



เทคโนโลยีการบำบัดก๊าซชีวภาพ

บรรยายโดย

ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อบรรยาย



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



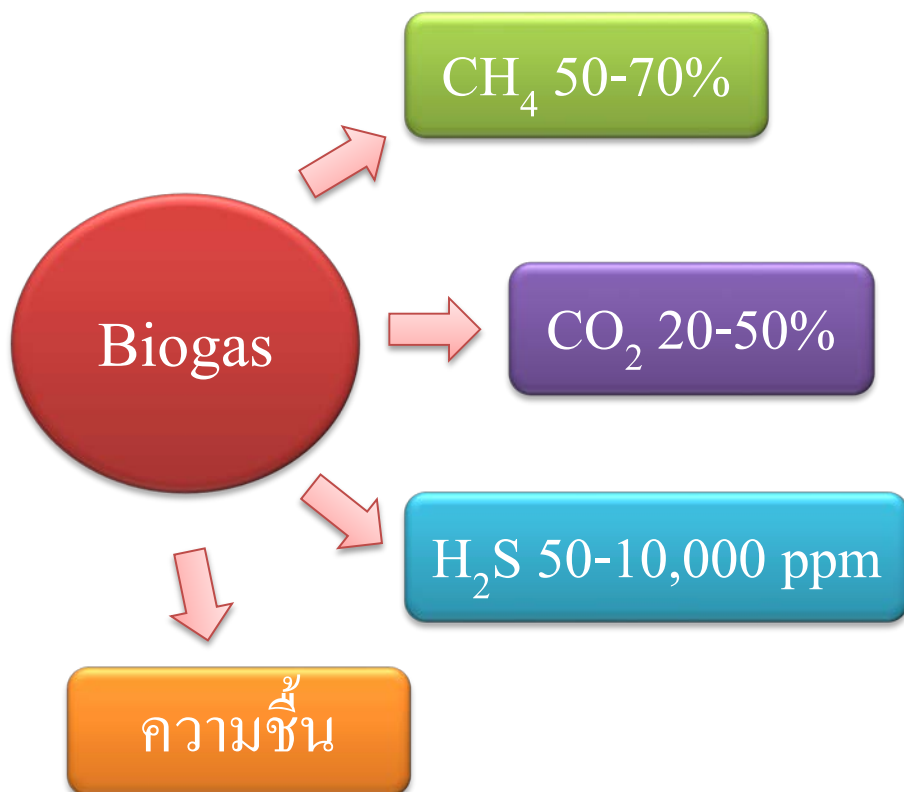
1. ทำไมต้องบำบัดก๊าซชีวภาพ?
2. การบำบัดก๊าซชีวภาพก่อนนำไปใช้งาน
3. เทคโนโลยีที่ใช้บำบัดก๊าซชีวภาพ
 - กำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
 - กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ
 - กำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - กำจัดไซลอคเซน



1. ทำไมต้องบำบัดก๊าซชีวภาพ?



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS

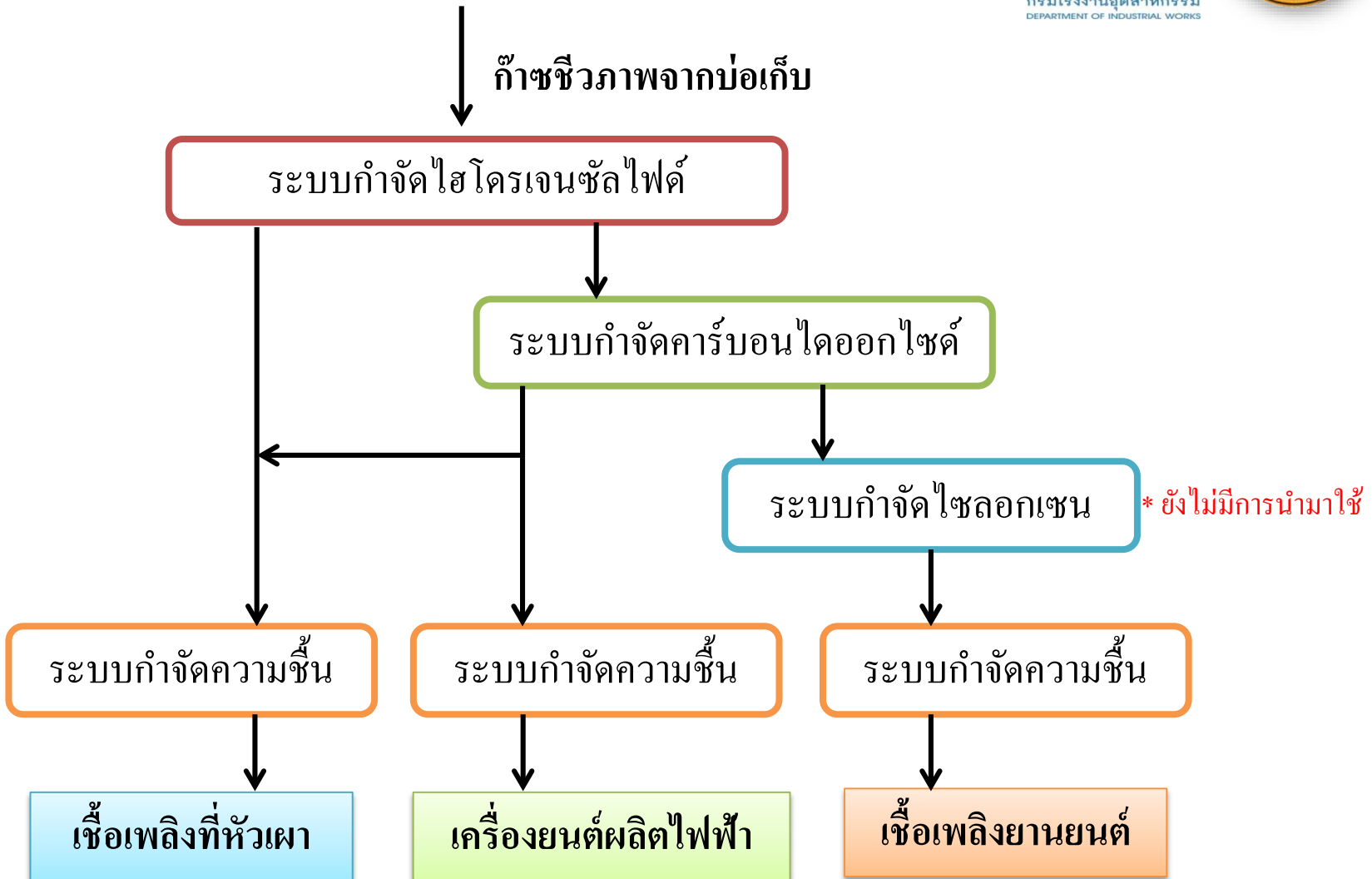


อุปกรณ์ชำรุด

อุปกรณ์อุดตันและ
เกิดการกัดกร่อน

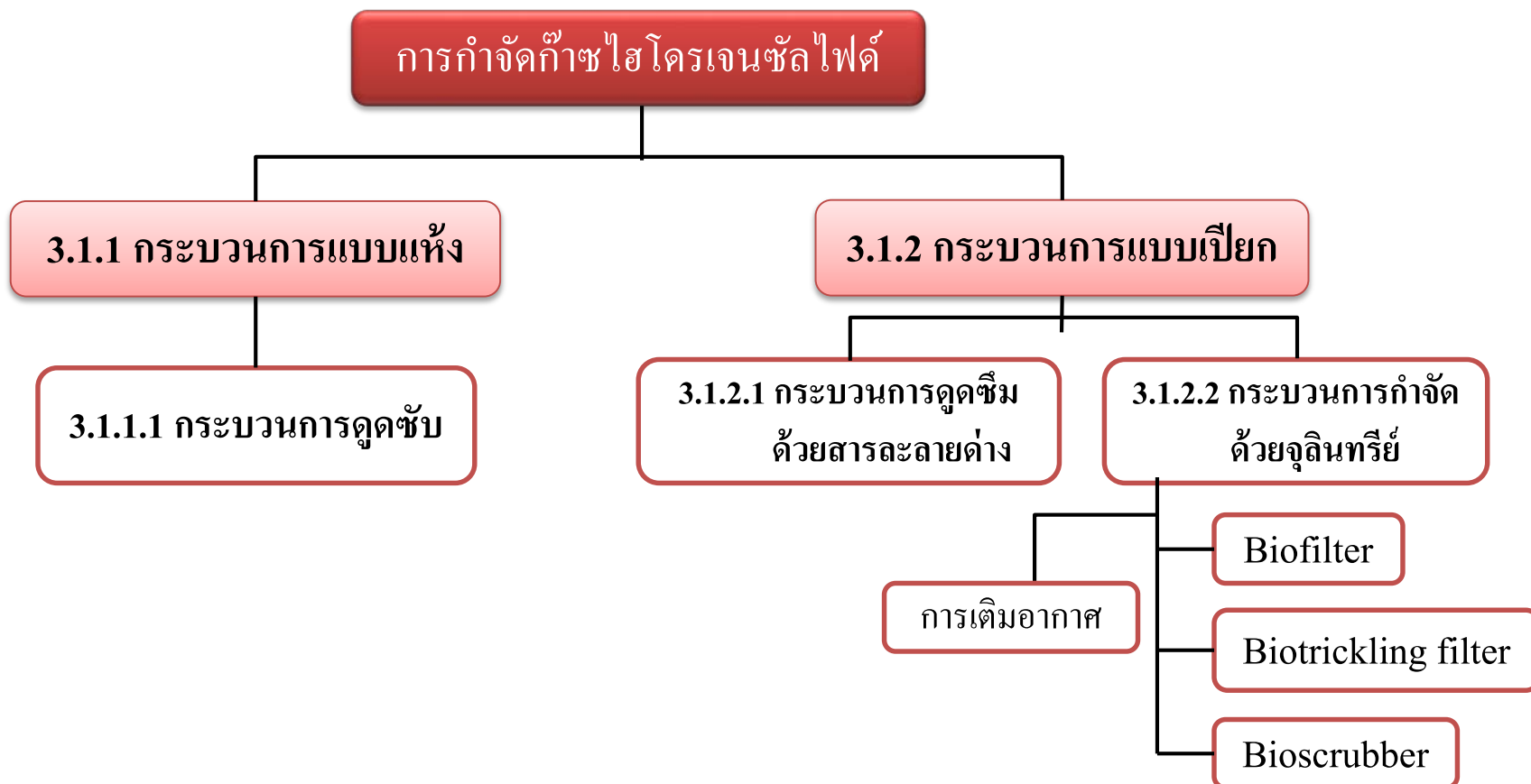


2. การบำบัดก๊าซชีวภาพก่อนนำไปใช้งาน



3. เทคโนโลยีที่ใช้บำบัดก๊าซชีวภาพ

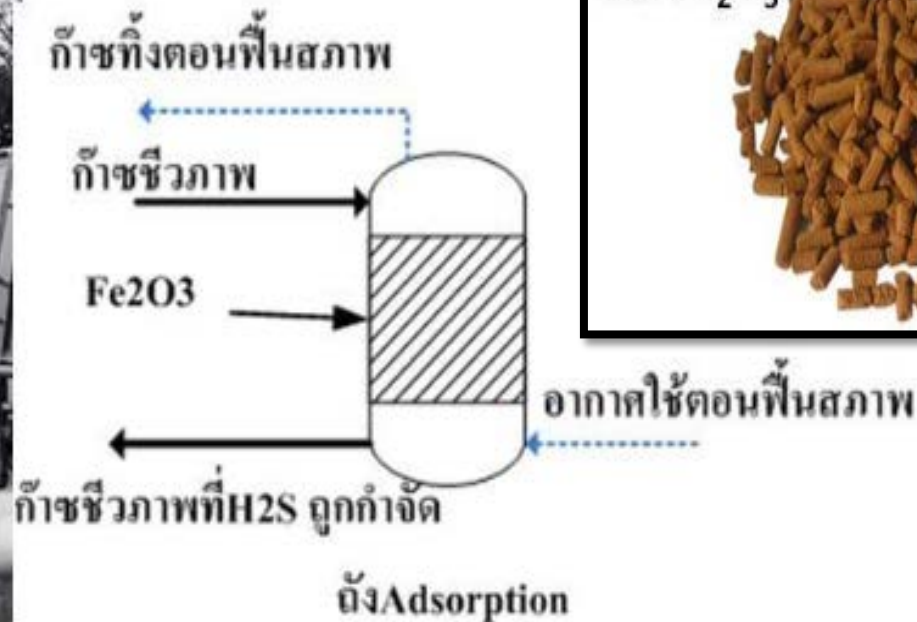
3.1 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) มีดังนี้



3.1 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S)

3.1.1 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบแห้ง

3.1.1.1 กระบวนการดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S Adsorption)



ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.1.1 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบแห้ง

3.1.1.1 กระบวนการดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S Adsorption)

- ก๊าซชีวภาพที่มีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ไหลผ่านสารดูดซับ จะมีการจับก๊าซ H_2S เกิดขึ้น สารดูดซับ เช่น Activated carbon, Iron oxide (Fe_2O_3) ในรูปผงหรือเม็ด (Pellet) Fe_2O_3 หรือใช้ฝอยเหล็กที่เป็นสนิม
- เมื่อมีการจับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จนอิ่มตัวแล้ว ต้องเปลี่ยนสารดูดซับใหม่ แล้วนำสารดูดซับที่อิ่มตัวไปฟื้นฟูสภาพ (Regenerate) ด้วยอากาศ และนำกลับมาใช้ใหม่ได้

วิธี Adsorption จะต้องมีถังปฏิกรณ์หลายใบที่ทำงานและสำรองไว้ระหว่างการฟื้นฟูสภาพ และควรใช้ถังสแตนเลสเนื่องจากระหว่างการฟื้นฟูสภาพจะมีอุณหภูมิสูงมากและต้องระวังการเกิดไฟไหม้



3.1 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) (ต่อ)



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

3.1.2.1 กระบวนการดูดซึมก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยสารละลายต่าง (H_2S Absorption)

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

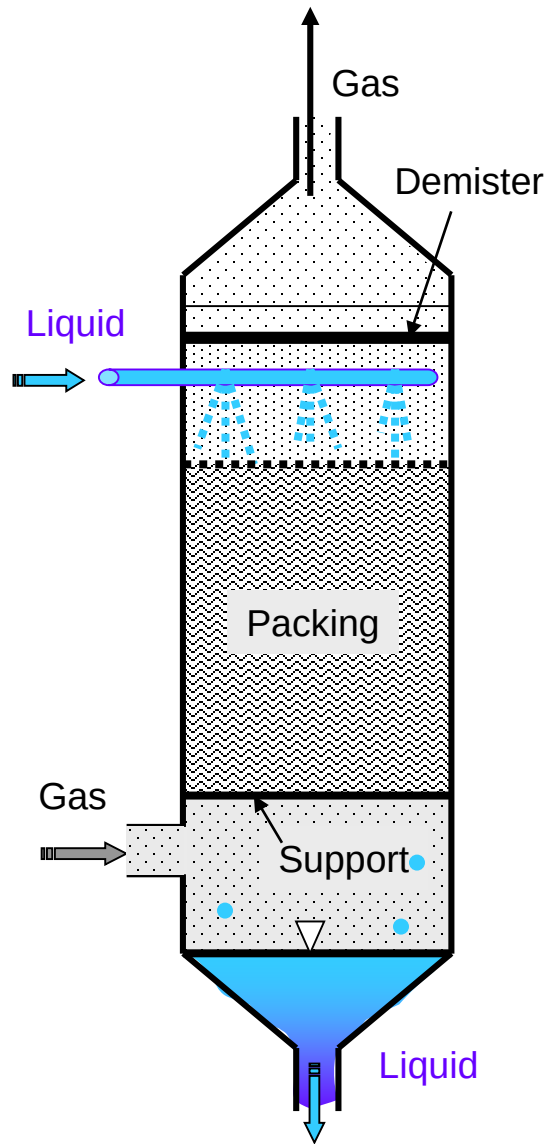
เทคโนโลยีการเติมอากาศ

เทคโนโลยี Biofilter

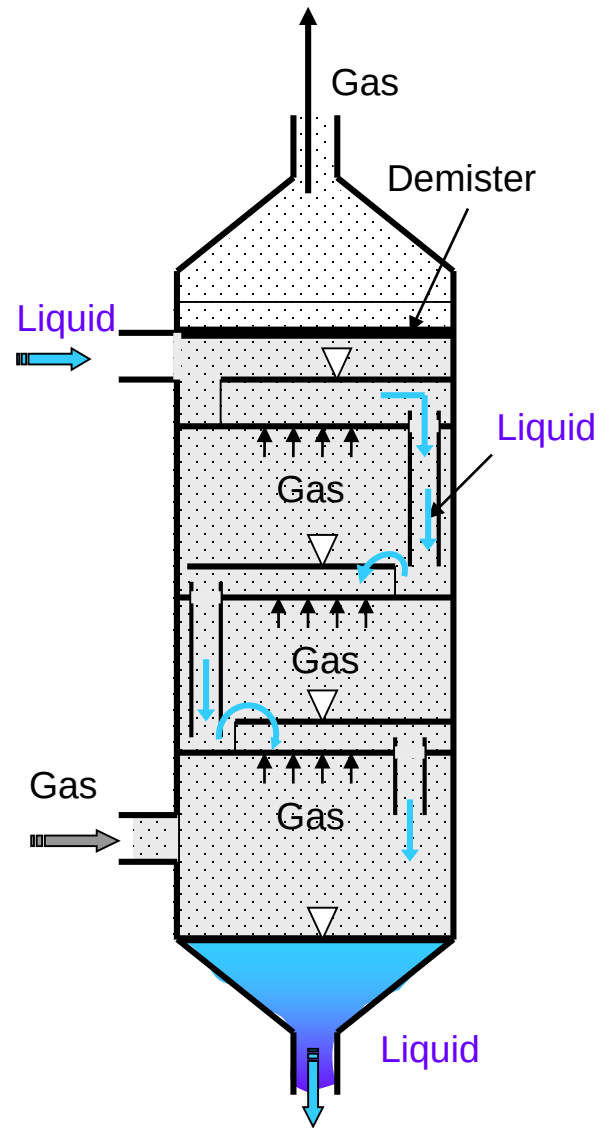
เทคโนโลยี Biotrickling Filter

เทคโนโลยี Bioscrubber

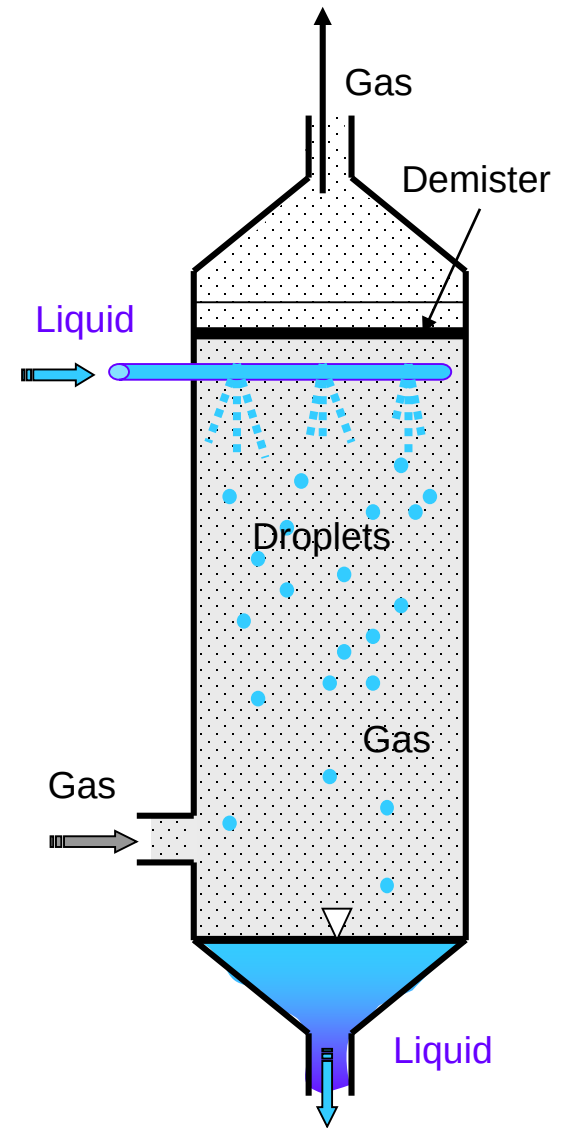
ชนิดของ absorption towers



a. Packed Tower



b. Tray or Plate Tower



c. Spray Tower

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

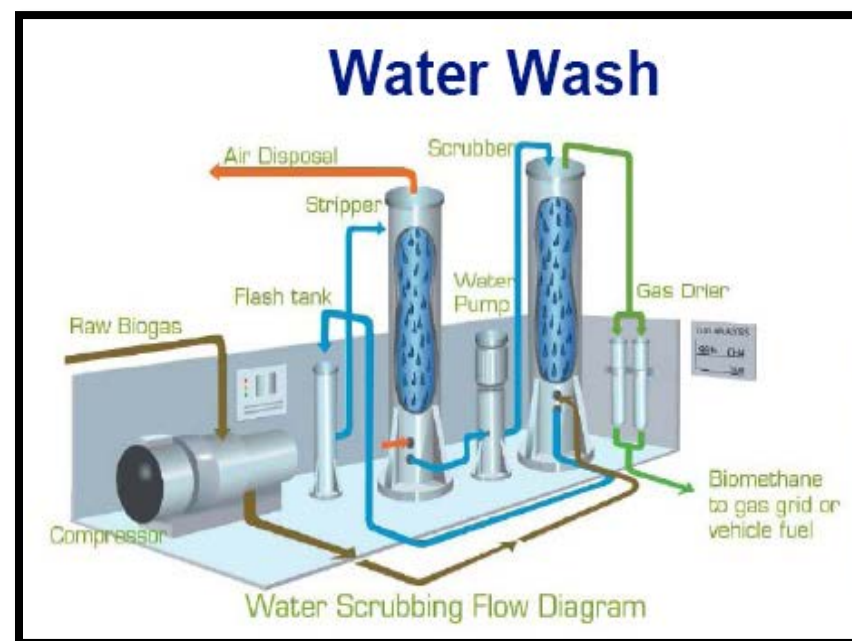


กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3.1.2.1 กระบวนการดูดซึมก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยสารละลายต่าง (H_2S Absorption)

กระบวนการดูดซึมก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S Absorption) เพื่อกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยใช้สารละลายต่าง มีทั้งแบบการฟื้นฟูสภาพตัวดูดซึม และแบบไม่มีการฟื้นฟูสภาพตัวดูดซึม ควรใช้น้ำ pH >8 อุณหภูมิต่ำ ($\sim 10^\circ C$)



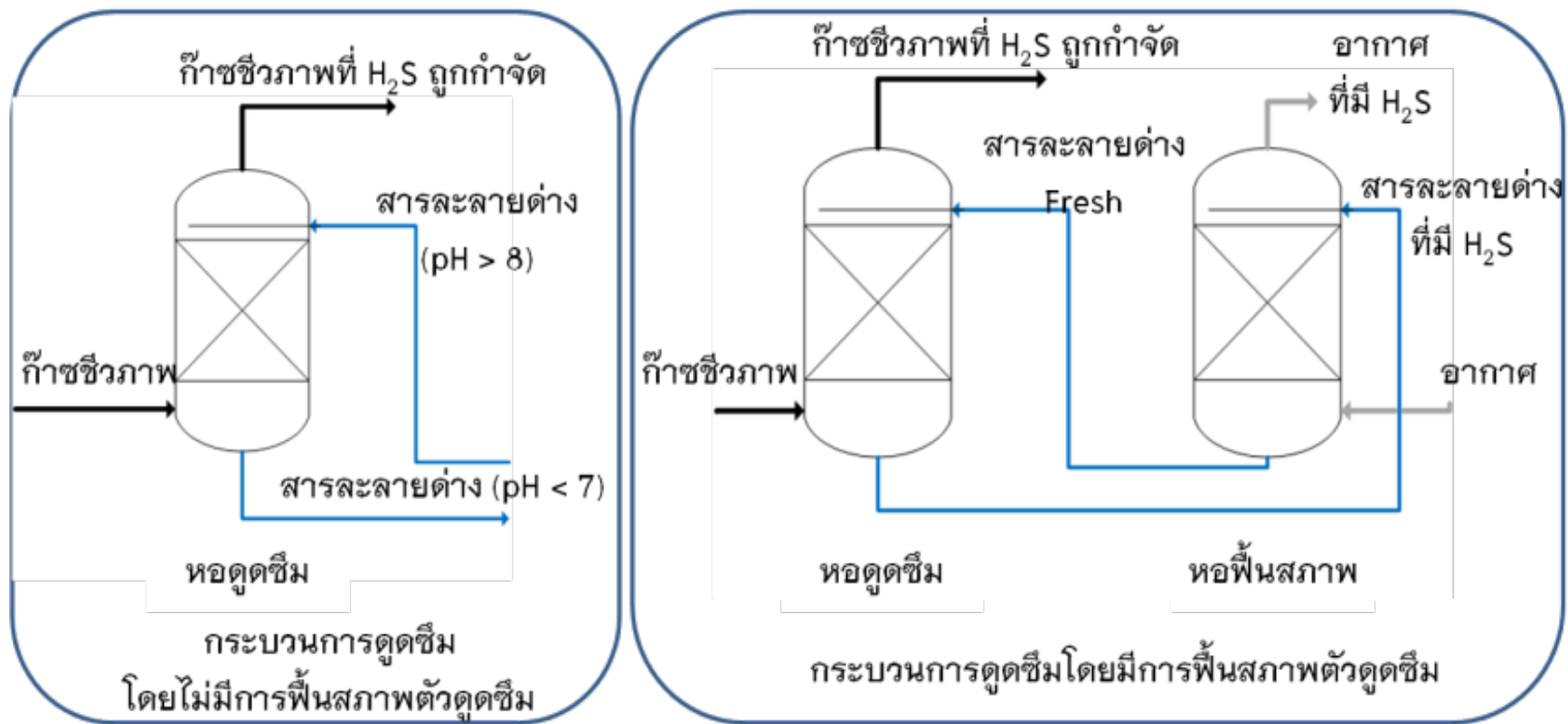
3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3.1.2.1 กระบวนการดูดซึมก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยสารละลายต่าง (H₂S Absorption) (ต่อ)



ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.1 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) (ต่อ)

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

↳ 3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

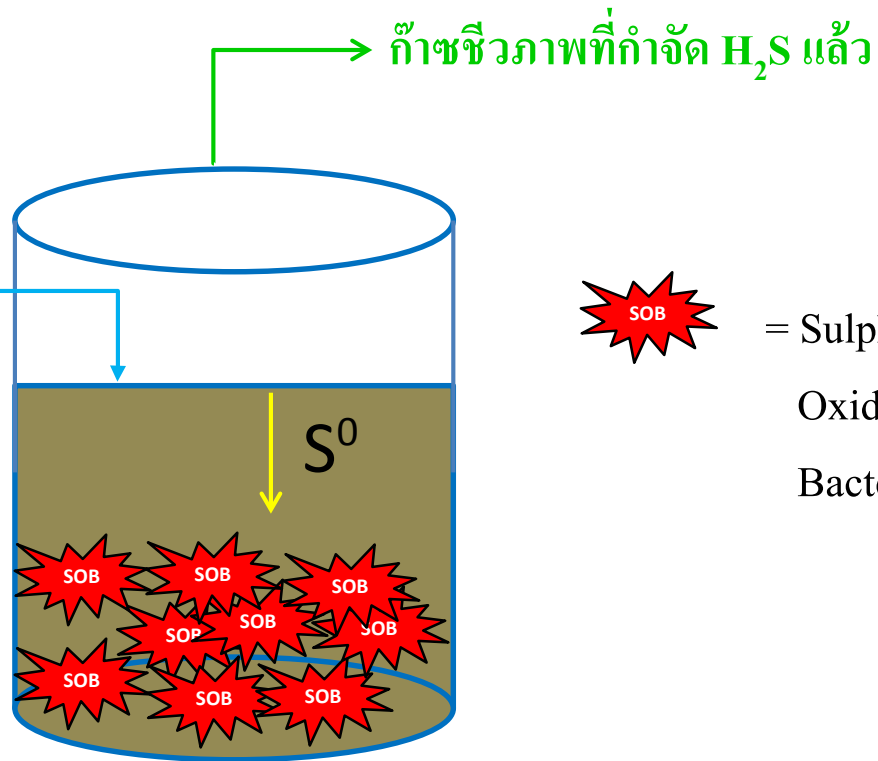
- การกำจัดก๊าซ H_2S อาศัยกลุ่มของเชื้อแบคทีเรีย ประเภท Sulphide Oxidizing Bacteria ซึ่งใช้ออกซิเจนในการเปลี่ยนก๊าซ H_2S ให้อยู่ในรูปของกำมะถัน (S^0) แต่ถ้าในกรณีที่มีการให้ออกซิเจนมากเกินไปก๊าซ H_2S จะถูกออกซิไดซ์เป็นซัลเฟต
- แบ่งเทคโนโลยีได้หลายแบบ ได้แก่
 - การเติมอากาศ
 - Biofilter
 - Biotrickling Filter
 - Bioscrubber

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปือก

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

เทคโนโลยีการเติมอากาศ

เติมอากาศ O_2
ไม่เกิน 3% (v/v)



= Sulphide
Oxidizing
Bacteria

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

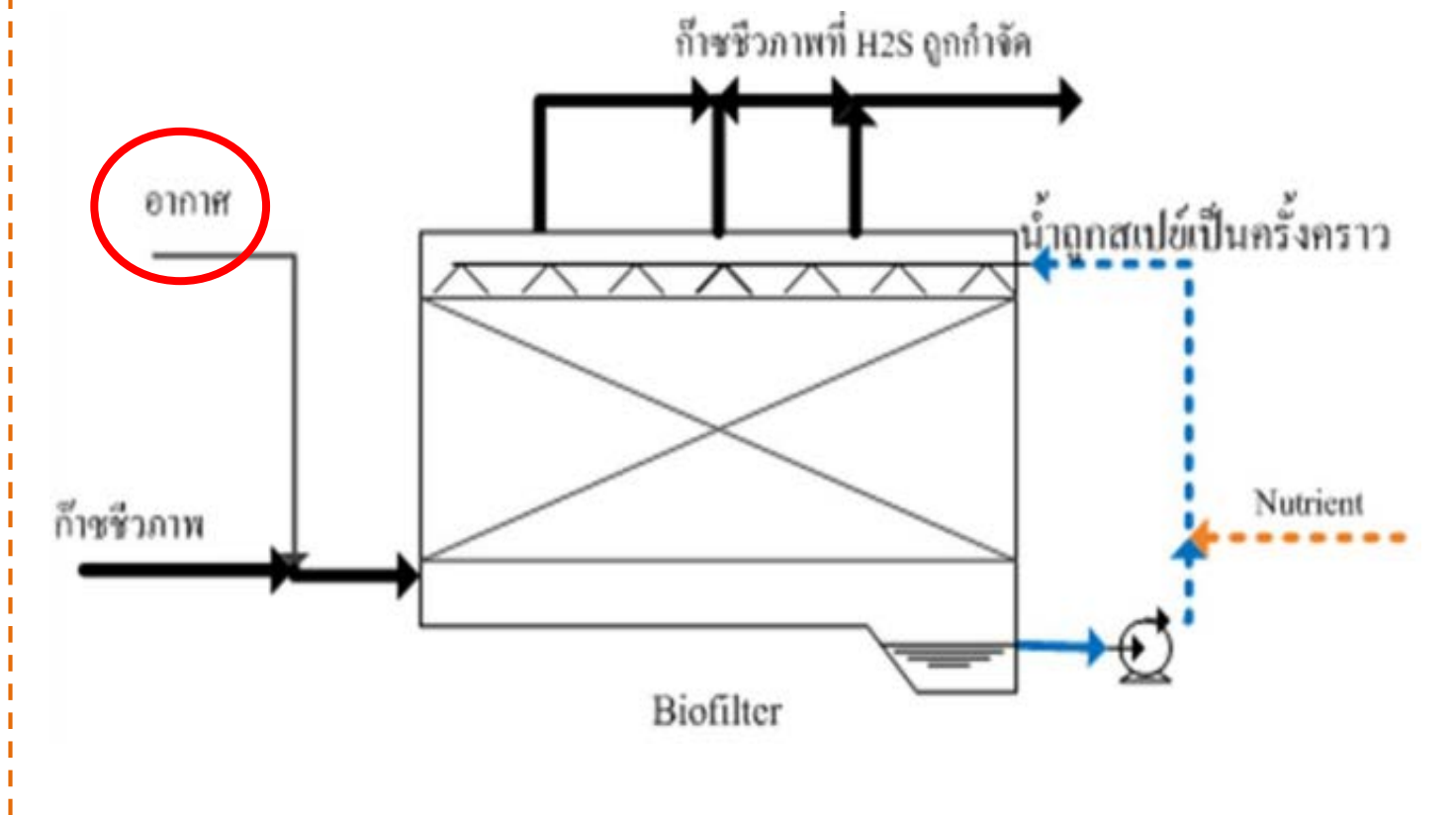
เทคโนโลยีการเติมอากาศ (ต่อ)

- กำจัดก๊าซ H_2S ด้วยการเติมอากาศที่ผิวหน้าของน้ำในถังปฏิกรณ์ผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อเปลี่ยนก๊าซ H_2S ให้อยู่ในรูปของกำมะถันและย่อยสลายด้วยแบคทีเรีย
- ต้องมีการควบคุมปริมาณอากาศที่ป้อนเข้า โดยวัดจากความเข้มข้นของออกซิเจนในก๊าซชีวภาพไม่ให้เกิน 3% (v/v)
- ในถังปฏิกรณ์ต้องมีกลุ่มเชื้อแบคทีเรียประเภท Sulphide Oxidizing Bacteria อยู่ด้วย

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

เทคโนโลยี Bio Filter



ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

เทคโนโลยี Bio Filter (ต่อ)

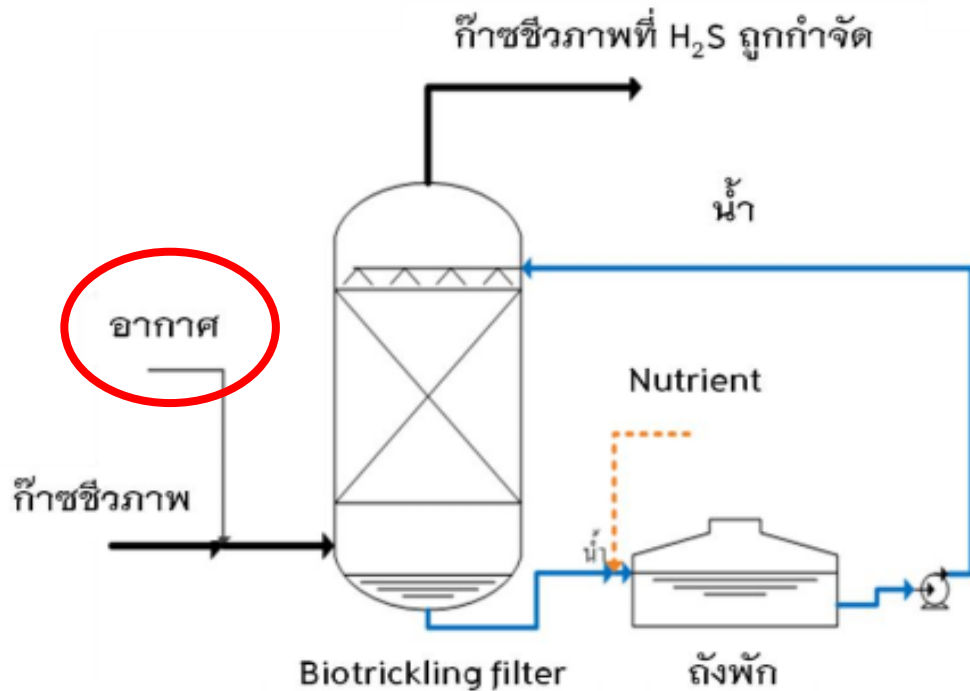
- การกำจัด H_2S ด้วยการเติมอากาศเข้าต่อก๊าซชีวภาพ
- บนตัวกลางจะมีแบคทีเรียประเภท Sulphide Oxidizing Bacteria เกาะติดและเจริญเติบโตอยู่ที่ผิวในรูปพูน
- เมื่อก๊าซไหลผ่านตัวกลาง ก๊าซ H_2S จะละลายในน้ำแล้วแบคทีเรียก็จะเปลี่ยนให้เป็นกำมะถัน
- ต้องมีการสเปรย์น้ำเป็นครั้งคราวเพื่อให้ตัวกลางมีความชื้น



3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปือก

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

เทคโนโลยี Bio Trickling Filter



ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas)
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

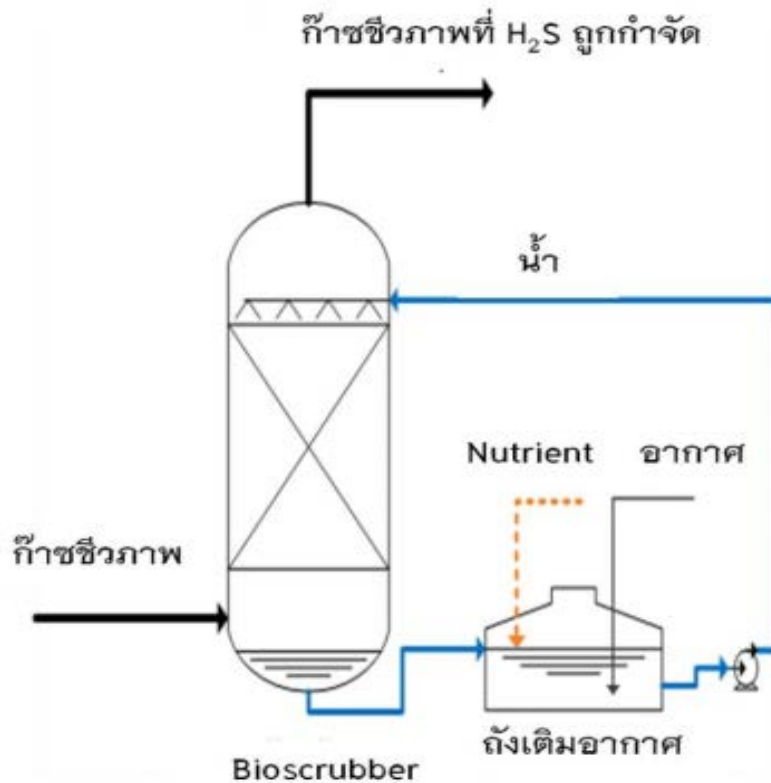
เทคโนโลยี Bio Trickling Filter (ต่อ)

- การกำจัด H_2S ด้วยการเติมอากาศเข้าท่อก๊าซ
- อาศัยหลักความสามารถในการละลายน้ำของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ค่า pH สูง
- ประกอบด้วย หอดูดซึม (Absorption column) มีลักษณะเป็น Column ที่มีชั้นของตัวกลาง
- การไหลของก๊าซจะเป็นการไหลขึ้น (Upflow) และการไหลแบบ Cross flow โดยที่บนตัวกลางใน Column จะมีแบคทีเรียประเภท Sulphide Oxidizing Bacteria เกาะติดและเจริญเติบโตอยู่ที่ผิวของตัวกลาง
- ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในก๊าซชีวภาพ ไม่ควรเกิน 3%(v/v)
- ก๊าซ H_2S ละลายลงในน้ำ จะถูกแบคทีเรียเปลี่ยนเป็นกำมะถันติดอยู่บนตัวกลาง ต้องมีการหมุนวนน้ำตลอดเวลาเพื่อให้มีการจับไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้เต็มที่

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

เทคโนโลยี Bio Scrubber



ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

3.1.2.2 กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์

เทคโนโลยี Bio Scrubber (ต่อ)

- การกำจัดก๊าซ H_2S โดยใช้ น้ำที่เป็นด่างไหลผ่านหอดูดซึมที่มีตัวกลางพลาสติกเพื่อดูดจับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพและไหลเข้าบ่อเติมอากาศเพื่อย่อยสลายด้วยแบคทีเรีย
- ประกอบด้วย หอดูดซึม (Absorption column) มีลักษณะเป็น Column ที่มีชั้นของตัวกลาง ได้แก่ plastic packing
- การไหลของก๊าซจะเป็นแบบไหลขึ้น (Upflow)
- หอดูดซึมที่มีตัวกลางอยู่ด้านในจะทำหน้าที่ในการจับก๊าซ H_2S
- มีบ่อเติมอากาศที่เลี้ยงแบคทีเรียประเภท Sulphide Oxidizing Bacteria
- ควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ให้มีค่าระหว่าง 0 – 1 มก./ลิตร ตลอดเวลา

3.1.2 กำจัด H_2S โดยกระบวนการแบบเปียก

ข้อควรระวัง: ระบบกำจัด H_2S ที่ใช้กระบวนการแบบเปียก (Wet process) โดยการย่อยสลาย H_2S ด้วยแบคทีเรียแบบใช้อากาศ มักทำให้เกิดเมือก ตะกอนในระบบกำจัดและท่อส่งก๊าซ



ระบบกำจัด H_2S ที่ใช้กระบวนการแบบเปียก (Wet process) จะมีละอองน้ำและความชื้นหลุดไปในระบบท่อ ซึ่งอาจทำให้มีเมือก ตะกอน **ไปสร้างปัญหากับอุปกรณ์การใช้งานต่อไป** ถ้าไม่มีการดักจับน้ำและความชื้นที่ดี

3. เทคโนโลยีที่ใช้บำบัดก๊าซชีวภาพ (ต่อ)

3.2 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ

ความชื้นหรือละอองน้ำ ทำให้เกิดการสะสมของน้ำในท่อที่ตกท้องช้างหรือบริเวณจุดต่ำสุดของท่อส่งก๊าซ ทำให้ปิดกั้นการไหลของก๊าซชีวภาพ ช่วยให้เกิดเมือก ตะกอน โฟม ทำให้อุปกรณ์ความปลอดภัยอุดตัน ทำให้เกิดกรดคาร์บอนิกและกรดอัน เกิดจากการแตกตัวของซัลไฟด์อ็อกไซด์ ทำให้เชื้อเพลิงจุดไม่ติด หรือติดแต่กระพือดับ



3.2 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ

การกำจัดความชื้น



โดยเครื่องกำจัดความชื้นที่ใช้หลักการลดอุณหภูมิของก๊าซ ซึ่งทำได้ใน 2 ลักษณะ



3.2.1 การแลกเปลี่ยนความร้อนทางอ้อม

คือ การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซชีวภาพกับน้ำเย็น (Chiller)



3.2.2 การแลกเปลี่ยนความร้อนทางตรง

คือ การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซชีวภาพกับสารทำความเย็น (Refrigerant)

3.2 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ

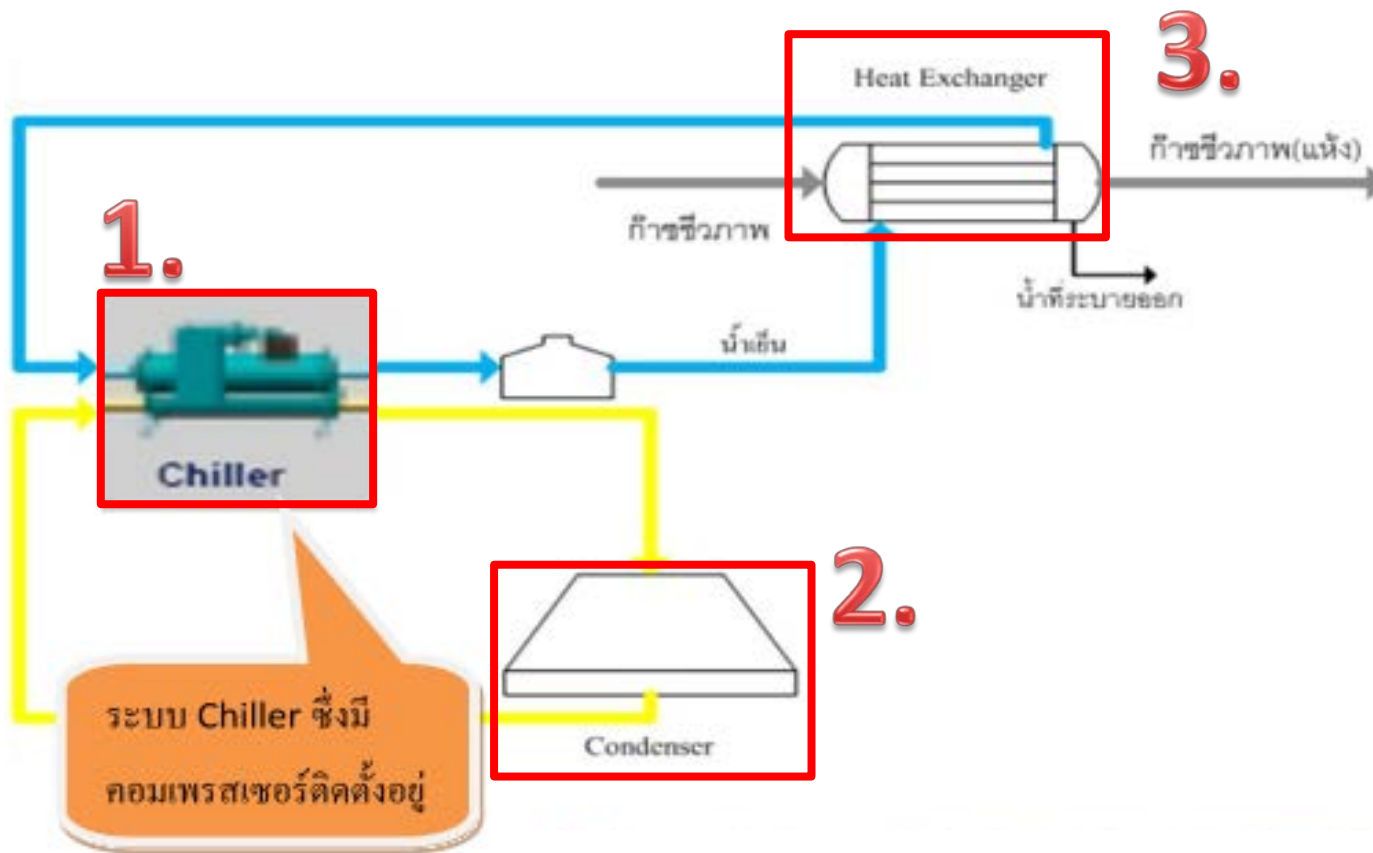


กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3.2.1 แลกเปลี่ยนความร้อนทางอ้อม >> Chiller

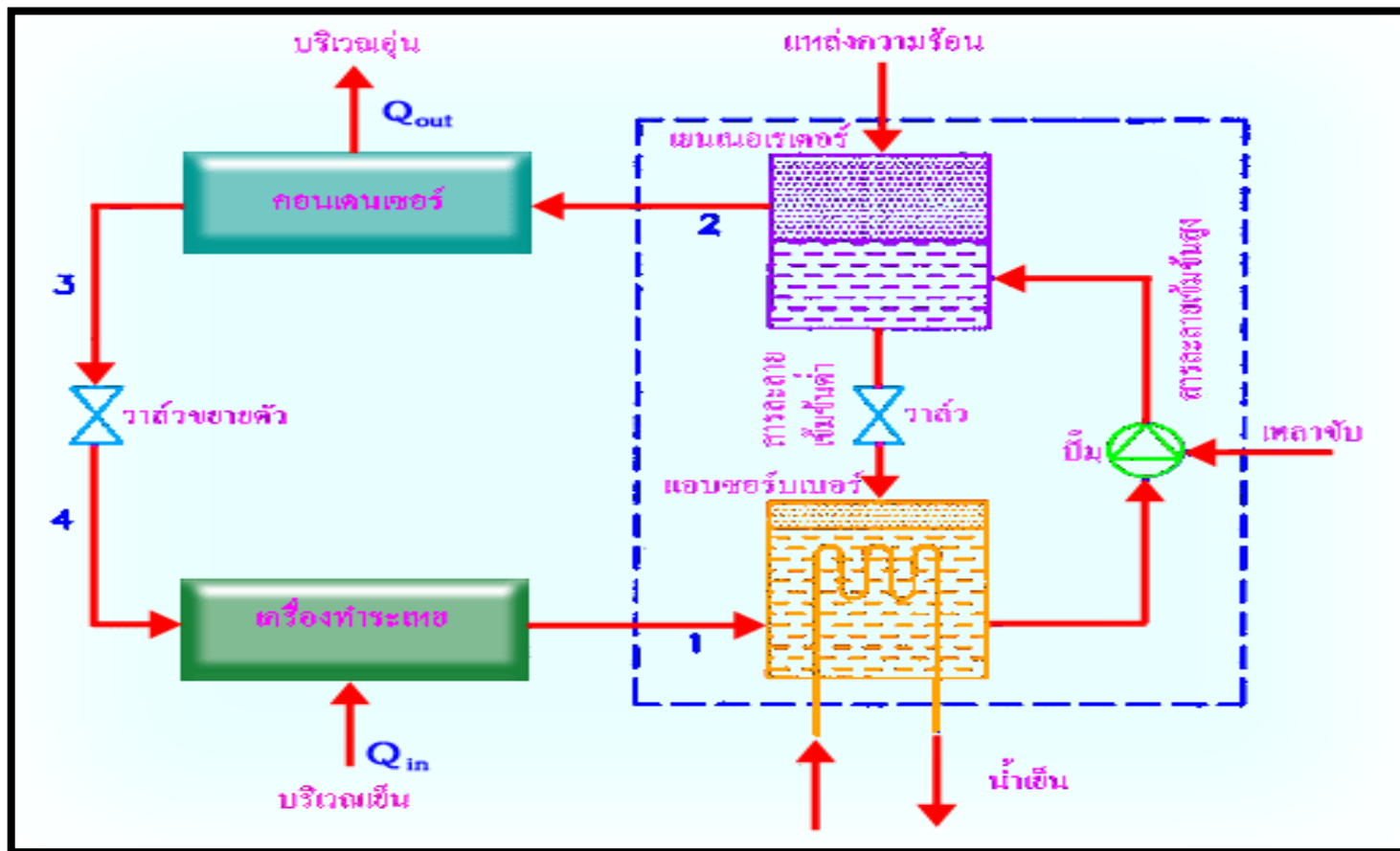
มีองค์ประกอบอยู่ 3 ส่วน คือ



ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.2 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ

3.2.1 แลกเปลี่ยนความร้อนทางอ้อม >> Chiller (ต่อ)



ระบบการทำความเย็นแบบดูดกลืนโดยใช้สารละลายน้ำ-แอมโมเนีย

3.2 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3.2.2 แลกเปลี่ยนความร้อนทางตรง >> Refrigeration



มีองค์ประกอบอยู่ 2 ส่วน คือ



ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas)
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.2 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ

3.2.2 แลกเปลี่ยนความร้อนทางตรง >> Refrigeration (ต่อ)



ระบบ Refrigeration การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซชีวภาพกับสารทำความเย็น

3.2 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



การแยกน้ำออกจากก๊าซชีวภาพ

- อุปกรณ์แยกน้ำออกจากก๊าซชีวภาพ
 - ถังดักแบบใช้แผ่นปะทะ
 - ถังดักน้ำแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
(Cyclonic Moisture Separator)



3.2 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดความชื้นหรือละอองน้ำ



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



ตำแหน่งของเครื่องกำจัดความชื้น

- ถ้าเครื่องกำจัดความชื้นอยู่ด้านดูดของ Blower ให้ระวังเรื่องการระบายน้ำออกจากระบบ เนื่องจากความดันในเครื่องกำจัดความชื้นจะใกล้เคียงหรือต่ำกว่าบรรยากาศ ควรมีท่อพักน้ำเพื่อเพิ่ม Static head ของน้ำก่อนเข้าวาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ
- ถ้าเครื่องกำจัดความชื้นอยู่ด้านส่งของ Blower ก๊าซชีวภาพอาจเย็นเกินไปจนไม่เหมาะกับการใช้งานโดยตรง ควรเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพโดยใช้ความร้อนจากระบบคอนเดนเซอร์ ก่อนนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

3. เทคโนโลยีที่ใช้บำบัดก๊าซชีวภาพ (ต่อ)



3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

ปัญหาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในก๊าซชีวภาพ

- เป็นก๊าซเฉื่อยที่ไม่ให้พลังงานความร้อนในการเผาไหม้
- ทำให้ค่าความร้อนในก๊าซชีวภาพต่ำลงจนเป็นเชื้อเพลิงที่ด้อยคุณภาพ (Low grade)
- ทำให้ก๊าซชีวภาพติดไฟยากขึ้น ลูกไหม้ช้าลงจนเป็นเหตุให้เชื้อเพลิงเผาไหม้ไม่หมดภายในห้องเผาไหม้
- เป็นก๊าซที่รับความร้อนจากการเผาไหม้และพาความร้อนไปทิ้งทางปล่องไอเสีย
- เมื่อก๊าซนี้รวมตัวกับน้ำหรือความชื้นจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H₂CO₃) ที่มีฤทธิ์กัดกร่อนวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

3. เทคโนโลยีที่ใช้บำบัดก๊าซชีวภาพ (ต่อ)



3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

- การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซมีเทน เพื่อรักษาระดับก๊าซมีเทนให้คงที่ ซึ่งมีผลดีต่อการใช้งาน เช่น
 - สำหรับ Burner การควบคุมก๊าซมีเทนให้คงที่ จะช่วยให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เปลวไฟนิ่ง ไฟไม่ดับเมื่อเดิน high fire และไม่เกิดการระเบิดในห้องเผาไหม้
 - สำหรับเครื่องยนต์ เมื่อปรับส่วนผสมอากาศ-เชื้อเพลิงถูกต้อง จะช่วยให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ไอเสียไม่ร้อนจัด เครื่องมีกำลังคงที่ วาล์วไอดี-ไอเสียทนทาน เครื่องยนต์ทำงานมีประสิทธิภาพสูง

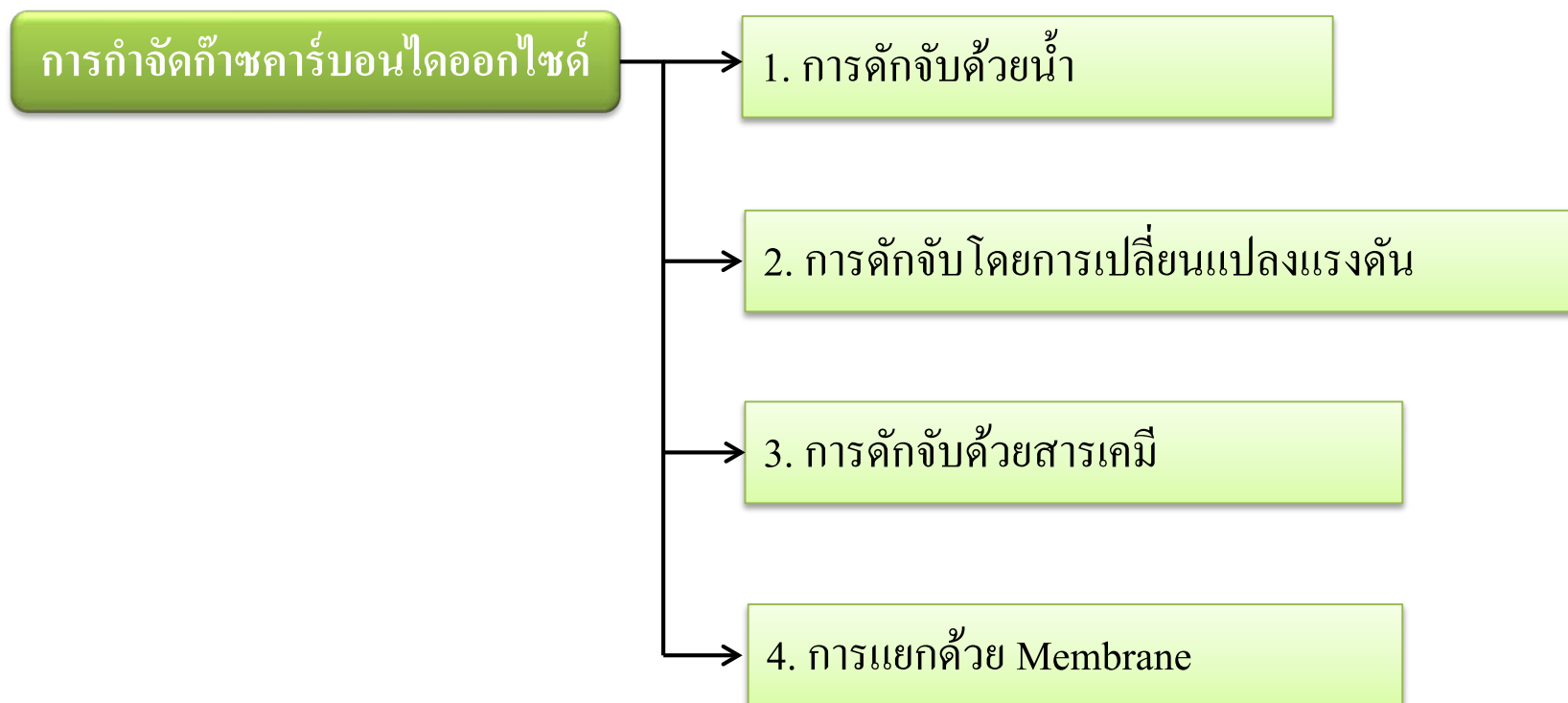
3. เทคโนโลยีที่ใช้บำบัดก๊าซชีวภาพ (ต่อ)



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีดังนี้



3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

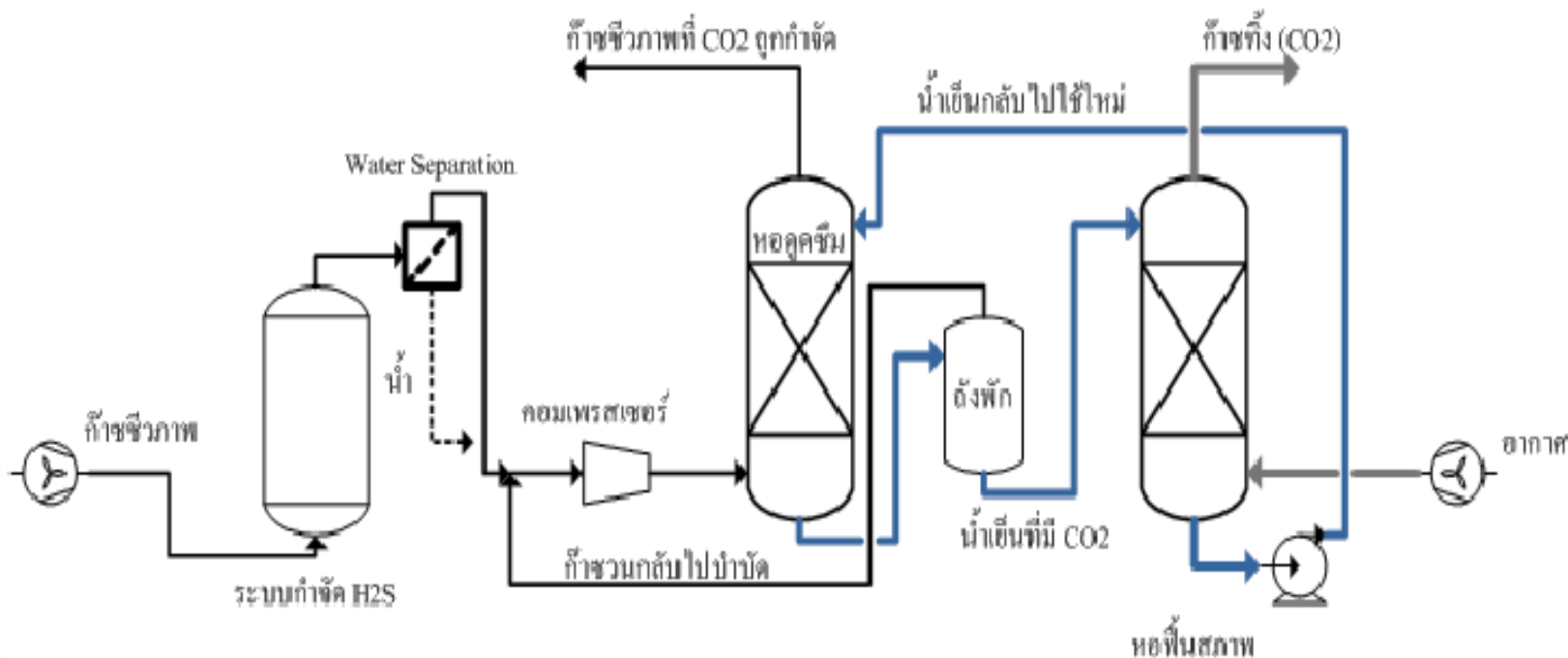


กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



1. การดักจับด้วยน้ำ

การกำจัดก๊าซ CO₂ โดยการอัดก๊าซชีวภาพผ่านหอดูดซึมด้วยน้ำที่มีความดันสูงและอุณหภูมิต่ำ ใช้หลักการ ความสามารถในการละลายที่ดีของก๊าซ CO₂ ในน้ำที่มีความดันสูงและอุณหภูมิต่ำ องค์ประกอบของระบบ ประกอบด้วยหอดูดซึม และหอ Stripper



แสดงเทคโนโลยีการกำจัดก๊าซ CO₂ แบบ Water Scrubber ชนิดนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas)

สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



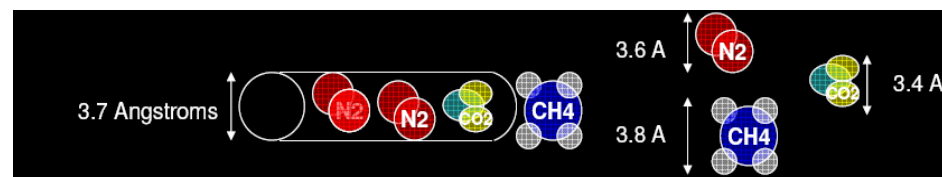
2. การดักจับโดยการเปลี่ยนแปลงแรงดัน

Technology Licensors

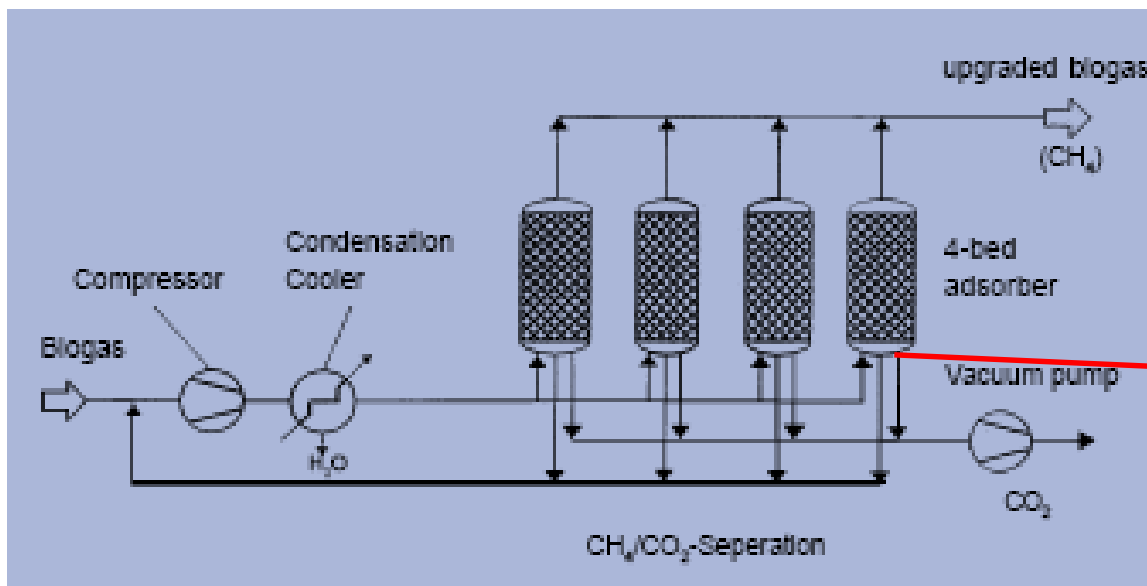
- CarboTech, Germany
- Molecular Gate, USA
- Xebec, Canada

Process Principle

- Molecular size selective



Process Diagram



Adsorbent



3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



2. Pressure Swing Adsorption (PSA) Technology (ต่อ)

- การกำจัดก๊าซ CO₂ ต้องแยกก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกก่อน
- หลักการทำงานใช้การเปลี่ยนแปลงความดันก๊าซแบบกลับไปกลับมาและสมบัติในการดูดซับของวัสดุต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่นๆ
- ความสามารถในการดูดซับของวัสดุแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุล
- ระบบประกอบด้วย ถัง Adsorption 4 ถัง ภายในบรรจุด้วยตัวดูดซับ เช่น ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) หรือ Zeolite การทำงานจะเป็นรอบตามวงจรของการดูดซับ
- แต่ละถังจะมีสถานะการทำงานต่างกัน คือ ขึ้นการดูดซับ ขึ้นการฟื้นฟูสภาพ และขึ้นการสร้างความดัน (ในช่วง 10-25 บาร์เกจ)

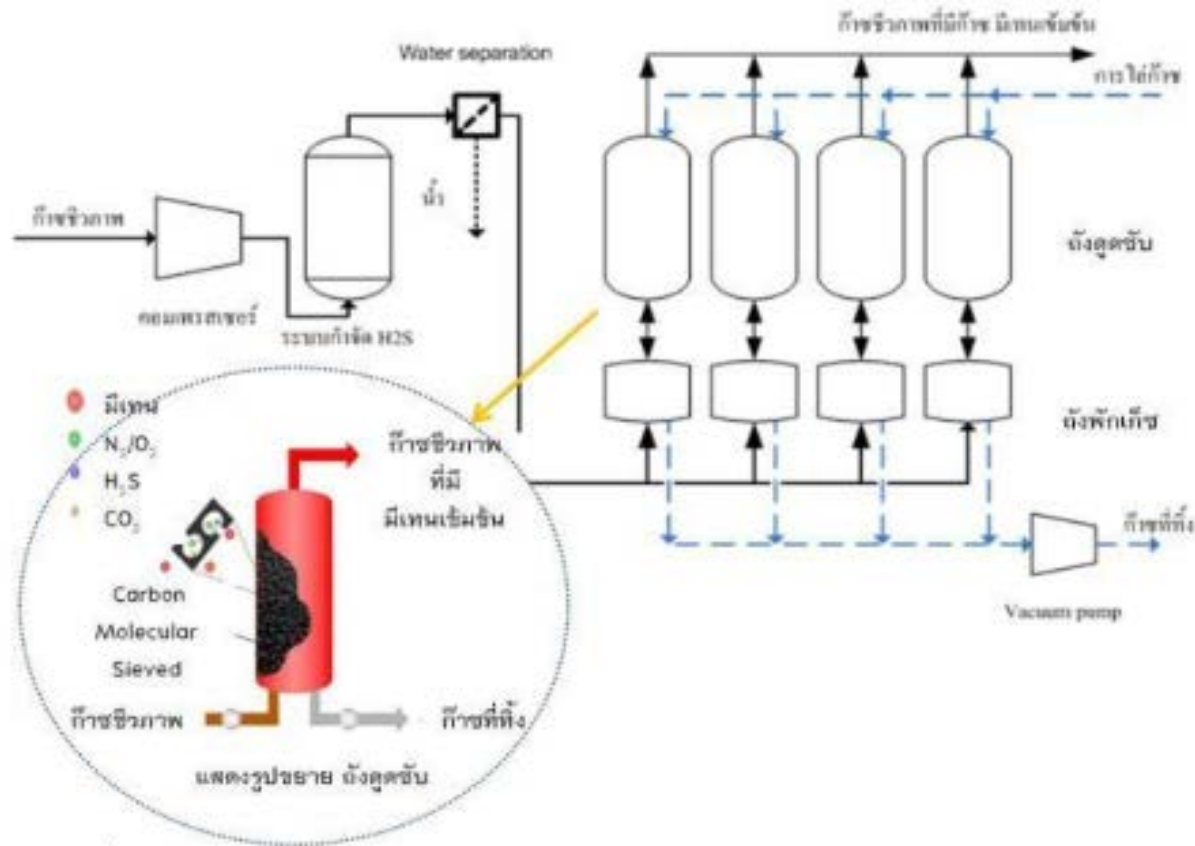
3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



2. การดักจับโดยการเปลี่ยนแปลงแรงดัน (ต่อ)



ขั้นการดูดซับ ก๊าซชีวภาพจะ
เข้าทางด้านล่างของถัง
Adsorption ในขั้นตอนนี้ก๊าซ
CO₂, O₂, N₂ จะถูกดูดซับบน
สารดูดซับ ก๊าซที่ออกจากถังจะ
มีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนสูง
มากกว่า 97% ไซลอคเซน,
Volatile Organic Compounds
(VOCs) และน้ำก็จะถูกดักจับ
ไปด้วย

ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas)
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

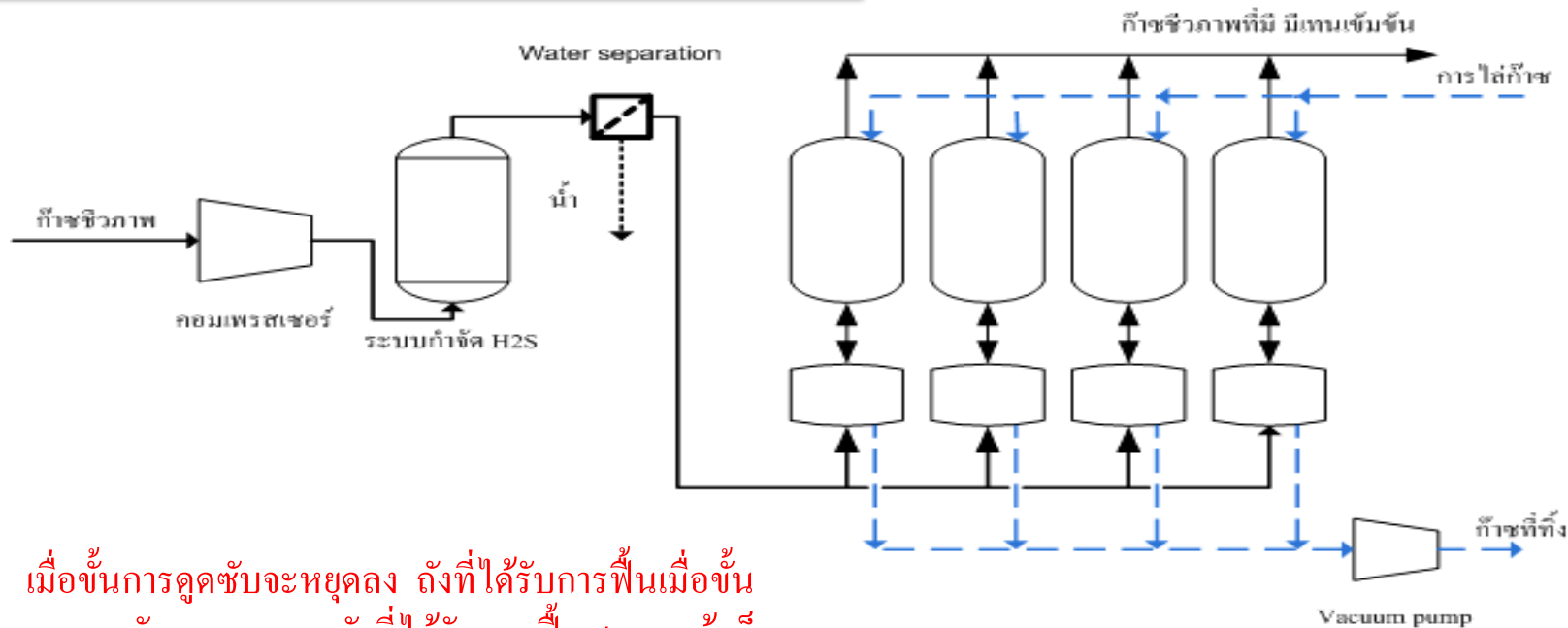
3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



2. การดักจับโดยการเปลี่ยนแปลงแรงดัน (ต่อ)



- เมื่อขั้นตอนการดูดซับจะหยุดลง ถังที่ได้รับการฟื้นฟูเมื่อขั้นตอนการดูดซับจะหยุดลง ถังที่ได้รับการฟื้นฟูสภาพแล้วก็จะทำหน้าที่เป็นถังดูดซับแทนที่ ส่วนถังที่อิ่มตัวก็จะเข้าสู่สถานะการฟื้นฟูสภาพ โดยปรับลดความดันลงจนถึงความดันบรรยากาศ ก๊าซที่ออกมาจากถังในช่วงการลดความดันอาจมีก๊าซมีเทนปนบ้าง ซึ่งจะมีการวนกลับไปดูดซับใหม่

- หลังจากดึงก๊าซอื่นออกจากสารดูดซับแล้ว (สิ้นสุดขั้นตอนการฟื้นฟูสภาพ) ก็จะมีการอัดความดันเพื่อเตรียมการเข้าสู่ขั้นตอนการดูดซับอีกครั้งหนึ่ง เวลาต่อหนึ่งรอบของกระบวนการดูดซับจะอยู่ในช่วง 3-5 นาที

3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3. การดักจับด้วยสารเคมี

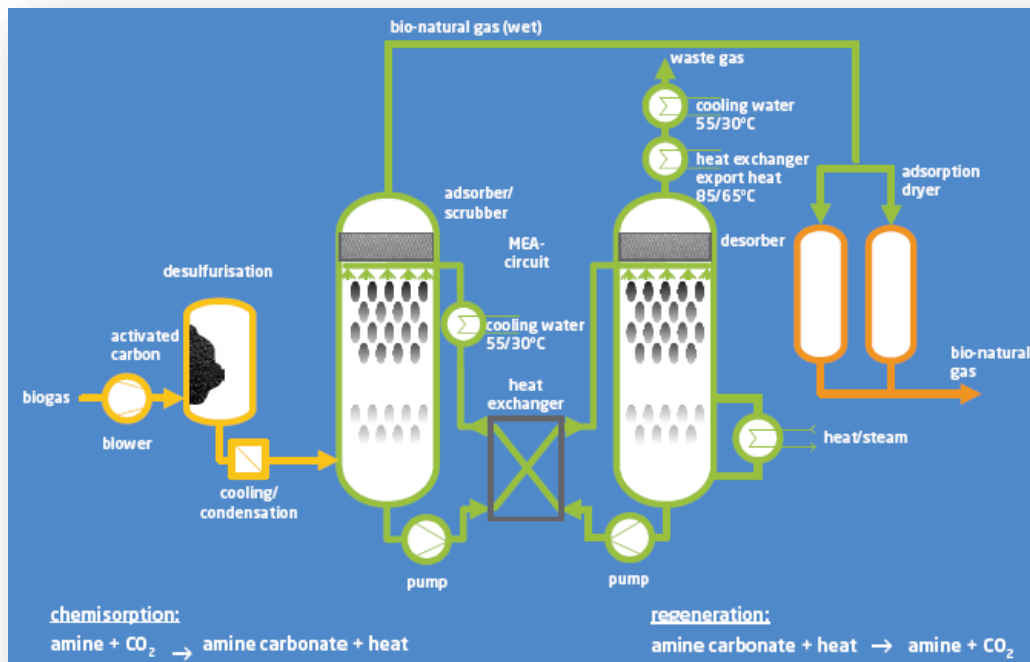
Technology Licensors

- Hera, Spain
- UOP, USA

Process Principle

- Solubility or chemical reaction with solvent

Process Diagram



Solvents

- Amine (Chemical Absorption)
- Selexol (Physical Absorption)



3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

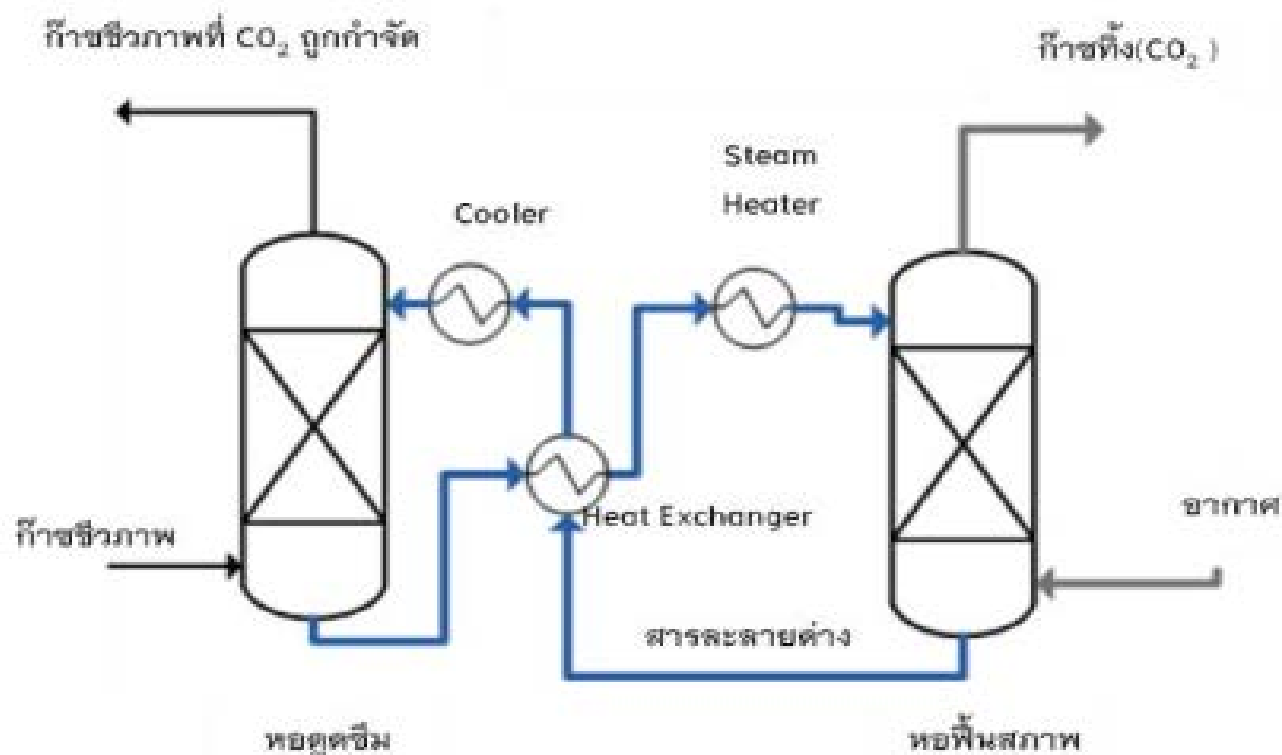


กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3. การดักจับด้วยสารเคมี (ต่อ)

การกำจัดก๊าซ CO₂ โดยให้ CO₂ ละลายในสารละลายต่างAmine อาศัยความแตกต่างด้านความสามารถในการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ในสารละลายต่าง Amine เช่น Monoethanolamine (MEA ,R-NH₂) หรือ Diethanolamine (DEA) ซึ่งมีองค์ประกอบของระบบคือ หอดูดซึม และหอ Stripper



ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



4. การแยกด้วย Membrane

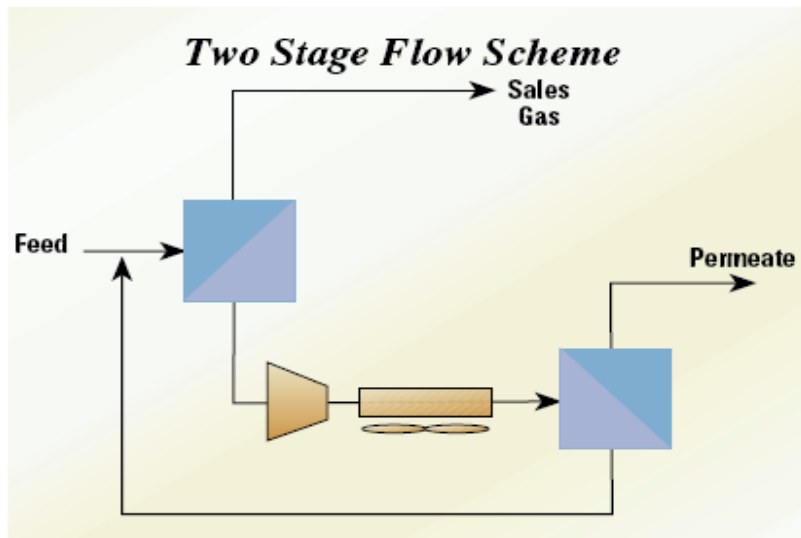
Technology Licensor

- UOP, USA

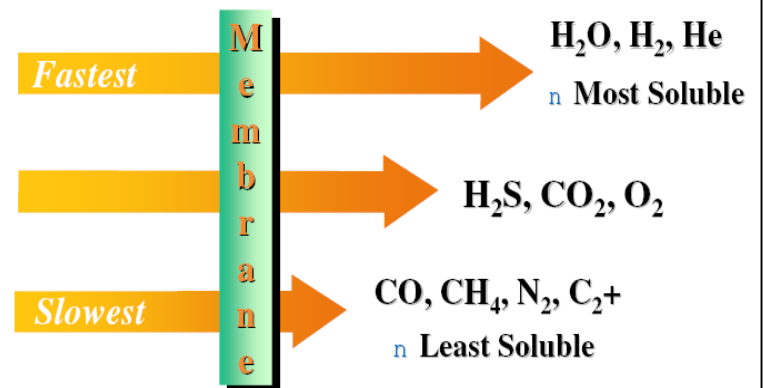
Process Principle

- Permeability difference of substances

Process Diagram



Relative Permeation Rates



3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

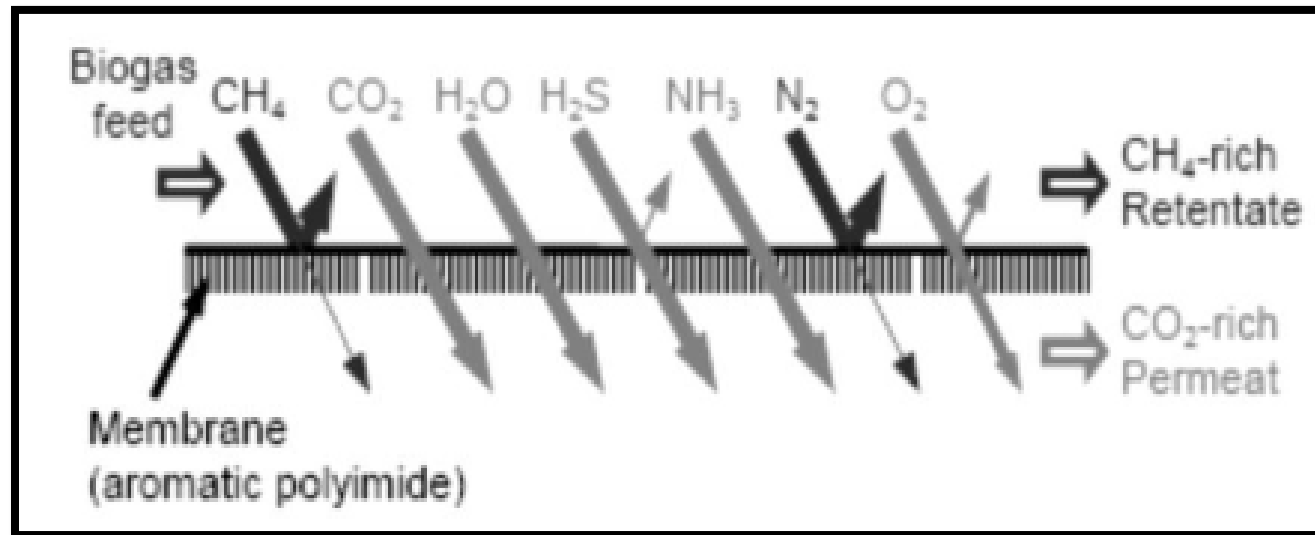


กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



4. การแยกด้วย Membrane (ต่อ)

- การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยวิธีเลือกซึมผ่านและแพร่ผ่านเมมเบรน ที่ใช้เยื่อแผ่นทำจาก Dense polyimide membrane ในการแยกสารใช้หลักการความแตกต่างของขนาดโมเลกุล หรือความจำเพาะต่อโมเลกุลของก๊าซแต่ละชนิดในการดึงดูดกัน (Affinity) ทำงานภายใต้ความดัน ประมาณ 6-10 บาร์เกจ



อาศัยหลักการเลือกซึมผ่านและแพร่ผ่านMembrane

ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

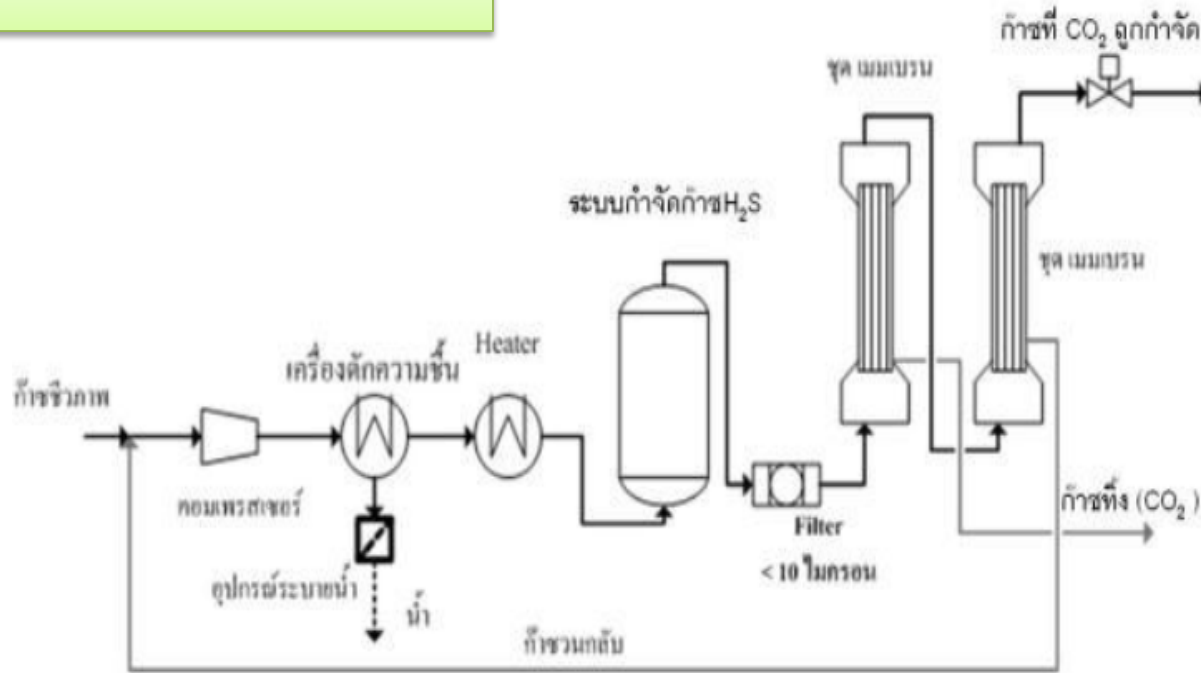
3.3 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



4. การแยกด้วย Membrane (ต่อ)



- ควรมีการกำจัด น้ำ / ความชื้น ก่อนเข้าเมมเบรน เพื่อป้องกันการเกิดเมือกเคลือบที่เยื่อแผ่นเมมเบรน
- ควรกำจัดก๊าซ H₂S ออกก่อนต้องมีการกรองฝุ่นละอองออกก่อนที่จะเข้าสู่ชุดเมมเบรน
- ควรมีการระวังการรั่วไหลของอากาศเข้าไปในระบบท่อ

ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas)
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

3. เทคโนโลยีที่ใช้บำบัดก๊าซชีวภาพ (ต่อ)



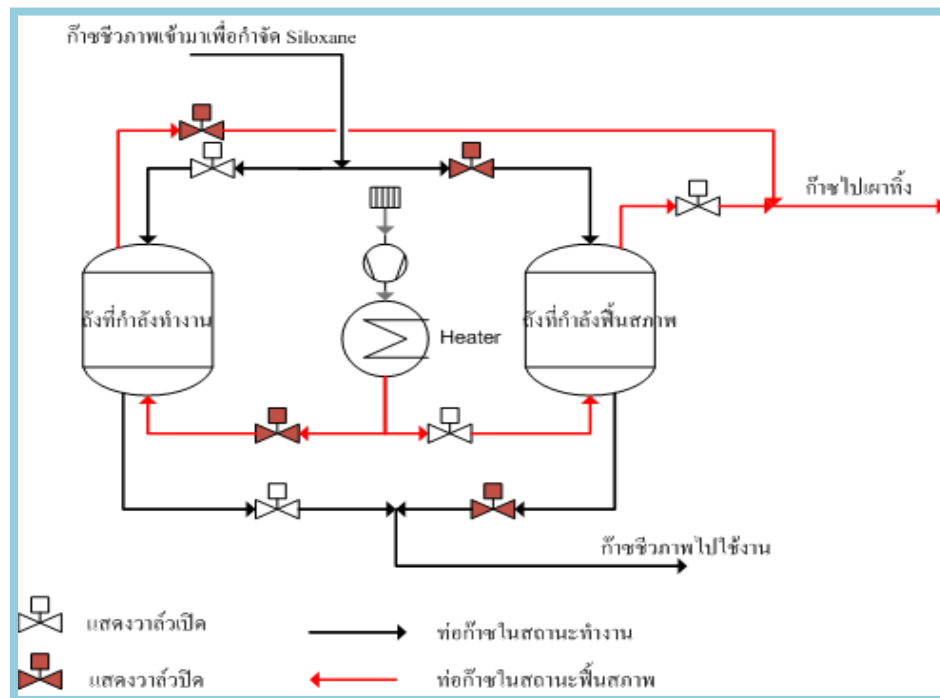
กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS



3.4 เทคโนโลยีที่ใช้กำจัดไซลอกเซน (Siloxane)

ไซลอกเซน คือ สารเคมีที่มีองค์ประกอบของ R_2SiO โดยที่ R นั้นอาจจะเป็น H หรือโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอน (CH-)

- Adsorption Technology
- Refrigeration Technology
- Liquid Absorption Technology



- Liquid Absorption Technology เป็นเทคโนโลยีการกำจัดไซลอกเซนด้วยการให้ก๊าซผ่านสารละลายกรด โดยใช้หลักการความแตกต่างในความสามารถละลายของไซลอกเซนในสารละลายกรด โดยกรดที่ใช้เป็นสารจำพวก Selexol™ สำหรับสารละลายเบสแก่ และ $pH > 10$ จะสามารถละลายไซลอกเซนได้ แต่ก็เกิดปัญหาเรื่องการตกตะกอนของคาร์บอเนต จึงไม่เป็นที่นิยมใช้



จบการนำเสนอ