บทที่ 3

ทฤษฎี

3.1 โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide)

โพลีแซคคาไรด์เป็นโพลีเมอร์(polymer) ของโมโนแซคคาไรด์(monosaccharide) ตั้งแต่ 10 หน่วยขึ้นไป สามารถแบ่งโพลีแซคคาไรด์ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามโครงสร้างได้แก่(33)

1. โฮโมโพลีแซคคาไรด์(homopolysaccharide) ประกอบด้วยหน่วยโมโนแซคคาไรด์เพียงชนิดเดียว เช่น แป้งจะมีหน่วยกลูโคสเพียงอย่างเดียว เรียกว่า กลูแคนส์ (glucans)

2. เฮเตอโรโพลีแซคคาไรด์(heteropolysaccharide) ประกอบด้วยหน่วยโมโนแซคคาไรด์มากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไป เช่น กาแลคโตแมนแนนส์(galactomannans) และ ไซโลกลูแคนส์(xyloglucans) โดยที่โพลีแซคคาไรด์ของเมล็ดมะขามเป็นไซโลกลูแคนส์ชนิดหนึ่ง

หรืออาจแบ่งโพลีแซคคาไรด์ออกเป็น 2 กลุ่มตามรูปร่างของโมเลกุลได้แก่(34,35)

1. โพลีแซคคาไรด์ที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม ลักษณะจะเป็นกิ่งใน 3 มิติ และมีความสามารถในการละลายได้ดีซึ่งกัมต่าง ๆ จะเป็นโพลีแซคคาไรด์ประเภทนี้

2. โพลีแซคคาไรด์ที่มีรูปร่างเป็นเส้นตรง ไม่มีความสามารถในการละลาย เช่น เซลลูโลส(cellulose)

กัม(36) คือสารที่สามารถละลายหรือกระจายตัวได้ในน้ำร้อนหรือน้ำเย็นโดยจะให้สารละลายที่หนืด ส่วนใหญ่เป็นพวกไฮโดรฟิลิคคอลลอยด์(hydrophilic colloid) ซึ่งมีประโยชน์ต่อลักษณะเนื้อของอาหาร คุณสมบัติของกัมแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามสูตรโครงสร้าง

กัมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ(36 - 40)

1. กัมจากธรรมชาติ เช่น

1.1 กัมจากต้นไม้(tree excudate or extract) เช่น กัมอะราบิก(gum arabic)และกัมทรากา-แคน(tragacanth gum)

1.2 กัมจากเมล็ดหรือรากไม้(seed or roots gum) เช่น กัมเมล็ดโลคัสต์(locust bean gum) กัวกัม(guar gum) กัมเมล็ดไซลเลียม(psyllium seed gum)และกัมเมล็ดมะขาม(tamarind seed gum)หรือเรียกว่าเจลโลส

1.3 กัมจากสาหร่ายทะเล(sea weed extract) เช่น วุ้น(agar) โซเดียมอัลจิเนท(sodium alginate) คาราจิแนน(carragenan)และ เฟอเซลลาแรน(furcellaran)

2. กัมกึ่งสังเคราะห์ ได้แก่ ไฮดรอกซีโพรพิลเซลลูโลส(hydroxypropylcellulose)

3. กัมสังเคราะห์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีทั้งหมด เช่น polyvinylpyrrolidone (PVP)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติการไหลของโพลีแซคคาไรด์

1. โครงสร้างของโมเลกุล

ถ้าโมเลกุลเป็นโซ่ยาวและน้ำหนักโมเลกุลสูงจะมีความหนืดมากกว่าโมเลกุลที่เป็นโซ่ที่สั้นกว่าและน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่า(34,35)

2. ความเข้มข้น

สารกัมจะมีความหนืดมากหรือน้อยแล้วแต่ชนิดและความเข้มข้นของกัม เช่น ถ้าความเข้มข้นของกัมมากขึ้นพบว่าความหนืดจะมากขึ้นด้วย(41)

3. อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่อความหนืดดังสมการของ Arrhenius(22)

$$\mu = Ae^{E/RT} \qquad 2.1$$

เมื่อ μ =ความหนืดของสารละลาย

A = ค่าคงที่ซึ่งขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุลและ molar volume ของสารแต่ละตัว

E = ค่าพลังงานกระตุ้น

R = ค่าคงที่ของก๊าซ

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (K)

เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความหนืดของกัมจะต่ำลง

4. ค่าความเป็นกรด-ด่าง

กัมที่มีหมู่คาร์บอกซิล(carboxyl group) เช่น algin และ sodium pectateหรือมีหมู่ซัลเฟต (sulfate group) มักจะมีความหนืดเปลี่ยนแปลงตามค่าความเป็นกรด-ด่าง ส่วนกัมที่เป็นกลาง เช่น กัวกัมและเจลโลสจะมีความหนืดคงตัวในช่วงความเป็นกรด - ด่างระหว่าง 3 –11(35)

5. เวลา

ความหนืดของกัมจะลดลงตามเวลาในการเก็บ อาจเนื่องจากเอนไซม์ที่อยู่ในเมล็ดทำให้เกิดการไฮโดรไลซ์กัม(hydrolyzed gum)(35)

6. สารอื่น ๆ

สารอื่น ๆ อาจทำให้เกิดการลด เพิ่มหรือไม่มีผลต่อความหนืดของกัม เช่น เกลือและกัมอื่นๆจะลดความหนืดของกัมอะราบิกและสารละลายน้ำตาลไม่ทำให้ความหนืดของเจลโลสเปลี่ยนแปลง(41)

3.2 ทฤษฎีการกรอง (filtration theory)

การกรอง(filtration) เป็นกระบวนการแยกทางกายภาพซึ่งใช้แยกอนุภาคที่อยู่ในลักษณะแขวนลอยโดยอนุภาคนี้อาจเป็นของแข็ง ของเหลวหรือก๊าซออกจากของไหลที่อาจเป็นของเหลวหรือก๊าซโดยให้แรงขับ(driving force) แก่ของไหลให้ไหลผ่านสื่อกลางการกรอง(filter media) โดยอนุภาคของแข็งจะถูกกักอยู่บนตัวกรองและเกิดเป็นชั้นของของแข็งที่ผิวตัวกรองเรียกว่า เค้ก(cake) ของไหลที่ไหลผ่านตัวกรองเรียกว่า ฟิวเทรต(filtrate) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกรองอาจเป็นเค้กหรือฟิวเทรตก็ได้

ข้อดีของการกรอง(42)

1. สามารถเลือกตัวกรองซึ่งมีอยู่หลายชนิดโดยมีความแตกต่างกันในด้านรูปร่าง และองค์ประกอบของตัวกรอง
2. สามารถใช้กับสารเคมีได้ แต่ต้องเลือกตัวกรองที่เข้ากับสารเคมีนั้น
3. ใช้พลังงานต่ำ จึงเป็นวิธีที่ประหยัด
4. เหมาะกับสารที่สามารถถูกทำลายด้วยความร้อน เช่น เอนไซม์ โปรตีนหรือสารที่ถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายในอากาศ
5. การกรองไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างและไม่เปลี่ยนสภาพทางเคมีของสารที่นำมากรอง

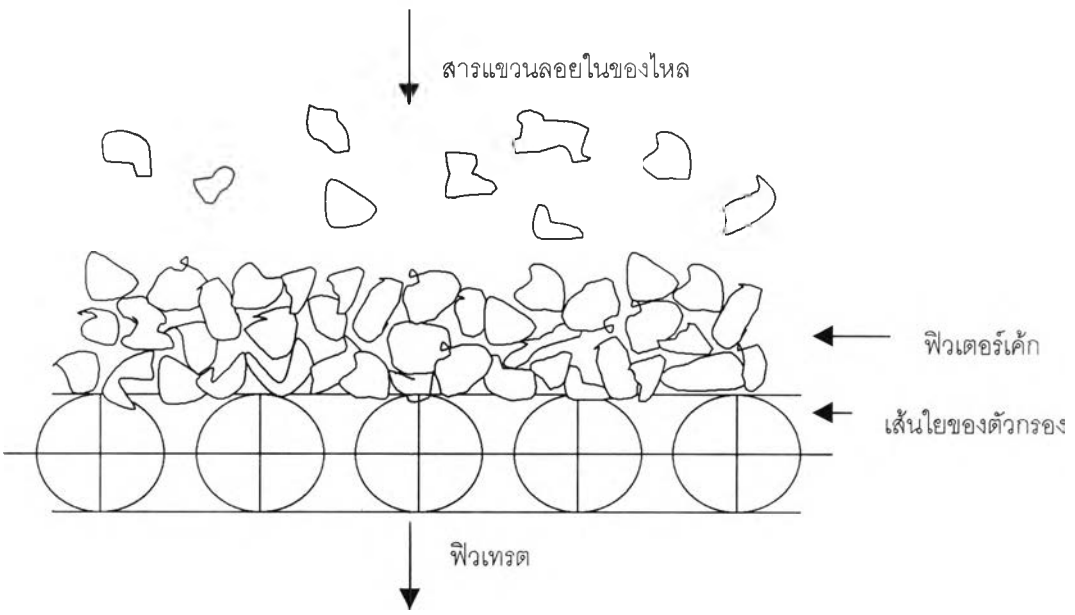
3.2.1 ประเภทของการกรอง

สามารถแบ่งประเภทของการกรองได้หลายแบบ(42)

1. แบ่งประเภทตามกลไกของการกรอง

การกรองแบบติดอยู่ที่ผิวตัวกรอง(cake , surface or screen filtration)

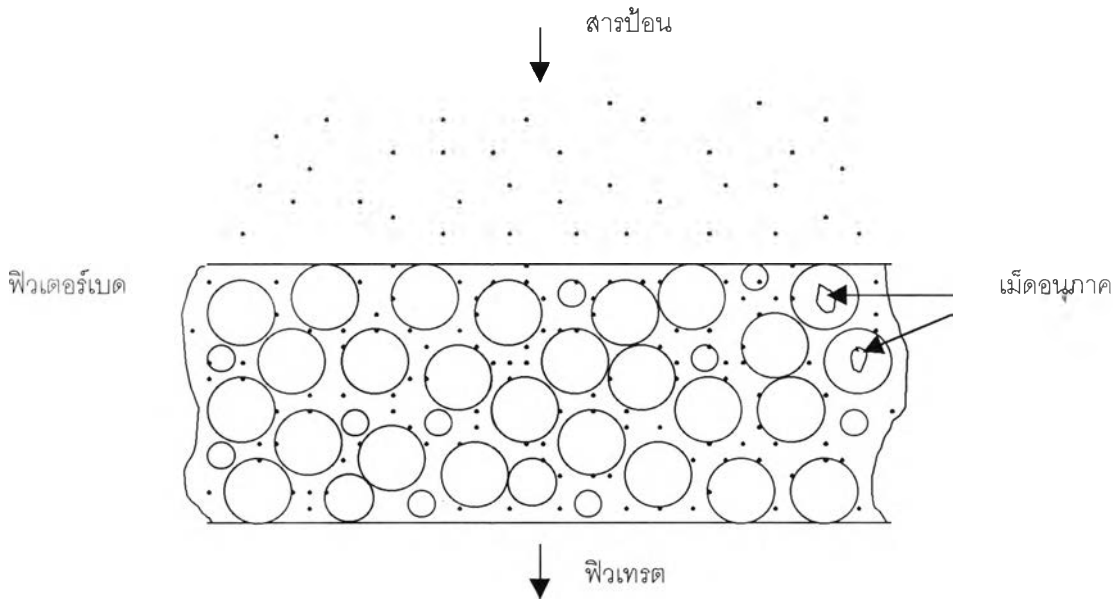
การกรองชนิดนี้จะเป็นการกรองที่สมบูรณ์(absolute filtration) โดยจะสามารถแยกอนุภาคในปริมาณมากน้อยเพียงใดก็ได้ อนุภาคที่ต้องการแยกจะต้องมีขนาดใกล้เคียงหรือใหญ่กว่าขนาดรูพรุน(pore)ของตัวกรอง อนุภาคจะถูกกักอยู่บนผิวตัวกรองและเกิดเป็นเค้กขึ้น โดยตัวกรองจะทำหน้าที่เป็นตะแกรง(sieve)ซึ่งทำให้อนุภาคขนาดเล็กกว่าขนาดรูพรุนของตัวกรองลอดออกไปดังแสดงในรูปที่ 3.1 และเมื่อผิวของตัวกรองอุดตันจะพบว่าประสิทธิภาพในการกรองลดลง



รูปที่ 3.1 แสดงการกรองแบบติดอยู่ที่ผิวตัวกรอง(cake , surface or screen filtration)(42)

การกรองแบบติดค้างอยู่ในตัวกรอง(deep bed filtration)

การกรองประเภทนี้จะแตกต่างจาก cake filtration ทั้งในด้านหลักการและการประยุกต์ใช้ คือ จะสามารถแยกอนุภาคที่มีปริมาณมาก โดยตัวกรองอาจทำจากวัสดุที่เป็นเส้นใย(fiber) หรือแกรนูล (granule)ของของแข็งที่รวมตัวกัน โดยเส้นใยจะจับตัวกันในลักษณะที่คดเคี้ยวและกลไกการกรองจะเป็นการกัก(entrap) หรือดูดซึม(absorb) อนุภาคต่าง ๆ ไว้ในช่องที่คดเคี้ยวแต่ของไหลจะสามารถผ่านไปได้ดังแสดงในรูปที่ 3.2 การกรองแบบนี้ไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าจะกักเก็บอนุภาคใด แต่สามารถระบุได้โดยประมาณทั้งนี้ขึ้นกับวัสดุที่ใช้ทำตัวกรองและวิธีการเตรียม โดยทั่วไปรูพรุนของตัวกรองแบบนี้จะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดอนุภาคมาก ซึ่งเมื่อกรองจะไม่มีเค้กปรากฏบนผิวหน้าตัวกรอง อนุภาคจะไหลผ่านตัวกรองและจะถูกดักจับโดยแรงความถ่วง หรือแรงทางไฟฟ้าสถิตย์ที่เกิดขึ้นในบริเวณรอบ ๆ ตัวกรอง ดังนั้นจะต้องให้เวลาเพียงพอที่จะทำให้อนุภาคสัมผัสกับตัวกรองเพื่อให้อนุภาคถูกตัวกรองจับไว้ด้วยแรงระหว่างโมเลกุล(molecular force) คือแรงแวนเดอวาล์ว(Van der Waals force)



รูปที่ 3.2 แสดงการกรองแบบติดค้างอยู่ในตัวกรอง(deep bed filtration)(42)

2. แบ่งประเภทตามแรงขับ

แรงขับที่ใช้ในระบบการกรองมีหลายชนิด เช่น แรงโน้มถ่วง(gravity force) แรงสูญญากาศ (vacuum force) แรงดัน(pressure force) และแรงปั่นเหวี่ยง(centrifugal force)

3. แบ่งประเภทตามลักษณะการทำงาน

การกรองอาจเป็นการปฏิบัติการแบบต่อเนื่อง(continuous operation) หรือการปฏิบัติการแบบกะ(batch operation) โดยที่การปฏิบัติการแบบกะจะต้องกระทำโดยใช้แรงขับดันคงที่

4. แบ่งประเภทตามผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

ผลิตภัณฑ์จากการกรองอาจเป็นของแข็งที่เป็นเค้กจะเป็นการกรองเค้ก แต่ถ้าผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวที่เป็นฟิวเทรตจะเป็นการกรองเพื่อให้ใส

5. แบ่งประเภทตามลักษณะของของแข็งที่เป็นเค้ก

ของแข็งที่เป็นเค้กอาจเป็นเค้กที่กดอัดได้(compressible cake) หรือเป็นเค้กที่กดอัดไม่ได้ (incompressible cake)

3.2.2 สมการที่ใช้ในการกรอง(43)

ของผสมเมื่อไหลมาสัมผัสผิวหน้าของฟิวเตอร์เค้ก(filter cake) อนุภาคจะถูกดักไว้ส่วนบน ของเหลวจะไหลผ่านชั้นฟิวเตอร์เค้กออกมา การไหลของของเหลวผ่านชั้นฟิวเตอร์เค้กเปรียบได้เช่นเดียวกับการไหลผ่านแพคเบด(packed bed) เนื่องจากเค้กเป็นของแข็งที่มีรูพรุน ของเหลวจะไหลในลักษณะการไหลแบบลามินาร์(laminar) และความสัมพันธ์ของอัตราการไหลผ่านฟิวเตอร์เค้กซึ่งทำให้เกิดความดันลด(pressure drop) จะเป็นไปตามสมการของ Darcy's Law ดังแสดงในสมการที่ 3.1

$$v_s = \frac{k(-\Delta P_f)}{\mu L} \qquad 3.1$$

โดยที่ v_s เป็นความเร็วของของไหล(superficial velocity)

k เป็นค่าคงที่เรียกว่าความสามารถในการแพร่ผ่านของ Darcy's Law (Darcy's Law permeability) ของเค้ก

$-\Delta P_f$ เป็นความดันลด(pressure drop) เนื่องจากการไหลผ่านชั้นของอนุภาคที่เป็นเค้ก ซึ่งมีความหนา L

μ เป็นค่าความหนืดของฟิวเทรต

L เป็นความหนาของชั้นฟิวเตอร์เค้ก

จากสมการของ Darcy's Law พบว่าความเร็วของของไหลเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าความดันลดและเป็นสัดส่วนผกผันกับความต้านทานซึ่งก็คือ L / k

โดยที่

$$\frac{L}{k} = R_M + R_C \qquad 3.2$$

R_M เป็นความต้านทานที่เกิดจากตัวกรองโดยไม่ขึ้นกับเค้ก

R_C เป็นความต้านทานที่เกิดจากเค้กซึ่งขึ้นกับปริมาตรของของไหล

ค่า k ในสมการที่ 3.1 ถูกกำหนดดังนี้

$$k = \frac{180\,(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3 d_p^{\,2}} \qquad 3.3$$

โดยที่ ε เป็นค่าความพรุน(porosity) ของฟิวเตอร์เค้ก คือเป็นปริมาณของช่องว่าง (ต่อปริมาตรทั้งหมดของฟิวเตอร์เค้ก)

$d_p = 6 / S_0$

S_0 เป็นพื้นที่ผิวของอนุภาคต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอนุภาคหรือเรียกว่าพื้นที่ผิวจำเพาะ(specific area) ซึ่งมีค่าเท่ากับ A_p / V_p

แทนค่า k ลงในสมการที่ 3.1 จะได้สมการ Carman – Kozeny ดังแสดงในสมการที่ 3.4

$$\frac{-\Delta P_f}{L} = \frac{180\,(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3}\,\frac{\mu v_s}{d_p^{\,2}} \qquad 3.4$$

สมการที่ 3.4 สามารถจัดรูปใหม่ได้เป็น

$$v_s = \frac{(-\Delta P_f)\,\varepsilon^3}{5\,L\,\mu\,S_0^{\,2}\,(1-\varepsilon)^2} \qquad 3.5$$

สำหรับการกรองแบบกะ(batch) ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของของไหล ปริมาตรของของไหล และเวลา จะเป็นดังสมการที่ 3.6

$$v_s = \frac{1}{A}\,\frac{dV}{dt} \qquad 3.6$$

โดยที่ V เป็นปริมาตรทั้งหมดของของไหล

t เป็นเวลาที่ใช้ในการกรอง

A เป็นพื้นที่การกรองของตัวกรอง

$\frac{dV}{dt}$ เป็นอัตราการไหลของของไหล

$\frac{1}{A}\frac{dV}{dt}$ เป็นความเร็วของของไหล

สมการที่ 3.5 ถูกนำมาแทนในสมการที่ 3.6 จะได้

$$\frac{1}{A}\frac{dV}{dt} = \frac{(-\Delta P_f)\,\varepsilon^3}{5\,L\,\mu\,S_0^{\,2}\,(1-\varepsilon)^2} \qquad 3.7$$

กำหนดให้น้ำหนักของอนุภาคจากของไหลที่ไปเป็นฟิวเตอร์เค้ก คือ W_0

โดย $$W_0 = W(V + \varepsilon L A) \qquad 3.8$$

และ $$W_0 = L A (1-\varepsilon)\rho_s \qquad 3.9$$

โดยที่ W เป็นน้ำหนักของอนุภาคในของไหลต่อปริมาตรของของเหลว

ρ_s เป็นความหนาแน่นของอนุภาค

$L A (1-\varepsilon)\rho_s$ เป็นน้ำหนักของอนุภาค

$\varepsilon L A$ เป็นปริมาตรของของเหลวในรูพรุน

แทนสมการที่ 3.8 ในสมการที่ 3.9 จะได้

$$L A (1-\varepsilon)\,\rho_s = W(V + \varepsilon L A) \qquad 3.10$$

แต่ค่า $L A$ น้อยมากเมื่อเทียบกับค่า V

จัดรูปสมการที่ 3.10 จะได้

$$L = \frac{W V}{A(1-\varepsilon)\,\rho_s} \qquad 3.11$$

แทนค่า L ในสมการที่ 3.7 จะได้

$$\frac{1}{A}\frac{dV}{dt} = \frac{(-\Delta P_f)\,\varepsilon^3 A\,\rho_s}{5\,W\,V\,\mu\,(1-\varepsilon)\,S_0^{\,2}} \qquad 3.12$$

กำหนดให้

$$\alpha = \frac{5\,(1-\varepsilon)\,S_0^{\,2}}{\rho_s\,\varepsilon^3} \qquad 3.13$$

โดยที่ α เป็นความต้านทานเค้กจำเพาะ(specific cake resistance)

แทนค่า α ในสมการที่ 3.12 จะได้

$$\frac{1}{A}\frac{dV}{dt} = \frac{(-\Delta P_f)\,A}{\alpha\,\mu\,W\,V} \qquad 3.14$$

แต่เนื่องจากความดันลดผ่านตัวกรองไม่สามารถวัดได้ ดังนั้นความดันลดที่วัดได้เป็นความดันลดทั้งหมดซึ่งเกิดจากการรวมกันของความดันลดจากอุปกรณ์ในการกรองและความดันลดจากตัวกรอง จะได้ว่า

$$\frac{-\Delta P_t}{V+V_e} = \frac{-\Delta P_f}{\alpha} \qquad 3.15$$

โดยที่ $-\Delta P_t$ เป็นความดันลดทั้งหมดในการกรอง

V_e เป็นปริมาตรเทียบเท่าของของไหลที่ทำให้เกิดเค้กที่มีความต้านทานเท่ากับความต้านทานของระบบการกรอง คือ ตัวกรองและระบบท่อ

แทนสมการที่ 3.15 ในสมการที่ 3.14 จะได้สมการพื้นฐานในการกรองดังนี้

$$\frac{1}{A}\frac{dV}{dt} = \frac{(-\Delta P_t)\,A}{\mu\,\alpha\,W\,(V+V_e)} \qquad 3.16$$

สำหรับเค้กที่ไม่สามารถกดอัดได้(incompressible cake) พบว่าค่า α จะมีค่าคงที่ แต่สำหรับเค้กที่สามารถกดอัดได้(compressible cake) พบว่าค่า α จะเป็นไปดังสมการที่ 3.17

$$\alpha = \alpha_0 (-\Delta P_f) \qquad 3.17$$

โดยที่ α_0 เป็นค่าคงที่ ซึ่งขึ้นกับขนาดและรูปร่างของอนุภาคที่เกิดเค้ก

การกรองที่ความดันคงที่

ถ้ากำหนดให้เค้กเป็นแบบไม่สามารถกดอัดได้(incompressible cake) พบว่าค่า α จะมีค่าคงที่ ดังนั้นจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของของไหลกับเวลาโดยการอินทิเกรตสมการที่ 3.16 ดังนี้

$$\int_0^V (V + V_e)\, dV = \int_0^V \frac{A^2 (-\Delta P_t)}{\mu \alpha W}\, dt \qquad 3.18$$

$$\frac{V^2}{2} + V V_e = \frac{A^2 (-\Delta P_t)}{\mu \alpha W}\, t \qquad 3.19$$

ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการกรองที่ความดันคงที่เป็นไปตามสมการที่ 3.20 ดังนี้

$$t = \frac{\mu \alpha W}{A^2 (-\Delta P_t)} \left[\frac{V^2}{2} + V V_e \right] \qquad 3.20$$

ในการทดลองจริง สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้โดยเก็บข้อมูลปริมาตรของของไหลที่ได้กับเวลามาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง dt / dV กับ V จะได้กราฟเป็นเส้นตรงโดยที่

$$\text{ความชัน(slope)} = \frac{\mu \alpha W}{A^2 (-\Delta P_t)} \qquad 3.21$$

$$\text{จุดตัด(intercept)} = \frac{\mu \alpha W}{A^2 (-\Delta P_t)} \quad V_e = \text{ความชัน} \times V_e \qquad 3.22$$

I19939139

การกรองที่ปริมาตรคงที่

จากสมการที่ 3.16 จะได้ dV / dt มีค่าคงที่ โดยจะแสดงได้เป็น

$$-\Delta P_t = \frac{\mu \alpha W}{A^2}\left[\frac{dV}{dt}\right](V + V_e) \qquad 3.23$$

ในการทดลองจริงจะเก็บข้อมูลความดันลด($-\Delta P_t$) กับ ปริมาตรของของไหลที่ได้(V) มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $-\Delta P_t$ กับ V จะได้กราฟเป็นเส้นตรงโดยที่

$$\text{ความชัน(slope)} = \frac{\mu \alpha W}{A^2}\left[\frac{dV}{dt}\right] \qquad 3.24$$

$$\text{จุดตัด(intercept)} = \frac{\mu \alpha W}{A^2}\left[\frac{dV}{dt}\right]V_e \qquad 3.25$$

เวลาที่ใช้ในการล้างเค้ก

ถ้าเค้กเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอาจมีการล้างเค้กเมื่อเสร็จสิ้นการกรองและในช่วงนี้จะไม่มีเค้กสะสมเพิ่ม ดังนั้นจึงเป็นช่วงที่ความดันและอัตราการกรองคงที่ จากสมการที่ 3.16 จะได้ว่า

$$\text{เวลาในการกรอง(t)} = \frac{V}{(dV / dt)} \qquad 3.26$$

ความสามารถในการกรอง(capacity)

เมื่อสิ้นสุดการกรองและการล้างเค้กจะต้องนำเค้กออกไปเพื่อทำความสะอาดเครื่องกรองและตัวกรอง จากนั้นประกอบเครื่องใหม่ โดยพบว่า

$$\text{ค่าความสามารถในการกรอง(capacity)} = \frac{V}{t_t} \qquad 3.27$$

โดยที่ t_c เป็นเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการกรอง , การล้างเค้ก , การนำเค้กออก , การล้างตัวกรองและประกอบเครื่องใหม่เพื่อจะเริ่มการกรองต่อไป

V เป็นปริมาตรของของไหลที่ได้

ตัวแปรที่มีผลต่อการกรอง

1. ความหนาของเค้ก พบว่าเมื่อเค้กเพิ่มขึ้นอัตราการกรองจะลดลง
2. ความหนืด พบว่าเมื่อความหนืดของของไหลเพิ่มขึ้นอัตราการกรองจะลดลง สำหรับของไหลที่มีความหนืดสูงอาจทำการกรองโดยการเจือจางของไหลด้วยสารละลายที่มีความหนืดต่ำ
3. อุณหภูมิ พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ของไหลจะมีความหนืดลดลงซึ่งจะส่งผลให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มอุณหภูมิอาจมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นด้วย
4. ผลของชนิดตัวกรอง การเลือกตัวกรองจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับของไหลที่จะนำมากรอง โดยจะต้องมีรูพรุนของตัวกรองไม่เล็กเกินไปจนทำให้เกิดการอุดตันและจะต้องไม่ใหญ่เกินไปจนทำให้อนุภาคหลุดลอดออกมา หลังจากเกิดเค้กแล้วอนุภาคขนาดเล็กจะถูกจับอยู่บนเค้กและไม่สามารถผ่านตัวกรองออกมาได้
5. ผลของขนาดอนุภาคของเค้ก พบว่าถ้าขนาดอนุภาคลดลงจะทำให้อัตราการกรองลดลงเนื่องจากอนุภาคไปอุดตันบนตัวกรองและความชื้นของเค้กจะเพิ่มขึ้นด้วย

3.2.3 การเลือกชนิดของการกรอง(42)

สิ่งสำคัญที่สุดในการเลือกชนิดของการกรองคืองานที่ต้องการกรองโดยมีองค์ประกอบ ได้แก่ ลักษณะสารที่จะนำมากรอง ขนาดของการกรอง ลักษณะของกระบวนการปฏิบัติงานและความต้องการต่าง ๆ เป็นต้น

องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดสำหรับการกรองคือกระบวนการปฏิบัติงาน(การทำงานแบบกะหรือการทำงานแบบต่อเนื่อง) แรงขับดัน อัตราการผลิตสูงสุดและต่ำสุด ความหนืดของของไหล ความหนาแน่นของของไหล ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น อัตราการป้อนสาร ความใสของการกรอง วัสดุที่ใช้ทำตัวกรอง ความสามารถในการล้าง ราคาและค่าบำรุงรักษา