บทที่ 5

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบเครื่องควบแน่นต่างชนิดกันคือ เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-Cooled Condenser,WCC) และเครื่องควบแน่นแบบระเหยด้วยลมธรรมชาติ (Natural Draft Evaporative Condenser , NDEC) ที่ใช้ในระบบทำความเย็นในโรงงานน้ำแข็งซอง โดยการควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะการทำงาน คือ อุณหภูมิระเหยและอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศแล้วเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COPr) สัมประสิทธิ์สมรรถนะการใช้ไฟฟ้ารวม(COPt) สัมประสิทธิ์สมรรถนะเป็นการแสดงถึงประสิทธิภาพโดยรวมของวัฏจักรการทำความเย็น

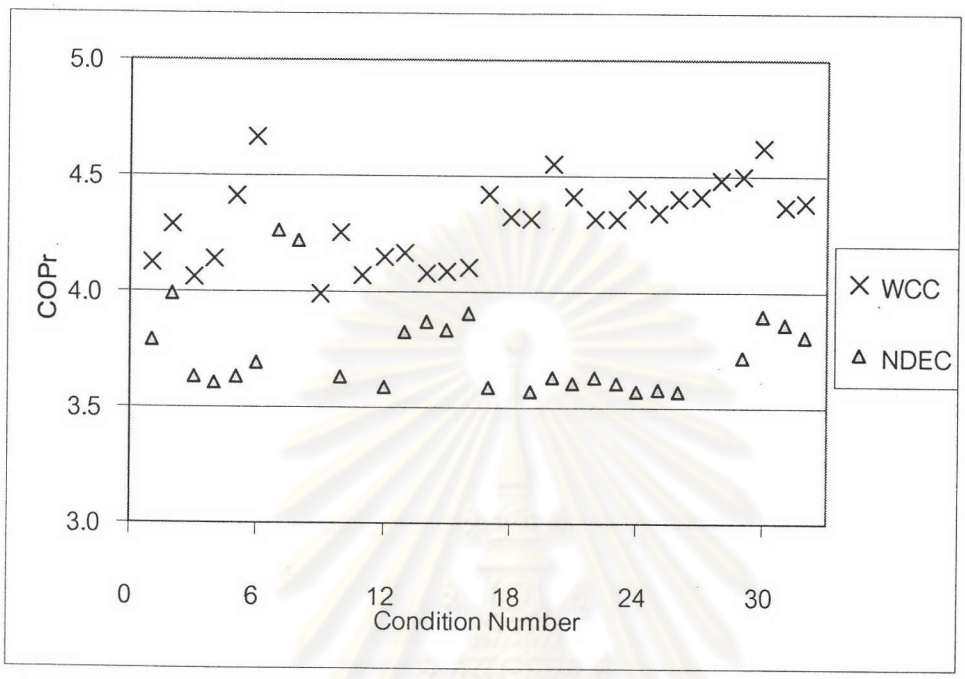
เนื่องจากในการใช้งานจริงของเครื่องควบแน่นจะมีการเกิดความสกปรกซึ่งจะลดประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน(Fouling) ในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้ทำการตรวจวัดข้อมูลเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ของเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่ติดตั้งใหม่กับเครื่องที่ติดตั้งมานานและไม่ได้ทำความสะอาดเพื่อดูผลของ Fouling

5.1 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COPr)

เป็นค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะที่คำนวณจากคุณสมบัติของสารทำความเย็นในวัฏจักร

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (WCC) กับระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยด้วยลมธรรมชาติ (NDEC)

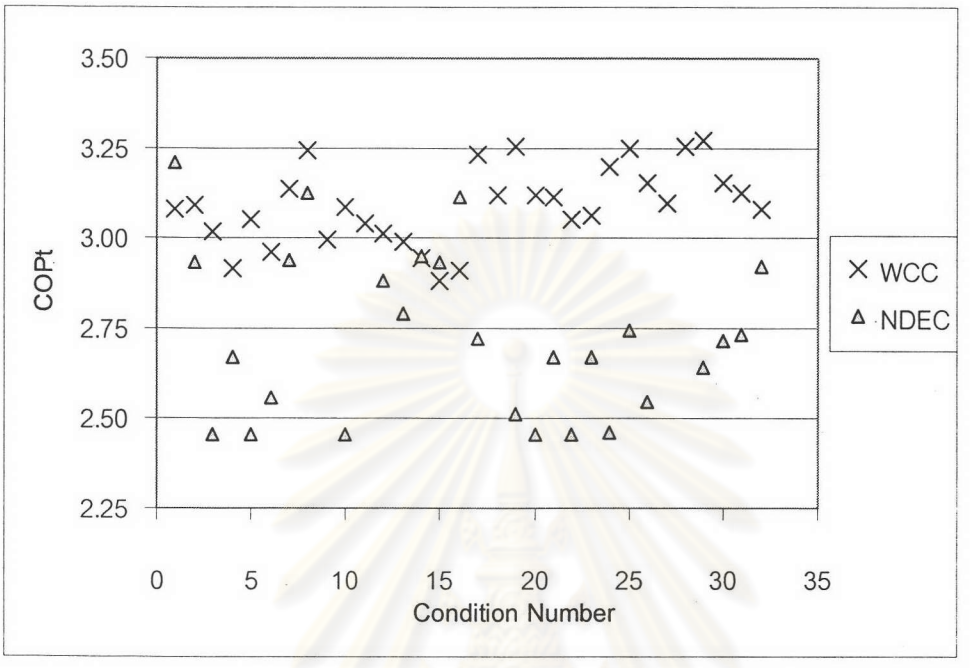
	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COPr)		ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการใช้ไฟฟ้ารวมในการทำความเย็น (COPt)	
	WCC	NDEC	WCC	NDECt
Min	4.06	3.57	2.88	2.46
Max	4.67	3.98	3.27	3.21
Average	4.31	3.71	3.08	2.71



รูปที่ 5.1 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COPr)ของวัฏจักรทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระบายความความร้อนด้วยน้ำ (WCC) และเครื่องควบแน่นแบบระเหยด้วยลมธรรมชาติ (NDEC) ที่สภาวะต่างๆ

ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COPr) เป็นค่าอัตราส่วนของผลการการทำความเย็นต่ออัตรส่วนงานที่คำนวณจากคุณสมบัติของสารทำความเย็นในวัฏจักร เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (WCC) มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น เฉลี่ย 4.31 สูงกว่าเครื่องควบแน่นแบบระเหยด้วยลมธรรมชาติ ที่มีค่าเฉลี่ย 3.71 หรือสูงกว่าร้อยละ 16

5.2 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นรวม (COPt)



รูปที่ 5.2 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการใช้ไฟฟ้ารวมในการทำความเย็น (COPt)ของวัฏจักรทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระบายความความร้อนด้วยน้ำ (WCC) และเครื่องควบแน่นแบบระเหยด้วยลมธรรมชาติ (NDEC) ที่สภาวะต่างๆ

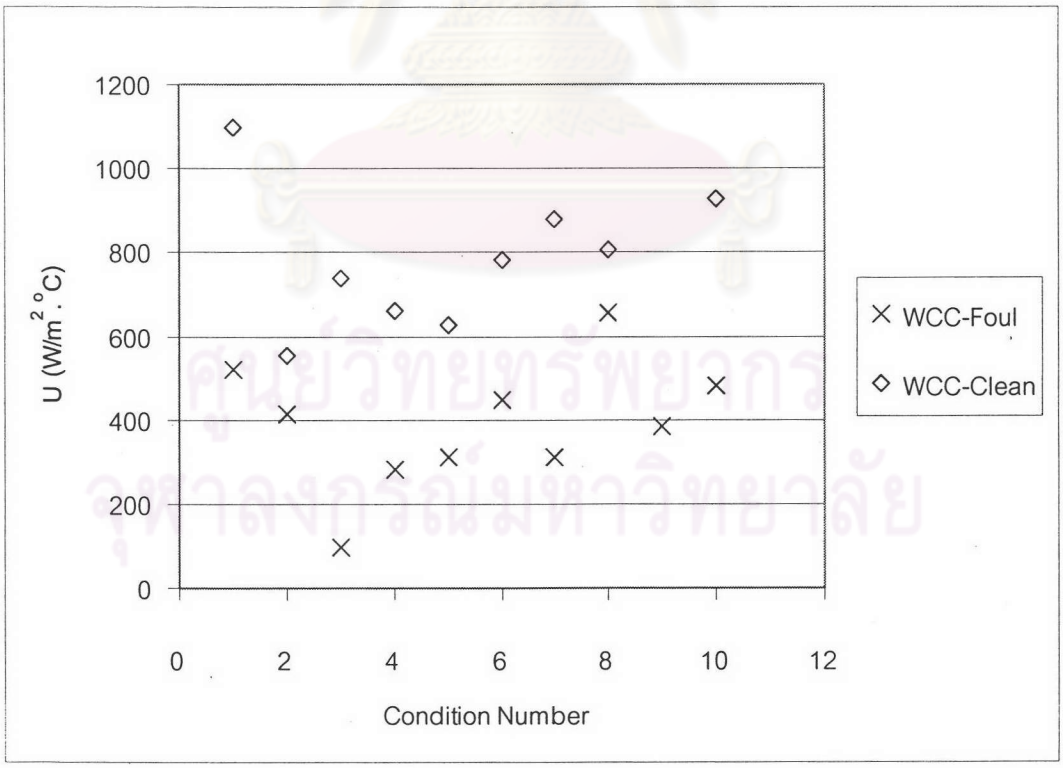
ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการใช้ไฟฟ้ารวมในการทำความเย็น(COPt) เป็นค่าอัตราส่วนการทำความเย็นที่คำนวณจากวัฏจักรสารทำความเย็น ต่อกำลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่วัดจริง ในกรณีนี้ชุดเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมีอุปกรณ์เสริมมากกว่าคือพัดลมในหอทำความเย็น กำลังไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ใช้จริงจะมากกว่าค่าที่คำนวณได้เนื่องจากมีการสูญเสียกับแรงเสียดทาน

ผลที่ได้คือเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการใช้ไฟฟ้ารวมในการทำความเย็น (COPt) เฉลี่ย 3.08 สูงกว่าเครื่องควบแน่นแบบระเหยด้วยลมธรรมชาติ ที่มีค่าเฉลี่ย 2.71 หรือสูงกว่าร้อยละ 14

เครื่องควบแน่นทั้งสองแบบนี้มีการถ่ายเทความร้อนขั้นสุดท้ายออกสู่อากาศแวดล้อมด้วยวิธีการถ่ายเทมวลและความร้อนของน้ำหล่อเย็นเหมือนกัน แม้ว่าเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมีอุณหภูมิของฟิล์มน้ำที่สัมผัสอากาศบริเวณหอทำความเย็นต่ำกว่าเครื่องควบแน่นแบบระเหยที่ฟิล์มน้ำอยู่ที่ผิวท่อเครื่องควบแน่น ดังแสดงในตาราง ค.11 และ ง. 7 แต่เนื่องจากหอทำความเย็นมีการติดตั้งพัดลมเพิ่มอัตราการไหลของอากาศ ความเร็วลมเฉลี่ย 4 m/s และมีพื้นที่แผ่นกรุ (fill) เพิ่มพื้นที่ฟิล์มน้ำทำให้เพิ่มการระเหย จากตัวอย่างหอทำความเย็น 300 RTON ที่ทำการศึกษามีพื้นที่ประมาณ 2,016 ตร.ม. ในขณะที่ NDEC ใช้พื้นที่ติดตั้งมากแต่มี พื้นที่ผิวท่อเพียง 500 ตร.ม. รวมผลของพื้นที่ฟิล์มน้ำและแรงลมพัดทำให้ WCC มีประสิทธิภาพดีกว่า NDEC

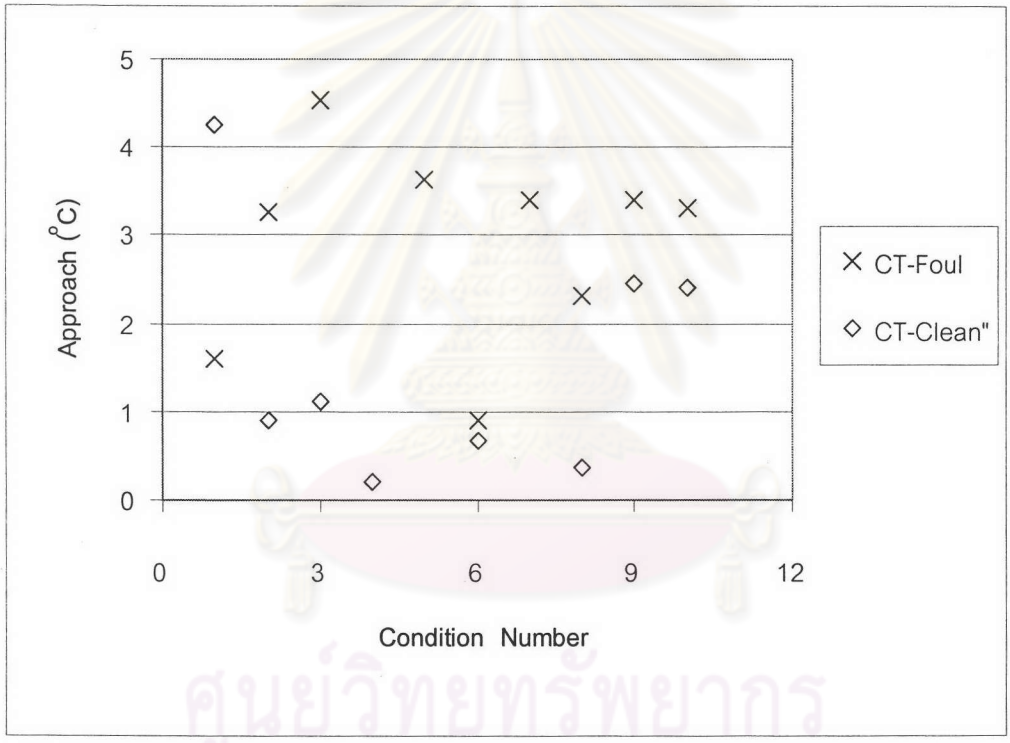
5.3 ความสกปรกที่เกิดในเครื่องควบแน่น(Fouling)

เครื่องจักรและอุปกรณ์เมื่อใช้ไประยะหนึ่งจะมีการเสื่อมสภาพ ประสิทธิภาพจะลดลง



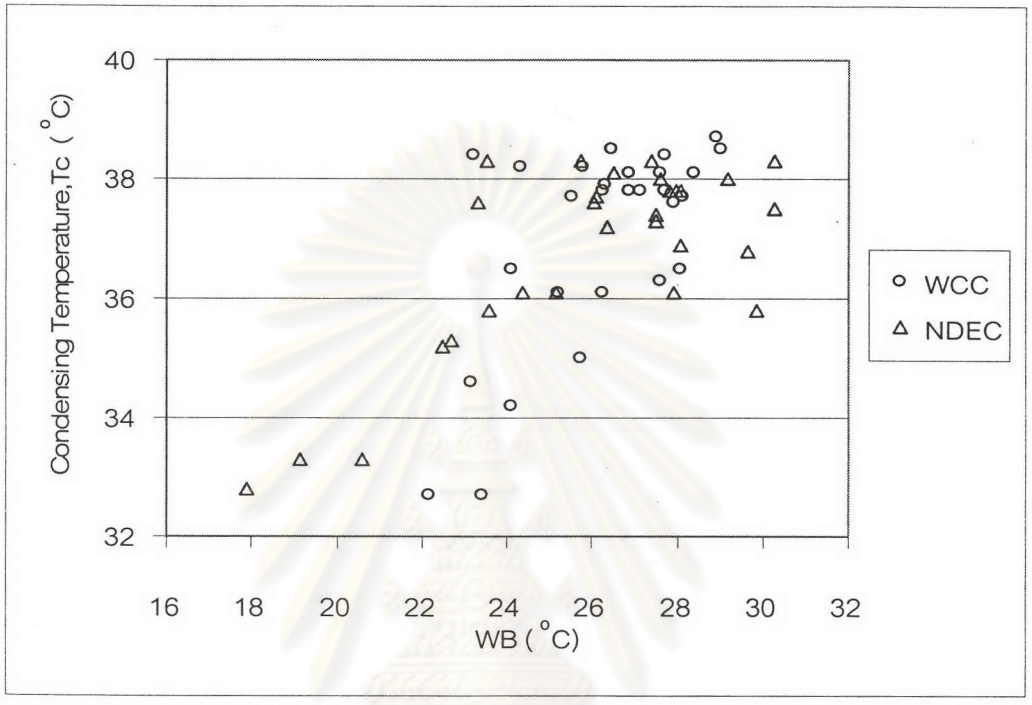
รูปที่ 5.3 แผนภูมิแสดงค่า U เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ติดตั้งใหม่กับเครื่องเก่าที่ไม่ได้ทำความสะอาด

จากรูปที่ 5.3 เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ติดตั้งใหม่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงกว่าเครื่องเก่าที่ไม่ได้ทำความสะอาด และรูปที่ 5.4 หอทำความเย็นที่ติดตั้งใหม่มีค่า Approach ต่ำกว่าหอทำความเย็นเครื่องเก่าอย่างชัดเจน ดังนั้นควรมีการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อ หอทำความเย็นอย่างสม่ำเสมอจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วย



รูปที่ 5.4 แผนภูมิแสดงค่า Approach ของหอทำความเย็นตั้งใหม่ (CT –Clean)กับเครื่องเก่าที่ไม่ได้ทำความสะอาด (CT-Foul)

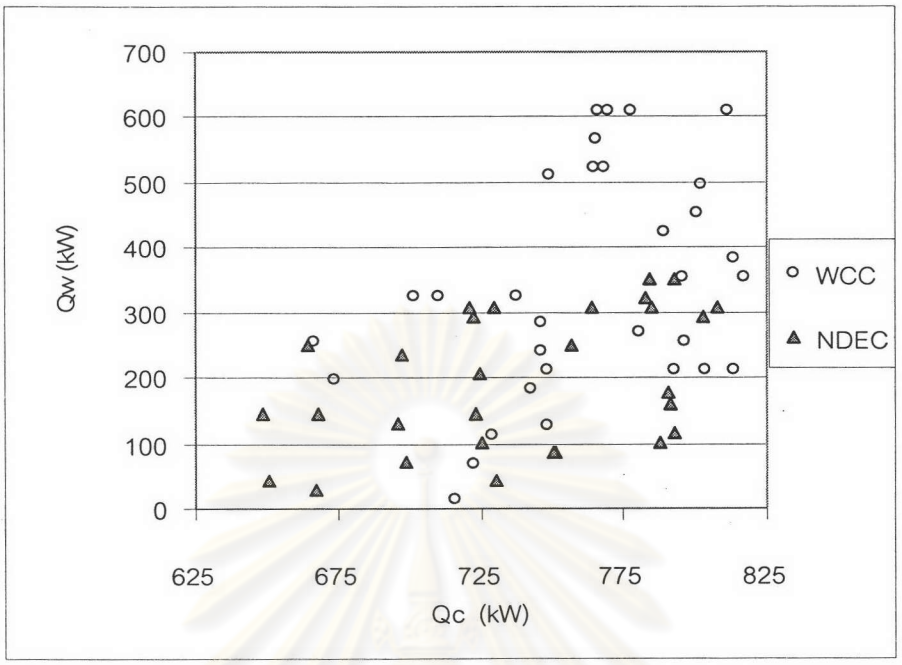
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิควบแน่นกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก

อุณหภูมิกระเปาะเปียกมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิควบแน่นเนื่องจากสภาพการถ่ายเทความร้อนและปริมาณการบริโภคน้ำแข็งของผู้บริโภค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.6 เปรียบเทียบปริมาณความร้อนของสารทำความเย็น น้ำและอากาศที่คำนวณได้

ความแตกต่างของความร้อนที่คำนวณ Qw,Qa,Qc เนื่องจาก

1. ค่าความร้อนที่สารทำความเย็นถ่ายเทออก คำนวณแล้วมีค่ามากกว่าที่น้ำได้รับ เนื่องจากมีการถ่ายเทความร้อนออกทางส่วนอื่นที่เป็นพื้นผิวไม่หุ้มฉนวนซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิในห้องเครื่องอัดไอและห้องเครื่องควบแน่นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศ
2. การที่ความร้อนที่คำนวณจากน้ำทำความเย็นมีค่าสูงกว่าที่คำนวณได้จากอากาศ มีความเป็นไปได้ว่าในการไหลของน้ำผ่านแผ่นกรุน้ำ (fill) อย่างไม่ทั่วถึงทำให้มีน้ำบางส่วนที่ไม่ได้สัมผัสกับถ่ายเทความร้อนกับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพอากาศ แต่การถ่ายเทความร้อนก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำโดยรวม
3. แผ่นกรุน้ำมีความสกปรกมาก มีตะไคร่น้ำเกาะอยู่หนาทำให้อากาศไม่สามารถไหลเข้าไปในหอทำความเย็นได้สะดวกลดประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน