ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING

Final Exam:	Semester I	Academic year:	2010
Date:	October 15th, 2010	Time:	9.00–12.00
Subject:	230-322 Particle Engineering	Room:	S817

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด **4** ข้อ ในกระดาษคำถาม **14** หน้า
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใดๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่นๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ **มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**
7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้

   ☑ ตำรา ☑ หนังสือ ☑ เครื่องคิดเลข

   ☑ กระดาษ A4 ☑ พจนานุกรม ☑ อื่น ๆ (เอกสารทุกชนิด)
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้

   ☑ ดินสอ (HB ขึ้นไป) ☑ ปากกา

Question #	1	2	3	4	Total
Total Score	50	45	25	30	150
Score					

อ.สุธรรม สุขมณี
ผู้ออกข้อสอบ

หน้าที่ 2

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

1) **(50 คะแนน)** ส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ด้วย Wet process เป็นการเตรียม slurry จากหินซีเมนต์ (Cement rock) บดละเอียดในน้ำ เพื่อนำไปกรอง ก่อนป้อนเค้กกรองที่ได้เข้าเตาเผาซีเมนต์ กำหนดให้ หินซีเมนต์บดละเอียด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (D_p) = 40 μm ความเป็นทรงกลม (ϕ_s) = 1 และความหนาแน่นจริง (ρ_P) = 2880 kg/m^3 น้ำที่ใช้ในการเตรียม slurry มีความหนาแน่น (ρ) = 995 kg/m^3 ความหนืด (μ) = 0.85 mPa.s การเตรียม slurry แต่ละกะ (batch) ต้องมีปริมาตรไม่น้อยกว่า 10 m^3 และมีหินซีเมนต์ ร้อยละ 30 โดยมวล

1.1 ขอให้ท่านกำหนดรายละเอียดของถังกวนที่ใช้ในการเตรียม slurry ทั้งในส่วนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ระดับการบรรจุ ชนิดและรายละเอียดเพิ่มเติมตามชนิดของใบพัดกวน ตำแหน่งของใบพัดกวน จำนวนและความกว้างของ Baffle (ถ้ามี) ทั้งนี้มิติต่างๆ ที่กำหนดควรปรับค่าให้เหมาะสมต่อการจัดสร้าง

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

1.2 เพื่อให้อนุภาคของหินซีเมนต์แขวนลอยอยู่ในน้ำในลักษณะที่เป็น Complete suspension ใบพัดกวนจะต้องหมุนด้วยความเร็วรอบ (N) อย่างน้อยเท่าใด ที่ความเร็วรอบดังกล่าว ต้องใช้เวลาในการผสม (t_T) และมีค่ากำลังงานในการกวนต่อปริมาตร (P/V) เท่าใด

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว 5 1 0 1 1 0

1.3 หากมีผู้เสนอแนวคิดในการพ่นอากาศผ่าน sparger ด้านล่างของใบพัดกวน เพื่อลดกำลังงานในการกวนผสม (P) ลง ขอให้ท่านตรวจสอบว่า การพ่นอากาศด้วยอัตราการไหล 175 m^3/h จะช่วยลดกำลังงานลงได้ประมาณร้อยละเท่าใด และที่อัตราการไหลนี้มีโอกาสที่จะเกิดภาวะ flooding ของอากาศในถังผสมหรือไม่

หน้าที่ 5

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

หน้านี้สำรองสำหรับทำโจทย์ข้อที่ 1

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

2) (**45 คะแนน**) เมื่อนำ slurry ของหินซีเมนต์บดละเอียดในน้ำ จากข้อมูลในคำถามข้อ 1) มาทดสอบด้วยเครื่องกรองแบบ Constant pressure ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ พบว่าที่ความดันในการกรองคงที่ 70 kPa เค้กกรองมี Specific cake resistance (α) 7.57×10^{-10} m/kg ผ้ากรองที่ใช้ มี Filter medium resistance (R_m) 8.53×10^{-10} m^{-1} ความหนาแน่นปรากฏ (ρ_b) ของเค้กเปียกและเค้กแห้ง มีค่า 2200 และ 1840 kg/m^3 ตามลำดับ หากเค้กกรองนี้มีสมบัติไม่ยุบตัว (Incompressible) และผ้ากรองมีความต้านทานในการกรองคงที่ ขอให้ท่านใช้ข้อมูลข้างต้น ตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 เมื่อใช้เครื่องกรองซึ่งดำเนินงานที่ความดันคงที่ 70 kPa และมีพื้นที่ของผ้ากรอง 50 m^2 จะได้ปริมาตรของ Filtrate เท่าใด เมื่อใช้เวลาในการกรอง 1 ชั่วโมง

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

2.2 หากปรับเงื่อนไขการดำเนินงานของเครื่องกรองตามข้อ 2.1 โดยปรับเพิ่มความดันลดในการกรอง เพื่อควบคุมอัตราการกรองคงที่ 1.5×10^{-3} m^3/s จะสามารถทำการกรองได้เป็นเวลาเท่าใด เมื่อกำหนดจุดสิ้นสุดการกรองไว้ที่ความดันลด 70 kPa

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

2.3 หากใช้เครื่องกรองชนิด Rotary drum filter ซึ่งทำงานที่ความเร็ว 15 รอบต่อชั่วโมง สัดส่วนพื้นที่ของผ้ากรองที่จมอยู่ใน slurry = 0.3 ความดันลดในการกรองคงที่ 70 kPa และต้องการให้มีอัตราการกรองเท่ากับอัตราการกรองเฉลี่ยในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงของคำตอบข้อ 2.1 จะต้องใช้พื้นที่ฯ องผ้ากรองทั้งหมด (A_T) เท่าใด

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

หน้านี้สำรองสำหรับทำโจทย์ข้อที่ 2

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

3) (**25 คะแนน**) อากาศอุณหภูมิ 650 K ความดัน 1 atm. (ρ = 0.965 kg/m^3, μ = 32 μPa.s, C_P = 1.067 kJ/kg-K และ k = 0.044 W/m^2-K) ไหลผ่าน bed ของ catalyst ทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 175 μm. (ρ_p = 1750 kg/m^3) โดย bed มีความสูง (L_{fb}) 3 m. ความพรุน (ε) 0.55 ที่สถานะของเบดนิ่ง

3.1 ความเร็วเชิงเส้นต่ำสุดอากาศเพื่อให้ bed เริ่มเกิด Fluidization (U_{mf}) มีค่าเท่าใด ที่จุดนี้ ความดันลดคร่อมเบด (ΔP_{mf}) และความพรุนของเบด (ε_{mf}) มีค่าเท่าใด

3.2 เมื่อเพิ่มความเร็วเชิงเส้นของอากาศ ให้มีค่าเป็น 3.5 เท่าของความเร็วตามข้อ 3.1 Wall heat transfer coefficient ระหว่างอากาศกับผนังท่อ (h_w) มีค่าเท่าใด

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว 5 1 0 1 1 0

หน้านี้สำหรับทำโจทย์ข้อที่ 3

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

4) **(30 คะแนน)** ข้อสอบทดสอบความรู้ระดับภาคีวิศวกร

ขอให้ท่านทำเครื่องหมาย วงกลม O หรือ กากบาท X หน้าคำตอบที่ถูกต้องในข้อย่อยแต่ละข้อ เพียงคำตอบเดียว

4.1 สิ่งใดที่มีความแตกต่างกันระหว่างสภาวะการกรองอนุภาคในช่วงเริ่มต้น และในช่วงใกล้อิ่มตัว?

(ก) อัตราการป้อนสาร

(ข) ชนิดของสาร

(ค) วัฏภาคของสาร

(ง) ความดันลด

(จ) ถูกทุกข้อ

4.2 การกรองสารแขวนลอยเกิดขึ้นได้อย่างไร

(ก) อนุภาคของแข็งไหลผ่านแผ่นกรองที่มีรูพรุน

(ข) อนุภาคของแข็งถูกกักเก็บด้วยชั้น cake และ แผ่นกรอง

(ค) อนุภาคของแข็งตกตะกอนอย่างช้า ๆ แล้วไหลผ่านแผ่นกรอง

(ง) อนุภาคของแข็งไหลผ่านแผ่นกรองด้วยแรงดัน

(จ) ถูกทุกข้อ

4.3 เครื่องกรองที่มีความเหมาะสมในการกรองน้ำดิบจากบ่อน้ำบาดาล

(ก) Bed Filter

(ข) Plate Filter

(ค) Tray Filte

(ง) Shell & Leaf Pressure Filter

(จ) ถูกทุกข้อ

4.4 การกรองด้วยอัตราคงที่ควรใช้ปั๊มแบบใด

(ก) Positive displacement pump

(ข) Centrifugal pump

(ค) Reciprocating pump

(ง) Axial flow pump

(จ) Radial flow pump

4.5 การดำเนินการตามข้อใดไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกรอง

(ก) เพิ่มแรงดัน

(ข) เพิ่มแรงหมุนเหวี่ยง

(ค) เพิ่มแรงสูญญากาศ

(ง) เพิ่มความเข้มข้นของสารกรอง

(จ) ถูกทุกข้อ

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

4.6 เครื่องกรองชนิดใดควรทำการกรองที่ความดันคงที่

(ก) Vacuum filter

(ข) Plate filter

(ค) Tray filter

(ง) Tube filter

(จ) Nutsche filter

4.7 ถ้าต้องการผสมสารที่มีความหนืดสูงควรเลือกใช้ใบพัดกวนแบบใด

(ก) ใบพัดแบบสมอ (Anchor)

(ข) ใบพัดแบบจาน (Disc flat blade)

(ค) ใบพัดแบบใบพาย (Simple paddle)

(ง) ใบพัดแบบ 3 ใบ (Three-blade propeller)

(จ) ไม่มีข้อใดถูกต้อง

4.8 ข้อใดกล่าวถูกต้อง

(ก) impeller agitator ใช้ propeller การผสมจะเป็นแบบ radial-flow ใช้กับของเหลวที่มีความหนืดสูง

(ข) impeller agitator ใช้ straight-blade turbine การผสมจะเป็นแบบ axial-flow ใช้กวนของเหลวที่มีความหนืดสูง

(ค) ถ้าต้องการให้มีการกวนผสมแบบ axial-flow อย่างสม่ำเสมอและเข้ากันได้ดีควรใช้ impeller ชนิด pitched-blade turbine

(ง) ปกตินิยมออกแบบให้มีจำนวน buffle ในถังกวนเท่ากับ 10 ขึ้นไป

(จ) กำลังที่ต้องการใช้ในการผสมสารในถังกวนขึ้นกับชนิดและตำแหน่งของ impeller เท่านั้น

4.9 กลุ่มตัวแปรไร้มิติที่เรียกว่าเฟราด์นัมเบอร์ (Froude number, Fr) เกี่ยวข้องกับการคำนวณในเรื่องใด

(ก) ความหนาแน่น

(ข) การหากำลังของใบพัดที่ใช้ในการกวนของเหลว

(ค) การไหลในท่อ

(ง) ความดันสถิตย์

(จ) ถูกทุกข้อ

4.10 เพาเวอร์ นัมเบอร์ (power number) สามารถบอกอะไรเราได้บ้าง

(ก) บอกถึงกำลังของมอเตอร์ที่เล็กที่สุดที่จะทำให้เกิดการผสมอย่างที่ต้องการได้

(ข) บอกถึงความเร็วสูงสุดที่มอเตอร์ที่มีอยู่จะใช้กวนได้

(ค) บอกถึงความหนืดสูงสุดของสารที่มอเตอร์ที่มีอยู่จะใช้กวนได้

(ง) บอกถึงขนาดของถังที่ใหญ่ที่สุดที่มอเตอร์ที่มีอยู่จะใช้กวนได้

(จ) ไม่บอกอะไรเลย เป็นแต่เพียงกลุ่มตัวเลขไร้หน่วย ที่แสดงความสัมพันธ์ของ กำลังมอเตอร์ ความเร็วรอบที่ใช้ในการกวน และขนาดของถัง

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

4.11 ในส่วนการกวนที่ลักษณะการไหลของสารมีค่าเรย์โนล์ดต่ำกว่า 100 ความสัมพันธ์ระหว่างเรย์โนล์ดนัมเบอร์ (N_{Re}) กับเพาเวอร์นัมเบอร์ (N_p) เป็นอย่างไร

(ก) N_{Re} เพิ่ม N_p เพิ่ม

(ข) N_{Re} เพิ่ม N_p ลด

(ค) N_{Re} เพิ่ม N_p คงที่

(ง) N_{Re} เพิ่ม N_p เพิ่มแล้วคงที่

(จ) N_{Re} เพิ่ม N_p เพิ่มจนถึงจุดสูงสุดแล้วจึงลดลง

4.12 ตัวแปรใดที่นิยมใช้ในการออกแบบถังกวนอุตสาหกรรม

(ก) อัตราส่วนระหว่างความยาวก้านใบกวนต่อความสูง

(ข) อัตราส่วนระหว่างความสูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางถังกวน

(ค) อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางใบกวนต่อความสูง

(ง) อัตราส่วนระหว่างความยาวก้านใบกวนต่อเส้นผ่านศูนย์กลางถังกวน

(จ) อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางใบกวนต่อเส้นผ่านศูนย์กลางถังกวน

4.13 ปรากฏการณ์ฟลูอิไดเซชั่นมักจะเกิดขึ้นในระบบที่ประกอบด้วยวัฏภาคอะไรบ้าง

(ก) ของไหล-ของไหล

(ข) ของแข็ง-ของแข็ง

(ค) ของแข็ง-ของไหล

(ง) ของเหลว-ก๊าซ

(จ) ของไหล-ก๊าซ

4.14 ตัวแปรในข้อใดถือเป็นข้อดีของการนำฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized bed) มาใช้งาน

(ก) ส.ป.ส. การถ่ายเทความร้อน

(ข) ประหยัดพลังงาน

(ค) ปลอดภัยสูง

(ง) ไม่ทำให้เกิดเสียงดัง

(จ) Mixing Index สูง

4.15 ถ้าวาดกราฟระหว่างค่าลอกการิทึมิกของความเร็วของของไหลกับค่าลอกการิทึมิกของความดันลด พบว่าที่จุดเกิดปรากฏการณ์ฟลูอิไดเซชั่น ค่าของความดันลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อเทียบกับช่วงเบดคงที่

(ก) เพิ่มขึ้น

(ข) ลดลง

(ค) ไม่เปลี่ยนแปลง

(ง) ลดลงก่อนแล้วเพิ่มขึ้นในเวลาต่อมา

(จ) ทำนายไม่ได้เพราะอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้