PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination: Semester 2 **Academic Year: 2009**
Date: February 16, 2010 **Time: 09:00-12:00**
Subject: 230-331 Chemical Engineering Equipment Design **Room: R 300**

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

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ในกระดาษคำถาม 12 หน้า ต้องทำทุกข้อ คะแนนเต็ม 150 คะแนน

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้คะแนน
1	35	
2	15	
3	30	
4	20	
5	50	
รวม	**150**	

2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใดๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่นๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
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 .

8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้ ☑ ดินสอ (HB+) ☑ ปากกา
9. ขอให้นักศึกษาอ่านและศึกษารายละเอียดของทั้งข้อมูลและคำถามแต่ละข้อ ให้เข้าใจทั้งหมด แล้ววางแผนการแก้ปัญหา ก่อนลงมือทำข้อสอบ

(นายสุธรรม สุขมณี)
ผู้ออกข้อสอบ

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ .....

หน้าที่ 2

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

1) ในการออกแบบระบบให้ความร้อนโดยใช้น้ำมัน (Thermal oil heater) ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบแบบกะ (Batch) มีแนวคิดและข้อมูลเบื้องต้นดังนี้

1.1 หน่วยหลักในระบบให้ความร้อน ประกอบด้วย ปั๊มน้ำมัน หน่วยเพิ่มอุณหภูมิให้น้ำมันซึ่งใช้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้เป็นเชื้อเพลิง เส้นท่อจ่ายน้ำมัน (Thermal oil supply line) ถังพักน้ำมัน (Overhead oil tank) เส้นท่อป้อนกลับน้ำมัน (Thermal oil return line) ซึ่งจะไหลเข้าท่อขด (Tube coil) ในถังเก็บน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil: CPO) เพื่ออุ่นน้ำมันปาล์มดิบก่อนกลับเข้าปั๊ม คาดว่าเส้นท่อจ่ายน้ำมันน่าจะมีความยาวไม่เกิน 120 m และเส้นท่อป้อนกลับน้ำมันเข้าปั๊ม น่าจะมีความยาวไม่เกิน 30 m

1.2 เส้นท่อจ่ายน้ำมัน เตรียมการให้สามารถจ่ายน้ำมันร้อน เลี้ยงหน่วยในการผลิตต่างๆ ตามช่วงเวลาของการผลิต จึงได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นเส้นท่อย่อยแบบขนานเข้าหน่วยในการผลิตแต่ละหน่วย และท่อที่ออกจากแต่ละหน่วยในการผลิต จะรวมกันเป็นท่อเดียวเพื่อส่งขึ้นไปยังถังพักน้ำมันต่อไป ซึ่งผู้ออกแบบกระบวนการ (Process designer) ให้ข้อมูลว่าในช่วงเวลาหนึ่งๆ จะส่งน้ำมันร้อนเข้าหน่วยในการผลิต ไม่เกิน 1 หน่วย จึงต้องติดตั้งวาล์วควบคุม (Control valve) และวาล์วกันไหลย้อน (Check valve) ไว้ที่ต้นทางของเส้นท่อย่อยทุกเส้น ซึ่งมีรายละเอียดของการใช้งานต่อไปนี้

ก) ใช้ในกระบวนการ Esterification เพื่อลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ โดยจะไหลเข้าหน่วยให้ความร้อนน้ำมันปาล์มดิบ (CPO heater) และเข้าหล่อในเปลือกชั้นนอกของปฏิกรณ์ (Jacket reactor)

ข) ใช้ในกระบวนการ Transesterification น้ำมันปาล์มดิบที่ลดกรดไขมันแล้ว โดยจะไหลเข้าหล่อในเปลือกชั้นนอกของปฏิกรณ์ (Jacket reactor)

ค) ใช้ในการเรียกคืนเมทานอลส่วนเกิน (Methanol recovery) โดยไหลเข้าหล่อในหน่วยระเหย (Vaporizer)

ง) ใช้ในการเตรียมน้ำอุ่นสำหรับล้างสบู่ออกจากไบโอดีเซล ไหลเข้าหน่วยทำน้ำอุ่น (Water heater)

จ) ใช้ในการระเหยน้ำออกจากไบโอดีเซล โดยไหลเข้าหล่อในหน่วยระเหย (Evaporator)

ฉ) เส้นท่อส่งเลี่ยง (By-pass line) ใช้เพื่อรักษาสมดุลของอัตราการไหลน้ำมันส่วนเกินจากการไหลในท่อย่อยต่างๆ

1.3 น้ำมันให้ความร้อนในระบบ มีอุณหภูมิไม่เกิน 200 °C (ρ 810 kg/m^3 และ μ 1.2 mPa.s) อัตราไหลสูงสุดที่ไหลวนอยู่ในระบบ 50 m^3/h

1.4 ถังพักน้ำมันอยู่สูงกว่าระดับปั๊ม 8 เมตร ความดันภายในถังพักไม่เกิน 150 kPa

ขอให้ท่านใช้ข้อมูลข้างต้น กำหนดชนิด ความจุ (Capacity) เฮด (Head) และกำลังเบรก (Brake power) ของปั๊มที่ใช้ในระบบให้ความร้อนโดยใช้น้ำมันดังกล่าว (35 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

2) ปั๊ม OSNA รุ่น SFC-100 ซึ่งมีขนาดใบพัด 250 mm ทำงานที่ความเร็วรอบ 1450 rpm มีประสิทธิภาพสูงสุด ที่ความจุ 35 m^3/h และเฮด 23.2 m

2.1 หากใช้ข้อมูลที่กำหนด ประเมินประสิทธิภาพของปั๊มรุ่นนี้ จากความเร็วจำเพาะ และเส้นผ่านศูนย์กลางจำเพาะ ได้ค่าเท่าใด (8 คะแนน)

2.2 หากลดความเร็วรอบของปั๊มลงเป็น 1250 rpm ความจุ เฮด และกำลังเบรคของปั๊มรุ่นนี้ จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเป็นเท่าใด (7 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

3) วิศวกรผู้หนึ่ง ได้กำหนดรายละเอียดของ Centrifugal blower ที่ใช้เพิ่มความดันของอากาศ อุณหภูมิ 30 ^{o}C ความดัน 102 kPa อัตราการไหล 1250 m^3/h ให้มีความดัน 140 kPa ว่าเป็นแบบ 2 stages ขนาดระบุใบพัด 350 mm. ความเร็วรอบ 7500 rpm และมีกำลังเบรก 6.75 kW

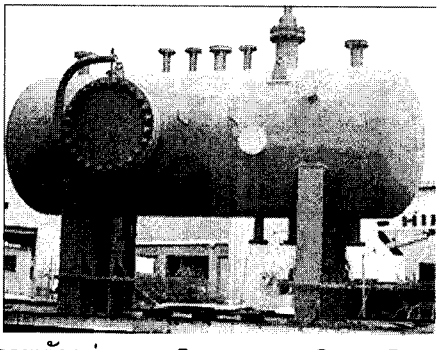
ขอให้ท่านตรวจสอบรายละเอียดของ Centrifugal blower ที่ระบุ มีความสมเหตุสมผลและสามารถนำมาใช้ในการเพิ่มความดันของอากาศได้หรือไม่ หากใช้งานไม่ได้ ประเด็นความไม่เหมาะสมอยู่ที่รายละเอียดใด ควรปรับแก้เป็นเท่าใด (30 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

4) ขอให้ท่านกำหนดรายละเอียดของพัดลมจ่ายอากาศ อุณหภูมิ 30 ^{o}C ความดัน 102 kPa เข้าระบบการอบแห้งด้วยอัตราการไหล 7500 m^3/h โดยพัดลมตัวนี้ต้องมีค่า Static head ไม่น้อยกว่า 150 mmH_2O และความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อน 1750 rpm (20 คะแนน)

ชื่อ ..... รหัสประจำตัว | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | |

5) ขอให้ท่านกำหนดรายละเอียดของ Compressor Surge Drum รูปทรงกระบอก (ดูภาพตัวอย่างประกอบ) ความจุ 4 m^3 เพื่อใช้งานที่อุณหภูมิและความดัน 150 $^{\circ}C$ และ 2 MPa ตามลำดับ โดยด้านข้างของตัว Drum จะต้องเจาะช่องเปิด ขนาด 500 mm หรือไม่เกินร้อยละ 60 ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก เพื่อติดตั้ง Nozzle พร้อมฝาปิด Manhole แบบแบนใช้ปะเก็นเต็มแผ่น (Full gasket) ซึ่งมีสัดส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงร้อยสกรูต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง Nozzle = 1.2 พร้อมติดตั้งแผ่นเสริมความแข็งแรง (Reinforcement pad) บริเวณช่องเปิด โดยทั้งตัวถังและฝาถังทำด้วยเหล็กกล้า ASTM A53 (50 คะแนน)



ภาพตัวอย่างของ Compressor Surge Drum