PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination: Semester 2 **Academic Year: 2011**
Date: February 21, 2012 **Time: 09:00-12:00**
Subject: 230-331 Chemical Engineering Equipment Design **Room: Robot**

ชื่อ-นามสกุล ..... รหัสนักศึกษา ..... ตอนเรียนที่ .01

หมายเหตุ

1. **ข้อสอบมี 2 ส่วน ส่วนนี้คือส่วนที่หนึ่ง ทำในห้องสอบ** มีข้อสอบทั้งหมด 5 ข้อ ในกระดาษคำถาม 12 หน้า ต้องทำทุกข้อ คะแนนเต็ม 140 คะแนน

ข้อที่ #	1	2	3	4	5	รวม
คะแนนเต็ม	35	15	25	15	50	140
ได้คะแนน						

2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใดๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่นๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบส่วนนี้ออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใดๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์
   มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา
7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้
   ☑ ตำรา ☑ หนังสือ ☑ เครื่องคิดเลข
   ☑ กระดาษ A4 ..... แผ่น ☑ พจนานุกรม ☐ อื่นๆ .
   ยกเว้นเฉลยของ การบ้าน แบบฝึกหัด ข้อสอบย่อย การบ้าน หรือ ข้อสอบเก่า ทั้งในรูปแบบของต้นฉบับ สำเนา หรือ คัดลอกด้วยลายมือ
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้ ☑ ดินสอ (HB+) ☑ ปากกา
9. ขอให้นักศึกษาอ่านและศึกษารายละเอียดของทั้งข้อมูลและคำถามแต่ละข้อ ให้เข้าใจทั้งหมด แล้ววางแผนการแก้ปัญหา ก่อนลงมือทำข้อสอบ

(นายสุธรรม สุขมณี)
ผู้ออกข้อสอบ
10 กุมภาพันธ์ 2555

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ .....

หน้าที่ 2

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

1) (35 คะแนน) ในการออกแบบปั๊ม เพื่อใช้ในการสูบของเหลวซึ่งเป็น Bottom product จากหอกลั่นออกไปยังถังเก็บด้วยอัตราการไหล (Q_n) 27.5 m^3/h โดยภายในหอกลั่นซึ่งดำเนินงานที่ความดันเกจ 690 kPa และอุณหภูมิ 200 $^{\circ}C$ ของเหลวนี้ มีความหนาแน่น 463 kg/m^3 ความหนืดสมบูรณ์ 0.42 mPa.s จากการที่เส้นท่อจากหอกลั่นไปยังปั๊มสั้นมาก และมีสมดุลของเหลว-ไอ ภายในหอกลั่น ทำให้สามารถกำหนดความดันไอของของเหลวจากความดันภายในหอกลั่น กำหนดให้ความดันบรรยากาศ มีค่า 102 kPa และรายละเอียดของระบบท่อ ทางด้านท่อเข้าปั๊ม (Pump suction line) และท่อออกจากปั๊ม (Pump discharge line) เป็นดังนี้

รายการ	จากหอกลั่นเข้าปั๊ม	จากปั๊มไปยังถังเก็บ	หน่วย
ความดันเกจปลายท่อ	690	500	*kPa*
ระดับปลายท่อ เทียบกับเส้นศูนย์กลางปั๊ม	2.7	9.2	*m.*
ความดันลดจากการไหลในเส้นท่อ ที่อัตราการไหล Q ในหน่วย m^3/h	$0.01Q^{1.85}$	$0.22Q^2$	*kPa*

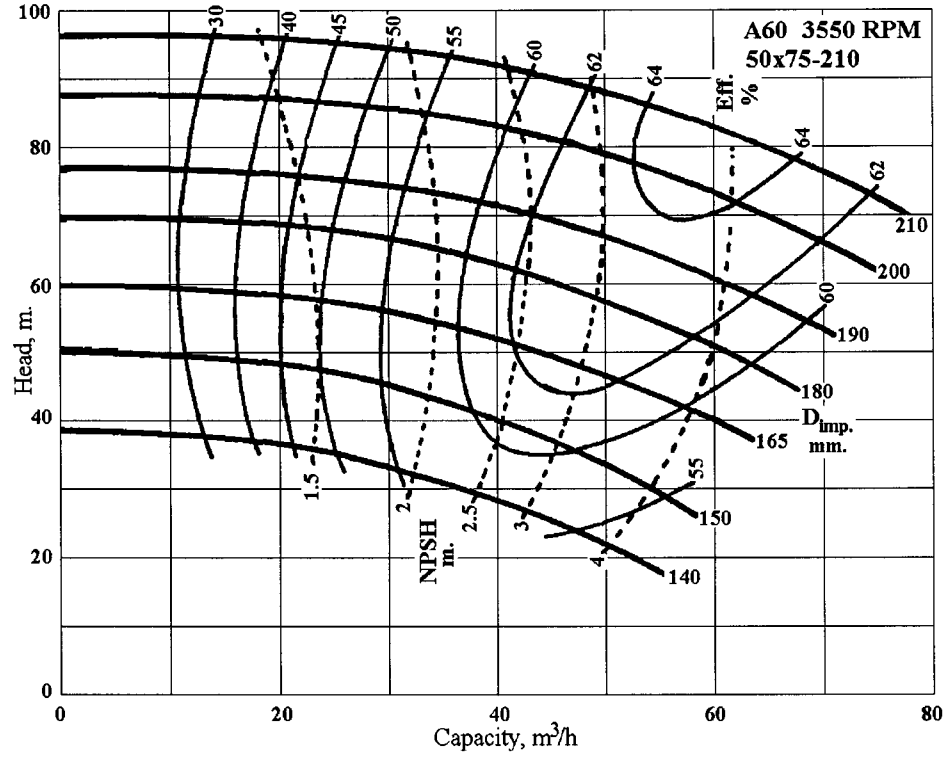
1.1 ปั๊มที่ใช้ในระบบการส่งของเหลวนี้ ควรมีความจุ (Capacity, Q_p) เฮด (Pump head, h_p) และกำลังเบรค (Pump brake power , *BP*) เท่าใด (27 คะแนน)

1.2 ในกรณีที่เลือกใช้ปั๊มชนิด Centrifugal เพื่อป้องกันภาวะ Cavitation ภายในปั๊ม ความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบพัด ควรมีค่าเท่าใด (8 คะแนน)

หน้าที่ 5

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

2) (15 คะแนน) หากนำปั๊มมาตรฐาน AVS ชนิดที่เปลี่ยนขนาดใบพัดได้ รุ่น A60 ทำงานที่ความเร็วรอบ (N) 3550 rpm โดยใช้ขนาดใบพัด (D_{imp}) 200 mm. มาใช้กับของเหลว ความหนาแน่น 850 kg/m^3 ความหนืดสมบูรณ์ 74.8 mPa.s ณ จุดที่ปั๊มมีความจุเมื่อใช้น้ำเป็นของเหลวในการทดสอบ (Q_p) 50 m^3/h ความจุ (Q_p) เฮด (h_p) Net positive suction head requirement ($NPSH$) และประสิทธิภาพ (η_p) จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเท่าใด



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

3) (25 คะแนน) ในการส่งก๊าซธรรมชาติ ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย (*M*) 18.8 สัดส่วนความร้อนจำเพาะเฉลี่ย 1.208 อุณหภูมิ 315 K ความดัน 2.0 MPa ตามเส้นท่อ ด้วยอัตราการไหล 60 kg/s มีแนวทางในการดำเนินการเพื่อให้ความดันก๊าซปลายทาง ไม่ต่ำกว่า 2.0 MPa ดังนี้

#1) เพิ่มความดันของก๊าซที่ต้นทางเป็น 2.62 MPa โดยทุกระยะ 10 km. คาดว่าอุณหภูมิและความดันของก๊าซในเส้นท่อ จะลดลงเหลือเท่าจุดต้นทาง จึงต้องมีสถานีเพิ่มความดันของก๊าซให้เป็น 2.62 MPa ตลอดแนวเส้นท่อทุกระยะดังกล่าว

#2) เพิ่มความดันของก๊าซที่ต้นทางเป็น 2.33 MPa โดยทุกระยะ 5 km. คาดว่าอุณหภูมิและความดันของก๊าซในเส้นท่อ จะลดลงเหลือเท่าจุดต้นทาง จึงต้องมีสถานีเพิ่มความดันของก๊าซให้เป็น 2.33 MPa ตลอดแนวเส้นท่อทุกระยะดังกล่าว

ขอให้ท่านพิจารณาเบื้องต้นว่า แนวทางที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีเพิ่มความดันก๊าซ คือแนวทางใด

<u>คำแนะนำ</u> ในการพิจารณาเบื้องต้น ไม่จำเป็นต้องกำหนดรายละเอียดของ Compressor ที่ใช้ในแต่ละสถานีจ่ายความดันตามที่ระบุไว้ในแต่ละทางเลือก

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

4) (15 คะแนน) พัดลมชนิด Backward Inclined (BI) จ่ายอากาศให้แก่เครื่องอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 32 °C ความดัน 102 kPa ผ่านท่อทางออกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 600 mm สูง 240 mm ด้วยอัตราการไหล 2.03 m^3/s ถ้าพัดลมนี้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 465 mm ทำงานที่ความเร็วรอบ 1500 rpm ใช้กำลังงานในการขับเคลื่อน 1.48 kW ที่เฮดสถิตย์ (Static head, h_s) 50 mm-H_2O และมีประสิทธิภาพเชิงกล (Mechanical efficiency, η_m) 0.84 พัดลมนี้ มีเฮดความเร็ว (Velocity head, H_v) เฮดรวม (Total head, H_t) ประสิทธิภาพสถิตย์ (Static efficiency, η_s) และความเร็วจำเพาะ (Specific speed, N_s) เท่าใด

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

5) (50 คะแนน) ถ้าทางเลือกหนึ่งในการสร้างถังเก็บก๊าซกัดกร่อนปานกลาง (Mild corrosive) ที่อุณหภูมิไม่เกิน 350 °C คือถังที่สร้างขึ้นจาก Monel โดยถังเก็บก๊าซดังกล่าว เป็นถังรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 600 mm. ยาว 1500 mm. ใช้ฝาถังสำเร็จรูปไร้ตะเข็บ (Seamless) กำหนดให้ ชั้นความหนาของโลหะแผ่นที่ใช้ในการจัดสร้างถังและความหนาของฝาถังสำเร็จรูปไร้ตะเข็บ สอดคล้องกับชั้นความหนาของเหล็กกล้าที่ผลิตตามมาตรฐาน JIS

5.1 ขอให้ท่านกำหนดความหนาของตัวถัง (Shell) วิธีการเชื่อมต่อและตรวจสอบรอยเชื่อม รวมทั้งกำหนดชนิดและความหนาของฝาถัง (Head) ที่เหมาะสม เมื่อความดันใช้งานปกติมีค่า 1.25 MPa และความดันสูงสุดภายในถังไม่เกิน 1.4 MPa (35 คะแนน)

5.2 หากใช้ถังเก็บใบนี้ เป็นถังเก็บก๊าซชนิดและอุณหภูมิเดียวกัน โดยความดันภายในถังอยู่ในช่วง 20-25 kPa - ขณะที่ความดันบรรยากาศภายนอกถัง ไม่เกิน 102 kPa ความหนาของตัวถัง ตามรายละเอียดของการขึ้นรูปและตรวจสอบที่ระบุไว้ในคำถามข้อ 5.1 ควรมีค่าเท่าใด (15 คะแนน)

 รหัส .....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ชื่อ .....

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค : ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา** : 2554

วันที่ : 21 กุมภาพันธ์ 2555 **เวลา** :

วิชา : 230-331 การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี **ห้องสอบ** : *Take-Home*

ส่วนที่สอง ทำนอกห้องสอบ (Take-Home examination) มี 1 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน

- ข้อสอบส่วนนี้ เป็นข้อสอบส่วนที่เป็น Take-Home ขอให้นักศึกษานำกลับไปทำ แล้วนำส่งภายใน **วันจันทร์ที่ 5 มีนาคม 2555 เวลา 16.00 น.** ที่ห้องธุรการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี โดย **ลงชื่อพร้อมระบุวัน-เวลาส่ง ต่อหน้าเจ้าหน้าที่** มิฉะนั้นจะไม่ตรวจ และประเมินผลให้
- ตัวข้อสอบหน้านี้ (ฉบับจริงที่มิใช่สำเนาหรือจัดทำขึ้นใหม่) ขอให้นักศึกษาเขียนชื่อและรหัสประจำตัว และสรุปรายละเอียดสุดท้ายของ Shell-and-Tube heat exchanger ที่ท่านได้กำหนดไว้ในแบบฟอร์มด้านหลังให้ครบถ้วน แล้วนำมาเย็บเป็นปก เพื่อส่งพร้อมรายการคำนวณต่างๆ ที่แก้ปัญหาไว้ มิฉะนั้นจะไม่สามารถตรวจและประเมินผลได้ เนื่องจากนักศึกษาแต่ละคน *มีข้อมูลของปัญหาในการออกแบบ ไม่เหมือนกัน*

ปัญหาในการออกแบบ (THQ987)

ขอให้ท่านกำหนดรายละเอียดของ Shell-and-Tube heat exchanger ที่ใช้เพื่อลดอุณหภูมิของ แอมโมเนียเหลว อัตราการไหล 12.5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ความดัน 1650 kPa จาก 75 °C เป็น 42 °C โดยใช้ น้ำกร่อย อุณหภูมิ 30 °C ความดัน 550 kPa โดยหาหรือประมาณค่าสมบัติทางเคมีกายภาพของของไหลทั้งสองชนิดที่สมเหตุสมผล

สุธรรม สุขมณี

ผู้ออกข้อสอบ

13 กุมภาพันธ์ 2555

By _____
Date: _____

EXCHANGER RATING

DWG. No: *N/S*
Item No: *N/S*
Job No: *THQ987*
Plant: *XYZ-Chemical*

Apparatus: *Liquid Ammonia Cooler*
Minimum Required Effective Area Exposed In Shell (A_r), m^2 _____
Available Effective Area Exposed In Shell (A_a), m^2 _____ A_a/A_r = _____
Number of Units: Operating _____ Spares *None*

DESIGN DATA PER UNIT			
UNIT DATA		TUBE SIDE	SHELL SIDE
Fluid			
Fluid Flow	kg/h		
Temperature In	°C		
Temperature Out	°C		
Operating Pressure	kPa		
Density	kg/m^3		
Viscosity	mPa.s		
Specific Heat	kJ/kg-°C		
Thermal Conductivity	W/m-°C		
Latent Heat	kJ/kg	*N/S*	*N/S*
Molecular Weight		*N/S*	*N/S*
Pressure Drop	kPa	Calculated:	Calculated:
		Used:	Used:
Fouling Factor	m^2-°C/W		
Heat Transfer Rate (Duty)		_____ kW	
L.M.T.D. _____ °C	F_T _____	Design Heat Transfer Coefficient _____	W/m^2-°C
CONSTRUCTION			
Max. Operating Pressure	kPa		
Max Operating Temperaure	°C		
Type of Unit		☐ Fixed tube sheet ☐ Floating head	☐ U-bend
Materials			
Outside Diameter	mm		
Thickness	mm		*N/S*
Pitch & Layout			
Total number		Number of tubes:	Number of shell:
Number of Passes		Tube passes:	Shell passes:
Length	mm		*N/S*
Corrosion Allowance	mm		

Baffle Material: _____ Baffle Type: *Segmental*
_____ % Baffle Cut _____ Baffle Spacing _____ mm
Channel Material: *N/S* Tubesheet Material: _____
Connections ☐ Shell in *N/S* mm Out *N/S* mm Flange *N/S*
Channel in *N/S* mm Out *N/S* mm Flange *N/S*
Others *N/S* Size *N/S* mm Flange *N/S*
Gasket: *N/S* Stamp: *Yes* X-ray: *No*
Insulation: *Personel Protection* Class: *PP* Cathodic Protection: *No*

Remarks:

Checked _____ Date _____ Approved _____ Date _____

* *N/S* means ***N**ot needs to **S**pecified*