ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING

Final Exam:	Semester I	Academic year:	2011
Date:	October 14th, 2011	Time:	9.00–12.00
Subject:	230-322 Particle Engineering	Room:	S 817

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด **4** ข้อ ในกระดาษคำถาม 10 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
9. หากเนื้อที่ที่เตรียมไว้สำหรับทำโจทย์แต่ละข้อไม่เพียงพอ อนุญาตให้ใช้ด้านหลังทำข้อสอบได้

Question #	1	2	3	4	Total
Total Score	55	35	20	20	130
Score					

อ.สุธรรม สุขมณี
ผู้ออกข้อสอบ
24 กันยายน 2554

หน้าที่ 2

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

1) Slurry ของ Zinc sulphide (ZnS) ในน้ำ เตรียมจากการนำผง ZnS ไปทำให้แขวนลอยในน้ำ ในอัตราส่วน ZnS 750 kg. ต่อน้ำ 1.0 m^3 เมื่อนำ Slurry ดังกล่าวไปทดสอบคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการกรอง โดยใช้เครื่องกรองชนิด Plate-and-frame ในห้องปฏิบัติการ พบว่า Filter cake ที่ได้มีความพรุน 0.60 อัตราส่วนน้ำหนักของเค้กเปียกต่อเค้กแห้ง = 1.36 มีความต้านทานจำเพาะในการกรอง (α) 4.34×10^{11} m/kg ผ้ากรองที่ใช้มีความต้านทาน (R_m) 6.10×10^{9} m^{-1}

กำหนดให้: ความหนาแน่นของ ZnS (ρ_s) = 4090 kg/m^3

ความหนาแน่นของน้ำ (ρ) = 995 kg/m^3, ความหนืดของน้ำ = 8.5×10^{-4} kg/(m-s)

1.1 หากนำ Slurry ดังกล่าวป้อนเข้าเครื่องกรองชนิด Plate-and-frame ขนาดใหญ่ ซึ่งมี Frame ขนาดพื้นที่ 0.8×0.8 m^2 หนา 0.10 m. จำนวน 25 Frame ดำเนินการโดยความดันลดในการกรอง (ΔP) คงที่ 60 kPa โดยการกรองจะสิ้นสุดเมื่อความหนาของเค้กกรองบนผ้ากรองแต่ละด้านของ Frame = 0.05 m. (แต่ละ Frame มีผ้ากรองติดตั้งไว้ 2 ด้าน) ขอให้ท่านคาดหมายว่า จะต้องใช้เวลาในการกรองเท่าใด และเมื่อสิ้นสุดการกรองแล้ว จะได้เค้กกรอง และของเหลวใส (Filtrate) เท่าใด (20 คะแนน)

หน้าที่ 3

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

1.2 หากต้องการล้างเค้กกรองที่ได้จากการกรองตามข้อ 1.1 ด้วยอัตราการล้างเค้ก เพียงร้อยละ 80 ของอัตราการล้างที่คาดหมายจากอัตราการกรองสุดท้าย โดยใช้น้ำล้าง 0.15 m^3 จะต้องใช้เวลาในการล้างเค้กเท่าใด (10 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

1.3 หากนำ Slurry นี้ ป้อนเข้าเครื่องกรองชนิด Vacuum rotary drum filter ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 m. ความยาว 1.5 m. ตัว Drum จุ่มอยู่ใน Slurry ร้อยละ 40 หมุนด้วยความเร็ว 0.9 รอบต่อนาที (rpm) โดยใช้ความดันลดในการกรอง 60 kPa จะต้องใช้เวลาในการกรองเท่าใด จึงจะได้ปริมาณเค้กกรอง เท่ากับการกรองด้วยเครื่องกรองชนิด Plate-and-frame ตามรายละเอียดในข้อ 1.1 (10 คะแนน)

หน้าที่ 5

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

1.4 หากนำ Slurry ตามข้อ 1.1 ป้อนเข้า Centrifuge filter ซึ่งมีรัศมีภายนอก ส่วนที่บุผ้ากรอง (r_2) 0.7 m. รัศมีภายใน (r_1) 0.6 m. ระดับบรรจุ Slurry (b) ควบคุมไว้ที่ 1.0 m. หมุนด้วยความเร็ว 900 รอบต่อนาที (rpm) ขอให้ท่านคาดหมายว่า หากหยุดการกรองเมื่อเค้กเต็มเครื่องกรอง อัตราการกรองสุดท้ายมีค่าเท่าใด (15 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

2) ถังกวนรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (D_t) 3.0 m. มีครีบ (Baffle) กว้าง (J) 0.3 m. ติดไว้ที่ผนังด้านในจำนวน 4 ครีบ ใช้ในการกวนหรือการผสมของเหลว โดยบรรจุของเหลวถึงระดับ (H) 3.0 m. จากก้นถัง และติดตั้งใบพัดกวนไว้ที่กึ่งกลางถัง สูงจากก้นถัง (E) 1.0 m. ใบพัดกวนเป็นแบบ 6-blade disk turbine ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_a) 1.0 m. ใบพัดแต่ละใบ กว้าง (W) .2 m. ยาว (L) 0.25 m. ขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 7.5 kW พร้อมเกียร์ทด เพื่อหมุนใบพัดกวนด้วยความเร็วรอบ 75 รอบ/นาที ขอให้ท่านใช้ข้อมูลที่กำหนด ตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 หากใช้ถังกวนใบนี้ กวนผสมของเหลว 2 ชนิด ซึ่งมีความหนาแน่นเฉลี่ย (ρ) 900 kg/m^3 ความหนืดเฉลี่ย (μ) 0.10 kg/m-s (Pa.s) ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (1) หากใช้ไม่ได้ แนวการแก้ไขที่เป็นไปได้ น่าจะเป็นวิธีใด (2) หากใช้ได้ หรือสามารถแก้ปัญหาให้ใช้ในการกวนผสมได้ จะต้องใช้เวลาในการกวนผสมของเหลวทั้ง 2 ชนิดนี้เท่าใด (3) (25 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

2.2 หากใช้ถังกวนใบนี้ ในการกวนผสมของเหลวชนิด Non-newtonian ซึ่งมีความหนาแน่น (ρ) 1120 kg/m^3 และความหนืดปรากฏเฉลี่ย ($\bar{\mu}_a$) ในหน่วย kg/m-s (Pa.s) ขึ้นต่อความเร็วรอบของใบกวน (N) หน่วย rps ดังนี้

$$\bar{\mu}_a = 113.5(11N)^{-0.67}$$

กำลังงานที่ใช้ในการกวนผสมมีค่าเท่าใด (10 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

3) ในการออกแบบปฏิกรณ์ชนิดถังกวนแบบกะ (Batch Stirred Tank Reactor) ความจุ 10 m^3 บริษัทวิศวกรรมที่ปรึกษาได้ตัดสินใจที่จะสร้างปฏิกรณ์ต้นแบบความจุ 80 dm^3 (Liter) เพื่อทดสอบสมรรถนะ หาสภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสม เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา รวมทั้งประเมินกำลังงานที่ใช้ในการกวน ผลการวิเคราะห์และทดสอบปฏิกรณ์ต้นแบบพบว่า สภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสมที่สุด จะต้องใช้ความเร็วรอบในการกวน 525 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 10 นาที และใช้กำลังงานในการกวน 20 W (20 คะแนน)

3.1 มิติต่างๆ ของปฏิกรณ์ที่ต้องการออกแบบ เช่น ขนาดถัง ระดับบรรจุ ขนาดใบพัดกวน ความกว้างของ Baffle มีค่าเป็นกี่เท่าของปฏิกรณ์ต้นแบบ

3.2 หากสมมติฐานที่ใช้ในการขยายส่วน (Scale-up) คือ กำลังงานในการกวนผสมต่อปริมาตร มีผลต่อระดับการผสม (Degree of mixing) และเวลาในการทำปฏิกริยา ขอให้ท่านคาดหมายว่า ในกรณีที่ปฏิกรณ์ทั้ง 2 ขนาด ใช้กำลังงานในการกวนผสมต่อปริมาตรเท่ากัน ความเร็วรอบในการกวน เวลาในการทำปฏิกิริยา และกำลังงานในการกวนของปฏิกรณ์ขนาดใหญ่ ควรมีค่าเท่าใด

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

4) น้ำ (ความหนาแน่น 995 kg/m^3 ความหนืด 8.5×10^{-4} kg/m-s (Pa.s) ไหลผ่านเบดของอนุภาคทรงกลม ขนาด 1.0 mm. ความหนาแน่น 1500 kg/m^3 ซึ่งบรรจุในคอลัมน์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 100 mm. เบดมีความพรุน (ε) 0.51 และความสูง (L) 500 mm.

อัตราการไหลของน้ำต่ำสุดที่จะทำให้เบดอยู่ในสถานะ Fluidized มีค่าเท่าใด และหากเพิ่มอัตราการไหลของน้ำ เป็น 2 เท่าของอัตราการไหลต่ำสุดนี้ ความสูงและความพรุนของเบดมีค่าเท่าใด (20 คะแนน)

<u>กำหนดให้</u> Terminal velocity ของอนุภาคในน้ำ (U_t) = 69 mm/s