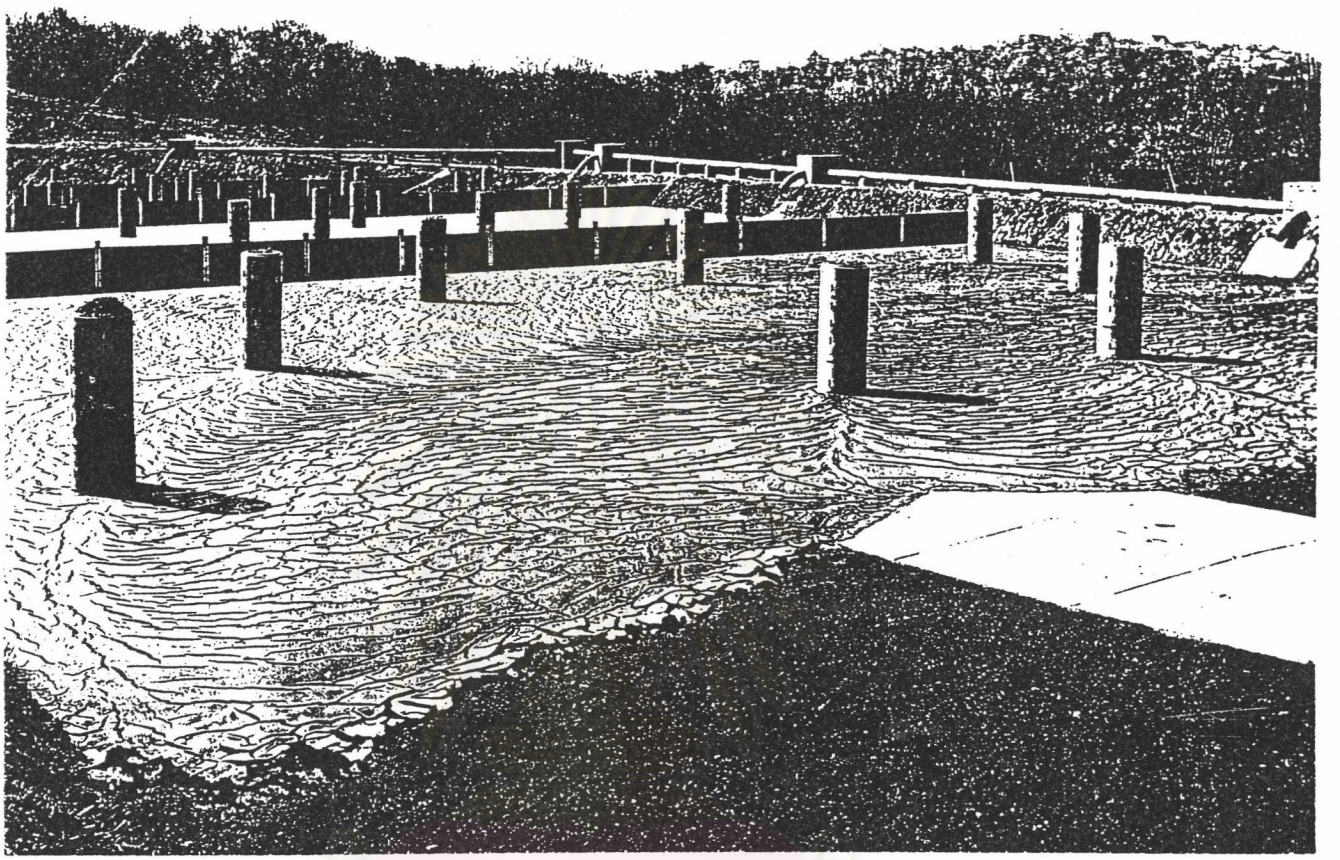
1. ค่าใช้จ่ายการดำเนินงานต่ำ
2. ค่าบำรุงรักษาต่ำ
3. การใช้พลังงานน้อย

ข้อเสีย

1. ขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศ
2. มีปัญหาเรื่องกลิ่น
3. ต้องใช้พื้นที่มาก
4. ค่าก่อสร้างสูง เนื่องจากต้องสร้างบ่อคอนกรีตจำนวนมาก
5. เสียเวลาในการตากตะกอนนานแต่น้อยกว่าบ่อกักตะกอน
6. มีการสะสมของเชื้อโรค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.5 ลานทรายตากตะกอน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองสายพาน (Belt filter dewatering)

เครื่องกรองด้วยสายพานเป็นเครื่องที่นิยมใช้ในปัจจุบันมาก เนื่องการการใช้งานง่าย และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่ำ

เครื่องกรองด้วยสายพานมีการเคลื่อนที่ของสายพานทั้งแบบสายพานเดี่ยวและสายพานคู่ ทำด้วยสารไฟเบอร์สังเคราะห์ มีการทำงานแบบต่อเนื่อง โดยสายพานจะเคลื่อนที่นำตะกอนผ่านลูกกลิ้งที่จะกดอัดเพื่อรีดน้ำออก ตะกอนจะถูกแยกน้ำออกโดยใช้แรงตึงผิวและแรงโน้มถ่วงของโลก หลังจากนั้นจะถูกเพิ่มแรงอัดและแรงเฉือนตามพื้นที่ส่วนที่กรอง เค็กจะถูกย้ายจากสายพานโดยเครื่องขูดที่ยืดหยุ่นได้ และจะมีเครื่องขูดตัวที่สองเพื่อทำความสะอาดและมีการฉีดน้ำเพื่อล้างสายพานต่อไป ซึ่งสภาพของตะกอนจะมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพในการกรองมาก

การพัฒนาเครื่องกรองด้วยสายพานโดยการทำเครื่องกรองด้วยสายพานแรงดันสูงที่ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพขึ้น โดยมีความเข้มข้นของตะกอนได้ถึง 20-35 % DS ในแรงดันถึง 15 บาร์

- การใช้พลังงาน 40-50 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตันของแข็ง
- ความแห้งของเค็ก 11-36 % w/w DS
- กำลังการผลิต 50-500 kg DS /m^2hr

ข้อดี

1. การลงทุนไม่สูง
2. เป็นขบวนการต่อเนื่อง
3. ใช้พลังงานต่ำ
4. มีเสียงรบกวนน้อย
5. ให้ก้อนเค็กที่ดีกว่า
6. ไม่มีฟองอากาศในก้อนเค็ก

ข้อเสีย

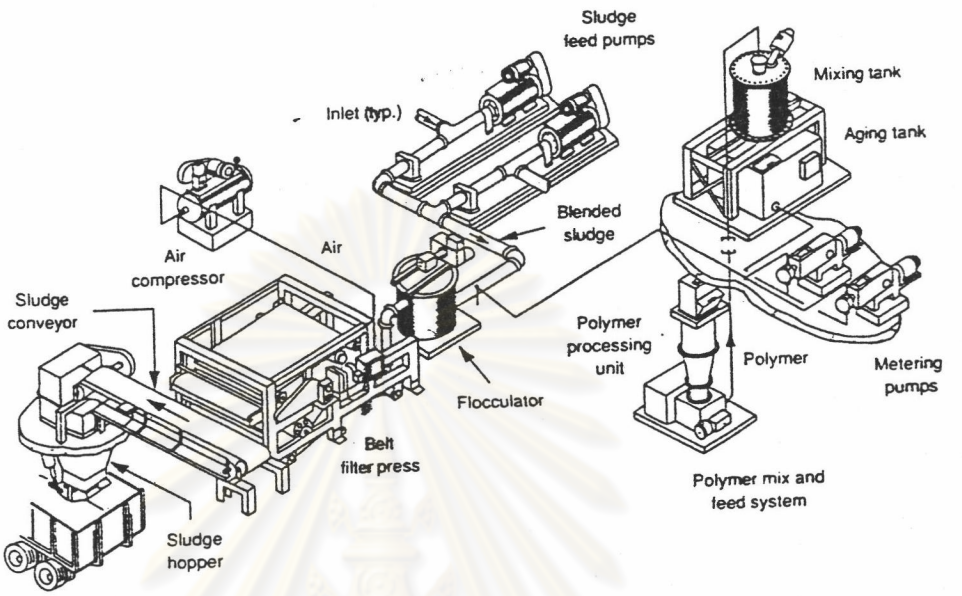
1. มีส่วนที่เคลื่อนที่มาก
2. ต้องการการซ่อมบำรุงสูง
3. การใช้พื้นที่มากกว่าเครื่องบำบัดตะกอนประเภทอื่น ๆ
4. ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานสูง
5. ต้องการระบบการตกตะกอน ที่สมบูรณ์
6. การใช้น้ำในการฉีดล้างผ้ากรองมาก
7. ใช้ผ้ากรองมาก และต้องมีการอัดซ้ำอีกครั้ง
8. เกิดการอุดตันของผ้ากรองง่าย
9. เกิดความผิดปกติได้ง่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

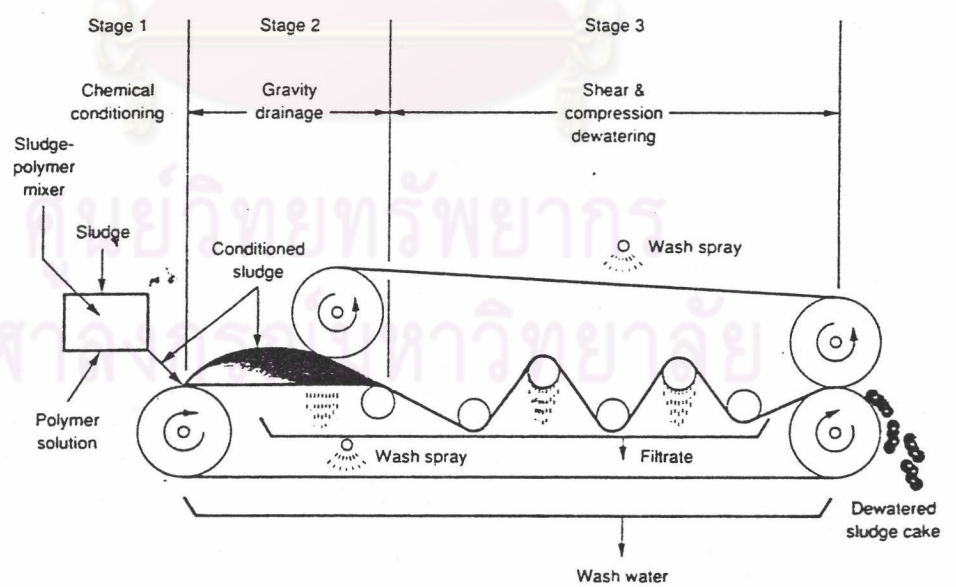
10. ให้ความเข้มข้นของเค็กสูงแต่ต้องมีการกรอง 2 ครั้ง
11. ไม่สามารถใช้ระบบอัตโนมัติ
12. มีจำนวนของ แบริ่ง จำนวนมาก ทำให้จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาสูง
13. ต้องมีอะไหล่สำรองมาก
14. การซ่อมบำรุงสูง โดยต้องมีการเปลี่ยนตลับลูกปืนตามอายุการใช้งานจำนวนมาก,ต้องมีการเติมจารบีอย่างสม่ำเสมอ,และผ้ากรองต้องเปลี่ยนบ่อย
15. ระบบการป้อนตะกอนและกระจายตะกอนมีความซับซ้อน
16. ราคาสูงกว่าฟิลเตอร์เพลสประมาณ 40 เปอร์เซนต์
17. ในกรณีของตะกอนสารส้ม พบว่าการอัดตะกอนได้ความเข้มข้นของแข็งต่ำกว่าที่ต้องการ คือ จะมีความเข้มข้นของตะกอนเพียง 16-20 เปอร์เซนต์เท่านั้น

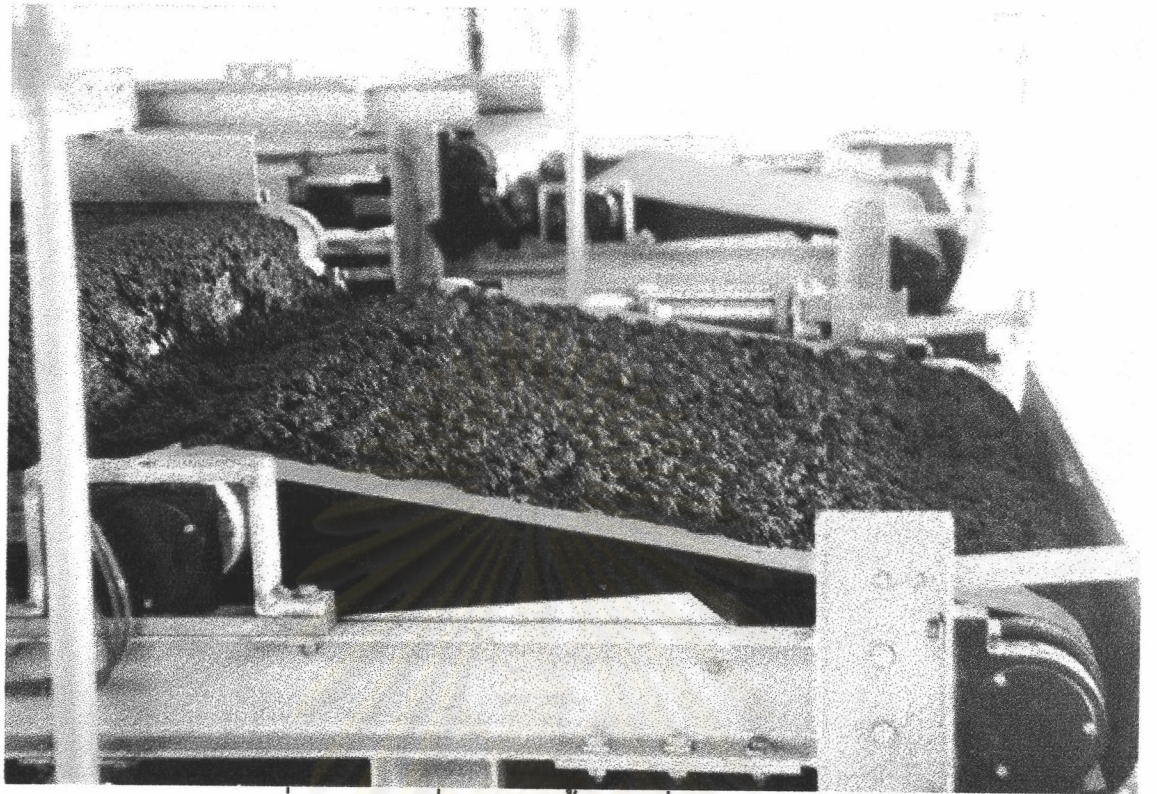
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องกรองแบบสายพาน

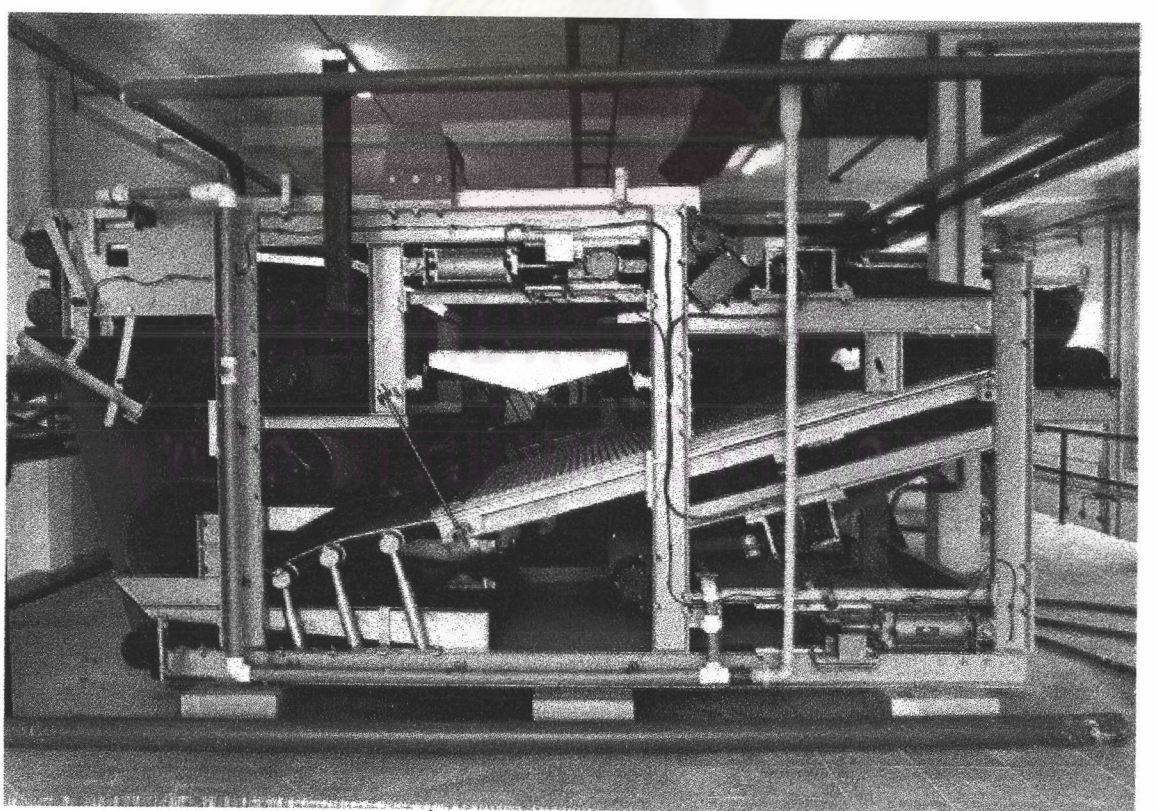


รูปที่ 4.7 การทำงานของเครื่องกรองด้วยสายพาน





รูปที่ 4.8 ตะกอนที่ผ่านการรีดน้ำด้วยเครื่องกรองด้วยสายพาน



รูปที่ 4.9 เครื่องกรองด้วยสายพาน

4.4 การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum Filtration)

เป็นระบบเครื่องกลที่อาศัยแรงดูดเนื่องจากสภาพสุญญากาศดึงน้ำออกจากตะกอน เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า "เครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum filter) มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกวางในแนวระดับ หุ้มด้วยตัวกลางที่ใช้สำหรับกรอง (Filter Media) ซึ่งเป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นรูพรุนยอมให้น้ำผ่านได้เท่านั้น ในขณะทำงานตัวเครื่องกรองซึ่งจุ่มอยู่ในถังที่ตะกอนชุ่มน้ำจะหมุนรอบแกนช้า ๆ เพื่อรับตะกอนให้มาติดกับรอบ ๆ ตัวกลาง การทำงานของเครื่องกรองจะเกิดขึ้นเมื่อเกิดแรงดูดสุญญากาศภายในเครื่องกรองจะทำให้ตะกอนถูกดูดติดกับตัวกลางเป็นแผ่นน้ำในแผ่นตะกอนจะถูกดูดผ่านออกจากเครื่องกรองไป

เค็กจะมีความเข้มข้นประมาณ 15 -35 เปอร์เซ็นต์

<u>ชนิดของเครื่องกรองสุญญากาศ</u>

1. rotating drum type filters
2. rotary belt vacuum filters
3. spring coil filters (ตัวกรองขดลวดสปริง)

หลักการออกแบบและการทำงานของตัวกรองสุญญากาศ อัตราการกรองน้ำเสียถูกควบคุมโดย 2 ปัจจัย คือ

1. อัตราการเกิดเค็ก บนตัวกลางระหว่างเวลาการจมตัวของมัน
2. อัตราการแห้งของก้อนเค็ก ความเข้มข้นของเค็กเมื่อสิ้นสุดขบวนการ

ในทำนองเดียวกันอัตราทั้งสองนั้นขึ้นอยู่กับสภาพตะกอนทางเคมีก่อนนำเข้าขบวนการ ,การปรับปรุงสถานีการทำงานของเครื่องกรองสูญญากาศ,การเกิดเค็ก หรืออัตราการแห้ง โดยทั่ว ๆ ไปจะดูแลและควบคุมขนาดสำหรับเครื่องกรองสุญญากาศ ปรับตามสภาพการทำงานที่ตำแหน่งต่าง ๆ

ข้อมูลทั่วไป

- การใช้พลังงาน 50-150 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตันของแข็ง
- ความแห้งของเค็ก 18-32 % w/w DS
- กำลังการผลิต 15-40 kg DS /m^2hr

<u>ข้อดี</u>

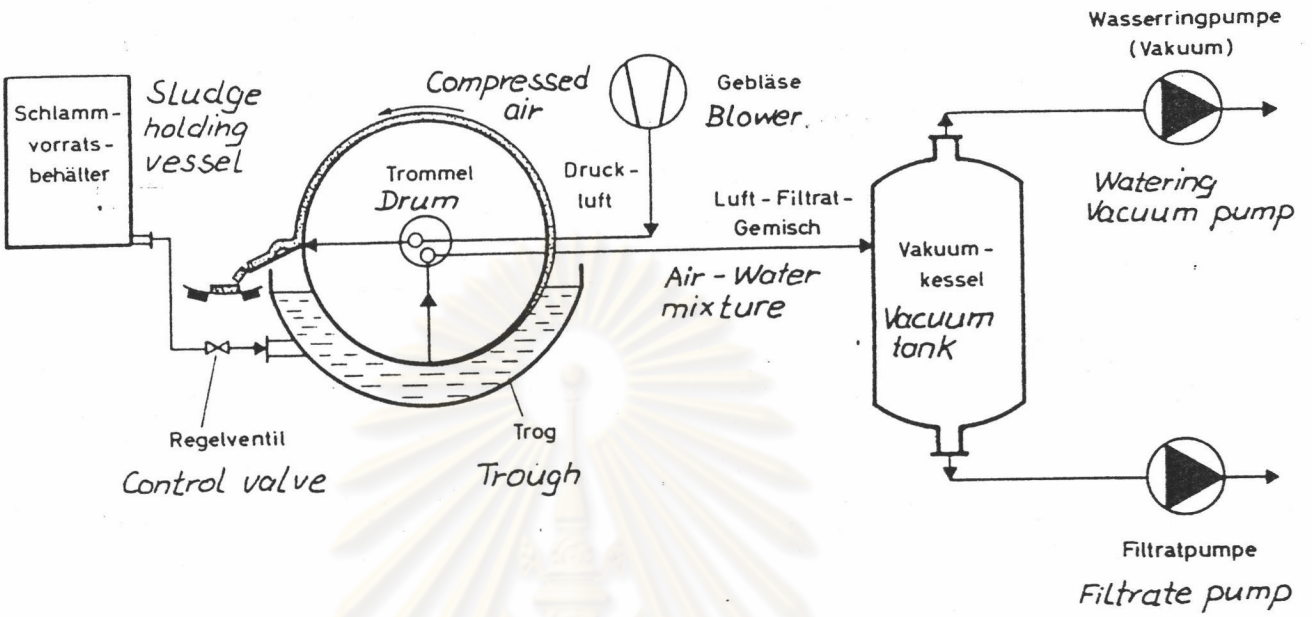
1. เป็นขบวนการต่อเนื่อง
2. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ

<u>ข้อเสีย</u>

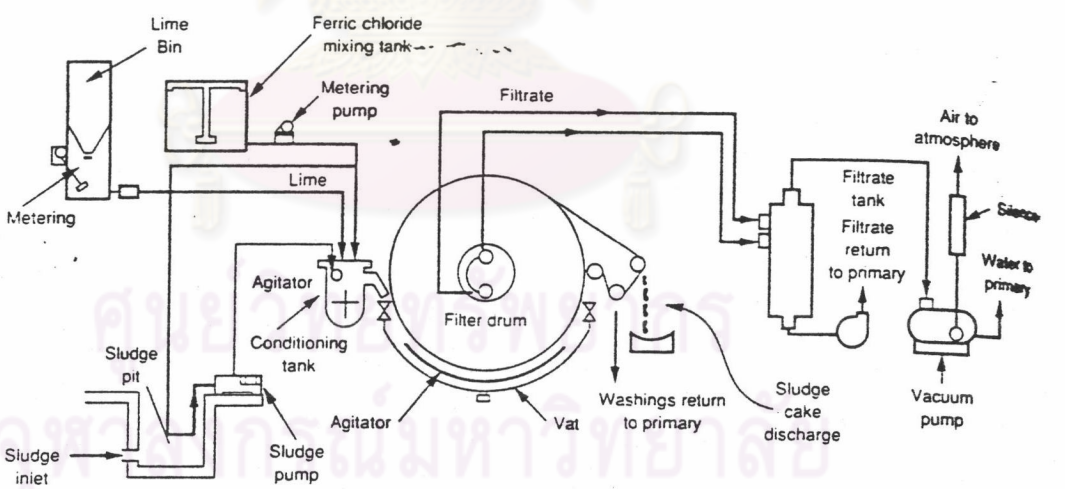
1. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง
2. ต้องการใช้พลังงานสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.10 การทำงานของเครื่องกรองสูญญากาศ



รูปที่ 4.11 ระบบการทำงานของเครื่องกรองสูญญากาศ



4.5 การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองแรงเหวี่ยง (Solid Bowl Centrifuges)

เป็นระบบที่อาศัยแรงหนีศูนย์กลางทำให้ของแข็งถูกแรงเหวี่ยงจนรวมตัวกันป็ ฉลุ 'ม้ ฉแยกตั ว ออกมาจากน้ำ ของแข็งหรือตะกอนที่ได้จะถูกแยกไว้ส่วนหนึ่ง และจะถูกส่งเข้าสู่ขั้นตอนกำจัดต่อไป

เครื่องกรองแรงเหวี่ยง(Centrifuge) ใช้ในการปั่นในระยะทางที่คงที่รอบจุดศูนย์กลาง ซึ่งจะมีแรงเคลื่อนเข้าหาส่วนกลางทำให้เกิดการรวมตัวของแข็งอีกครั้งที่ผนังของ เซนติฟูกัม โบล

เครื่องกรองแรงเหวี่ยง(Centrifuge) ปกติเป็นดังรูป 4.12 และที่มีการติดตั้งกรวยและทรงกระบอก อัตราการป้อนในโบลที่เหมาะสม สามารถแยกได้โดย G-force การเพิ่มของแข็งที่ผนังของโบลถูกขนถ่ายไปยังปลายส่วนกรวย โดยมีสกรูเกลียวทำงานในความเร็วที่ต่าง ๆ กันของโบล ส่วนท้ายสุดของโคนจะเป็นส่วนที่ปล่อยตะกอนออก ของเหลวที่ป้อนเข้าจะถูกทำให้ใสและปล่อยด้านตรงข้ามกับโคน

ข้อดี

1. เป็นขบวนการต่อเนื่อง
2. เป็นระบบปิด
3. ทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ
4. ต้องการพื้นที่ในการติดตั้งน้อย
5. สามารถทำงานยืดหยุ่นได้
6. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ

ข้อเสีย

1. ปริมาณเค็กที่ได้น้อย
2. ไวต่อ fluctuation ของคุณภาพของตะกอน
3. คุณภาพของตะกอนไม่คงที่
4. ก้อนตะกอนได้น้อย
5. ระหว่างการปฏิบัติงานต้องเปลี่ยนอุปกรณ์บ่อย
6. ความเข้มข้นของของแข็งต่ำ

4.5.1 เครื่องเซนตริเพลส (Centripress)

เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการแยกตะกอนมีการทำงานคล้ายกับเครื่องเซนตริฟลูกัลซึ่งอาศัยแรงเหวี่ยงในการแยกของแข็งออก โดยมีส่วนสุดท้ายที่มีการใช้แรงอัดสองด้าน (bi-axial) ในห้องเหวี่ยง แต่ความสามารถในการแยกน้ำสามารถทำได้เท่าเทียมกับเครื่องกรองด้วยแรงอัด คือสามารถแยกตะกอนจนได้ความเข้มข้นถึง 20-50 % และได้ความเข้มข้นที่มากกว่าเครื่องกรองด้วยสายพานและเครื่องกรองด้วยแรงเหวี่ยงแบบเดิม ประมาณ 5-10 %

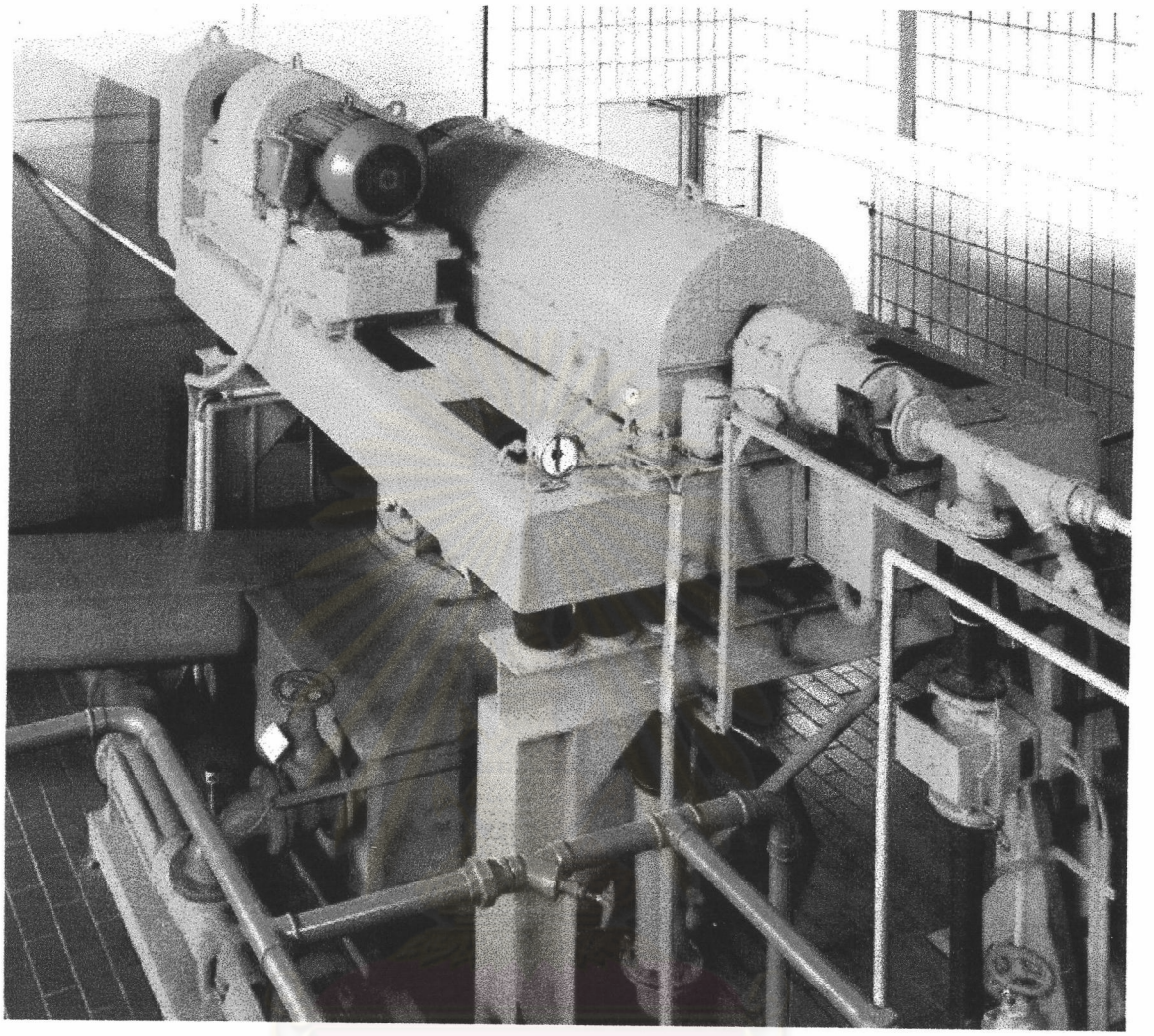
ข้อดี

1. ลงทุนต่ำ เนื่องจากเป็นการทำงานที่ต่อเนื่อง และสามารถติดตั้งในพื้นที่ขนาดเล็กได้ รวมทั้งสามารถติดตั้งได้ทั้งสถานที่ในร่มและสถานที่กลางแจ้ง ทำให้ค่าใช้จ่ายด้านการก่อสร้างอาคารต่ำ และเครื่องมือที่ประกอบการใช้งานน้อย
2. ยืดหยุ่นต่อการใช้งาน เนื่องจากต้องการพื้นที่น้อย จึงง่ายต่อการเพิ่มจำนวนเครื่องจักร และสามารถใช้ได้ดีกับโรงงานที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายบ่อย
3. ปรับปรุงการทำงานได้ง่าย เนื่องจากเป็นการทำงานที่ต่อเนื่อง ทำให้มีการปล่อยตะกอนอย่างสม่ำเสมอ ทำให้สามารถปรับให้เข้าการทำให้ตะกอนแห้ง หรือการเคลื่อนย้ายและการจัดเก็บสามารถทำได้ง่าย และค่าใช้จ่ายน้อย
4. การใช้งานง่าย เพราะเป็นระบบการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับตะกอน และเป็นขบวนการอัตโนมัติทำให้ง่ายต่อการควบคุมการปฏิบัติงาน และใช้ผู้ปฏิบัติงานน้อย
5. เป็นเครื่องจักรที่สามารถปรับได้ตามชนิดของตะกอน และสภาพของตะกอน เช่น ความร้อน และสารเคมี

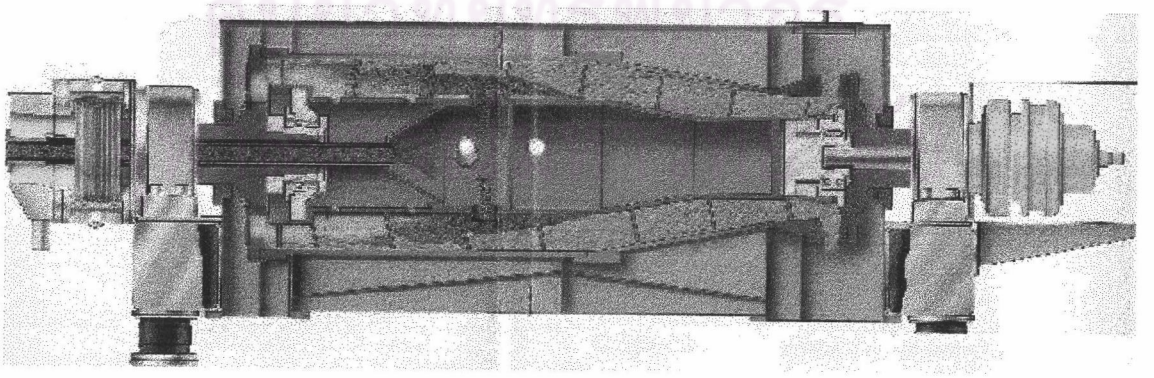
ข้อเสีย

1. ปริมาณเค็กที่ได้น้อย
2. ไวต่อฟลอกกลูเลชั่นของตะกอนของคุณภาพของตะกอน
3. คุณภาพของตะกอนไม่คงที่
4. ก้อนตะกอนได้น้อย
5. ระหว่างการปฏิบัติงานต้องเปลี่ยนอุปกรณ์บ่อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 เครื่องกรองด้วยแรงเหวี่ยง



รูปที่ 4.13 การทำงานของเครื่องกรองด้วยแรงเหวี่ยง (เซนตริเพลส)

4.6 การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองแรงอัด (Filter Press)

เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการกรองมานานแล้ว ไม่มีระบบอื่นที่สามารถกรองได้มากเท่าฟิลเตอร์เพลส ทั้งในส่วนของปริมาตร และพื้นที่ ดังนั้น ฟิลเตอร์เพลสซึ่งเป็นเครื่องมือในการกรองที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ ที่ให้ประสิทธิภาพ สูง

โครงสร้าง ฟิลเตอร์เพลส ประกอบด้วย เฟรม ส่วนช่วยกรอง เช่น ฟิลเตอร์โคลท หรือ ฟิลเตอร์เลเยอร์

เฟรม เฟรม เป็นส่วนประกอบหลักกับการเชื่อมต่อกับท่อสำหรับรับเข้า และปล่อยออก

โกลทเชอร์ ขนาดจะเล็กที่สุดของฟิลเตอร์เพลส ส่วนของเพลทกรองที่แยกออกและเคลื่อนจากกันด้วยแรงคน ในกรณีของฟิลเตอร์เพลสที่ใหญ่ขึ้น จะมีระบบอัตโนมัติที่มีไฮโดรแมคแคนนิค(Hydro_mechanic) ช่วยยก ซึ่งสามารถปรับให้มีการปล่อยเค็กอัตโนมัติ

ระบบอัตโนมัติ สำหรับฟิลเตอร์เพลสจะสามารถเลือกได้ทั้งระบบอัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติ และแบบธรรมดาซึ่งจะมีเครื่องมือที่ใช้ประกอบหลายอย่าง เช่น การปล่อยเค็ก การล้างเค็ก การเคลื่อนย้ายเค็ก ถ้าต้องการให้การทำงานเป็นระบบอัตโนมัติทั้งหมดสามารถทำงานได้ 24 ช.ม. จะเป็นการใช้พีซีเทคนิค (PC Technique.) มาช่วยควบคุมการทำงาน

<u>การจำแนกประเภทของฟิลเตอร์เพลส</u>

<u>1. เฟรม ฟิลเตอร์เพลส(Frame Filter presses</u>)

การพัฒนาฟิลเตอร์เพลส เริ่มจากเฟรม ฟิลเตอร์เพลส ต่อมาถูกพัฒนาเป็นเพลทและเฟรม โดยของแข็งจะถูกสะสมในเฟรม ปัจจุบัน เฟรมฟิลเตอร์เพลสยังคงใช้ในการกรองที่มีปริมาณน้อย และของแข็งที่ต้องการมีความชื้นไม่มาก เหมาะกับการใช้ ฟิลเตอร์เลเยอร์ และ กระดาษกรอง แต่แรงดันในการกรองจำกัดได้มากที่สุดคือ 8 บาร์ที่ 30^{0}c

<u>2. แชมเบอร์ ฟิลเตอร์เพลส(Chamber Filter Press.)</u>

แชมเบอร์ ฟิลเตอร์เพลส เป็นเครื่องกรองที่ใช้แรงดันสูง และเปอร์เซนต์ของของแข็งในเค็กสูง ส่วนมากจะใช้ในการกรองที่ต้องการความเข้มข้นของของแข็งมาก

<u>3. เมมเบรน ฟิลเตอร์เพลส (Membrene Chamber Filter Press)</u>

มีการนำ เมมเบรน ฟิลเตอร์เพลสมาใช้ จากความดันสูงสุดที่ 8 บาร์ของแชมเบอร์ ฟิลเตอร์เพลส สามารถเพิ่มแรงดันได้สูงถึง 15 บาร์ ทำให้เวลาต่อวงจรสั้นลง และเปอร์เซนต์ความเข้มข้นของของแข็งมากขึ้น

ระบบการป้อนตะกอนเข้าสู่เครื่องฟิลเตอร์เพลส

เครื่องสูบตะกอนที่ใช้งานเพื่อการป้อนตะกอนเข้าสู่เครื่องฟิลเตอร์เพลสมี 4 ระบบ คือ

1. นีโอ ปั้ม (NEMO pump)
2. แอร์ไดอาเฟรม (Air Diapharagm) มีความดันสูงสุด ที่ 7 บาร์ นิยมใช้ในปัจจุบัน เนื่องจาก
    1. ประหยัด
    2. เป็นช่วงความดันที่เหมาะสม
3. พิสทอล ไดอาเฟรม (Pistal Diaphragm)
4. เซนตริฟลูกัล (Centrifugal)
5. สกรูปั้ม (Screw Pump) มีความดันสูงสุดที่ 15 บาร์ที่ 2 สเตท สามารถทำได้ถึง 72 บาร์ ที่ 12 สเตท

ซึ่งการเลือกใช้เครื่องสูบจะขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลว และความดันที่ต้องการอัดตะกอน

4.6.1 แชมเบอร์ ฟิลเตอร์เพลส(Chamber Filter Press.)

เป็นเครื่องมือที่มีมานานแล้ว ต้องใช้แรงงานมาก และใช้เฟรมในการอัด เครื่องอัดมีช่องด้านข้างดังรูป 4.14 เหมือนกับเป็นห้อง ๆ ที่ทำให้เกิดก้อนตะกอน ที่เพลทจะคลุมด้วยฟิลเตอร์โคลท ที่ถูกเลือกไว้ ตะกอนที่เข้มข้นจะถูกเครื่องสูบมายังฟิลเตอร์เพลทจนได้ระดับ ฟิลเตอร์เพลส จะทำการอัดจนได้ระดับ จะได้ก้อนเค็กที่แห้ง ซึ่งจะขึ้นกับแรงอัดและเวลาในแต่ละช่วง อย่างไรก็ตาม สำหรับการจัดการตะกอนได้ถูกออกแบบให้ตะกอนมีความชื้นมากกว่า 15 % ซึ่งน้อยกว่าความสามารถของฟิลเตอร์เพลส การทำงานของฟิลเตอร์เพลสจะขึ้นอยู่กับลักษณะของตะกอน โดยธรรมชาติของลักษณะตะกอนที่เป็นโคลนเหลวของตะกอนสารส้ม เป็นผลให้เกิดการอุดตันของผ้ากรอง ต้องมีการทำความสะอาดผ้ากรองบ่อย ในกรณีที่ใช้ระบบอัตโนมัติ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของฟิลเตอร์เพลส

ข้อมูลทั่วไป

การใช้พลังงาน	15 - 40 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตันของแข็ง
ความแห้งของเค็ก	33-40 % w/w DS
กำลังการผลิต	1.5 - 5 kg DS /m^2hr
เวลาในการทำงานต่อรอบ	3-4 ชั่วโมง

ออกแบบให้มีแรงดันเป็น 3 ระดับ คือ

a) 8 bar
b) 15 bar
c) 60 bar

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อดี

1. สามารถปรับให้เป็นระบบอัตโนมัติได้
2. ใช้พลังงานต่ำ
3. ได้เค็กที่มีความชื้นต่ำ
4. ใช้พื้นที่ว่างอย่างมีประโยชน์
5. อัตราการแยกน้ำสูง
6. ความเชื่อถือสูง

ข้อเสีย

1. การลงทุนสูง
2. เป็นขบวนการทำงานแบบไม่ต่อเนื่อง
3. ต้องใช้บ่อเก็บและสำรองตะกอน
4. ก้อนเค็กมี PH > 11

4.6.2. เมมเบรน ฟิลเตอร์เพลส (Membrane Chamber Filter Press)

เป็นฟิลเตอร์เพลสที่มีการปรับปรุงขึ้นจากแชมเบอร์ฟิลเตอร์เพลส โดยเพลทจะสามารถรับแรงอัดได้และมีผ้ากรองหุ้ม และอีกด้านหนึ่งจะเป็นเมมเบรน(rubber lining membrane) ซึ่งสามารถขยายตัวได้ เมื่อตะกอนถูกอัดด้วยเพลทจนได้ระดับ เมมเบรนจะขยายตัวเพื่อบีบตะกอนให้แห้งยิ่งขึ้น ดังนั้นเมมเบรนของเพลทจะใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการกรอง โดยจะทำให้ใช้เวลาในการบีบตะกอนลดลงเป็นเวลาประมาณ 1.5-2.0 ชั่วโมง และช่วยให้แรงอัดมีแรงอัดที่สม่ำเสมอ การใช้สารช่วยในการตกตะกอนจะช่วยให้ตะกอนที่ได้มีความเข้มข้นของตะกอนสูงขึ้น เป็น 40-60 % DS

ข้อมูลทั่วไป

การใช้พลังงาน	15 - 40 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตันของแข็ง
ความแห้งของเค็ก	33-60 % w/w DS
กำลังการผลิต	1.5 - 5 kg DS /m^2hr
เวลาในการทำงานต่อรอบ	2-3 ชั่วโมง

ข้อดี

1. การเพิ่มแรงบีบทำให้ได้ของแข็งที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น ง่ายต่อการนำเค็กมาล้าง และการทำให้แห้ง
2. เวลาในการทำงานสั้นลง กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น

ข้อเสีย

1. การลงทุนสูงกว่าฟิลเตอร์เพลสแบบแชมเบอร์ ฟิลเตอร์เพลส

4.6.3 เครื่องกรองแรงอัดในแนวตั้ง (Vertical Pressure Filter)

เครื่องกรองแบบตั้งมีลักษณะคล้ายกับ แชมเบอร์ฟิลเตอร์ การทำงานของเครื่องกดในแนวตั้ง จะเป็นระบบอัตโนมัติ เพราะเป็นวงจรการทำงานที่สั้นและเป็นขบวนการที่ต่อเนื่อง เครื่องกรองในแนวตั้งได้รับการพัฒนาจากขบวนการทำอุตสาหกรรมทำแร่ที่ต้องการของแข็งที่แห้งมาก สำหรับกรณีตะกอนของสารส้ม จะใช้ปูนขาวในอัตรา 20 % ต่อก้อนเค็กที่ความเข้มข้น 40 % w/w solid ระดับของแข็งจะเปลี่ยนแปลงในน้อยลงมากกว่าครึ่งของปริมาณของแข็งที่ได้จากเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์

การทำงาน

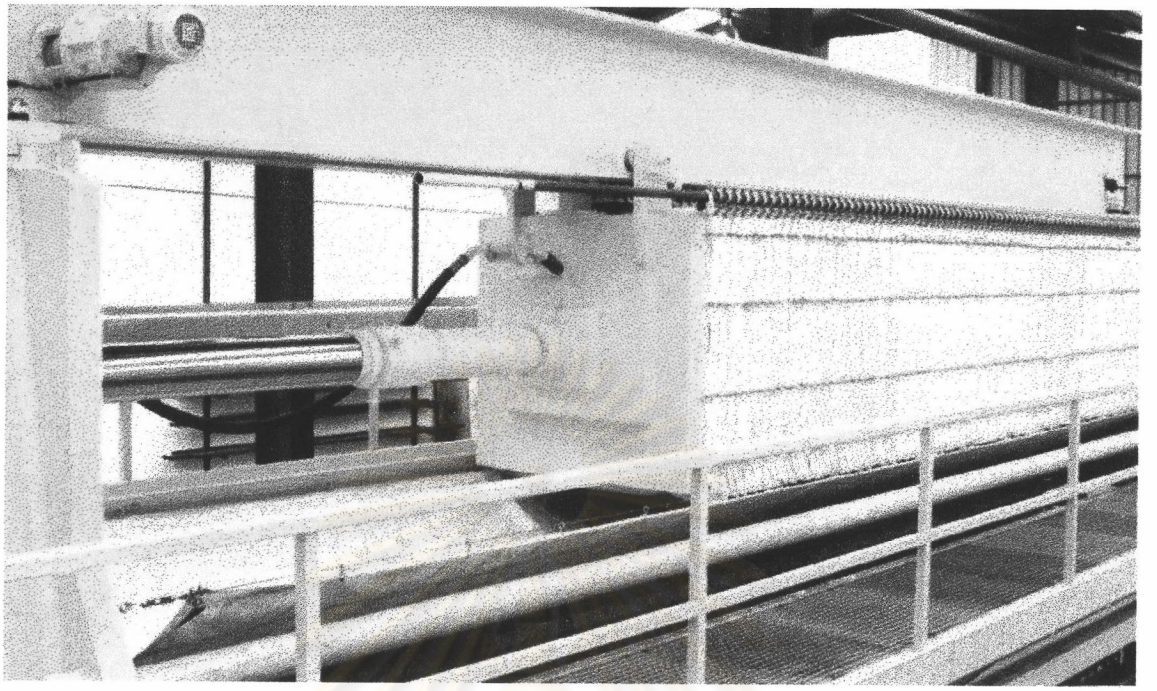
เมื่อกดปุ่มสตาร์ทการแยกน้ำจะเกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการทำงานแบบระบบปิด ตะกอนจะถูกเครื่องสูบไปยังฟิลเตอร์โคลทในแนวนอนของทุกแชมเบอร์ การกรองก็จะเริ่มขึ้น เค็กจะเริ่มเกาะตัว ต่อมาน้ำแรงดันสูงจะถูกเครื่องสูบเข้าไปในไดอาเฟรม เพื่ออัดเค็ก แล้วอากาศจะถูกเป่าไปยังก้อนเค็กเพื่อทำให้แห้งขึ้น สำหรับการล้างเค็กจะถูกล้างโดยการสูบน้ำล้างและถูกอัดอีกครั้งด้วยไดอาเฟรม แล้วอัดอากาศเข้าไปในทุกแชมเบอร์เพื่อให้เค็กแห้งขึ้น แล้วปล่อยเค็กออกโดยการเปิดแบบอัตโนมัติ ชุดเครื่องกรองที่สมบูรณ์ จะมีส่วนของห้องกรอง เปิดปิดอัตโนมัติ และปล่อยก้อนเค็กอัตโนมัติ ฟิลเตอร์โคลทที่กดก้อนเค็ก จะมีส่วนปล่อยคล้ายสายพานที่ปล่อยก้อนเค็กไปอีกด้านของเครื่องกรอง ในระหว่างการปล่อยเค็กโคลทจะถูกล้างในอีกด้านหนึ่ง ด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง เค็กที่ได้มีความเข้มข้นประมาณ 30-96 % w/w Solid

ข้อดี

1. ความเข้มข้นของเค็กสูงถึง 94 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอนด้วย
2. เวลาในการทำงาน 1 รอบสั้นเพียง 6 นาที
3. ประสิทธิภาพของการล้างสูงถึง 99 % โดยใช้ปริมาณน้ำที่ใช้ล้างน้อย
4. น้ำที่กรองได้มีความใสมาก
5. ลดค่าใช้จ่ายในการแยกน้ำได้ถึง 90 %
6. การทำงานควบคุมได้ง่ายเพียงกดปุ่มสตาร์ทเท่านั้น
7. สามารถเพิ่มจำนวนแชมเบอร์ได้ถึง 100 %
8. เค็กมีการเคลื่อนย้ายออกนอกแชมเบอร์โดยอัตโนมัติ
9. เป็นการประยุกต์ใช้แรงโน้มถ่วงมาช่วยด้วย
10. ใช้แรงอัดจากไดอาเฟรมเพื่อบีบเค็กอีกครั้ง

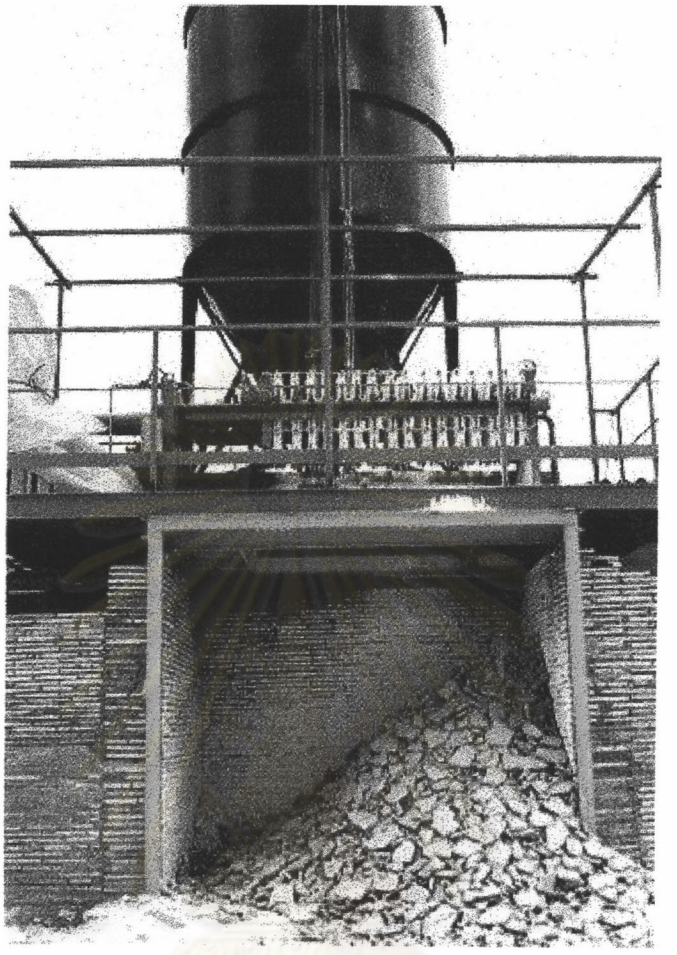
ข้อเสีย

1. การลงทุนสูง เนื่องจากราคาของเครื่องจักรสูง
2. ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูง



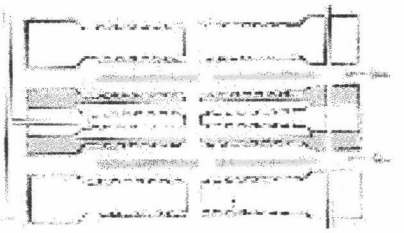
รูป 4.14 เครื่องกรองด้วยแรงอัด (ฟิลเตอร์เพลส)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

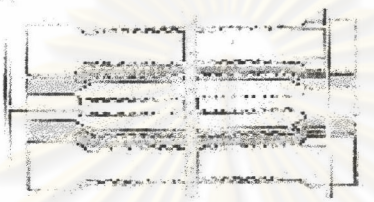


รูปที่ 4.15 เค็กที่ถูกปล่อยจากเครื่องกรองด้วยแรงอัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

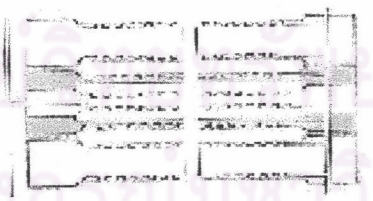


Cake discharge



The membranes are pressurized by membrane inflation medium, squeezing the cake.

Filtration, forming of cakes; The chambers are filled,the supporting plate by the filtration pressure.



Membrane filter press empty. Membranes without load.

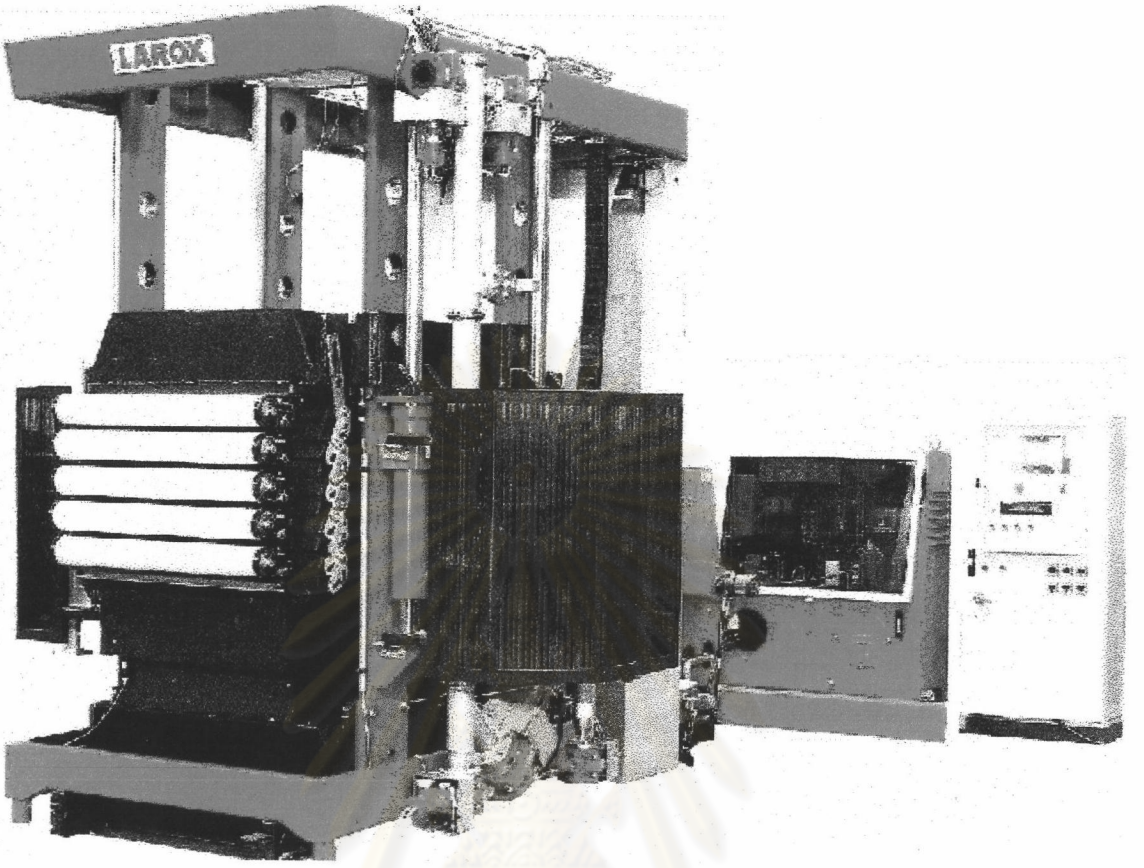
FUNCTIONAL STAGES

Membrane inflation medium

Central inlet

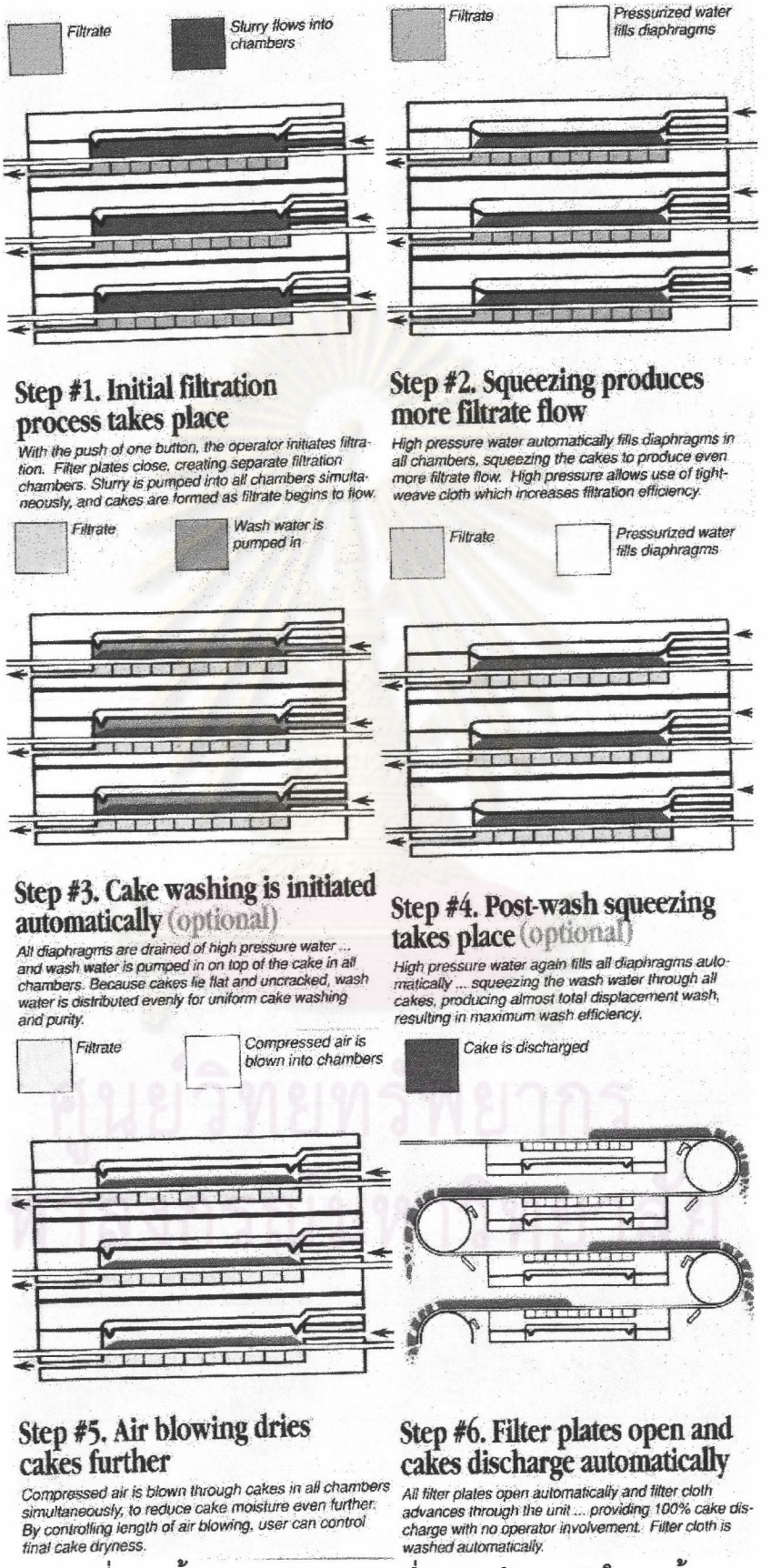
Filtrate outlet

รูปที่ 4.16 การทำงานของเครื่องเมมเบรนฟิลเตอร์เพลส



รูปที่ 4.17 เครื่องกรองด้วยแรงอัดในแนวตั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.18 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องกรองด้วยแรงอัดในแนวตั้ง

4.7 การบำบัดตะกอนโดยใช้ท็อบ ฟีด เพลส (top feed press)

เป็นเครื่องกรองด้วยแรงอัดไฮโดรลิก มีข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องดังนี้

ข้อมูลด้านเทคนิค

กำลังการผลิตปกติ	2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง(88 ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง)
	= 60 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
น้ำที่ใช้ล้าง	90 ลิตรต่อนาที (20 แกลลอนต่อนาที)
	= 0.1296 ล้านลิตรต่อวัน
ความชื้นของของแข็ง	50 %

ความหนาแน่นของของแข็งหลังการอัด 1040 กิโลกรัมต่อเมตร (65 ปอนด์ต่อฟุต)

กำลังขับ

มอเตอร์เครื่องสูบ	75 กิโลวัตต์ (10 แรงม้า)
ระบบการอัด	45 บาร์ (660 Psi)
แรงอัดเพื่อรีดน้ำ	124 บาร์ (1820 Psi)

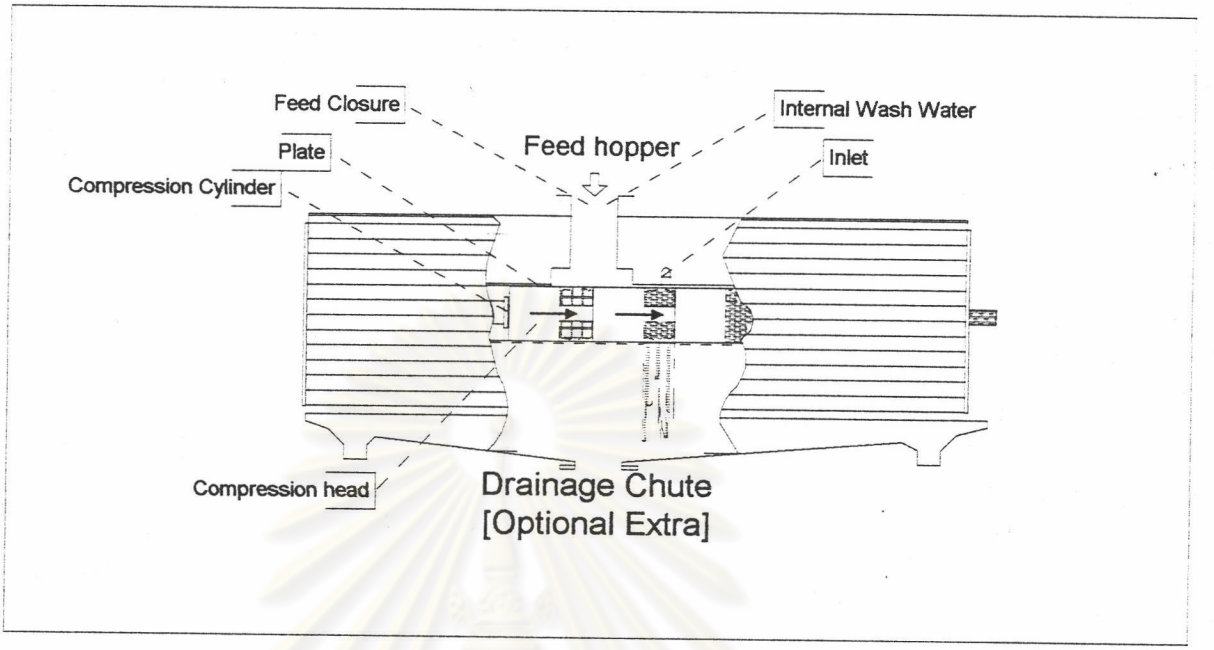
ข้อดี

1. ได้เค็กที่มีความเข้มข้นของของแข็งสูงถึง 50 % และเค็กที่ได้มีความชื้นสม่ำเสมอทั้งแผ่น
2. สามารถใช้พื้นที่ว่างให้เกิดประโยชน์ได้มาก
3. อัตราการแยกน้ำสูง
4. โครงสร้างคงทน แข็งแรง
5. มีวัสดุสิ้นเปลืองน้อย ทำให้ค่าใช้จ่ายในการทำงานต่ำ
6. ประยุกต์ใช้ได้กับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้กว้าง
7. น้ำที่ผ่านการกรองมีความใสมาก
8. ทำงานได้ทุกฤดูกาล
9. เคลื่อนย้ายก้อนเค็กได้ง่าย
10. ทำงานอัตโนมัติได้

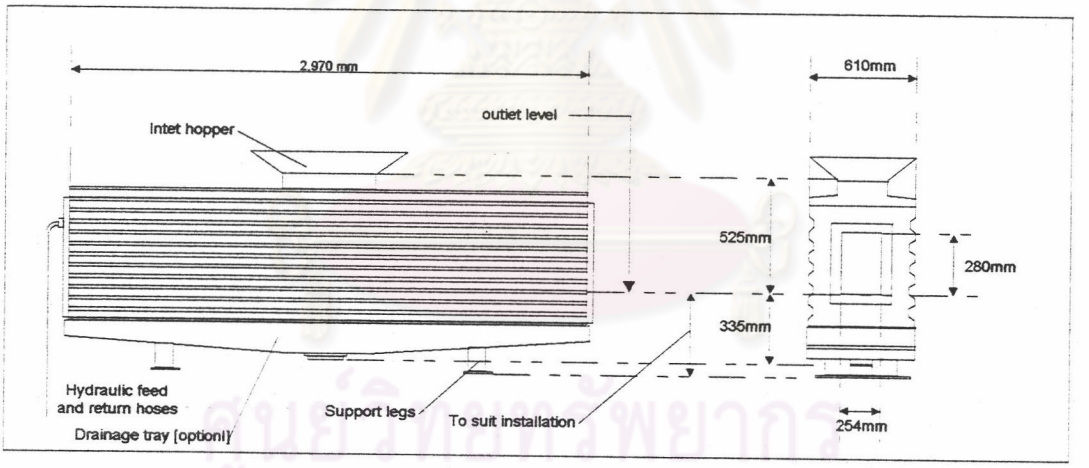
ข้อเสีย

1. การลงทุนสูง
2. เป็นขบวนการไม่ต่อเนื่อง
3. ต้องใช้บ่อเก็บและสำรองตะกอน

รูปที่ 4.19 การทำงานของเครื่องท็อบฟีดเพลส



รูปที่ 4.20 ขนาดของเครื่องท็อบฟีดเพลส



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8 การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองโดยอาศัยแรงคาพิลลารี (Capillary filter)

เป็นเครื่องกรองโดยอาศัยแรงคาพิลลารี หรือแรงดึงตัวของน้ำ มีลักษณะคล้ายการทำงานของเครื่องกรองด้วยแรงสุญญากาศ (Vacuum Filter) แต่ไม่มีอากาศผ่าน ทำให้สามารถลดเชื้อเพลิงที่ต้องการใช้ลงได้ โดยแรงคาพิลลารี จะเป็นแรงที่เพิ่มขึ้นตามขนาดของช่องที่น้ำไหลผ่านมีขนาดเล็กลง ตามกฎของ Kelvin's law ซึ่งเครื่องที่ผลิตขึ้นจะมีลักษณะเป็นแผ่น (disc.) ซึ่งมีช่องที่เล็กมากทำให้เกิดแรงดึงระหว่างน้ำ และ hydrophilic porous sintered alumina material ที่ขนาดของช่องเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสม ช่องที่น้ำผ่านจะมีน้ำผ่านอยู่ตลอด ทำให้มีแรงดึงได้มากกว่า เครื่องกรองแบบสุญญากาศ ฟิลเตอร์เพลทจะไม่ยอมให้อากาศผ่านเข้าไป จะมีเพียงน้ำเท่านั้น ที่ผ่านเข้าไปได้ ทำให้ความต้องการพลังงานน้อย เพียงใช้เครื่องสูบสุญญากาศเท่านั้น

<u>การทำงาน</u>

- การทำให้เกิดเค็ก (Cake Forming)

เมื่อ ดิสต์ มีการหมุนผ่านตะกอน แรงดึงคาพิลลารีจะเกิดขึ้นเครื่องสูบสุญญากาศจะสร้างแรงดึงน้ำผ่านดิสต์ ของแข็งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วที่ด้านนอกของ disc. ทั้งสองด้าน

- การล้างเค็ก

จะมีการล้างเค็กที่พ่นลงมา เพื่อล้างเค็กในขณะที่มีแรงคาพิลลารีอยู่ก็จะดึงน้ำเข้าไป ทำให้เค็กมีความบริสุทธิ์ขึ้น และเป็นการเค็กที่ใช้พลังงานน้อย

- การทำให้เค็กแห้ง (Cake drying)

การที่ Disc หมุนผ่านตะกอนขึ้นไป แรงคาพิลลารียังคงทำงานอยู่ ทำให้เค็กที่เกาะตัวอยู่ที่ผิวของดิสต์ จะแห้งลงเรื่อยๆ

- การปล่อยเค็ก (Cake discharge)

ตัวสแคปเปอร์ (Scrapers) ตัวขูดจะขูดเค็กจากดิสต์ด้วยแผ่นบางๆ ที่มีการเคลือบด้วยของแข็งเพื่อลดการสึกหรอ และลดการบำรุงรักษา ทำให้อายุการใช้งานนาน

- น้ำล้างไหลกลับ (Backflow washing)

จะมีการปล่อยน้ำที่กรองผ่าน disc ผ่านออกมา เผื่อทำความสะอาด disc ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของกรองเพิ่มขึ้น และยืดอายุการใช้งานของ disc

- การทำความสะอาด (Periodic Automatic Cleaning)

การออกแบบให้มีการทำงานสะอาดโดยใช้อุลตร้าโซนิค จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการทำความสะอาด โดยไม่ต้องใช้สารเคมี

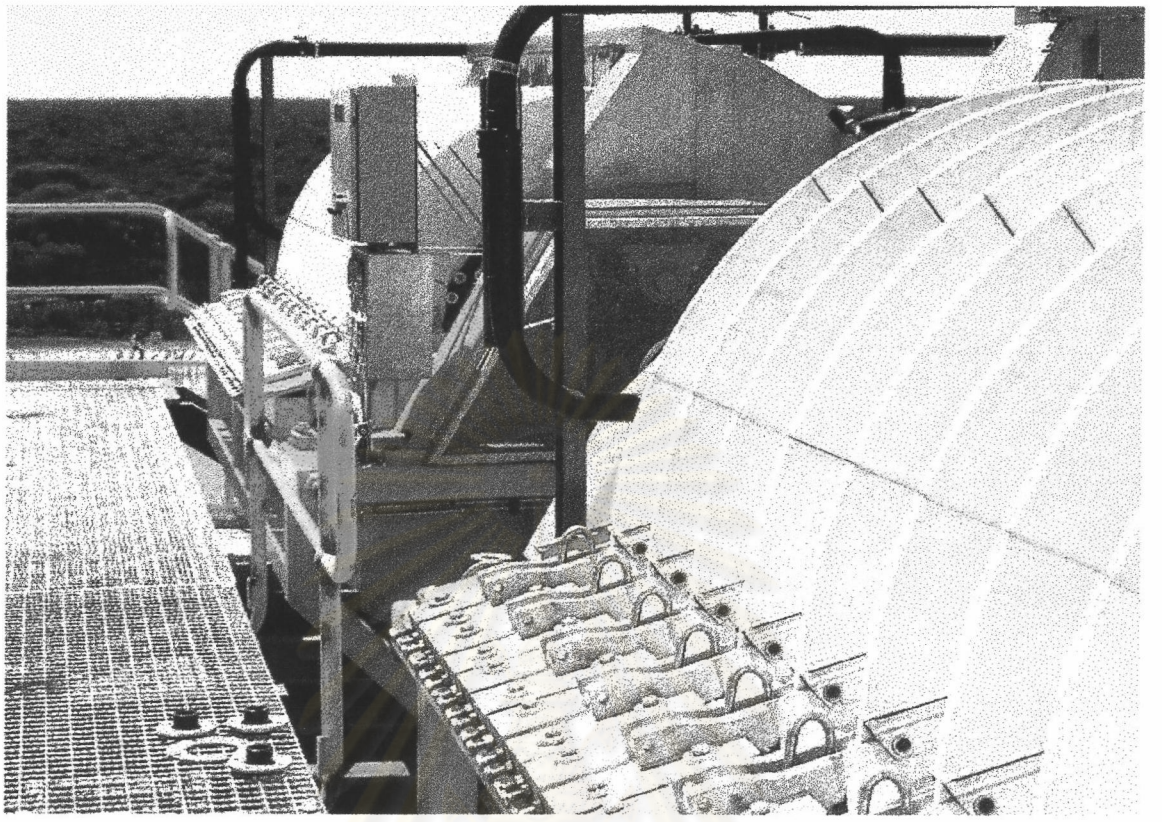
ข้อดี

1. ให้เค็กที่มีความชื้นน้อยกว่า เครื่องกรองแบบสุญญากาศ
2. การล้างเพลททำได้ง่าย
3. ใช้ประโยชน์ได้หลายชนิด
4. ไม่จำเป็นต้องใช้ผ้ากรอง
5. ปริมาณพลังงานที่ต้องการใช้น้อย
6. อะไหล่สำรอง ที่ต้องการเปลี่ยนมีน้อย
7. เวลาในการบำรุงรักษาต่ำ
8. เวลาของผู้ปฏิบัติงานน้อย
9. ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคเฉพาะด้านในการปฏิบัติงาน และบำรุงรักษา
10. โครงสร้างเป็นแบบง่ายๆ
11. การปฏิบัติงานเป็นอัตโนมัติ
12. การทำงานปล่อยเค็กเป็นแบบต่อเนื่อง
13. นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเคมี และเหมืองแร่

ข้อเสีย

1. การลงทุนสูง
2. เค็กที่ได้มีความเข้มข้นไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.18 เครื่องกรองโดยอาศัยแรงคาพิลลารี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.9 การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัดแบบทรงกระบอก (Tube Press)

เป็นเครื่องมือแยกน้ำ แบบหนึ่ง ซึ่งเป็นแนวตั้งมีลักษณะเป็นทรงกระบอก สามารถทำงานเป็นระบบอัตโนมัติได้ และให้น้ำมีความใสสูง โดยไม่ต้องผ่านการทำให้แห้งโดยความร้อน

การทำงาน

- การกรอง ตะกอนจะถูกป้อนลงด้านข้างโดยรอบของทรงกระบอกในห้องกรอง
- การอัด การอัดถูกกระทำโดยเมมเบรนในทรงกระบอก โดยมีแรงอัดต่ำที่ 7 บาร์ และแรงอัดสูงที่ 100-140 บาร์
- การปล่อยออกโดยการเลื่อน แท่งทรงกระบอกภายในหลอดลงมา แล้วปล่อยอากาศออกจากด้านใน จะทำให้เค็กที่เกาะอยู่ที่ผิว หลุดออก

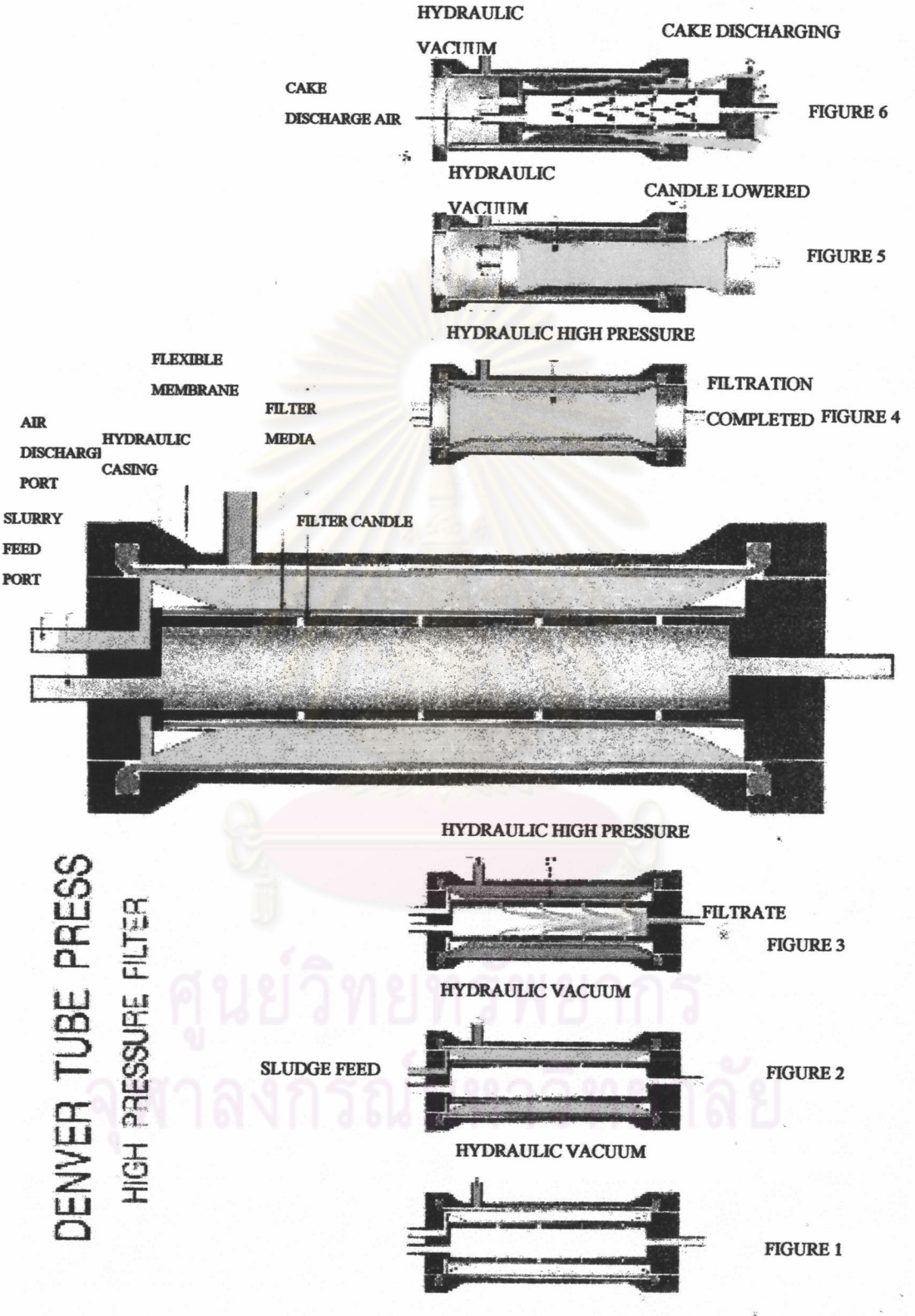
ข้อดี

1. จะได้เค็กที่มีความเข้มข้นสูงมาก
2. เป็นการทำงานในระบบอัตโนมัติ
3. ค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายเค็กต่ำ

ข้อเสีย

1. ราคาสูงมาก มักใช้ในงานอุตสาหกรรม และเคมีที่ต้องการเค็กที่มีความชื้นต่ำ
2. กำลังการผลิตต่ำ
3. การใช้พลังงานสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.21 เครื่องกรองด้วยแรงอัดแบบทรงกระบอก

4.10 เครื่องบำบัดตะกอนที่ใช้ในการแยกน้ำ

เป็นเครื่องบำบัดตะกอนที่เป็นการพัฒนาขึ้นมาใหม่ มี ประสิทธิภาพการทำงานสูง แต่เนื่องจากการลงทุนสูง ทำให้มีการใช้ในอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่

4.10.1 การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่อง HIP (High Intensity Press)

การผลิต HIP เป็นของ Andritz ซึ่งมีการทำงานที่เป็นระบบต่อเนื่องของเครื่องกรองด้วยแรงอัดเมมเบรน (membrane filter press) โดยใช้หลักของการกรองโดยใช้ชั้นกรองที่มีขนาดบาง การแยกน้ำของ HIP ทำงานโดยใช้พิลเตอร์เบลท 2 สายพานยาง 2 เส้น (rib) ซึ่งจะเรียกว่า เพลส เบลท (press belt) น้ำจะถูกกรองผ่าน สายพาน และผ่านไปยังช่องว่างระหว่างเพลส เบลท ซึ่งจะไหลออกด้านนอกโดยระบบการดูด

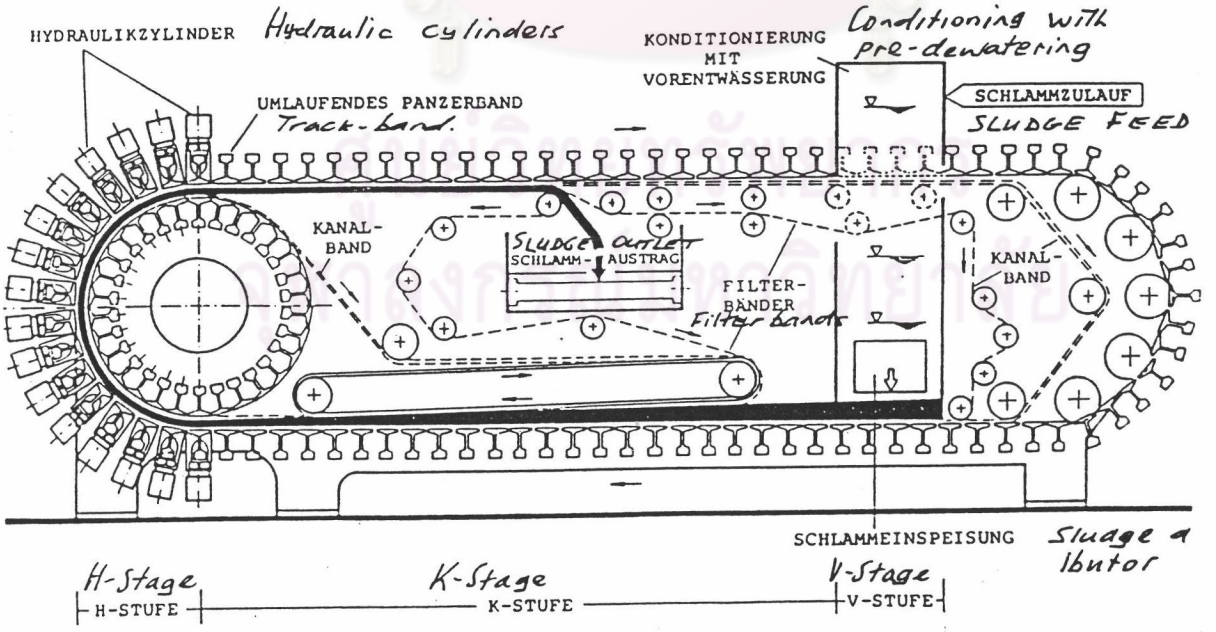
แรงอัดจะถูกอัดจากสายพานที่มีแรงน้ำ ซึ่งไม่สัมผัสกับซิล(sealing) แรงดันนี้สามารถจะปรับได้

แรงอัดมีค่าสูงสุดคือ 6 บาร์ เวลาในการอัดถูกควบคุมโดยลักษณะของตะกอน และเปลี่ยนความเร็วรอบของสายพาน

ชั้นกรองที่มีขนาดบางจะสัมพันธ์กับ ของแข็งที่มีความเข้มข้นสูง เพราะว่าชั้นเค็กที่มีขนาดบาง ทำให้สามารถใช้ระยะทางและเวลาสั้นในการแยกน้ำออก

ผลจากการนำมาใช้พบว่า ยังไม่เกิดความคุ้มค่าในทางด้านเศรษฐศาสตร์

รูปที่ 4.22 เครื่องกรอง HIP



4.10.2 1 <u>การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองแรงดันสูง CHP (high-pressure filter press)</u>

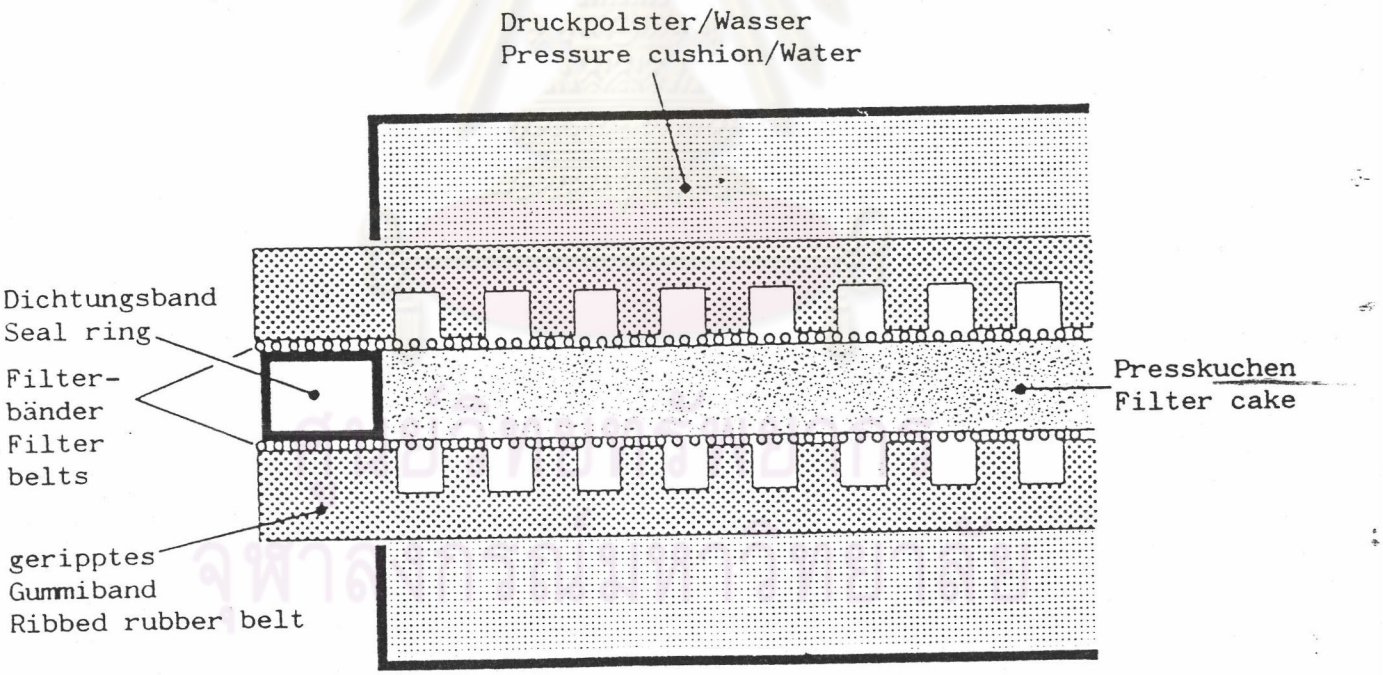
เป็นเครื่องจักรที่ทำงานแบบต่อเนื่องกัน โดยมีแรงอัดในห้องกรอง สูงสุด 0.25 บาร์

กำลังการผลิตของการกรอง ขึ้นกับตัวแปรในส่วนของตะกอน หรือเวลาในการสกรีน ตะกอนถูกสร้างขึ้นโดยการหมุนส่วนกรองอย่างต่อเนื่องในส่วนของเขตที่สร้างตะกอน(wedge form zone) ชั้นของตะกอนที่หนาจะถูกกดโดยระบบทางกล ยกเว้นด้านข้างที่ถูกกดโดยซิลที่เป็นยาง

แรงดันของสายพานที่หมุน จะมีแรงดันที่สูงสุดคือ 2.5 บาร์ ในขั้นตอนสุดท้าย แรงดันจะถูกอัดโดยส่วนเกลียว (swivel) ชนิดไฮโดรลิก ไซเลนเดอร์ ความหนาของชั้นตะกอนขึ้นกับ ชนิดของตะกอน เวลาในการอัดช่วงแรงอัดสูง (high zone) และความเร็วของสายพาน

ผลจากการใช้งาน พบว่ายังไม่คุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์

รูปที่ 4.23 เครื่องกรองแรงดันสูง (CHP)



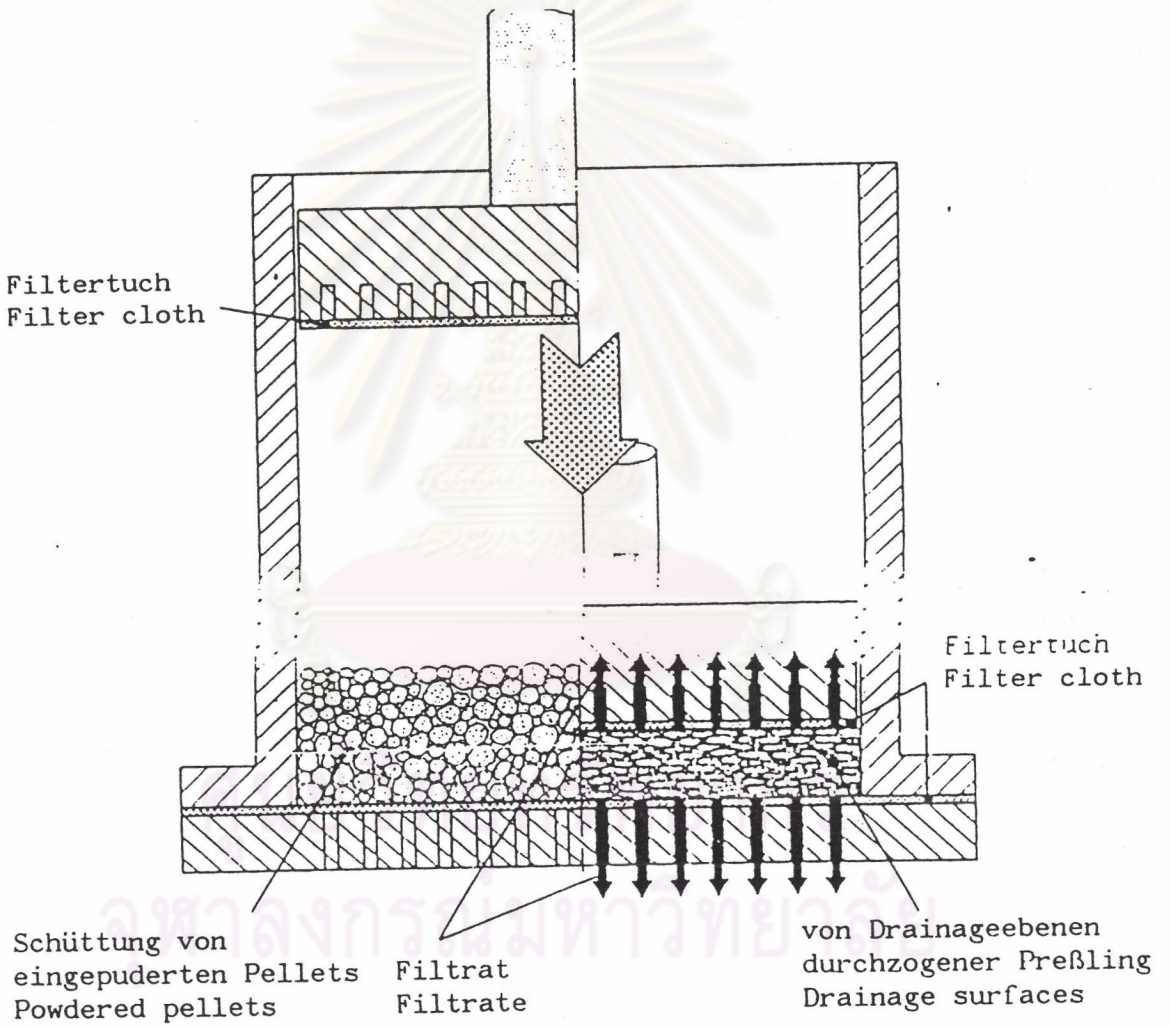
4.10.3 1 <u>การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองแรงดันสูง (HI-COMPACT)</u>

ขบวนการแยกน้ำ สามารถแบ่งได้ดังนี้

เป็นเพลลเลทที่คลุมด้วยแป้ง และถูกส่งไปขั้นตอนที่ 2 มีการปล่อยน้ำให้ไหลออกจากชั้น powder เป็นระยะที่สั้น และให้ประสิทธิภาพสูง โดยมีแรงดันประมาณ 50 บาร์ ซึ่งทำให้ได้ความเข้นข้นของแข็งสูง

ผลจากการใช้งาน พบว่ายังไม่ คุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์

รูปที่ 4.24 เครื่องกรองแรงดันสูง (HI-COMPACT)



4.11 ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางเลือก

จากข้อมูลข้างต้นสามารถที่จะสรุปทางเลือกต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอน.(sludge drying lagoon)
2. การบำบัดตะกอนโดยใช้ลานตากตะกอน (sludge drying bed)
3. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองสายพาน (belt filter dewatering)
4. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ (vacuum filtration)
5. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองแรงเหวี่ยง (solid bowl centrifuges)
6. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องเซนตริเพลส(centipress)
7. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัด(chamber filter presses)
8. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัดในแนวตั้ง (vertical pressure filter)
9. การบำบัดตะกอนโดยใช้ท็อบ ฟีด เพลส (top feed press)
10. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองโดยอาศัยแรงคาพิลลารี (capilary filter)
11. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัดแบบทรงกระบอก (tube press)
12. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องจักรที่ใช้ในการแยกน้ำในอนาคต
    1. การบำบัดตะกอนโดยใช้ HIP (high intensity press)
    2. การบำบัดตะกอนโดยใช้ CHP (high-pressure filter press)
    3. การบำบัดตะกอนโดยใช้ HI-COMPACT

<u>ขั้นตอนในการวิเคราะห์ทางเลือก</u> มีดังนี้

1. การคัดเลือกในขั้นต้น ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามความต้องการของโรงผลิตน้ำบางเขน ในหัวข้อ 4.12
2. นำทางเลือกที่ผ่านการคัดเลือกขั้นต้น มาพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในบทที่ 6
3. เปรียบเทียบทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์ ในบทที่ 7
4. นำทางเลือกมาเปรียบเทียบกัน เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านอื่น ๆ ร่วมด้วย สามารถแสดงได้ในบทที่ 8
   ปัจจัยที่นำมาพิจารณาร่วมด้วย มีดังนี้
   - ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ ในที่นี้สามารถอ้างอิงตัวเลขที่ได้จากการประเมินในบทที่ 7
   - ประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ เป็นการพิจารณาความคุ้มค่าในการใช้พื้นที่ ซึ่งจะได้จากการนำมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ได้หารกับจำนวนพื้นที่ที่ใช้ในการบำบัดตะกอน ซึ่งสามารถจะแสดงตัวเลขใน บทที่ 7
   - ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม
   - ผลกระทบด้านสังคม
5. สรุปผลการคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอน

4.12 การคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอนในขั้นต้น

เกณฑ์ในการคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอนขั้นต้น

- สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของแข็งในเค็กโดยน้ำหนัก มากกว่า 40 % จากข้อมูลของการใช้เครื่องฟิลเตอร์เพลสที่โรงงานผลิตน้ำของประเทศฮ่องกง พบว่า เค็กที่ความเข้มข้นของของแข็งเพียง 35 % โดยน้ำหนักก็สามารถที่จะเคลื่อนย้ายได้สะดวก แล้ว ดังรูปที่ ข.25 ดังนั้นจึงกำหนดเปอร์เซ็นต์ของของแข็งในเค้ก เท่ากับ 40 % โดยน้ำหนักเป็นอย่างต่ำ
- สารแขวนลอยในของเหลวที่กรองได้ ต้องไม่เกิน 50 NTU (ตามข้อมูลจากโรงผลิตน้ำบางเขน)
- การใช้พลังงานไฟฟ้า ไม่เกิน 60 กิโลวัตต์ต่อตันของแข็ง เนื่องจากปริมาณไฟฟ้าถ้ามีปริมาณการใช้มากเกินไป จะเป็นผลให้ต้นทุนการผลิตน้ำประปาเพิ่มสูงขึ้นมาก
- กำลังการผลิตต่อวันต่อเครื่อง ต้องมากพอที่จะผลิตตะกอนได้ 500 ตันต่อวัน โดยใช้เครื่องบำบัดตะกอนที่ไม่เกิน 10 เครื่อง
- มูลค่าของเครื่องจักรในกำลังการผลิต 500 ตันต่อวัน ไม่เกิน 1,000 ล้านบาท เนื่องจาก ถ้ามูลค่าของเครื่องจักรมีมูลค่าสูงมาก 1,000 ล้านบาท จะเป็นผลให้การลงทุนที่สูงเกินไปเมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้

ตารางที่ 4.1 แสดงความสามารถในการบำบัดตะกอนของทางเลือกต่าง ๆ

วิธีการบำบัดตะกอน	ความเข้มข้นของเค็ก	ปริมาณสารแขวนลอย	พลังงานไฟฟ้า (kw/hr/ton)	กำลังการผลิต	มูลค่าของเครื่องจักร
บ่อกักตะกอน	> 40 %	50-80 NTU	น้อยมาก	เล็ก-ใหญ่	ขึ้นอยู่กับพื้นที่
ลานตากตะกอน	> 40 %	ใส	น้อย	เล็ก-ใหญ่	ขึ้นอยู่กับพื้นที่
เครื่องกรองสายพาน	16-20 %	ใส	40-100	50-500 kg DS/m^2hr	1-50 ล้านบาท
เครื่องกรองสุญญากาศ	15-35 %	ใสมาก	50-150	15-40 kg DS/m^2hr	20-50 ล้านบาท
เครื่องกรองแรงเหวี่ยง	< 40 %	ขึ้นอยู่กับอัตราการป้อนตะกอน	15-40	1.5-5 kg DS/m^2hr	10-40 ล้านบาท
เครื่องเซนตริเพลส	> 40 %	ขึ้นอยู่กับอัตราการป้อนตะกอน	40-100	1.5-5 kg DS/m^2hr	20-40 ล้านบาท
เครื่องกรองด้วยแรงอัด	30-60 %	ใสมาก	40-100	1-100 ton/hr	1-100 ล้านบาท
เครื่องกรองด้วยแรงอัดในแนวตั้ง	30-96 %	ใสมาก	50-150	10-150 ton/hr	30-100 ล้านบาท
ท็อบ ฟีด เพลส	50 %	ใสมาก	75	60 m^3/day	10-80 ล้านบาท
เครื่องกรองโดยอาศัยแรง คาพิลลารี	> 40 %	ใสมาก	15-40	เล็ก-กลาง	40-100 ล้านบาท
เครื่องกรองด้วยแรงอัดทรงกระบอก	20-60 %	ใสมาก	15-30	1-5 ton/hr	30-100 ล้านบาท
HIP	> 40 %	ใสมาก	ใช้พลังงานสูง	เล็ก-ใหญ่	ขึ้นอยู่กับขนาด
CHP	> 40 %	ใสมาก	ใช้พลังงานสูง	เล็ก-ใหญ่	ขึ้นอยู่กับขนาด
HI-COMPACT	> 40 %	ใสมาก	ใช้พลังงานสูง	เล็ก-ใหญ่	ขึ้นอยู่กับขนาด

ตารางที่ 4.2 แสดงผลของการคัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเลือกขั้นต้น

วิธีการบำบัดตะกอน	ความเข้มข้นของเค็ก	ปริมาณสารแขวนลอย	พลังงานไฟฟ้า	กำลังการผลิต	มูลค่าของเครื่องจักร	ผลการพิจารณา
บ่อกักตะกอน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ลานตากตะกอน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เครื่องกรองสายพาน	✗	✓	✓	✓	✓	✗
เครื่องกรองสุญญากาศ	✗	✓	✓	✓	✓	✗
เครื่องกรองแรงเหวี่ยง	✗	✓	✓	✓	✓	✗
เครื่องเซนตริเพลส	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เครื่องกรองด้วยแรงอัด	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เครื่องกรองด้วยแรงอัดในแนวตั้ง	✓	✓	✓	✓	✗	✗
ท็อบ ฟีด เพลส	✓	✓	✓	✗	✓	✗
เครื่องกรองโดยอาศัยแรง คาพิลลารี	✓	✓	✓	✗	✓	✗
เครื่องกรองด้วยแรงอัดทรงกระบอก	✓	✓	✓	✗	✗	✗
HIP	✓	✓	✗	✓	✗	✗
CHP	✓	✓	✗	✓	✗	✗
HI-COMPACT	✓	✓	✗	✓	✗	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ผ่านเกณฑ์การพิจารณา ✗ หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ทางเลือก จากข้อมูลในตาราง 4.2 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัดในแนวตั้ง (vertical pressure filter)
2. การบำบัดตะกอนโดยใช้ท็อบ ฟีด เพลส (top feed press)
3. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองโดยอาศัยแรงคาพิลลารี (capilary filter)
4. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัดแบบทรงกระบอก (tube Press)
5. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องจักรที่ใช้ในการแยกน้ำในอนาคต
    1. การบำบัดตะกอนโดยใช้ HIP (high intensity press)
    2. การบำบัดตะกอนโดยใช้ CHP (high-pressure filter press)
    3. การบำบัดตะกอนโดยใช้ HI-COMPACT

การนำวิธีการดังกล่าวมาใช้งาน ยังไม่เหมาะสม เนื่องจากการลงทุนในส่วนของเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน เช่น ค่าไฟฟ้าสูงมาก เหมาะกับการบำบัดตะกอนในทางอุตสาหกรรมที่ต้องการเค็กที่สะอาด และแห้งเป็นพิเศษ เนื่องจากมีระบบการล้างตะกอนและระบบเป่าเค็กให้แห้ง ในส่วนของการบำบัดโดยใช้เครื่องกรองโดยใช้สายพานและการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ พบว่าไม่สามารถทำให้เค็กที่ได้มีความเข้มข้นของตะกอนแห้งถึง 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักได้ตามข้อกำหนดที่ได้ตั้งไว้

ในส่วนของการบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองแรงเหวี่ยง (solid bowl centrifuges) พบว่าเครื่องบำบัดตะกอนโดยใช้แรงเหวี่ยงเหมาะสำหรับการทำตะกอนให้เข้มข้นขึ้น ซึ่งจะทำความเข้มข้นของของแข็งได้

เพียง 10-20 % โดยน้ำหนักเท่านั้น ทำให้ไม่เหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อบำบัดตะกอนที่ โรงงานผลิตบางเชน ซึ่งกำหนดเปอร์เซ็นต์ของแข็งไว้ถึง 40 % โดยน้ำหนัก

ดังนั้นทางเลือกที่จะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบความเหมาะสมตามเกณฑ์ต่าง ๆ มีดังนี้

1. การบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอน.(sludge drying lagoon)
2. การบำบัดตะกอนโดยใช้ลานตากตะกอน (sludge drying bed)
3. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องเซนตริเพลส(centipress)
4. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัด(filter press)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย