ชื่อ……..รหัส…….

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Examination Paper: Semester 2 Academic year : 2003

Date : February 16, 2004 Time : 13.30 – 16.30

Subject : 230-323 Unit Operations I Room : R300

- ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ มีคะแนนรวม 100 คะแนน
- ให้ทำข้อสอบในบริเวณที่จัดไว้ให้ และหากไม่พอให้ทำที่ด้านหลังของข้อสอบได้ และให้ระบุข้อให้ชัดเจน และหากต้องการใช้กระดาษกราฟในการคำนวณแล้ว ให้ระบุข้อที่ทำในกระดาษกราฟพร้อมเขียนชื่อและรหัสไว้ที่กระดาษกราฟด้วย
- อนุญาตให้นำหนังสือ เอกสาร และเครื่องคิดเลขทุกรุ่นเข้าห้องสอบได้
- ห้ามหยิบยืมหนังสือและเอกสารทุกชนิด
- นักศึกษาสามารถตั้งข้อสมมุติฐานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ และต้องระบุข้อสมมุติฐานดังกล่าวให้ชัดเจน
- คำตอบที่ได้ต้องแสดงหน่วยของคำตอบด้วย

อ.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	25	
4	15	
5	20	
รวม	100	

****

โปรดตรวจความเรียบร้อยของข้อสอบก่อนลงมือทำ

ข้อสอบมีทั้งหมด 8 หน้าและกระดาษกราฟ 2 แผ่น

****

ชื่อ……..รหัส……

ข้อ 1 (20 คะแนน) สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 5% โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 80^{o}F ถูกป้อนด้วยอัตรา 5000 lb/hr เข้าสู่เครื่องระเหยเครื่องเดี่ยวเพื่อต้องการผลิตสารละลาย NaOH ที่มีความเข้มข้น 40% โดยน้ำหนัก ซึ่งจะใช้ไอน้ำอิ่มตัวความดัน 103 psia เป็นแหล่งให้ความร้อน นอกจากนี้ความดันบริเวณไอในเครื่องระเหยมีค่าเป็น 10 psia กำหนดให้เครื่องระเหยมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลรวมเป็น 400 btu/hr·ft^{2}·^{o}F จงคำนวณหา BPE ของสารละลายเดือด, พื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อน, อัตราของไอน้ำอิ่มตัวที่ต้องส่งเข้าเครื่องระเหย และอัตราที่ได้สารละลายที่เข้มข้นขึ้น

ชื่อ……..รหัส……

ข้อ 2 (20 คะแนน) เมื่อนำเครื่องระเหยสามเครื่องมาจัดเรียงแบบป้อนไปข้างหน้า (forward-feed system) และนำไปใช้กับสารละลายเจือจางที่ไม่มีการเกิดระดับของอุณหภูมิเดือด ถ้าอุณหภูมิของไอน้ำที่ส่งเข้าสู่เครื่องระเหยเครื่องแรกเพื่อเป็นแหล่งความร้อนนั้นเป็นไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 250 ^{o}F และพบว่าอุณหภูมิเดือดของสารละลายในเครื่องระเหยตัวที่สามเป็น 150^{o}F หากใช้ข้อสมมุติฐานของอัตราความร้อนที่ถ่ายโอนในเครื่องระเหยแต่ละเครื่องเท่ากัน ($q = q_1 = q_2 = q_3$) แล้ว กำหนดให้เครื่องระเหยตัวที่หนึ่งและสองและสามมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวมเป็นดังนี้ $U_1 = 400$ btu/hr·ft^2·^{o}F และ $U_2 = 350$ btu/hr·ft^2·^{o}F และ $U_3 = 250$ btu/hr·ft^2·^{o}F แล้ว

2.1 จงคำนวณหาอุณหภูมิเดือดในเครื่องระเหยตัวที่หนึ่งและสอง

2.2 หากนำระบบระเหยแบบป้อนไปข้างหน้าที่ประกอบด้วยสามเครื่องดังกล่าวไปใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นสูงแล้ว ท่านคิดว่าระบบดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร ให้อธิบายพร้อมแสดงเหตุผลปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพให้มากที่สุด แต่ถ้าคิดว่าไม่เหมาะสมแล้ว ให้เสนอแนวทางการทำงานการระเหยว่าควรทำแบบใดเพราะเหตุใด

ชื่อ……..รหัส……

ข้อ 3 (25 คะแนน) ของแข็งเปียกถูกบรรจุอยู่เต็มถาดที่มีขนาด 1 ft X 1 ft และสูง 2 นิ้ว ถ้าปริมาณความชื้นเริ่มต้นของแข็งเปียกเป็น 30% (ฐานแห้ง) และต้องการลดปริมาณความชื้นมายัง 10% (ฐานแห้ง) แล้ว โดยใช้การอบแห้งแบบไหลเวียนผ่านผิวหรือ cross circulation drying โดยใช้อากาศร้อนไหลผ่านเฉพาะผิวของแข็งด้านบนของถาดเท่านั้น ถ้าอากาศร้อนถูกส่งเข้ามาด้วยความเร็วเป็น 3 ft/s แล้ว ระบบมีอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้งเป็น 120 ^{o}F และ 180 ^{o}F ตามลำดับ

กำหนดให้ 1. ปริมาณความชื้นวิกฤติเป็น 18% (ฐานแห้ง) และปริมาณความชื้นสมดุลเป็นศูนย์

2. อัตราอบแห้งช่วงลดลงเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นที่ผ่านจุดกำเนิดเมื่อเทียบกับปริมาณความชื้น

3. h (btu/ft^2·hr·^{o}F) = $0.0128G^{0.8}$ โดยที่ G = ความเร็วเชิงมวลของอากาศมีหน่วยเป็น lb/(ft^2·hr) และ h = สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนมีหน่วยเป็น (btu/ft^2·hr·^{o}F)

4. ความหนาแน่นของแข็งเป็น 50 lb/ft^3

(3.1) จงหาเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งทั้งหมด

(3.2) เมื่อทำการอบแห้งเสร็จสิ้นแล้ว พบว่าของแข็งที่ผ่านการอบแห้งข้างต้นมีลักษณะแตกร้าวที่ผิว มีการหดตัว และในบางบริเวณมีสีเข้มขึ้นแล้ว ท่านคิดว่าเกิดขึ้นเพราะปัจจัยใดบ้าง และมีทางแก้ไขปัญหาได้อย่างไร อธิบาย

ชื่อ……..รหัส……

ชื่อ……..รหัส……

ข้อ 4 (15 คะแนน) สารละลาย $MgSO_4$ ความเข้มข้น 27% ถูกป้อนด้วยอัตรา 10,000 lb/hr เข้าสู่เครื่องตกผลึกสูญญากาศ โดยอุณหภูมิของแมกมาที่สภาวะสมดุลในเครื่องตกผลึกเป็น $50^{\circ}F$ ถ้าการตกผลึกนี้จะได้ $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ออกมา โดยมีอัตราส่วนเชิงมวลระหว่างผลึกกับแมกมาเป็น 0.20 แล้ว

กำหนดให้ไม่มีการเกิดระดับอุณหภูมิเดือด BPE และน้ำหนักโมเลกุลของ $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ = 246.5 lb/lbmole และน้ำหนักโมเลกุลของ $MgSO_4$ = 120.4 lb/lbmole

จงหา (1) อุณหภูมิของสารป้อน

(2) อัตราของน้ำที่ระเหยออกจากเครื่อง

(3) น้ำหนักของผลึก $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ที่ละลายอยู่ในสารละลายเคี่ยว

ชื่อ……..รหัส…….

ข้อ 5 (20 คะแนน) ก๊าซผสมระหว่างไนโตรเจนและไอน้ำถูกป้อนเข้าสู่หอดูดซับที่บรรจุของแข็งชนิดโมเลกูลาร์ซีฟเป็นตัวดูดซับ เพื่อต้องการแยกไอน้ำออกจากก๊าซไนโตรเจน โดยมีข้อมูลการดูดซับของเส้นเบรคทรูในตารางข้างล่างนี้ ถ้าเบดของแข็งมีความสูง 0.268 m และหอดูดซับมีอุณหภูมิ 28.3^{o}C และอัตราที่ก๊าซไนโตรเจนส่งเข้ามาในหอดูดซับเป็น 4052 kg/m^2·hr สำหรับก๊าซผสมที่ป้อนเข้าสู่หอดูดซับมีไอน้ำปนอยู่เป็น c_0 = 926X10^{-6} kg H_2O/kg N_2

กำหนดให้ 1. ความหนาแน่นบัลค์ของเบดของแข็งเป็น 712.8 kg/m^3

2. ที่จุดหยุดแล้ว จะได้ c/c_0 = 0.02

T (hr)	c (kgH_2O/kg N_2)
0	<0.6 X10^{-6}
9	0.6 X10^{-6}
9.2	2.6 X10^{-6}
9.6	21 X10^{-6}
10	91 X10^{-6}
10.4	235 X10^{-6}
10.8	418 X10^{-6}
11.25	630 X10^{-6}
11.5	717 X10^{-6}
12.0	855 X10^{-6}
12.5	906 X10^{-6}
12.8	926 X10^{-6}

จงคำนวณหา

1. เวลาที่จุดหยุด แฟรคชันความจุการดูดซับที่ใช้จนถึงจุดหยุด ความสูงเบดที่ไม่ได้ใช้ และความจุอิ่มตัวของโมเลกูลาร์ซีฟ

2. หากต้องการขยายคอลัมน์ให้สูงเป็น 0.4 m แล้ว จงหาเวลาที่จุดหยุด และแฟรคชันความจุการดูดซับที่ใช้จนถึงจุดหยุด

ชื่อ……..รหัส……