ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING

Final Exam:	Semester I	Academic year:	2012
Date:	October 12th, 2012	Time:	9.00–12.00
Subject:	230-322 Particle Engineering	Room:	S201, S203

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด **6** ข้อ ในกระดาษคำถาม 12 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

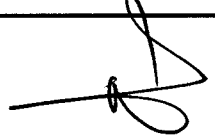
   ☑ ตำรา ☑ หนังสือ ☑ เครื่องคิดเลข

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

   ☑ ดินสอ (HB ขึ้นไป) ☑ ปากกา

Question #	1	2	3	4	5	6	Total
Total Score	10	35	25	15	20	30	135
Score							

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ .....



อ.สุธรรม สุขมณี

ผู้ออกข้อสอบ

2 ตุลาคม 2555

หน้าที่ 2

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

1) เพื่อให้ได้ข้อมูลในการออกแบบระบบการกรองต่างๆ สำหรับ Slurry ของ R-100 grade Titanium Oxide ในน้ำ ซึ่งมีอนุภาคของ Titanium Oxide ขนาดเฉลี่ย 40 μm ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก โดยใช้เครื่องกรองชนิด Plate-and-Frame ขนาดเล็ก และทำการทดสอบที่ความดันลดต่างๆ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความต้านทานของเค้กกรอง (α) ในหน่วย kg/m ขึ้นต่อความดันลดในการกรอง (ΔP) ในหน่วย kPa ตามสมการ $\alpha = 1.98\times10^{12}\Delta P^{0.26}$ ความต้านทานของผ้ากรอง มีค่าเฉลี่ย 6.56×10^{11} m^{-1} และสัดส่วนน้ำหนักของเค้กเปียกต่อเค้กแห้งมีค่าเฉลี่ย 2.23
หาก R-100 grade Titanium Oxide มีความหนาแน่น (ρ_s) 4230 kg/m^3 น้ำ มีความหนาแน่น (ρ) 995 kg/m^3 ความหนืด (μ) 8.5×10^{-4} Pa.s แรงตึงผิว (σ) 0.072 N/m และกำหนดให้ภายในช่องว่างระหว่างอนุภาคของแข็งในเค้กเปียก มีเฉพาะน้ำ (Filtrate) แทรกอยู่เท่านั้น ขอให้ท่านหาค่ามวลของเค้กแห้งต่อปริมาตรของเหลวที่กรองได้ (C) ใน Slurry และความพรุน (Porosity, ε) เฉลี่ยของเค้กกรอง (10 คะแนน)

หน้าที่ 3

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

2) ขอให้ท่านใช้ข้อมูลของ Slurry และผ้ากรองที่ได้ระบุไว้ในคำถามข้อที่ 1) เพื่อกำหนดรายละเอียดเครื่องกรองชนิดต่างๆ ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

2.1 พื้นที่ของผ้ากรองเมื่อใช้เครื่องกรองชนิด Horizontal shell and leaf เมื่อทำงานแบบความดันลดในการกรองคงที่ 70 kPa เพื่อให้ได้ของเหลวที่กรองได้ (Filtrate) 2 m^3 เมื่อใช้เวลาในการกรอง 2 ชั่วโมง มีค่าเท่าใด (15 คะแนน)

2.2 หากใช้เครื่องกรองชนิด Horizontal shell and leaf ซึ่งมีพื้นที่ในการกรอง 100 m^3 และทำงานแบบอัตราการกรองคงที่ 1 m^3/h โดยความดันลดในการกรองต้องมีค่าไม่เกิน 500 kPa ระยะเวลาในการกรองสูงสุดของแต่ละกะ (Batch) มีค่าเท่าใด (10 คะแนน)

2.3 หากใช้เครื่องกรองชนิด Vacuum rotary drum ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 m. ความยาว 4.5 m. ตัว Drum จุ่มอยู่ใน Slurry ร้อยละ 30 หมุนด้วยความเร็ว 3 นาที/รอบ (mpr) โดยใช้ความดันลดในการกรอง 70 kPa อัตราการไหลของของเหลวใส (Filtrate) ในช่วงที่เครื่องกรองทำงานแบบ Steady-state มีค่าเท่าใด (10 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

3) เพื่อให้ Slurry ตามรายละเอียดในคำถามข้อที่ 1) มีการกระจายตัวของอนุภาค R-100 grade Titanium Oxide อย่างสม่ำเสมอในลักษณะ Complete suspension ก่อนที่จะป้อนเข้าระบบการกรอง จึงมีการติดตั้งถังกวนรูปทรงกระบอกความจุไม่น้อยกว่า 5 m^3 โดยความเร็วรอบในการกวน (N) ต้องมีค่า 1.20 เท่าของความเร็วรอบวิกฤต (N_C) ขอให้ท่านใช้ข้อกำหนดดังกล่าว กำหนดรายละเอียดของถังกวนที่ใช้ ประกอบด้วย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (D_t) ระดับการบรรจุ Slurry (H) จำนวนและความกว้างของ Baffle (J) ตำแหน่งการติดตั้งใบพัดกวน (E) ชนิดและรายละเอียดของใบพัดกวน (ความกว้าง ความยาว หรือ มุมบิด) ความเร็วรอบที่ใช้ในการกวน (N) และกำลังงานขั้นต่ำที่ใช้ (P) เพื่อการจัดหาและติดตั้งมอเตอร์ขับ (25 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

4) หากนำถังกวนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำถามข้อที่ 3) มาใช้ในการเติมอากาศให้แก่น้ำ (ข้อมูลสมบัติทางเคมี-กายภาพของน้ำ อยู่ในคำถามข้อที่ 1) โดยติดตั้งตัวกระจายอากาศ (Sparger) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูเปิด (Orifice) 0.4 mm. กำหนดให้อากาศที่ป้อนเข้า มีอัตราการไหล 250 m^3/h ความหนาแน่น 1.15 kg/m^3 ความหนืด 1.8×10^{-5} Pa.s ขอให้ท่านคาดหมายขนาดเฉลี่ยของฟองอากาศที่ออกจากตัวกระจาย และกำลังงานที่ใช้ในการเติมอากาศ (15 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

5) ผู้ผลิตใบพัดกวนอุตสาหกรรมรายหนึ่ง ได้ออกแบบใบพัดกวนประสิทธิภาพสูงชนิดใหม่ และได้ทำการทดสอบใบพัดกวนต้นแบบ (Prototype) ในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้ออกแบบและติดตั้งในถังกวนขนาดใหญ่ตามความต้องการของลูกค้า โดยถังกวนต้นแบบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_t) 24 cm. บรรจุน้ำซึ่งเป็นของเหลวในการทดสอบ ไว้ที่ระดับ (H) 30 cm. จากก้นถัง มี Baffle กว้าง 2.4 cm. จำนวน 3 ตัว ใบพัดกวนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_a) 16 cm. ติดตั้งไว้ที่กึ่งกลางถัง สูงกว่าก้นถัง (E) 8 cm. ผลการทดสอบถังกวนต้นแบบที่ความเร็วรอบ (N) 900 rpm พบว่าต้องใช้กำลังงานในการกวน (P) 70 W และใช้เวลาในการผสมจากการวัดความเข้มข้นของ Tracer ในน้ำที่จุดต่างๆ ภายในถัง 0.8 วินาที (s)

หากถังกวนขนาดใหญ่ที่จะออกแบบและติดตั้งให้ลูกค้า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เท่าของถังกวนต้นแบบ เพื่อใช้กวนของเหลวซึ่งมีความหนาแน่น 918 kg/m^3 ความหนืด 0.0024 Pa.s และใช้เกณฑ์ของ Reynolds' number เดียวกันเป็นฐานในการขยายส่วน (Scale-up) ความเร็วรอบของใบพัดกวน กำลังงานที่ใช้ และเวลาในการผสมของถังกวนขนาดใหญ่ มีค่าเท่าใด (20 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

6) ผงทรายคม (Sharp sand) มีความเป็นทรงกลม (ϕ_s) 0.67 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (d_p) 0.22 mm. ความหนาแน่น (ρ_p) 2600 kg/m^3 มวล (W_p) 5500 kg บรรจุในคอลัมน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (d_o) 1.20 m เป็นเบดนิ่งสูง (L_{pb}) 3 m. โดยมีอากาศอุณหภูมิ (T) 150 °C ความดัน (P) 275 kPa ความหนาแน่น (ρ) 2.27 kg/m^3 ความหนืด (μ) 2.30×10^{-5} Pa.s ความจุความร้อน (C_p) 1.02 kJ/kg-K และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) 0.033 W/m-K ไหลจากตอนล่างของคอลัมน์ผ่านเบดวัสดุผงขึ้นไปทางตอนบน

6.1 ความพรุนเริ่มต้นของเบด มีค่าเท่าใด (5 คะแนน)

6.2 ณ จุดต่ำสุดของการเกิด Fluidization ความพรุนของเบด (ε_{mf}) ความสูงของเบด (L_{mf}) ความเร็วผิวหน้าของอากาศ (U_{mf}) และความดันลดคร่อมเบด (ΔP_{mf}) มีค่าเท่าใด (15 คะแนน)

6.3 หากอัตราการไหลของอากาศ (Q) มีค่า 120 m^3/h สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนระหว่างเบดกับผนังด้านในคอลัมน์ (Wall heat transfer coefficient, h_w) มีค่าเท่าใด (10 คะแนน)