 รหัส____________________

ชื่อ____________________________________

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2550

วันที่ 12 ตุลาคม 2550 เวลา 9.00 – 12.00 น.

วิชา 230-322 Particle Engineering ห้อง R 300

คำสั่ง

1. ให้ทำลงในข้อสอบในบริเวณที่กำหนด หากไม่พอ สามารถใช้ได้ด้านหลังได้ และต้องระบุหมายเลขข้อด้วย
2. อนุญาตให้ใช้ดินสอทำได้
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขและเอกสารเข้าห้องสอบได้
4. ห้ามหยิบยืมเอกสาร เครื่องคิดเลขและอื่นๆ ระหว่างกัน
5. นักศึกษาสามารถสร้างสมมุติฐานในการคำนวณได้ และต้องมีเหตุผลสนับสนุนสมมุติฐานนั้นๆ

ข้อแนะนำ:

1. อย่าเสียเวลากับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หากนักศึกษาติดปัญหาการแก้สมการคณิตศาสตร์ใดๆ แล้ว อาจตั้งสมการไว้และอธิบายขั้นตอนไว้ได้ และหากมีเวลาเหลือหลังจากทำทุกข้อแล้ว จึงค่อยกลับมาแก้ปัญหานั้น

2. ผลเฉลยอินทิเกรต:

$$\int \frac{1}{(x+\text{constant})^n}\,dx = \frac{x^{-n+1}}{(-n+1)}$$

3. $$g_c = 32.174\frac{lb\cdot ft}{s^2\cdot lb_f}$$

อ.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ

7 ตุลาคม 2550

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	30	
3	15	
4	30	
5	15	
รวม	**110**	

******ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ 9 หน้า โปรดตรวจความเรียบร้อยก่อนลงมือทำ******

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

1. (Fluidization: คะแนนรวม 20 คะแนน) อนุภาคขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.10 มิลลิเมตร มีค่า shape factor เป็น 0.86 และความหนาแน่นอนุภาค 1400 kg/m^3 ถูกบรรจุในหอฟลูอิดไดเซชันทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร โดยใช้อากาศเป็นของไหลผ่านแผ่นกระจายด้านล่างเข้าสู่หอ ถ้าอากาศที่ใช้มีอุณหภูมิ 25°C ถ้าการกระจายตัวในหอเป็นแบบ <u>particulate fluidization</u> และน้ำหนักของอนุภาคในคอลัมน์เป็น 400 กิโลกรัม

กำหนดให้ 1. ที่สภาวะเริ่มต้น: เบดของแข็งเป็นเบดนิ่ง ค่าความพรุนของเบด = 0.25

2. ที่สภาวะต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดเซชัน (minimum fluidization): ค่าความพรุนเบด = 0.42

3. ความหนาแน่นและความหนืดของอากาศเป็น 2.374 kg/m^3 และ 1.845X10^{-5} Pa.s ตามลำดับ

4. ความดันบรรยากาศ 101.3 kPa

<u>ณ จุด minimum fluidization</u> จงคำนวณหาความสูงเบด (เมตร), ความดันลดคร่อมเบด (ปาสคาล) และความเร็วที่จุดต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดเซชัน (เมตรต่อวินาที)

2. (Agitation and Mixing of Liquids: คะแนนรวม 30 คะแนน) ต้องการผสมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนัก ในถังกวนผสมที่ติดบัฟเฟิล 4 อัน ถังกวนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 เมตร และสูง 1.5 เมตร สำหรับใบพัดเป็นชนิด propeller แบบ 3 ใบพัด มีค่าพิช (pitch) = 1.0 และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 0.3 เมตร ความสูงของสารละลายในถัง 0.9 เมตร หากระบบนี้ติดตั้งมอเตอร์ขนาด 2500 W แล้ว

กำหนดให้ 1. ความหนาแน่นของสารละลาย 1250 kg/m^3

2. ความหนืดของสารละลาย 0.035 Pa.s

2.1 ท่านคิดว่าความเร็วสูงสุดของใบพัดจะมีค่าเท่าใด (รอบต่อนาที)

2.2 หากทำการถอดบัฟเฟิลในถังออกทั้งหมด และใช้ความเร็วสูงสุดที่คำนวณได้ในข้อ 2.1 แล้ว จงหาเวลาผสมเพื่อให้เกิดการผสมแบบสมบูรณ์ (วินาที)

2.3 จากข้อ 2.2 หากระบบการผสมถูกขยายขนาดให้ใหญ่ขึ้นสองเท่า โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดในระบบใหม่เป็น 0.6 เมตรแล้ว จงหาเวลาการผสมที่ต้องใช้ (วินาที) โดยระบบการผสมของแบบเดิมและแบบใหม่จะควบคุมค่า P/V คงที่

3. (Agitation and Mixing of Liquids: คะแนนรวม 15 คะแนน) ใบพัดกวนแบบ 6-straight-blade turbine ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ถูกนำมาใช้เพื่อกวนผสมสารละลาย hydroxyethylcellulose 4% ในน้ำ ซึ่งได้เป็นสารละลายชนิด non-Newtonian ที่มีความหนืดสูง และค่าความหนืดปรากฏเฉลี่ย (average apparent viscosity; μ_a) ในหน่วย Pa.s เป็นฟังก์ชันกับเกรเดียนต์ความเร็ว (velocity gradient) ในหน่วย s^{-1} แสดงค่าได้ดังนี้

$$\mu_a = 125\left(\frac{du}{dy}\right)_{av}^{-0.546}$$

หากระบบมีอุณหภูมิคงที่ 50°C ใบพัดหมุนด้วยความเร็ว 120 รอบต่อนาที จงคำนวณหากำลังงานที่ต้องใช้ในการผสม (วัตต์) เมื่อถังกวนที่ใช้ไม่มีการติดบัฟเฟิลภายใน กำหนดให้ สารละลายมีความหนาแน่น 1320 kg/m^3

4. (Filtration: 30 คะแนน) ต้องการการกรองสารละลายขุ่น $CaCO_3$ ที่อุณหภูมิ 80°F ด้วยเครื่องกรองที่มีพื้นที่การกรอง 1 ft^2 การกรองดำเนินเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกทำการกรองแบบอัตรากรองคงที่ที่ 0.25 $gal/ft^2.min$ จนกระทั่งความดันของระบบสูงถึง 60 lb_f/in^2 จึงเปลี่ยนไปเป็นการกรองแบบความดันลดคงที่ที่ 60 lb_f/in^2 จนกระทั่งเสร็จการกรองทั้งหมด ถ้าเวลาที่ใช้กรองทั้งหมด (ทั้งสองช่วง) รวมเป็น 2.5 ชั่วโมงแล้ว จงคำนวณหาปริมาตรของสารละลายใสที่ได้ทั้งหมดของการกรอง (ft^3 filtrate) ถ้าความเข้มข้นของสารละลายขุ่นส่งผลทำให้การกรองเกิดเค้ก 4 ปอนด์ต่อสารละลายใส 1 ft^3

กำหนดให้

1. ความต้านทานของตัวกลางกรอง (ผ้ากรอง) $R_m = 2.5X10^{10}\ ft^{-1}$
2. ความต้านทานจำเพาะของเค้ก $\alpha = 2.90X10^{10}(\Delta P)^{0.26}$ (4.1)

   โดย α คือความต้านทานจำเพาะของเค้ก มีหน่วยเป็น ft/lb

   ΔP คือความดันลดรวมของระบบ มีหน่วยเป็น lb_f/ft^2
3. ความหนืดของน้ำ $6.6X10^{-4}$ lb/ft.s
4. 1 ft^3 = 7.48 gal

5. (Filtration: 15 คะแนน) หากนำสารละลายขุ่นจากข้อ 4 ไปทำการกรองด้วยเครื่องกรองทรงกระบอกที่ทำงานแบบต่อเนื่อง (rotary drum type: continuous filtration) แทน ซึ่งมีพื้นที่ที่จุ่มในสารละลายขุ่นในสัดส่วน 40% ความดันการกรองคงที่ที่ 60 lb_f/in^2 ถ้าพื้นที่การกรองเป็น 25 ft^2 และทรงกระบอกตัวกรองเคลื่อนที่ครบ 1 รอบต้องใช้เวลา 4 นาที จงคำนวณหาอัตราการกรองที่ได้สารละลายใส (ft^3 filtrate/s) ถ้าความเข้มข้นของสารละลายขุ่นส่งผลทำให้การกรองเกิดเค้ก 4 ปอนด์ต่อสารละลายใส 1 ft^3 เช่นกัน

กำหนดให้ 1. ความต้านทานจำเพาะของเค้กหาได้จากสมการ 4.1 ในข้อ 4

2. สมบัติของสารละลายแสดงไว้ในข้อ 4 แล้ว