ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | 3 | 1 | 0 | | | |

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค : ประจำภาคการศึกษาที่ 1 **ประจำปีการศึกษา : 2546**

วันที่ : 1 สิงหาคม 2546 **เวลา : 9.00-12.00**

วิชา : 230-431 การออกแบบวิศวกรรมเคมี **ห้องสอบ : R 300**

<u>ส่วนที่หนึ่ง</u> ทำในห้องสอบ

- ข้อสอบมี 5 ข้อ จำนวนข้อสอบ 12 หน้า ต้องทำทุกข้อ คะแนนเต็ม 160 คะแนน
- ให้นักศึกษาใช้ที่ว่างซึ่งเตรียมไว้สำหรับคำถามแต่ละข้อในการทำข้อสอบ โดยเขียนชื่อและรหัสประจำตัว ไว้ที่ส่วนบนของข้อสอบทุกหน้า
- คะแนนเต็มของแต่ละข้อและข้อย่อย เป็นดังนี้

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้คะแนน
1	55	
2	30	
3	25	
4	30	
5	20	
รวม	**160**	

- ขอให้นักศึกษาอ่านและศึกษารายละเอียดของทั้งข้อมูลและคำถามของแต่ละข้อ ให้เข้าใจทั้งหมด แล้ววางแผนการแก้ปัญหา ก่อนลงมือทำข้อสอบ
- อนุญาตให้นำหนังสือ เอกสาร เครื่องคำนวณ และอุปกรณ์อื่น ๆ เข้าห้องสอบได้

<u>ส่วนที่สอง</u> ทำนอกห้องสอบ (Take-Home examination) มี 1 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน

- ขอให้นักศึกษา ฉีกข้อสอบส่วนที่ 2 ซึ่งแนบไว้ที่หน้าสุดท้ายของข้อสอบส่วนนี้ออก แล้วนำไปแก้ปัญหานอกห้องสอบ โดยใช้กระดาษขนาดมาตรฐาน A4 และนำส่งที่ธุรการภาควิชาวิศวกรรมเคมี <u>ภายในวันที่ 13 ตุลาคม 2546 เวลา 16.30 น.</u> ทั้งนี้จะต้องนำข้อสอบส่วนที่ 2 ที่เขียนชื่อและรหัสประจำตัวครบถ้วน เย็บไว้เป็นปก คำตอบที่นำส่งโดยไม่ได้ใช้ปกซึ่งเป็นข้อสอบฉบับจริง จะไม่ได้รับการตรวจให้คะแนน

สุธรรม สุขมณี
ผู้ออกข้อสอบ
19 กันยายน 2546

หน้าที่ 2

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

Pump

1) ในการออกแบบปั๊ม เพื่อใช้ในการสูบน้ำ อุณหภูมิ 60 °C ความหนาแน่น 981 kg/m^3 ความหนืดสมบูรณ์ 0.468 mPa.s และความดันไอ 19.9 kPa จากปลายท่อดูด (Suction line) ซึ่งต่ำกว่าเส้นศูนย์กลางปั๊มไม่เกิน 2.5 m. ไปยังปลายท่อส่ง (Dsicharge line) ซึ่งสูงกว่าเส้นศูนย์กลางปั๊มไม่เกิน 5 m. ความดันที่ปลายท่อทั้งสอง เป็นความดันบรรยากาศ ซึ่งกำหนดให้ใช้ค่าเฉลี่ย 102 kPa โดยช่วงอัตราการไหลที่ต้องการ อยู่ระหว่าง 33 ถึง 45.5 m^3/h โดยอัตราการไหลปกติ ที่กำหนดไว้ใน Process Flow Sheet (PFS) คือ 40 m^3/h ข้อมูลความดันลดจากการไหล (Line pressure drop) ในเส้นท่อดูด (ΔP_s) และท่อส่ง (ΔP_d) ที่อัตราการไหลต่างๆ ซึ่งได้จากการออกแบบระบบท่อ เป็นดังนี้

Q, m^3/h	25	30	35	40	45	50	55
ΔP_s, kPa	4.4	6.1	8.1	10.4	12.9	15.6	18.6
ΔP_d, kPa	24.7	34.4	45.6	58.3	72.3	87.7	104.4

1.1 ขอให้ท่านกำหนดอัตราการไหลในการออกแบบ เพื่อใช้ในการกำหนดรายละเอียดของปั๊ม ที่สอดคล้องกับอัตราการไหลที่ต้องการ พร้อมทั้งหาค่าของเฮดจลน์รวม (Total Dynamic Head) และเฮดบวกสุทธิทางด้านท่อเข้า (Net Positive Suction Head Avalable) ของระบบการส่งน้ำ ตลอดช่วงอัตราการไหลในการออกแบบที่ท่านกำหนดขึ้นนี้ด้วย (20 คะแนน)

หน้าที่ 3

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

1.2 หากทางเลือก (Alternative) หนึ่งที่นำมาพิจารณา คือปั๊มหอยโข่งของบริษัท AZUMI รุ่น AZ-200-L ซึ่งมีขนาดใบพัด 200 mm. ความเร็วรอบ 2250 RPM โดยมีข้อมูลสมรรถนะ (Performance Data) ซึ่งใช้น้ำอุณหภูมิ 15 °C เป็นของเหลวทดสอบ ดังนี้

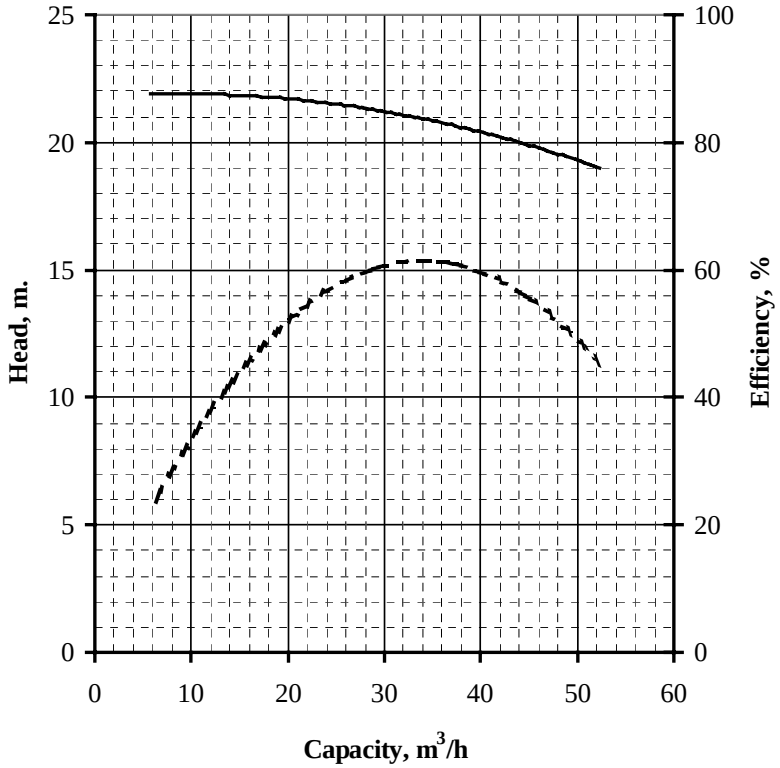
Q_p, m^3/h	h_p, m	$NPSH$, m	η_p, %
25	23.9	1.00	56.3
30	23.6	1.48	60.0
35	23.3	2.10	61.4
40	22.8	2.86	60.7
45	22.3	3.75	57.7
50	21.7	4.78	52.6
55	21.1	5.94	45.2

ขอให้ท่านตรวจสอบว่า ปั๊มรุ่นนี้สามารถใช้งานได้หรือไม่ หากไม่สามารถใช้งานได้ ขอให้ท่านระบุด้วยว่ามีปัญหาที่จุดใด และมีทางแก้ไขเพื่อให้ใช้งานได้หรือไม่ ทำอย่างไร (20 คะแนน)

หน้าที่ 4

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

1.3 หากข้อมูลสมรรถนะ (Performance Data) ของปั๊มรุ่น AZ-200-L ซึ่งมีขนาดใบพัด 200 mm. ความเร็วรอบ 2250 RPM ในรูปของกร๊าฟความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-เฮด (เส้นทึบ) และอัตราการไหล-ประสิทธิภาพ (เส้นประ) เป็นไปตามรูปข้างล่างนี้ ขอให้ท่านคาดหมายความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-เฮด และอัตราการไหล-ประสิทธิภาพ ของปั้มตัวนี้ และเขียนเส้นความสัมพันธ์ดังกล่าวลงในกร๊าฟรูปเดียวกัน หากลดขนาดใบพัดลงเหลือ 190 mm. ที่ความเร็วรอบเท่าเดิม (15 คะแนน)



หน้าที่ 5

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

Compressor, Blower & Fan

2) เครื่องอัดอากาศชนิด Centrifugal แบบ 2 Stage มีขนาดใบพัด 400 mm. ความเร็วรอบ 9000 RPM รับอากาศที่อุณหภูมิ 30 ^{o}C ความดัน 102 kPa ความหนาแน่น 1.17 kg/m^{3} สัดส่วนความร้อนจำเพาะ 1.396 เข้าเครื่องด้วยอัตราการไหล 2000 m^{3}/h ความดันและอุณหภูมิของอากาศที่ทางออก รวมทั้งกำลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องอัดอากาศนี้ มีค่าเท่าใด (30 คะแนน)

หน้าที่ 6

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

หน้านี้สำหรับทำโจทย์ข้อ 2 เพิ่มเติม

หน้าที่ 7

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

Compressor, Blower & Fan

3) ขอให้ท่านกำหนดชนิดและรายละเอียดของพัดลม ที่ใช้ในการป้อนอากาศเข้ากระบวนการด้วยอัตราการไหล 2000 m^3/h (ขนาดของใบพัด มุมบิดหรือความกว้างของใบพัด และกำลังเบรคโดยประมาณ) โดยอากาศที่ทางเข้าพัดลม มีอุณหภูมิ 30 $^{\circ}C$ ความดัน 102 kPa ความหนาแน่น 1.17 kg/m^3 สัดส่วนความร้อนจำเพาะ 1.396 โดยพัดลมที่กำหนดรายละเอียดนี้ ต้องให้ค่าเฮดสถิตย์ (Static head) ไม่น้อยกว่า 50 mmH_2O และมีความเร็วรอบของใบพัดไม่เกิน 1250 RPM (25 คะแนน)

หน้าที่ 8

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

หน้านี้สำหรับทำโจทย์ข้อ 3 เพิ่มเติม

หน้าที่ 9

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

Vessel

4) ถ้าทางเลือกหนึ่งในการสร้างถังเก็บก๊าซไม่กัดกร่อน ที่อุณหภูมิไม่เกิน 80 °C ความดันใช้งานปกติ 1.25 MPa ความดันสูงสุด 1.4 MPa คือถังที่สร้างขึ้นจาก Monel ซึ่งมีค่า Ultimate Stress ($S_{ultimate}$) 650 N/mm^2 Yield Stress (S_{yield}) 170 N/mm^2 และความหนาแน่น (ρ) 8800 kg/m^3 โดยถังเก็บก๊าซดังกล่าว เป็นถังรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 600 mm. ยาว 1500 mm. ใช้ฝาถังสำเร็จรูปชนิดไร้ตะเข็บ (Seamless) กำหนดให้ ชั้นความหนาของโลหะแผ่นที่ใช้ในการจัดสร้างถังและความหนาของฝาถังสำเร็จรูปสอดคล้องกับชั้นความหนาของเหล็กกล้าที่ผลิตตามมาตรฐาน JIS

4.1 ขอให้ท่านกำหนดความหนาของตัวถัง วิธีการเชื่อมต่อและตรวจสอบรอยเชื่อม รวมทั้งกำหนดชนิดและความหนาของฝาถัง (18 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

4.2 หากใช้ถังเก็บใบนี้ เป็นถังเก็บก๊าซชนิดเดียวกันที่ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ ความหนาของตัวถังที่ท่านกำหนดขึ้นจากคำตอบในข้อ 4.1 จะสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย เมื่อความดันภายนอกตัวถัง มีค่าไม่เกินเท่าใด (12 คะแนน)

หน้าที่ 11

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

5) ขอให้ท่านกำหนดขนาดและความหนาของตัวถังทรงกระบอก มุมที่ฐานและความหนาของฝาถังทรงกรวย รวมทั้งกำหนดวิธีการเชื่อมต่อและตรวจสอบรอยเชื่อม เพื่อใช้ในการเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ความหนาแน่น 850 kg/m^3 ที่อุณหภูมิห้อง โดยถังเก็บเชื้อเพลิงนี้ ต้องสามารถบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงได้ไม่น้อยกว่า 600 m^3 มีความสูงเท่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน และระดับสูงสุดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่บรรจุ ต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของความสูง กำหนดให้ทั้งตัวถังและฝาถัง สร้างขึ้นจากเหล็กกล้า ASTM A53 ตัวถังมีความหนาเดียวกันตลอดความสูง กันถังเป็นแบบแบนวางอยู่บนฐานราก (Foundation) (20 คะแนน)

หน้าที่ 12

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | 4 | | 1 | | | | |

หน้านี้สำหรับทำโจทย์ข้อ 5 เพิ่มเติม