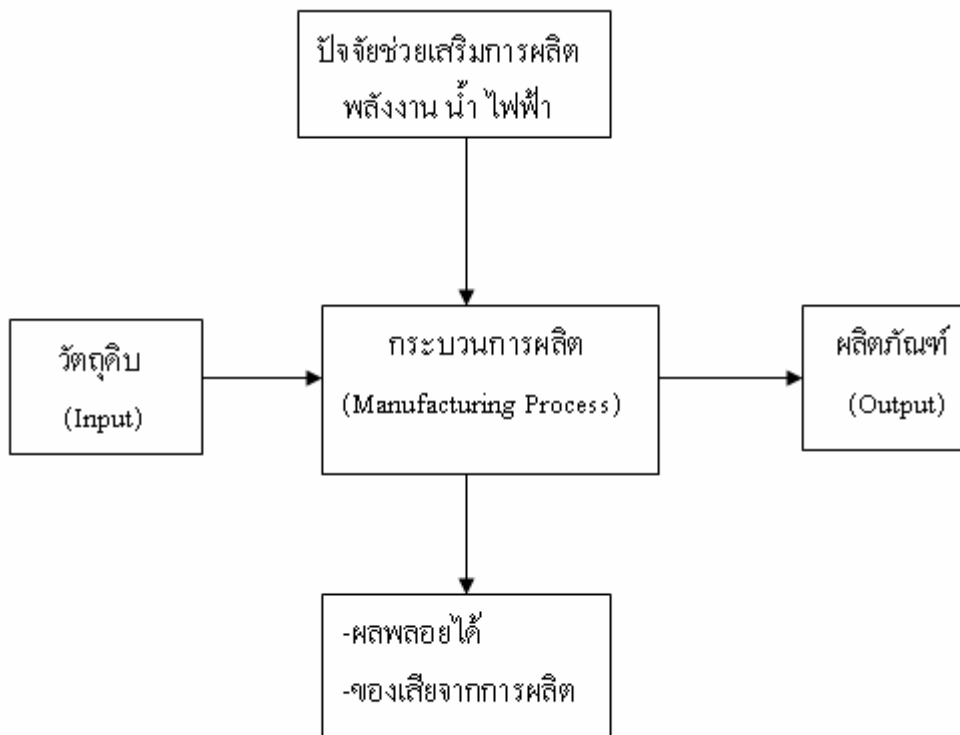


## หน่วยที่ 12 หน่วยการผลิตและกระบวนการผลิตทางวิศวกรรมเคมี

### ความหมาย ขอบเขตและนิยามทางวิศวกรรมเคมี

การผลิต หรือกระบวนการผลิต (Manufacturing Process) หมายถึง การนำเอาวัตถุดิบที่เป็นสารหรือสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งที่อยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว หรือ ก๊าซ ที่เรียกว่าสารตั้งต้น (reactant) มาทำการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี ให้เป็นผลิตภัณฑ์หรือสินค้าการ(Product หรือ Goods) ที่ทำให้คุณสมบัติของสารเปลี่ยนไปจำเป็นต้องมีปัจจัยหรือกระบวนการทางด้านกายภาพ หรือกระบวนการทางด้านเคมีเสริมได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน โดยมีถังปฏิริยาเคมี หรือ เครื่องปฏิริยาเคมี (Chemical Reactor)



ภาพที่ 12.1 แผนภูมิการผลิต

งานวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering) หรือวิศวกรรมระบบ (Process Engineering) เป็นการศึกษาการออกแบบ การควบคุม การทำงานของกระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรมที่เน้นการเลือกกระบวนการปฏิริยาเคมี เลือกลงเงื่อนไขการผลิต การควบคุม การปฏิบัติการที่เหมาะสม

### นิยามศัพท์ที่สำคัญในด้านการผลิตทางอุตสาหกรรม

สารตั้งต้น (Reactant) หมายถึงสารหรือสารเคมีที่นำมาใช้เป็นทรัพยากรตั้งต้นในการทำปฏิริยาเคมีเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ หรือ สินค้า(Product)

ผลิตภัณฑ์ (Product) เป็นสารหรือองค์ประกอบที่ได้จากปฏิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจากสารตั้งต้น

ตัวทำปฏิริยาจำกัด (Limiting Reactant) เป็นตัวทำปฏิริยาเคมีที่มีน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสัดส่วนมวลสารสัมพันธ์ของสารปฏิริยาจริง

**ตัวทำปฏิกิริยาเกินพอ (Excess Reactant)** เป็นสารทำปฏิกิริยาที่มีมากกว่าที่ต้องการเมื่อเทียบกับสัดส่วนที่ต้องการตามทฤษฎี

**ส่วนร้อยละที่เกินพอ (per cent excess)** หมายถึงปริมาณหรือโมลของสารปฏิกิริยาเกินพอที่มีมากกว่าปริมาณที่ต้องการเพื่อจะทำปฏิกิริยากับสารทำปฏิกิริยาจำกัดได้หมดพอดี เมื่อเทียบกับปริมาณที่ต้องการตามทฤษฎี

$$\% \text{ เกินพอ (Excess)} = \frac{\text{mole in excess} \times 100}{\text{moles theoretically required to react with the limiting reactant}}$$

**อัตราความสมบูรณ์ (Completion degree)** หมายถึงร้อยละหรือสัดส่วนของสารทำปฏิกิริยาจำกัดที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์

**การเปลี่ยนแปลงร้อยละ (per cent concentration)** หมายถึงร้อยละของสารตั้งต้นหรือสารป้อน (Feed) ที่ทำปฏิกิริยาที่เปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยหลักการของปฏิกิริยานั้นต้องระบุให้ชัดเจนว่าตัวใดเป็นตัวทำปฏิกิริยา

**ผลได้หรือผลลัพท์ (Yield)** หมายถึงปริมาณหรือโมลของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้ต่อปริมาณมวลสารตั้งต้นของสารปฏิกิริยาที่มีตัวทำปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์เป็นเพียงสารเดียว ถ้าหากมีสารปฏิกิริยาหลายสารต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นสารใดที่ได้ผลิตภัณฑ์ใด

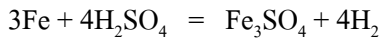
**ค่าการเลือก (Selectivity)** หมายถึงร้อยละหรือค่าเศษส่วนของปริมาณของผลิตภัณฑ์หนึ่งที่จะได้ตามทฤษฎีจากปริมาณสารตั้งต้น ซึ่งเทอมที่กล่าวนี้อาจจะเทียบเคียงกับนิยามของประสิทธิภาพ (Efficiency) หรือประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลง (Conversion Efficiency) หรือผลได้ (Yield)

**สมการแห่งสถานะ (Equation of State)** หมายถึงสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน (P) ปริมาตร (V) และ อุณหภูมิ (T) ของก๊าซจริง (Real Gaseous) โดยการหาความสัมพันธ์แบบสูตรสำเร็จ หรือเอมไพริคัล โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวจากข้อมูลการทดลอง ข้อมูลการสังเกตในถังปฏิกิริยาเคมีทดลองในห้องปฏิบัติการ

**เฟสหรือวัฏภาค (phase)** หมายถึงขั้นตอนในกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในเครื่องปฏิกิริยาเคมีเครื่องเดียวกันซึ่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารเคมีในเครื่องปฏิกิริยาเคมีอาจจะเกิดเพียงเฟสเดียวหรือวัฏภาคเดียว หรืออาจจะเกิดตั้งแต่สองเฟสขึ้นไปจนถึงหลายเฟส (multiphase) ในเครื่องเดียวกันได้ เช่นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์โดยอากาศไปเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ โดยมีสารวานาเดียมเพนทออกไซด์ ที่เป็นของแข็งมีรูพรุนเป็นตัวแคทาลิสต์ (catalyst) จะเป็นกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีหลายเฟส หรือหลายขั้นตอน หรือหลายวัฏภาค (multiphase)

**กฎการอนุรักษ์มวลสาร (Conservation of Mass Law)** กล่าวว่าภายในระบบที่แยกตัวจากระบบอื่นๆ (Isolated System) มวลของระบบจะมีค่าคงเดิมไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเกิดขึ้นในระบบจากกฎข้อนี้หมายความว่าในระบบหนึ่งแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาอย่างใดมวลสารจะต้องไม่สูญหายไปไหน มวลสารนี้จะเท่ากับน้ำหนักต่อแรงดึงดูดของโลก ณ. ที่นั้น ซึ่งมาตรฐานเท่ากับ 32.17 ฟุต/(วินาที)<sup>2</sup> หรือ 980 เซ็นติเมตร / วินาที<sup>2</sup> โดยทั่วไปในการคำนวณ แรงดึงดูดของโลกมีผลน้อยมาก มวลจึงเท่ากับน้ำหนักของสารนั่นเอง

**มวลสารสัมพันธ์ (Stoichiometry)** หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวทำปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอัตราพอดีกันทำให้ได้ผลผลิตออกมาจำนวนหนึ่งที่น่าพอใจ เช่น ปฏิกิริยาเคมีของธาตุเหล็กกับกรดกำมะถัน



จากการสมการการสมดุลของมวลที่ทำให้สมการทั้งสองข้างสมดุลกันแล้วสามารถนำกฎอนุรักษ์ของมวลมาใช้คำนวณภายหลังได้

**กฎของเฮนรี (Henry Law)** ภาวะที่ความดันย่อย (P) แปรเปลี่ยนเป็นสัดส่วนกับสารประกอบ หรือเศษส่วนเชิงมวล (X) ขององค์ประกอบนั้นในของเหลวที่อุณหภูมิคงที่ หมายถึงในกรณีที่ความสัมพันธ์ต่อไปนี้เป็นจริง จะกล่าววาระบบนั้นเป็นไปตามกฎของเฮนรี

$$P = kX$$

$$k = \text{ค่าคงที่ของสัดส่วน}$$

กฎของเฮนรีนิยมใช้ในการอธิบายกระบวนการของปฏิกิริยาของการดูดซึม (Absorption Process) ของระบบทั่วไป ระบบ (System) หมายถึงมวลของวัสดุหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของเครื่องมือที่นำมาใช้ ระบบจะถูกแยกออกจากสิ่งแวดล้อม (Environment) อธิบายเกี่ยวกับขอบเขตของระบบ (System Boundary) ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลเข้าออกจากขอบเขตระบบจะเรียกว่าระบบปิด (Close System) หรือเรียกอีกอย่างว่าระบบที่ไม่มีไหล (Non-flow System) ส่วนระบบที่มีการถ่ายเทมวลเข้าออกระบบเรียกว่าระบบเปิด (Open System หรือ ระบบที่มีการไหล (Flow System)

**คุณสมบัติ (Property)** เป็นคุณลักษณะของสารหรือวัสดุที่ต้องการวัดหรือคำนวณ เช่น ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ พลังงานรูปต่างๆ คุณสมบัติของระบบจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไข หรือสถานะและช่วงเวลาที่กำหนดนำมาคิดคำนวณ คุณสมบัติยังแบ่งเป็นคุณสมบัติรวม (Extensive Property) ที่มีค่าเท่ากับผลรวมของระบบย่อยที่เกิดขึ้นเป็นระบบรวม เช่น มวล หรือปริมาตร และคุณสมบัติเฉพาะ (Intensive Property) เป็นคุณสมบัติที่ไม่สามารถนำค่ามารวมกันไว้ได้เช่น อุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่น

**สถานะ (State)** หมายถึงสารหรือวัสดุที่มีคุณสมบัติชุดหนึ่งที่เวลาหนึ่งใด สถานะของระบบจะไม่ขึ้นกับรูปร่าง หรือการจัดตัวของสาร

**ความร้อน (Heat)** นิยามกฎข้อแรกของวิชาการด้านเทอร์โมไดนามิกส์ นั้น ความร้อนหมายถึง ความร้อนที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของระบบและอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการถ่ายเทมวลของความร้อนในระดับอะตอม ลักษณะของการถ่ายเทมวลความร้อนมีความสำคัญมากมีการนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิตมากมาย

**งาน (Work)** เป็นพลังงานที่ถ่ายเทระหว่างระบบและสิ่งแวดล้อม ที่มีแนวแรง (Vector Force) กระทำบนขอบเขตของระบบทำให้ระบบเคลื่อนที่ไปในแนวแรงกระทำ (Vector Displacement)

**พลังงานจลน์ (Kinetic Energy :  $k_i$ )** เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากระบบมีความเร็วสูงกว่าสิ่งแวดล้อม คำนวณจากสมการ

$$k_i = \frac{1}{2} m v^2$$

m = มวลของสาร

v = ความเร็ว

**พลังงานศักย์ (Potential Energy : Po)** เป็นพลังงานของระบบ เมื่อระบบมีแรงดึงดูดของโลกมากจะทำ แรงดังกล่าวจะมีค่าเท่าใดจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของระบบเหนือพื้นผิวโลก หรือระดับความสูงของระบบ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$P_o = mgh$$

g = แรงโน้มถ่วงของโลก

h = ระดับความสูงจากพื้นดิน

**พลังงานภายใน (Internal Energy )** หมายถึงพลังงานทั้งหมดที่ระบบจะมีได้ เมื่อรวมกันระหว่างระดับพลังงานของโมเลกุล ของอะตอม และหน่วยที่เล็กกว่าลงไป พลังงานภายในไม่สามารถจะวัดออกมาได้ แต่สามารถคำนวณได้จากตัวแปรที่วัดได้ เช่น ความดัน อุณหภูมิ ปริมาตร ส่วนประกอบ เป็นต้น

**เอนทัลปี (Enthalpy : He)** ในกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงความดัน ปริมาตร และพลังงานภายในแล้ว ในกำหนดความสัมพันธ์ใหม่ที่เรียกว่าเอนทัลปี โดยใช้กฎข้อแรกของเทอร์โมไดนามิกส์มาอธิบาย ซึ่งผลรวมของฟังก์ชันสถานะใช้ 3 ตัวแปรสำคัญ คือ พลังงานภายใน (U) ความดัน (p) และปริมาตร (V) เขียนเป็นความสัมพันธ์อย่างง่ายดังนี้

$$H_e = U + pV$$

**อัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี** หมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงต่อเวลาที่ผ่านไปในการทำปฏิกิริยาเคมี

## 2. ประเภทของปฏิกิริยาเคมี

**2.1 ปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์ (Homogeneous Reaction)** อัตราเร็วของปฏิกิริยาเอกพันธ์หมายถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงมวล หรือจำนวนโมล เนื่องจากปฏิกิริยาของสารทำปฏิกิริยาต่อเวลาต่อปริมาตรของสารตั้งต้นหรือสารผสมในถังปฏิกิริยาเคมี

### 2.2 ปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์ (Heterogeneous Reaction)

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในเครื่องปฏิกิริยาเคมีโดยมีเฟส (Phase) เข้ามาเกี่ยวข้องตั้งแต่สองเฟสขึ้นไป เรียกว่าปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์ ซึ่งอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับอัตราการถ่ายเทมวลของสารตั้งต้น (Transfer) และผลิตภัณฑ์ (product) ที่เกิดขึ้น ผิวสัมผัสของเฟสที่เกี่ยวข้อง และปัจจัยอื่นๆ

## ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องปฏิริยาเคมี

### 1. ทฤษฎีมวลสารสัมพันธ์ (Chemical Equation and Stoichiometric)

1.1 กฎการอนุรักษ์มวลสาร (Conservation of Mass Law) ซึ่งกฎการอนุรักษ์มวลสารหมายถึง ภายในระบบที่แยกตัวจากระบบอื่นๆ

1.2 มวลสารสัมพันธ์ (Stoichiometry) ในการทำปฏิริยาเคมี การเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นหรือต้องทำปฏิริยาเกิดขึ้นในอัตราพอเหมาะกัน

### 2. ปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วของปฏิริยาเคมี

#### 2.1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้น (Reactant หรือ Feed)

#### 2.2 ปัจจัยด้านอุณหภูมิ (Temperature)

2.3 ปัจจัยด้านความดันไอของสาร (Vapor Pressure) ความดันไอของสารแต่ละตัวจะมีค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับธรรมชาติ ลักษณะจำเพาะของสาร คุณสมบัติ และขนาดของโมเลกุลของสารนั้น

2.4 กำลังขับของใบกวนผสมในเครื่องปฏิริยาเคมี การเกิดปฏิริยาเคมีของสารตั้งต้นในถังกวนผสม การกวนผสม (Mixing) เป็นกระบวนการสำคัญที่จะช่วยให้ปฏิริยาเกิดได้รวดเร็วขึ้น

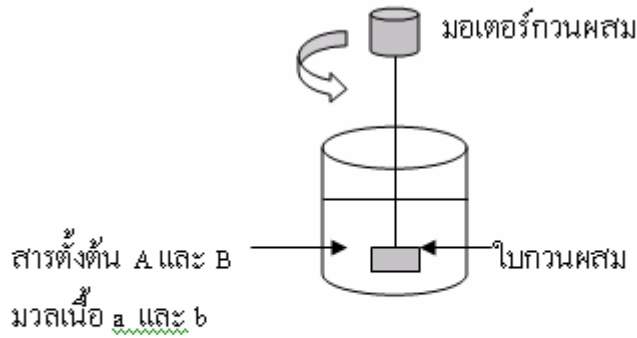
วัตถุประสงค์หลักของการกวนผสมในถังกวน เพื่อเหตุผลดังต่อไปนี้

- 1) เพิ่มความเร็วในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของกระบวนการ เช่นกระบวนการตกผลึก
- 2) เพื่อเพิ่มความเร็วของปฏิริยาเคมีในถังหรือเครื่องปฏิริยา
- 3) เพิ่มความเร็วในการถ่ายเทมวล และความร้อนในถังหรือเครื่องปฏิริยา
- 4) ช่วยทำให้ความเข้มข้นของสารในถังกวนมีความสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้น
- 5) เพิ่มอัตราการละลายของสารตั้งต้นที่เป็นของแข็งให้มากยิ่งขึ้น

## จลนพลศาสตร์ของปฏิริยาแบบกวนผสม

### เครื่องปฏิริยาเคมีแบบกะ (Batch Reactor)

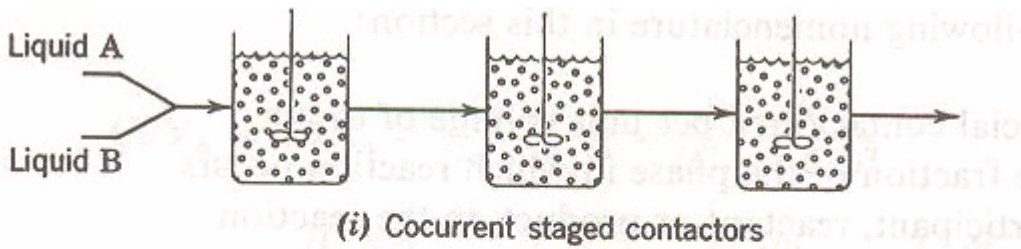
เป็นถังกวนผสมสารเคมีที่ในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างหลาย โรงงานอุตสาหกรรมใช้เป็นถังปฏิริยาพื้นฐานในกระบวนการผลิต เพื่อใช้ผลิตสินค้าหรือผลิตผลิตภัณฑ์ หลักการทำงานเบื้องต้นของถังปฏิริยาเคมีคือการนำสารตั้งต้น หรือสารนำเข้า (reactants หรือ feed) ใส่เข้าไปในถังปฏิริยาเคมีในปริมาณที่คำนวณไว้ แล้วให้มีการกวนผสม (Mixing) ให้เกิดปฏิริยาเคมีขึ้นอย่างสมบูรณ์



รูปที่ แสดงถังกวนผสมแบบกะ

**เครื่องปฏิกริยาหลายถังแบบต่อเนื่อง (Multiple Continuous Reactor)**

เป็นเครื่องปฏิกริยาเคมีที่มีการเอาถังกวนผสมแบบสมบูรณหลายถัง (Continuous Stirred Tank Reactor : CSTR) ต่ออนุกรมกันซึ่งสามารถกำหนดให้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นในแต่ละถังมีค่าสม่ำเสมอ (Uniform) และเท่ากับค่าความเข้มข้นในของไหลที่ไหลออกของแต่ละถัง



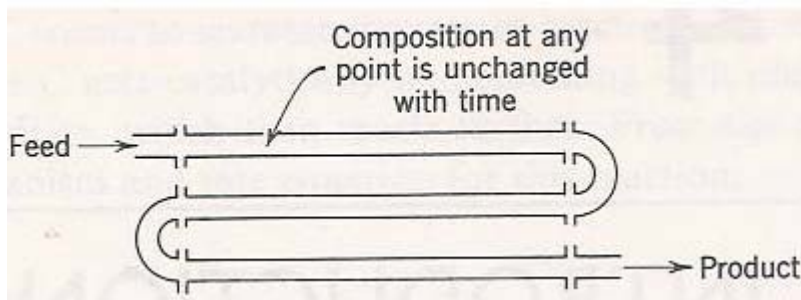
(i) Cocurrent staged contactors

ที่มา Levenspiel.1999.

รูปที่ แสดงเครื่องปฏิกริยาแบบ Cocurrent Stage Contractors

**เครื่องปฏิกริยาเคมีแบบท่อไหล (Tubular Reactor หรือ Plug Flow Reactor)**

เป็นเครื่องปฏิกริยาเคมีที่มีโครงสร้างคล้ายกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระบบท่อ (Heat Exchanger) ที่มีการไหลในท่อไหลขนานกันหลายท่อ



## กระบวนการผลิตและระบบการผลิตในงานอุตสาหกรรม

### ปฏิกิริยาดูดซับระหว่างก๊าซกับของแข็ง

กระบวนการของปฏิกิริยาเคมีระหว่างก๊าซกับของแข็งในอุตสาหกรรมเคมีนั้น เป็นกระบวนการดูดซับของก๊าซบนพื้นผิวของของแข็ง (Gaseous Adsorption) โดยที่โมเลกุลของก๊าซจะรวมตัวและถูกดูดด้วยแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเข้าหาผิวของส่วนจับก๊าซ ณ อุณหภูมิเดียวกันปริมาณก๊าซที่ถูกดูดจะเป็นสัดส่วนกับความดันของก๊าซส่วนนั้น

#### องค์ประกอบสำคัญของประสิทธิภาพการดูดซับสารได้แก่

1. พื้นผิวจำเพาะ (Specific Area) สำหรับดูดซับต้องมาก แต่ต้องมีช่องว่างระหว่างชั้นสารสูงเพื่อให้ก๊าซไหลผ่านได้สะดวก
2. คุณสมบัติของสารดูดซับต้องพิจารณาคุณสมบัติว่าเป็นสารชนิดโพล่า
3. สารดูดซับต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับก๊าซที่ต้องการดูดซับ
4. สารดูดซับต้องมีคุณสมบัติคงทนอยู่ในระดับหนึ่ง แรกหักได้ยาก
5. สารดูดซับจะมีความสามารถในการดูดซับที่แน่นอน
6. อุณหภูมิในกระบวนการดูดซับ ถ้ากระบวนการดูดซับมีอุณหภูมิสูงประสิทธิภาพในการดูดซับจะต่ำ ประสิทธิภาพการดูดซับจะสูงเมื่อใช้ในการดูดซับสารที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น ไฮโดรเจน ไนโตรเจน

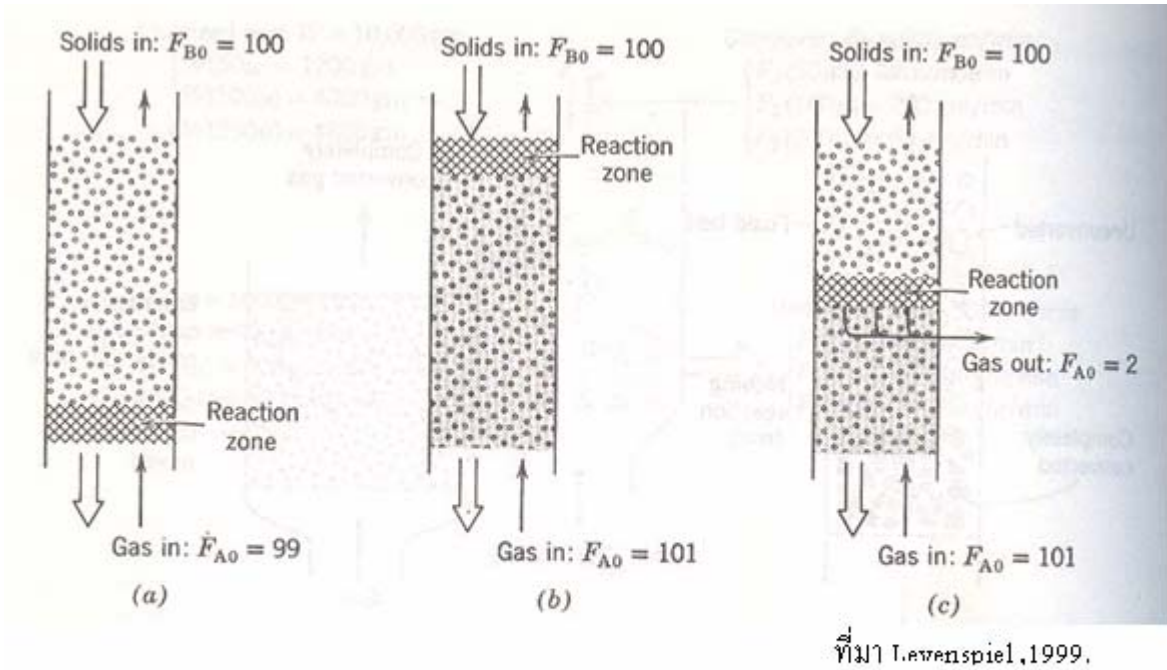
### ปฏิกิริยาดูดซึมระหว่างก๊าซกับของเหลว

ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมมีการใช้ปฏิกิริยาเคมีระหว่างก๊าซกับของเหลวในกระบวนการผลิตหลายประการ ปฏิกิริยาเคมีระหว่างก๊าซกับของเหลว เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อองค์ประกอบของก๊าซละลายตัวลงในของเหลว แล้วทำปฏิกิริยากับของเหลว ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมมีการใช้ปฏิกิริยานี้ช่วยในการแยกก๊าซที่ไม่ต้องการออกจากผลิตภัณฑ์ หรือเมื่อต้องการผลิตภัณฑ์ใหม่ในรูปของก๊าซและของเหลว เช่น กระบวนการแยกก๊าซคาบอนไดออกไซด์โดยใช้สารละลายต่างหรือน้ำค้างมาเป็นตัวดักจับก๊าซดังกล่าว

กระบวนการดูดซึม (Absorption Process) เป็นกระบวนการที่ก๊าซจากบรรยากาศ หรือ โมเลกุลของก๊าซเฉพาะอย่างละลายลงสู่ของเหลว

### ปฏิกิริยาระหว่างก๊าซกับของแข็ง และของเหลว

ปฏิกิริยาระหว่างก๊าซกับของเหลว และของแข็ง ในกรณีที่ของแข็งทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) เป็นปฏิกิริยาเคมีชนิดที่เรียกว่าปฏิกิริยาแบบสามสถานะ (Three Phase Reaction) หรือ ปฏิกิริยาแบบสลลอรี่ (Slurry Reaction) เป็นปฏิกิริยาระหว่างก๊าซและของเหลวที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของอนุภาคของแข็งที่ลอยในของเหลว



### รูปที่ แสดงเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบฟลูอิดไดส์เบดชนิดต่างๆ

ในงานอุตสาหกรรมได้ประยุกต์ระบบฟลูอิดไดส์เบดใช้ในกระบวนการผลิต เช่น การแยกแรงแรงชนิดออกจากกัน การแยกสลายน้ำมัน การเผาไหม้ ในกระบวนการทำให้แห้ง อบแห้งเมล็ดพืช ข้าวโพด ข้าว การป้อนเชื้อเพลิงของแข็งเข้าไปในหม้อไอน้ำ กระบวนการเติมกากของแข็งในเตาเผา (Incineration) ใช้ในปฏิกิริยาการดูดซึม (Adsorption Process) และการควบคุมมลพิษทางอากาศ การควบคุมมลพิษทางน้ำ เช่น การออกแบบให้ใช้ฟลูอิดไดส์เบดในการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ถ้าต้องการประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีของระบบ ต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น

1. อัตราความเร็วของก๊าซ หรืออากาศที่ผ่านฟลูอิดไดส์เบด ต้องควบคุมไม่ให้เกินกว่าความเร็วปลายในการตกลงของอนุภาคของแข็ง เพื่อป้องกันการสูญเสียเม็ดของแข็งออกไปนอกระบบ
2. ความสูงของชั้นอนุภาคของแข็ง หรือของชั้นเบด ซึ่งเป็นความดันที่กดทับลงบนเบด และเท่ากับน้ำหนักของอนุภาค หรือเม็ดของแข็งที่กดทับลงมานั่นเอง จะมีผลต่อความเร็วที่ไหลผ่านระบบฟลูอิดไดส์เบด
3. ความดันลดของชั้นของเหลว (Pressure Drop) จะเป็นผลต่างระหว่างความดันด้านล่าง และความดันด้านบนของชั้นเบด หรือชั้นอนุภาค
4. คุณสมบัติ และชนิดของเม็ดของแข็งที่นำมาใช้ในการทำเบด ต้องแข็ง ทนการสึกกร่อนจากการเสียดสี การไหลขึ้นลง น้ำหนักต้องไม่มากและน้อยเกินไป ถ้าหนักมากจะเกิดความดันลดมาก ถ้าเบาเกินไปเม็ดของแข็งจะไม่จมตัว หรือลอยตกลงไป
5. ลักษณะการไหลของลำอากาศภายในหอ (Tower) หรือถังฟลูอิดไดส์เบด ลักษณะการไหลส่วนใหญ่จะเป็นการไหลแบบกวนผสมเป็นเนื้อเดียวกันอย่างทั่วถึง บางครั้งจะเป็นการไหลแบบที่ไหล หรือแบบลูกสูบ บางครั้งสามารถออกแบบควบคุมการไหลให้เป็นการไหลแบบไม่ทั่วถึง หรือการไหลแบบกวนผสมชนิดไม่สมบูรณ์ เป็นต้น