บทที่ 6

ปัญหาและการแก้ไข

ในการทดลองเดินเครื่องโรงงานต้นแบบนี้ ได้พบปัญหาต่าง ๆ มากมาย และได้ทำการแก้ไข โดยจะอธิบายเป็นระบบ ดังต่อไปนี้

6.1 ปัญหาและการแก้ไขระบบเตาผลิตแก๊สสังเคราะห์

ก. อุณหภูมิในเตาไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดแก๊สสังเคราะห์ คือ อยู่ที่ประมาณ 500-600 องศาเซลเซียส ได้ทำการแก้ไขโดยตากเชื้อเพลิงที่ใช้ (ขี้เลื่อย) ให้แห้ง โดยใช้เวลาในการตากประมาณ 8 ชั่วโมง พบว่า ความชื้นลดลงจากประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 18 เปอร์เซ็นต์ เตานี้จึงมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 600-700 องศาเซลเซียส พบว่าแก๊สที่ออกจากเตาผลิตแก๊สสังเคราะห์เริ่มติดไฟได้บ้างแต่ไม่ดีพอ คาดว่าสาเหตุมาจากอากาศไม่สามารถเข้าเตาได้ดีพอ จึงทดลองใช้อากาศแรงดัน (Compressed Air) เป่าช่วยในช่องดูดอากาศของเตา พบว่า สามารถทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ แต่สภาพของเปลวไฟยังไม่ดีพอ คือ ยังคงดิด-ดับ ต้องใช้ไฟล่อ (Pilot) อยู่ตลอดเวลา จึงได้ทดลองเปลี่ยนอัตราส่วนของเชื้อเพลิงด้านขี้เลื่อย โดยใช้ถ่านผสมกับขี้เลื่อย ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก พบว่า สามารถเพิ่มอุณหภูมิภายในช่วงเผาไหม้ขึ้นได้สูงถึง 900 องศาเซลเซียส นอกจากปัญหาความชื้นในเชื้อเพลิงแล้ว พบว่า มีการกลั่นตัวของน้ำในเชื้อเพลิงสูง ทำให้อุณหภูมิเตาไม่คงที่ จึงใส่แผ่นตะแกรงเจาะรูขนาด 5 มม. รอบตัวถังด้านใน และเจาะช่องระบายน้ำที่กลั่นตัวนี้ออกไป พบว่า ช่วยทำให้อุณหภูมิในเตาคงที่ขึ้น

ข. การกัดกร่อนในช่วงริดักชัน เมื่อใช้ท่อริดักชันเป็นท่อปูนจะทำให้แตกง่ายเมื่อเติมเชื้อเพลิง และการถอดตรวจสภาพภายใน ฯลฯ จึงได้เปลี่ยนมาใช้ท่อเหล็กขนาด 203 มม. (8 นิ้ว) พบว่า มีการกัดกร่อนสูงมาก เนื่องจากอุณหภูมิในช่วงเผาไหม้สูงประมาณ 900-1,000 องศาเซลเซียส จุดที่มีการกัดกร่อนจะเป็นช่วงเหล็กที่อยู่ในช่วงริดักชัน ตรงส่วนที่ตรงกับจุดเผาไหม้ คาดว่า เกิดการริดักชันที่เนื้อเหล็กโดยสภาพเหล็กเหนียว (Mild

Steel) เปลี่ยนเป็นเหล็กหล่อ (Cast Steel) ซึ่งมีปริมาณการกัดกร่อนสูงและเปราะ พบว่า อัตราการกัดกร่อนสูงถึง 2 มม.ต่อเดือน จึงจำเป็นต้องตัดต่อท่อในส่วนนี้ นำส่วนที่เสียทิ้งไปและนำท่อเหล็กมาเชื่อมต่อใหม่

ค. การเลื่อนไหลของเชื้อเพลิง ในการทดลองเดินเครื่องพบว่าชิ้เลื่อยมีการเลื่อนไหลตัวลงส่วนเผาไหม้ได้ยาก ทำให้เกิดโพรงขึ้นระหว่างช่วงเผาไหม้กับช่วงกลั่นสลาย วิธีแก้ไขได้ใช้เหล็กแหลมแยงช่วย จะทำให้เชื้อเพลิงตกได้ดี

ง. การไหลวนของอากาศและการติดไฟของเชื้อเพลิง เนื่องจากจะออกแบบให้เกิดการหมุนวนของอากาศก่อนเข้าช่วงเผาไหม้ โดยเจาะช่องสี่เหลี่ยมรอบตัวถัง พบว่า อากาศมิได้ไหลวนดังต้องการ ทำให้เชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ในช่วงที่ใกล้ทางเข้าของอากาศมากกว่าด้านตรงข้าม จึงปิดรูอากาศเข้า และใช้วิธีเปิดจุดอากาศเข้ารอบตัวเตา ทำให้การเผาไหม้เป็นไปได้อย่างทั่วถึงรอบเตา

6.2 ปัญหาและการแก้ไขระบบสครับเบอร์

ก. ปัญหาอุณหภูมิภายในสครับเบอร์สูง เนื่องจากอุณหภูมิของแก๊สสังเคราะห์ที่ออกจากเตาผลิตแก๊สฯ สูงถึงประมาณ 300 องศาเซลเซียส จึงติดตั้งระบบป้อนน้ำอัตโนมัติเข้าสครับเบอร์ โดยติดตั้งวาวล์ไฟฟ้าและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ พบว่า อุณหภูมิของน้ำในสครับเบอร์สามารถลดลงได้ แต่อุณหภูมิของแก๊สที่ออกจากสครับเบอร์สูงถึง 60-70 องศาเซลเซียส จึงติดตั้งหอสเปรย์น้ำ ทำจากท่อเหล็กขนาด 152 มม. (6 นิ้ว) ภายในที่ท่อขนาด 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) เจาะรูโดยรอบ ขนาด 1 มม. จำนวน 30 รู แล้วใช้ปั๊มน้ำปั๊มจากสครับเบอร์ ด้วยอัตรา 5-10 ลิตรต่อนาที เข้าหอสเปรย์น้ำ พบว่า อุณหภูมิของปั๊มแก๊สที่ออกจากสครับเบอร์ลดลงถึงประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส แต่กลับพบปัญหาการอุดตันในท่อหัวฉีดนี้ด้วยผงถ่านเล็ก ๆ จึงดัดแปลงแก้ไขโดยต่อท่อน้ำที่จะฉีดเข้าหอสเปรย์จากถังพักที่สามารถกั้นผงถ่านได้ (โดยใช้แผ่นตะแกรงกั้น) แล้วจึงปั๊มเข้าหอสเปรย์

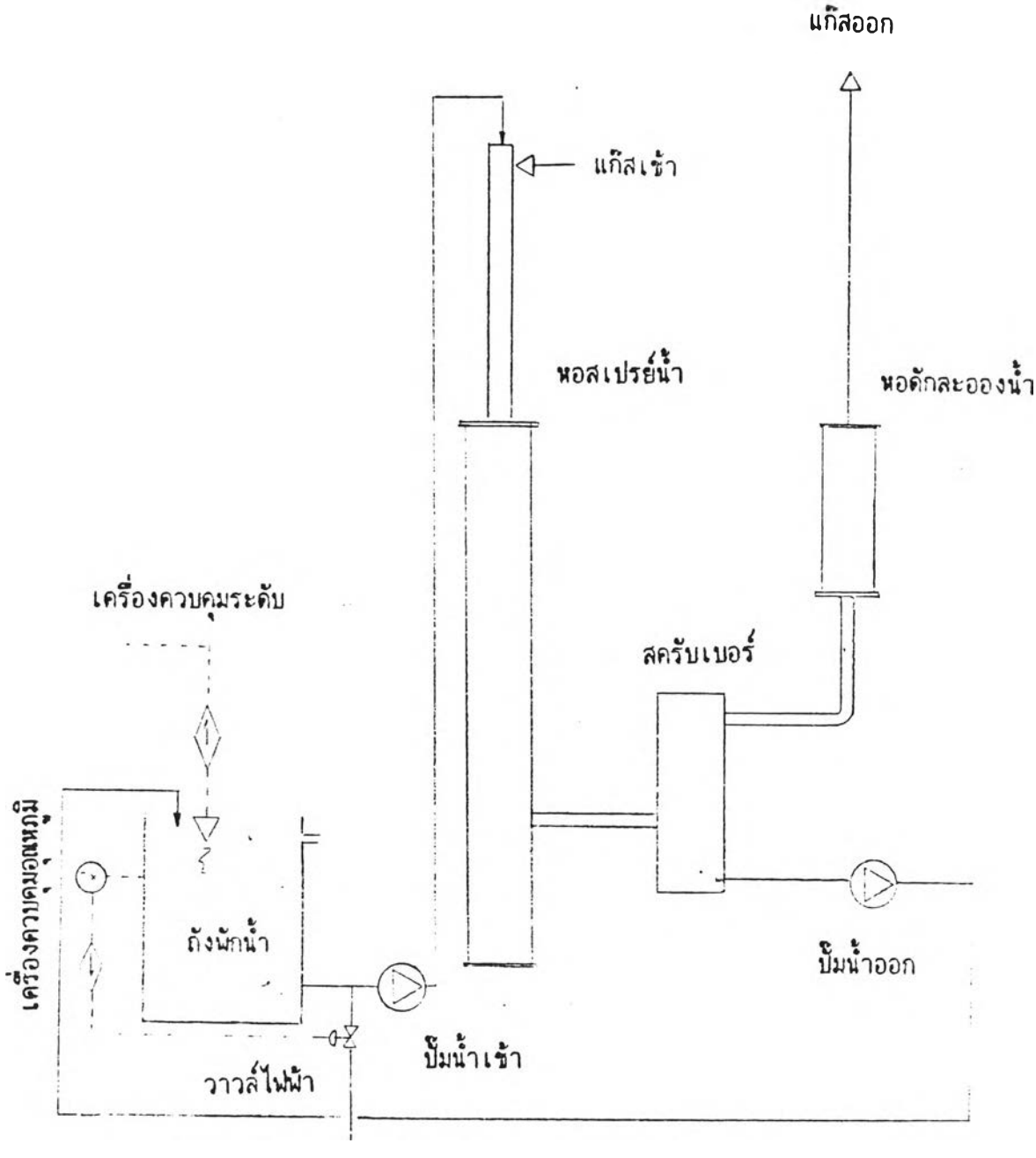
ข. ปัญหาการท่วมตันของน้ำในสครับเบอร์ เนื่องจากผงถ่านตันท่อน้ำไหลออกจากสครับเบอร์ ได้แก้ไขโดยใช้ปั๊มน้ำที่เป็นแบบหล่อน้ำในตัว (Self Prime Pump) ดูดน้ำที่มีผงถ่าน ฯลฯ ออกจากสครับเบอร์เข้าถังพักน้ำที่จะฉีดเข้าหอสเปรย์ แต่ยังพบว่า

น้ำที่หมุนเวียนสกปรกเร็วมากภายใน 20 นาที ต้องถ่ายน้ำทิ้ง และบางครั้งพบก้อนถ่านขนาดประมาณ 10 มม. ขวางทางเดินน้ำในท่อดูดออกจากสครับเบอร์ จึงแก้ปัญหานี้ โดยสร้างถังกักฝุ่นขนาดใหญ่จากเตาผลิตแก๊สลังเคราะห์ โดยใช้ถังที่มีรูปร่างเป็นไซโคลนทำการดักฝุ่นผงไว้ ปัญหาต่าง ๆ ของสครับเบอร์จึงลดลงไป แผนผังของกระบวนการนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 6.1

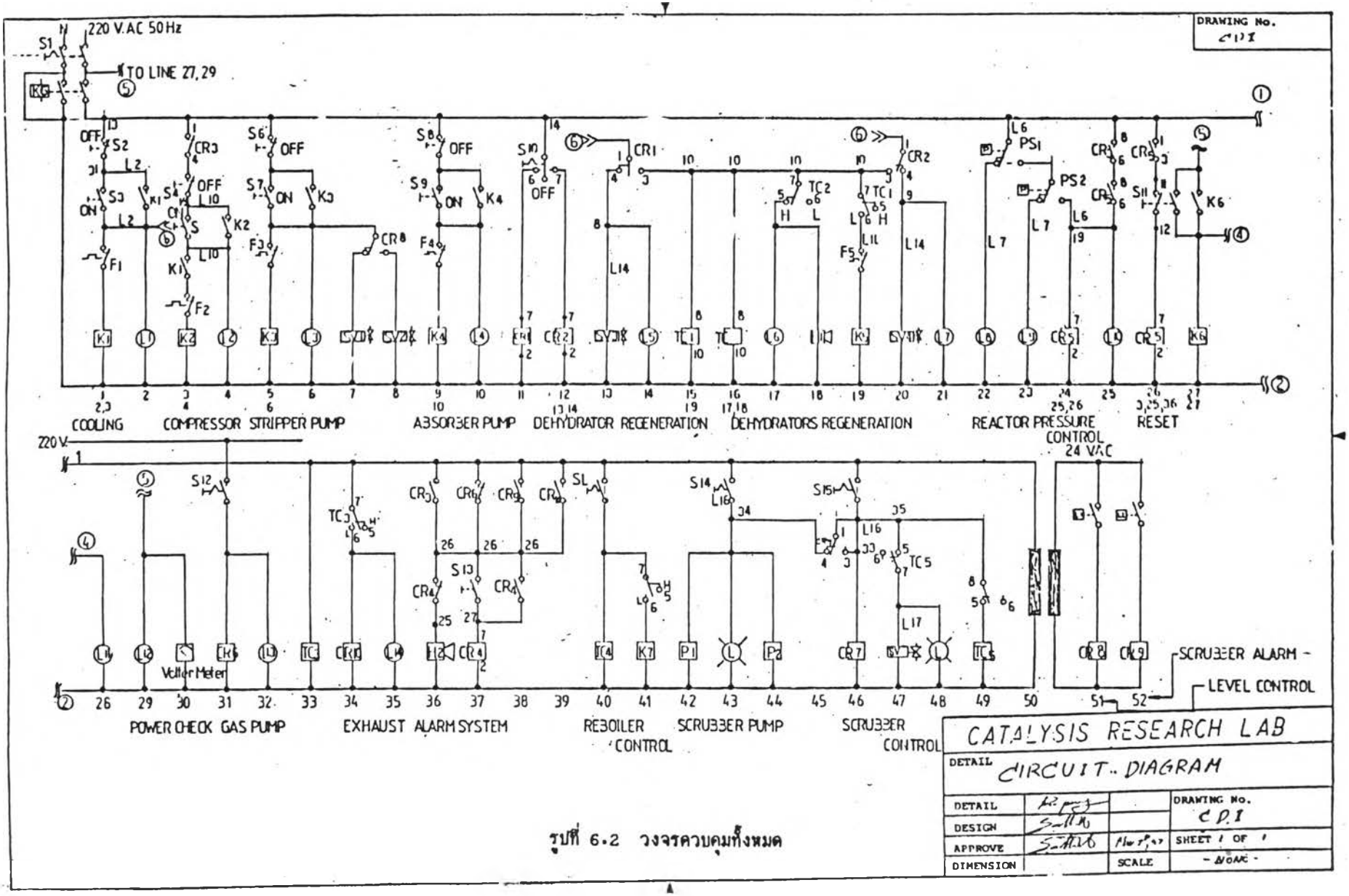
6.3 ปัญหาและการแก้ไขระบบหอดูดคาร์บอนไดออกไซด์และหอกลั่น

ก. ปัญหาการควบคุมระดับของเหลวในหอทั้งสอง เนื่องจากเมื่อเดินเครื่องไปนาน ๆ จะเกิดปัญหาหอด้านใดด้านหนึ่งแห้งลง และของเหลวจะสะสมอยู่ที่อีกหอหนึ่ง เนื่องมาจากการปรับอัตราการไหลของหอทั้งสองไม่เที่ยงตรงเพียงพอ จำเป็นต้องคอยปรับวาวล์ทางเข้าของปั๊มอยู่เรื่อย ๆ จึงได้ออกแบบวงจรไฟฟ้าที่จะช่วยรักษาระดับของเหลวภายในหอให้คงที่ ไม่แห้ง รูปที่ 6.2 ตั้งแต่แถวที่ 42 ถึง 52 แสดงวงจรควบคุมระดับของเหลวทั้งสองหอนี้ ในขั้นแรกได้ใช้ลูกลอย (OVL-2) 2 ชุด ต่อกับไฟฟ้าสลับ 24 โวลท์ เมื่อระดับของเหลวลดลงไปมากจะเปิดวาวล์ไฟฟ้า (Solinoid by passed Valve) ทำให้ของเหลวไม่ถูกปั๊มไปสู่อีกหอหนึ่ง ระยะเวลาตัดต่อประมาณ 10 วินาที พบว่า ที่อุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส) ระบบนี้สามารถใช้งานได้ดี แต่ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ลูกลอยที่ใช้เกิดการขยายตัวของไมโครสวิทช์ (Micro switch) ภายใน ทำให้วงจรควบคุมผิดความต้องการ จึงแก้ไขอีกโดยการนำลูกลอยในหอกลั่นออก ใช้เฉพาะลูกลอยในหอดูดคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ระบบสามารถทำงานได้ดี สามารถควบคุมมิให้หอดูดคาร์บอนไดออกไซด์แห้ง แต่ต้องคอยตรวจว่าในหอกลั่นสารดูดคาร์บอนไดออกไซด์แห้งลงไปหรือไม่ ถ้าแห้งมาก จึงเติมสารเคมีเพิ่มเติมเข้าไปภายในหอดูดคาร์บอนไดออกไซด์

ข. อุณหภูมิหม้อต้มซ้ำไม่สูงพอ เนื่องจากอัตราการเผาไหม้ของแก๊สหุงต้มไม่ถึงค่ากำหนด เป็นเพราะห้องเผาไหม้เล็กเกินไป และทางออกของแก๊สเสียมีขนาดเล็กเกินไป จึงจำเป็นต้องเพิ่มขดลวดความร้อนเข้าไปในตัวถังขนาด 4.5 กิโลวัตต์ 5 ชุด สามารถเพิ่มอุณหภูมิของหม้อต้มซ้ำได้ถึง 100 องศาเซลเซียส



รูปที่ 6.1 กระบวนการกำจัดฝาร์และสิ่งสกปรกออกจากแก๊สสังเคราะห์
ตลอดจนการลดอุณหภูมิของแก๊สที่ออกจากเตาผลิตแก๊สสังเคราะห์



รูปที่ 6.2 วงจรควบคุมทั้งหมด

ค. ละอองน้ำหลุดจากหอดูดคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังหอดูดความชื้น ทำให้หอดูดความชื้นมีช่วงการทำงานสั้นลง วิธีแก้ไขกระทำโดยใส่ตะแกรงลวดที่ทางออกของหอดูดคาร์บอนไดออกไซด์ไว้กักละอองน้ำขนาดใหญ่ และมีขดท่อทองแดงที่มีน้ำหล่อเย็นไหลผ่านคอยดักความชื้นอีกชั้นก่อนเข้าสู่หอดูดความชื้น ปัญหานี้จึงลดลงไป

6.4 ปัญหาการรีเจนเนอเรทหอดูดความชื้น

เนื่องจากค่าอัตราการไหลของอากาศที่จะใช้ในการรีเจนเนอเรทมีค่าสูงถึง 200 ลบ.เมตร/ชั่วโมง แต่สามารถหาเครื่องสูบลมที่มีขนาดเพียง 75 ลบ.เมตร/ชั่วโมง จึงทำให้การรีเจนเนอเรทต้องยืดยาวออกไปถึง 8 ชั่วโมง การแก้ปัญหาคือ ควรติดตั้งหอดูดความชื้นเพิ่มอีก 1 หอ เพื่อจะทำให้สามารถเดินเครื่องได้ตลอดเวลา แต่ปัญหานี้มิได้แก้ไขเนื่องจากข้อจำกัดของงบประมาณ และเนื่องจากได้ติดตั้งขดลวดความร้อนให้กับระบบรีเจนเนอเรทเพียง 3 กิโลวัตต์ จึงทำให้การรีเจนเนอเรทต้องใช้เวลานานขึ้นเป็น 10 ชม. ทำให้เวลาการปฏิบัติการของหอดูดความชื้นมิสามารถกระทำได้ต่อเนื่องกัน อีกปัญหาหนึ่งคือ ความร้อนที่เกิดจากการดูดซับ ทำให้ประสิทธิภาพของสารความชื้นลดลง จึงได้แก้ไขโดยใส่ขดลวดทองแดงระบายความร้อนจากหอดูดความชื้น แต่อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านขดลวดนี้ไม่เพียงพอ จำเป็นต้องเพิ่มอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น

6.5 ปัญหาความต้องการพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าในโรงงานต้นแบบนี้ ได้ใช้ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีสวิทช์ไฟฟ้า (Breaker) ขนาด 90 แอมแปร์ 3 เฟส จ่ายไปยังเต้าเสียบ ซึ่งมีสวิทช์ไฟฟ้าขนาด 45 แอมแปร์ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานต้นแบบนี้ มีขนาดดังต่อไปนี้

ก.	เครื่องอัดอากาศขนาด	7.5 กิโลวัตต์	จำนวน 1 ชุด
ข.	เครื่องอัดอากาศสำหรับหอดูดความชื้นขนาด	11 กิโลวัตต์	จำนวน 1 ชุด
ค.	ขดลวดความร้อนในหอกลั่นขนาด	4.5 กิโลวัตต์	จำนวน 5 ชุด
ง.	ปั๊มถ่ายเทสารเคมีในหอกลั่นขนาด	.25 กิโลวัตต์	จำนวน 2 ชุด
จ.	ขดลวดความร้อนในหอดูดความชื้นขนาด	1 กิโลวัตต์	จำนวน 3 ชุด

ฉ. แก๊สปั๊มขนาด	1 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ชุด	
ช. ไฟฟ้าระบบควบคุม	2 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ชุด	
ซ. ระบบน้ำหล่อเย็น	3 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ชุด	
ฌ. ระบบปลีกย่อย	2 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ชุด	
รวมความต้องการพลังงานไฟฟ้า	52.5 กิโลวัตต์	

เมื่อคิดค่าเฟกเตอร์ทางไฟฟ้า 0.8 จะได้กระแสไฟฟ้าที่ใช้มีขนาดประมาณ 100 แอมแปร์ ซึ่งสวิทช์ไฟฟ้า 90 แอมแปร์ ไม่สามารถควบคุมได้ พบว่า จะเกิดการตัดกระแสไฟฟ้า (Trip) เนื่องจากสวิทช์ไฟฟ้าร้อน จึงได้แบ่งความต้องการพลังงานไฟฟ้าไปใช้จากขั้นอื่น ๆ ทำให้สามารถทดลองได้ อย่างไรก็ดี ยังจำเป็นที่จะต้องจัดเวลาการทดลองมิให้พร้อมกับการทดลองอื่น ๆ มิฉะนั้นจะพบปัญหาการตัดกระแสไฟฟ้าโดยสวิทช์ไฟฟ้า