รายงานการวิจัย

เรื่อง

การสร้างเครื่องแช่แข็งความเย็นอย่างยิ่งยวด

ULTRA COLD LOW TEMPERATURE FREEZER

โดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ร่วมกับ

ห้างหุ้นส่วนจำกัดอัลตร้าโคลด์เอ็นจิเนียริ่ง

BTC-Library

3 2000 00068675 0

โครงการความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน

ด้วยความสนับสนุนทุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ประจำปีงบประมาณ 2546

รายงานการวิจัย

การสร้างเครื่องแช่แข็งความเย็นอย่างยิ่งยวด

ULTRA COLD LOW TEMPERATURE FREEZER

โดย

สมยศ อัมหิรัญ

สรวุฒิ จงเสถียร

สว่าง ฉันทวิทย์

ประทีป บุญทราพงษ์

BTC-Library

3 2000 00068675 0

โครงการความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน

ด้วยความสนับสนุนทุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ประจำปีงบประมาณ 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน เดือน ปี.....

คำนำ

การเรียนการสอนในปัจจุบันนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะทำให้คนเราได้รับความรู้และได้รู้จักความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะในขณะนี้ประเทศของเรากำลังส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตการส่งออก เพื่อผลิตสินค้าอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมออกสู่ตลาดโลกเพื่อทำให้เกิดการจ้างงานเพิ่มขึ้นอันจะเป็นผลทำให้เศรษฐกิจในประเทศเกิดการขยายตัว การส่งเสริมบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อมเป็นอีกกลยุทธหนึ่งที่รัฐบาลใช้เพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจให้ดีขึ้นแต่บริษัทเหล่านั้นประสบปัญหาเกิดการขาดแคลนเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยรวมถึงเงินทุนที่ใช้ในการผลิตและพัฒนาองค์กรซึ่งทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับบริษัทจากต่างชาติได้ ทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าวและถือเป็นหน้าที่ของมหาวิทยาลัยที่ต้องช่วยแก้ไขปัญหานี้จึงมีนโยบายให้แต่ละวิทยาเขตในมหาวิทยาลัยทั่วประเทศต้องมีการประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์และเทคโนโลยีหรืองานวิจัยที่ส่งเสริมภาคอุสาหกรรมและเกษตรกรรมภายในประเทศให้เข้มแข็งโดยเน้นให้เป็นความร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อทำงานเหล่านี้ร่วมกันจะได้เป็นการส่งเสริมบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อมไปด้วย

ในปัจจุบันผลผลิตทางด้านการเกษตรของประเทศเช่นผลไม้ต่างๆ ที่ออกตามฤดูกาลมักเกิดปัญหาล้นตลาด เนื่องจากมีการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้นและจุดอ่อนของผลไม้เหล่านี้ คือ สุกงอมในเวลาที่ใกล้เคียงกัน ทำให้เกษตรกรต้องรีบนำผลไม้เหล่านี้เข้าสู่ตลาด เพราะถ้าทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเสีย ดังนั้นเมื่อผลไม้มีจำนวนมากราคาขายในท้องตลาดย่อมต่ำ ซึ่งเป็นไปตามหลักเศรษฐศาสตร์ หากสามารถเก็บผลไม้ไว้ได้โดยไม่เน่าเสียจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลไม้เหล่านั้นได้มากและยังเป็นการแก้ปัญหาผลไม้ล้นตลาดได้อีกทางหนึ่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลเป็นสถานศึกษาที่ตั้งอยู่ในชุมชนตามจังหวัดต่างๆ ทำหน้าที่สอนและเผยแพร่งานวิจัย รวมทั้งให้ความช่วยเหลือประชาชนในจังหวัดและท้องถิ่นใกล้เคียง งานวิจัยหนึ่งของสถาบันที่ได้ตอบสนองความต้องของประชาชนคือเครื่องแช่แข็งซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางการเกษตร เพื่อใช้ในงานวิจัยและช่วยเหลือเกษตรกรซึ่งได้ขอความอนุเคราะห์สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมลคล ให้ผลิตเพิ่มตามโครงการสิ่งประดิษฐ์ความร่วมมือระหว่างสายช่างอุตสาหกรรมกับเกษตรกรรม ซึ่งวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ได้รับการติดต่อจากสถาบันวิจัยและพัฒนาจึงมอบให้แผนกวิชาช่างโลหะ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ได้ศึกษาปรับปรุงและติดต่อทีมงานเพื่อสร้างเครื่องแช่แข็ง โดยแจ้งผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม และทีมงานได้เสนอความเป็นไปได้ของโครงการกับผู้อำนวยการวิยาเขตต่างๆแล้ว ตกลงให้วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯเป็นผู้ดำเนินการสร้างเครื่องแช่แข็งเพิ่มเติม

บทคัดย่อ

โครงการสิ่งประดิษฐ์นี้เป็นการสร้างตู้แช่แข็งอุณหภูมิต่ำอย่างยิ่งยวดเป็นตู้ที่ 3 และ 4 โดยเป็นโครงการร่วมกับภาคเอกชน เพื่อสร้างตู้แช่แข็งความเย็นยิ่งยวดให้วิทยาเขตในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นำไปใช้ในการวิจัยการถนอมอาหารเพื่อช่วยแก้ปัญหาสินค้าเกษตรต่างๆล้นตลาดในหน้าฤดูกาล แต่ตู้แช่แข็งสองตู้แรกมีขนาดใหญ่สิ้นเปลืองพลังงานและไม่เหมาะกับงานวิจัยที่ไม่ต้องการความจุมากนัก ทางคณะผู้จัดทำจึงพัฒนาให้มีขนาดเหมาะสมและเพิ่มเป็น 2 ตู้ในงบประมาณเท่าเดิม

การดำเนินการสร้างตู้แช่แข็งอุณหภูมิต่ำกว่า $-70^{0}C$ ได้ออกแบบระบบทำความเย็นเป็นแบบระบบ 2 ขั้น (2 Stage refrigeration) ใช้น้ำยา R22 และR503 คอยล์ร้อนระบบขั้นที่ 1 ใช้พัดลมตัวเล็ก 2ตัว เพื่อไม่ให้เสียงดังเวลาทำงาน คอยล์ร้อน ระบบขั้นที่ 2 ในห้องแช่แข็งใช้พัดลมทนอุณหภูมิต่ำ 1 ตัวใช้ชุดแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) แบบท่อ 2 ชั้น (2 Layer) ใช้ระบบป้องกันความเสียหาย (Safety Device) ทั้งแบบระบบกลไกและระบบไฟฟ้า ส่วนระบบควบคุมอุณหภูมิใช้ระบบดิจิตอลและระบบสวิตซ์ตัดไฟที่ประตูตัดการทำงานทั้งระบบเมื่อประตูถูกเปิดขณะเครื่องทำงานอยู่เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องและไม่ให้พัดลมพัดความเย็นออกจากตู้ และเมื่อปิดตู้จะมีระบบปรับความดันในตู้เพื่อช่วยให้อากาศที่หดตัวในห้องแช่แข็งปรับสภาพให้สมดุลย์โดยติดตั้งไว้หลังตู้

จากการทดลองตู้แช่แข็งแบ่งเป็น 3 ส่วนคือทดลองการทำงานของความสามารถทำอุณหภูมิต่ำสุด การหาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิ และทดสอบระบบความปลอดภัย โดยการทดลองส่วนแรกเพื่อทดสอบความสามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุด ในการทดลองได้ติดตั้งชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)ให้มีช่วงห่าง 4 องศาเซลเซียส โดยตั้งให้วงจรทำความเย็นหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น $2^{\circ}C$ ของอุณหภูมิที่ตั้งไว้และให้เริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ 2 $^{\circ}C$ โดยเริ่มตั้งค่าที่อุณหภูมิ $-70^{\circ}C$ และลดลงทีละ 5 $^{\circ}C$ ผลปรากฏว่าลดอุณหภูมิลงถึง $-80^{\circ}C$ คือ วงจรทำความเย็นหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิ $-82^{\circ}C$ และเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิ $-78^{\circ}C$ ส่วนที่ 2 จับเวลาและบันทึกค่าอุณหภูมิเพื่อหาเวลาเฉลี่ยสรุปได้ว่าเครื่องสามารถทำอุณหภูมิที่ $-70^{\circ}C$ ในเวลา 34 นาที และทำอุณหภูมิสูงสุดที่อุณหภูมิ $-80^{\circ}C$ ในเวลา 51 นาที ในส่วนสุดท้ายของการทดสอบคือการทดลองระบบป้องกันการเกิดอุณหภูมิยิ่งยวดเกิน(Over Super Heat) ยังทำงานได้ตามที่ต้องการ ระบบป้องกันน้ำแข็งเกาะขอบตู้ก็สามารถทำงานได้ดี โดยระหว่างเครื่องทำงานไม่มีน้ำแข็งเกาะบริเวณขอบตู้และขอบตู้ก็อุ่นอยู่เสมอ ส่วนคอมเพรสเซอร์มีระบบน้ำยามาหล่อเย็นช่วงเริ่มทำงานเพื่อป้องกันความเสียหายและยืดอายุการใช้งาน ดังนั้นการทดสอบเดินเครื่องได้ผลเป็นไปตามที่ได้ออกแบบทั้งในระบบการทำความเย็น, การแสดงผลและระบบป้องกันความเสียหายที่สามารถใช้ได้เต็มประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสิ่งประดิษฐ์นี้เป็นการสร้างตู้แช่แข็งอุณหภูมิต่ำกว่า –70^{0}C เพื่อใช้ในการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เนื่องจากตู้แช่แข็งความเย็นยิ่งยวด 2 ตู้ก่อนหน้านี้สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีหลายวิทยาเขตต้องการตู้แช่แข็งเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยการถนอมอาหารเพื่อแก้ปัญหาการที่ผลไม้ล้นตลาดในหน้าฤดูกาลจะได้ไม่ต้องสั่งตู้แช่จากบริษัทต่างชาติที่มีราคาแพงและไม่ตรงกับความต้องการ จึงได้ขอความร่วมมือจากวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯซึ่งทางวิทยาเขตฯได้มอบหมายให้แผนกวิชาช่างโลหะโดยมีอาจารย์ สมยศ อัมหิรัญและอาจารย์ สว่าง ฉันทวิทย์ ประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องทำความเย็นคือ อาจารย์ สรวุฒิ จงเสถียร อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้า และ อาจารย์ประทีป บุญทราพงษ์ อดีตอาจารย์ช่างไฟฟ้าของวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาโครงการมาเป็นคณะทำงาน

โครงการนี้เป็นความร่วมมือกันระหว่างวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯและห้างหุ้นส่วนจำกัดอัลตร้าโคลด์เอ็นจิเนียริ่ง ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนด้วยความสนับสนุนทุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลประจำปีงบประมาณ 2546 เป็นโครงการที่ 3 ต่อจาก 2 โครงการก่อนหน้า ที่สร้างตู้แช่แข็งความเย็นยิ่งยวดที่ทำอุณหภูมิต่ำกว่า – 70 ^{0}C และ – 75 ^{0}C แต่โครงการนี้จะไม่เน้นเพิ่มความสามารถในการทำอุณหภูมิต่ำสุดแต่จะออกแบบให้ตู้มีขนาดเล็กลงเพื่อเหมาะสมจะใช้ในการวิจัยโดยประสิทธิภาพต้องไม่ด้อยกว่าเดิม

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลที่มอบทุนเพื่อสร้างเครื่องแช่แข็งความเย็นยิ่งยวดอย่างต่อเนื่องเป็นโครงการที่ 3 โดยในครั้งนี้ได้สร้างตู้แช่ที่มีขนาดเล็กลงแต่สร้างได้จำนวน 2 ตู้ เพื่อใช้ในการวิจัยทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งตรงกับยุทธศาสตร์ของชาติที่ต้องการส่งเสริมให้ประเทศเป็นครัวของโลก คณะผู้จัดทำหวังว่าจะได้รับการสนับสนุนในโอกาสต่อไป

สารบัญ

คำนำ

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

บทที่1 บทนำ 1

บทที่2 วิธีการวิจัย 3

บทที่3 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 13

เอกสารอ้างอิง 16

ภาคผนวก

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การเรียนการสอนในปัจจุบันนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะทำให้คนเราได้รับความรู้และได้รู้จักความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะในขณะนี้ประเทศของเรา กำลังส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตการส่งออก เพื่อผลิตสินค้าอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมออกสู่ตลาดโลกเพื่อทำให้เกิดการจ้างงานเพิ่มขึ้นอันจะเป็นผลทำให้เศรษฐกิจในประเทศเกิดการขยายตัว การส่งเสริมบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อมเป็นอีกกลยุทธหนึ่งที่รัฐบาลใช้เพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจให้ดีขึ้นแต่บริษัทเหล่านั้นประสบปัญหาเกิดการขาดแคลนเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยรวมถึงเงินทุนที่ใช้ในการผลิตและพัฒนาองค์กรซึ่งทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับบริษัทจากต่างชาติได้ ทางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล(ชื่อเดิมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ)ได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าวและถือเป็นหน้าที่ของสถาบันที่ต้องช่วยแก้ไขปัญหานี้จึงมีนโยบายให้แต่ละวิทยาเขตในสถาบันทั่วประเทศต้องมีการประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์และเทคโนโลยีหรืองานวิจัยที่ส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมภายในประเทศให้เข้มแข็งโดยเน้นให้เป็นความร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อทำงานเหล่านี้ร่วมกันจะได้เป็นการส่งเสริมบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อมไปด้วย

ในปัจจุบันผลผลิตทางด้านการเกษตรของประเทศเช่นผลไม้ต่างๆ ที่ออกตามฤดูกาลมักเกิดปัญหาล้นตลาด เนื่องจากมีการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้นและจุดอ่อนของผลไม้เหล่านี้ คือ สุกงอมในเวลาที่ใกล้เคียงกัน ทำให้เกษตรกรต้องรีบนำผลไม้เหล่านี้เข้าสู่ตลาดเพราะถ้าทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเสีย ดังนั้นเมื่อผลไม้มีจำนวนมากราคาขายในท้องตลาดย่อมต่ำ ซึ่งเป็นไปตามหลักเศรษฐศาสตร์ หากสามารถเก็บผลไม้ไว้ได้โดยไม่เน่าเสียจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลไม้เหล่านั้นได้มาก และยังเป็นการแก้ปัญหาผลไม้ล้นตลาดได้อีกทางหนึ่ง

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตจันทบุรี ได้รับตู้แช่แข็งไปใช้ในงานวิจัยและได้ผลเป็นอย่างดี ทางสถาบันวิจัยและพัฒนาสถาบันเทคโนโลยีราชมลคลได้ให้วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯพัฒนาเครื่องต้นแบบตามโครงการสิ่งประดิษฐ์ความร่วมมือระหว่างสายช่างอุตสาหกรรมกับเกษตรกรรม ซึ่งแผนกวิชาช่างโลหะ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ได้รับมอบหมายเพื่อพัฒนาและสร้างเครื่องแช่แข็งที่มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้ในงานวิจัย โดยทีมงานได้เสนอความเป็นไปได้ของโครงการและดำเนินการสร้างเครื่องแช่แข็งเพิ่มอีก 2 ตู้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตร

1.2.2 สามารถเก็บสินค้าทางการเกษตรให้มีอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น

1.2.3 เพื่อเป็นต้นแบบเครื่องแช่แข็งที่ผลิตโดยคนไทย

1.2.4 ส่งเสริมอุตสาหกรรมการเกษตรในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงการ

สร้างเครื่องแช่แข็ง (เครื่องทำอุณหภูมิอย่างยิ่งยวด) จำนวน 2 เครื่องโดยมีคุณลักษณะดังนี้

1.3.1 ทำอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า -70 องศาเซลเซียส

1.3.2 ปริมาตรในตัวห้องทำความเย็นไม่น้อยกว่า 8.5 ลูกบาศก์ฟุต ต่อตู้

1.3.3 ชุดปรับอุณหภูมิระบบดิจิตอล

1.3.4 มีชั้นวางของปรับระดับได้จำนวนไม่น้อยกว่า 4-6 ชั้น

1.3.5 ขนาดวัดนอกของเครื่องต้องมีขนาดเล็กกว่าเครื่องที่แล้ว

1.3.6 การทำงานของเครื่องเป็นระบบน้ำยาทำความเย็น

1.3.7 ใช้กระแสไฟ 380 v 50 Hz

1.4 การประเมินผล

1.4.1 ออกแบบเครื่องแช่แข็งให้มีขนาดเล็กลงเพื่อเหมาะใช้ในงานวิจัย

1.4.2 สร้างเครื่องแช่แข็งตามแบบ

1.4.3 ประเมินจากความสามารถของสิ่งประดิษฐ์ตามคุณลักษณะที่กำหนด

1.4.4 จัดทำรายงานสรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตร

1.5.2 เก็บสินค้าทางการเกษตรให้มีอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น

1.5.3 ได้ต้นแบบเครื่องแช่แข็งที่ผลิตโดยคนไทย

1.5.4 ส่งเสริมให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านเครื่องแช่แข็ง

บทที่2
วิธีการวิจัย

การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ตู้แช่แข็งได้ออกแบบเพื่อย่อส่วนให้เหมาะกับงานวิจัยเพื่อความเหมาะสมในการใช้งานและความประหยัดปัจจัยต่างๆที่ใช้ในการวิจัย

2.1 การออกแบบเครื่องแช่แข็งความเย็นยิ่งยวด

2.1.1 ออกแบบตัวเครื่องแช่แข็งและระบบความปลอดภัย

การออกแบบเริ่มจากการพิจารณาจากจุดประสงค์ในการใช้งานว่าต้องการใช้ตู้เย็นไปทำอะไร ตามโครงการที่ผ่านมาวิทยาเขตจันทบุรีนำไปแช่เพื่อถนอมอาหารสดและผลไม้ต่างๆที่ออกตามฤดูกาลซึ่งการถนอมอาหารสดเหล่านั้นจะใช้อุณหภูมิที่ไม่เกิน – 55 องศาเซลเซียส จะไม่ทำให้คุณค่าทางอาหารเปลี่ยนไปและการที่ทางผู้ดำเนินการสร้างได้ออกแบบระบบตู้แช่แบบใช้ไฟฟ้าแทนการใช้ตู้แช่แบบใช้คาร์บอนไดอ๊อกซ์เพราะประหยัดและสะดวกกว่าไม่ต้องมาสิ้นเปลืองและยุ่งยากในการเติมคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ดังเช่นในเรือหาปลาจะใช้ตู้แช่ไฟฟ้าแทนการใช้ตู้แช่คาร์บอนไดอ๊อกไซด์เพราะไม่ต้องเติมคาร์บอนไดอ๊อกไซด์บ่อยๆ ในการแช่แข็งต้องระวังการช็อคอันเกิดจากการแข็งตัวกระทันหันทำให้เกิดการแข็งแค่ภายนอกข้างในไม่แข็ง หลักการที่ถูกต้องคือการออกแบบให้เกิดการส่งถ่ายความร้อน (Heat Transfer) ที่มาชนกันตรงกลางเพื่อป้องกันการเกิดการช็อคในการแช่แข็ง ในการออกแบบยังต้องมีการเผื่อค่าตัวแปรต่างๆ เช่นการใส่ภาชนะปิดหมดทุกด้านแล้วนำไปแช่หรือเพื่อใช้ทดลองอื่นๆ ดังนั้นเครื่องแช่แข็งเครื่องนี้จึงกำหนดให้สามารถทำความเย็นได้ถึง – 70 องศาเซลเซียสเป็นอย่างน้อย

1) การกำหนดขนาดตู้แช่จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นความจุของตู้หรือห้องแช่แข็งและส่วนที่เป็นห้องเครื่อง

ก) พื้นที่ของห้องแช่ทั้งหมดคือ 8.5 ลูกบาศก์ฟุต โดยมีขนาดในห้องแช่กว้าง 51 ซม. ลึก 75 ซม. สูง 71 ซม. จากนั้นจึงออกแบบพื้นที่ของห้องเครื่องที่สามารถจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข) พื้นที่ทั้งหมดของห้องเครื่องได้แบ่งเป็น 2 ชั้นเพื่อความเหมาะสมในการจัดวางอุปกรณ์ ขนาดที่เหมาะสมของชั้นที่1 ที่จะเป็นระบบไฟฟ้ามีขนาดวัดนอกของเครื่องกว้าง 40.5 ซม. ยาว 96.5 ซม. สูง 99 ซม. และขนาดที่เหมาะสมของชั้นที่ 2 ที่จะวางคอมเพรสเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ขนาดวัดนอกของเครื่องกว้าง 127 ซม. ยาว 96.5 ซม. สูง 65 ซม.

2) การออกแบบระบบความปลอดภัย (Safety Device)

ก) วงจรลดความร้อนยิ่งยวด (Decrease Super Heat)

ถ้าในระบบเกิดความร้อนมากเกิน(Over heat)ต้องมีวงจรปล่อยน้ำยามาหล่อเย็นไม่เช่นนั้นคอมเพรสเซอร์จะเสียหายและต้องมีวงจรนี้ทั้งระบบที่ 1 และ2 เพราะบางครั้งการนำภาระแรง (Load)เข้าตู้กระทันหันจะทำให้คอมเพรสเซอร์เสียหายได้เนื่องจากการเปลี่ยนภาระแรงกระทันหันทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้นอย่างมาก

ข) วงจรความปลอดภัยที่ประตู (Door Switch)

การออกแบบประตูตู้แช่แข็งต้องออกแบบให้มีสวิทช์ที่ประตูเพื่อให้พัดลมหยุดทำงานเมื่อเปิดประตูตู้เนื่องจากถ้าไม่มีระบบนี้เวลาเปิดตู้ขณะเครื่องทำงานจะทำให้พัดลมในตู้พัดเอาความเย็นออกมาข้างนอกทำให้สูญเสียความเย็นและเพิ่มภาระแรงให้กับอุปกรณ์ต่างๆในระบบ เมื่อเปิดประตูแล้วปิดจะเปิดอีกไม่ได้ต้องรอสักครู่เพราะข้างในมีอุณหภูมิต่างจากข้างนอกมากเรียกว่ามีความแตกต่างของอุณหภูมิสูง (Difference Temperature) ทำให้อากาศใหม่ที่เข้าไปในตู้ขณะเปิดตู้เพื่อใส่ภาระแรงเพิ่มเกิดการหดตัวหรือเรียกว่าการปรับตัวเพื่อให้เกิดสมดุลหรือให้อุณหภูมิในตู้เท่ากันตู้จึงสามารถเปิดได้อีกครั้ง ดังนั้นนอกจากสวิทช์ประตูแล้วยังต้องมีวงจรที่จะลดแรงดูดที่เกิดจากการหดตัวของอากาศเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับตัวตู้และยังทำให้สามารถเปิดตู้ได้เร็วขึ้นดีกว่าปล่อยให้ปรับแรงดันให้สมดุลเอง โดยได้ออกแบบให้มีวาล์วโซลินอยด์ค่อยๆปล่อยแรงดูดที่เกิดขึ้นเมื่อปิดตู้

2.1.2 การออกแบบจรการทำความเย็นและวงจรไฟฟ้าของตู้แช่แข็ง

วงจรเริ่มจากวาล์ว (Manual valve) สู่ท่อยืดหยุ่นได้(Flexible Tube) แล้วเข้าสู่อุปกรณ์แยกน้ำออกจากน้ำมัน (Oil Separator) จะมี 3 ท่อคือ ทางเข้า (Inlet) ทางออก(Outlet) ทางกันน้ำมัน (Oil Defense) เป็นท่อที่เลี้ยวกลับมาที่คอมเพรสเซอร์ จากนั้นผ่านอุปกรณ์กรองความชื้นและสิ่งสกปรก (Drier) เข้าสู่ระบบละลายน้ำแข็งที่ขอบตู้ (Door Frame Hot Gas) เพื่อไม่ให้มีน้ำแข็งที่ขอบประตูตู้เพราะความแตกต่างของอุณหภูมิ (Difference Temperature) ข้างในและข้างนอกต่างกันเป็นร้อยองศา เช่นถ้าเปิดเครื่องตามที่ตั้งไว้คือ –70 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิข้างนอก 36 องศาเซลเซียสต่างกันถึง106 องศาเซลเซียส ตู้ทั่วไปไม่ป้องกันตรงนี้จึงมีน้ำแข็งเกาะที่ขอบตู้ ดังนั้นเอามือจับที่ขอบตู้ขณะเปิดเครื่องจะรู้สึกอุ่นๆจากนั้นจะมาผ่านคอนเดนเซอร์ (อยู่ห้องวางอุปกรณ์ชั้นล่าง) ผ่านขึ้นมาที่ถังเก็บน้ำยา (Liquid Receiver Tank) จากถังเก็บน้ำยา (Liquid Receiver Tank) จะมีวาล์วตัวที่ 2 ที่จะไหลผ่านอุปกรณ์กรองความชื้นและสิ่งสกปรกตัวที่2 (Drier) ผ่าน Sight Glass และมาผ่าน วาล์วโซลินอยด์

(Liquid Solenoid Valve) แล้วเข้าแอกแพนชั่นวาล์ว (Expansion Valve) ซึ่งที่แอกแพนชั่นวาล์วจะมีเซนเซอร์ที่ขาออกของขั้นที่ 1 ถ้าเย็นวาล์วจะหลี่ทำให้น้ำยาน้อยลง จะไหลผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อน(Heat Exchanger)แล้วกลับออกมา

สาเหตุที่ต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและสิ่งสกปรก 2 ตัว (Drier)ทั้งไปและกลับเพราะน้ำยาที่เข้าแอกแพนชั่นวาล์วจะต้องไม่มีสิ่งเจือปนอายุการใช้งานจะนานกว่า จากนั้นจะเริ่มเข้าสู่ขั้นที่ 2 แต่ตรงนี้มีวงจรลดอุณหภูมิ (Decrease Super Heat)เป็นวงจรที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อความปลอดภัยเพราะตอนเดินเครื่องใหม่ๆซูปเปอร์ฮีตจะสูงมากวงจรนี้จะทำหน้าที่ดึงน้ำยามาฉีดหล่อเย็นคอมเพรสเซอร์ไว้จนกว่าทุกอย่างจะปกติภาระแรงไม่มากแล้วท่อเย็นตัวเซนเซอร์จะตรวจว่าน้ำยาเป็นแก๊สร้อนหรือไม่ถ้าร้อนมากวาล์วจะเปิดมากแต่ถ้าอุณหภูมิลดลงก็เริ่มหรี่ลงจนปกติแล้วจะปิดเลยไม่ผ่านไปวงจรขั้นที่2 เมื่อมีวงจรนี้แล้วก็ไม่ต้องมีวงจรระบายความร้อนด้วนน้ำให้ยุ่งยากแต่ต้องคำนวณกลับและเผื่อไว้แต่ถ้าเผื่อมากไปไม่ดีตัวอย่างเช่นหม้อน้ำรถยนต์ถ้าระบายความร้อนมากไปเครื่องจะชำรุดเร็วแต่ถ้าระบายน้อยไปจะเกิดการสึกหรอง่าย

ระบบขั้นที่ 2 จะมีท่อแก๊สร้อน 2 ท่อแยกกันท่อหนึ่งจะมาตันที่วาล์วโซลินอยด์ตัวที่ 2 อีกทางจะเป็นท่อกลับ(Hot Gas By Pass) จะบังคับแรงดัน (Control Pressure) กรณีที่ตู้เย็นแล้ว เช่น เมื่อตั้งอุณหภูมิที่ –70 องศาเซลเซียส พออุณหภูมิที่เกินจากนั้น วาล์วโซลินอยด์ตัวที่ 2จะยกขึ้นแรงดันจะวิ่งกลับมาที่ท่อส่วนย้อนกลับ (By Pass) เพื่อให้เกิดแรงดันที่สมดุล การลดแรงดันขณะที่มีอุณหภูมิที่ต่างกันมากๆ ถ้าให้หยุดเลยจะเกิดแรงกระแทก จึงต้องทำให้ใกล้เคียงกันโดยตั้งเวลาที่ 2 PDR เป็น 90 วินาที พอสมดุลแล้วจะหยุดเป็นการปลดภาระแรง ต่อมาจะเป็นของเหลวก่อนจะเข้าคอล์ยซึ่งต้องมีวงจรลดซูเปอร์ฮีต (Decrease Super Heat) อีกชุดเหมือนชุดแรกต่างกันตรงที่เซนเซอร์ตัวแรกจะตรวจแรงดันสูงแต่ชุดที่2 จะเซนเซอร์ที่ท่อซักชั่น(Suction) ถ้ายังเย็นไม่พอจะส่งน้ำยาวิ่งผ่านถ้าเย็นพอแล้วระบบจะปิดเป็นการป้องกันการเปิดตู้แช่แล้วใส่ภาระเพิ่มกระทันหัน

2.2 การสร้างเครื่องแช่แข็งความเย็นยิ่งยวด

การดำเนินการสร้างจะต้องทำตามแบบที่กำหนดมาจากขั้นตอนที่แล้วโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่คือส่วนที่เป็นความจุของตู้หรือห้องแช่แข็งและส่วนที่เป็นห้องเครื่องที่ได้แบ่งเป็น 2 ชั้นเพื่อความเหมาะสมในการจัดวางอุปกรณ์ในชั้นที่1 และชั้นที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญๆ

2.2.1 ติดตั้งโครงสแตนเลสและประกอบตู้

การติดตั้งโครงสแตนเลสและประกอบตู้โดยทำตามการออกแบบและตามแบบที่เขียน

โดยโครงทั้งหมดใช้สแตนเลสแบบแผ่นเบอร์ 304 ขนาดความหนา 1 ,1.2 ,1.5 มม. และ ฉากสแตนเลส ขนาด 2 X2 นิ้ว, 1.5 x 1.5 นิ้ว และ 1.25x1.25 นิ้ว หนา 4.5 มม. ตามแบบงาน และการติดตั้งมือจับล๊อค พร้อมกล่องควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 1-4 ของภาคผนวก

2.2.2 ติดตั้งระบบทำความเย็นและระบบไฟฟ้า

การติดตั้งระบบทำความเย็นและระบบไฟฟ้าจะทำหลังจากการทำโครงตู้เสร็จจากนั้นก็ประกอบระบบทำความเย็นเล้วจึงต่อระบบไฟฟ้า แต่ในระหว่างทำโครงตู้ก็มีอุปกรณ์บางชิ้นที่สามารถทำก่อนได้เพื่อนำมาประกอบได้แก่ ชุดอีแวปอเรเตอร์ (Evaporator) และชุดถ่ายเทแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนอุปกรณ์อื่นเป็นอุปกรณ์สำเร็จรูป เมื่อโครงตู้เสร็จก็จะประกอบตามวงจรทำความเย็นซึ่งอุปกรณ์แต่ละชิ้นมีเทคนิคเฉพาะและข้อควรคำนึงถึงในการประกอบติดตั้งในแต่ละอุปกรณ์ดังนี้

1) ชุดอีแวปอเรเตอร์ (Evaporator)

ชุดอีแวปอเรเตอร์หรือชุดคอล์ยเย็นชุดนี้จะอยู่ในห้องแช่แข็ง พัดลมที่ใช้เป็นแบบดูดผ่านจะใช้แบบเป่าผ่านไม่ได้เนื่องจากความเร็วอากาศ (Air Velocity) ที่เป่าในบางจุดไม่เท่ากันแต่ถ้าใช้แบบดูดผ่านอัตราเฉลี่ยจะเท่ากัน ในการประกอบชุดอีแวปอเรเตอร์ ต้องเดินระบบการทำความเย็นแบบหัวฉีด (Distribution Refrigeration System) จะแยกเป็น12 เซอร์กิต ข้างบน 6 ข้างล่าง 6 ดังนั้นเอ๊กแพนชั่นวาล์วที่จะเข้าต้องมีหัวฉีด (Distributor) มาแบ่งน้ำยาให้เท่าๆกัน (6รวมเป็น1) หลักคือต้องให้การสูญเสียจากความต้านทาน (Friction Loss) และระยะความห่าง (Distance) เท่ากันมิฉนั้นความเย็นในคอล์ยแต่ละชุดจะไม่เท่ากัน (รูปที่5-6)

2) อุปกรณ์ไล่ความชื้น (Drier)

การออกแบบอุปกรณ์ไล่ความชื้น (รูปที่7) เนื่องจากยังใช้สาร CFCรุ่นเก่าซึ่งใช้ โมกูเลสิฟ (Mogurasive) 80% และอลูมินั่มแอกติเวด (Aluminumactives) 20% สำหรับสารอลูมินั่มแอกติเวด (Aluminumactives) มีใช้ในระบบเก่าเพื่อใช้จับสิ่งสกปรกในระบบ (Solution)เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction) ทำให้เกิดการไหม้ตัว(Burn Out)ของสารทำความเย็นได้ อลูมินั่มแอกติเวด (Aluminumactives) จะไปจับสิ่งสกปรกไว้เพื่อป้องกันเหตุดังกล่าว ถ้าใช้สารตัวใหม่ที่เป็นสารไร้ CFC จะใช้โมกูเลสิฟ (Mogurasive) 100% ดังนั้นสารตัวใหม่ถ้าไหม้จะเสียหายทั้งระบบ

การออกแบบอุปกรณ์ไล่ความชื้นในระบบทำความเย็นขั้นที่ 2 จะเป็นตัวเก็บความชื้นและสิ่งสกปรกที่มีในวงจรก่อนที่จะเข้า ท่อแคป (Capillary tube)เพื่อป้องกันการอุดตัน สถานะจะคงที่ๆจุดกลั่นตัว (Condense Point) ที่ อุณหภูมิ –30 องศาเซลเซียสขึ้นไป ตรงบริเวณท่อจะมีน้ำแข็งเกาะซึ่งมีอุณหภูมิถึง –45 องศาเซลเซียส ส่วนด้านทางเข้าท่อจะมีสภาพเป็นแก๊สร้อน (Hot Gas) พอผ่านชุด

แลกเปลี่ยนความร้อนมาจะมีสภาพเป็นของเหลวซึ่งจะมีท่อแยก 2 ทาง ทางหนึ่งจะร้อนอีกทางจะเย็น ถ้าคอมเพรสเซอร์ไม่ร้อนเกิดพิกัดตัวตรวจจับทางร้อนจะปิดเพื่อให้น้ำยาเข้าอีกทาง โดยที่แก๊สร้อนจะบังคับวาล์วโซลินอยด์ เมื่ออุณหภูมิในห้องได้ตามกำหนดโซลินอยด์จะเปิดเลี้ยงหรือดึงน้ำยากลับ

3) ชุดถ่ายเทแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

การออกแบบชุดถ่ายเทแลกเปลี่ยนความร้อน ข้างในจะใช้ท่อทองแดงแบบ 2 ชั้น (Double Layer) เพื่อใช้กับน้ำยา R503 และ R 22 มีลักษณะเป็นท่อ 2 ท่อ ซ้อนกันโดยมีตัวบังคับให้ระยะห่างของท่อให้เท่ากันทุกด้าน ท่อชั้นในใช้น้ำยา R503 และ ท่อชั้นนอกใช้ R 22 เพราะน้ำยา R 22 จุดเดือด (Boiling Point) -42 องศาเซลเซียส ในระบบที่ออกแบบเราต้องการให้ได้อุณหภูมิที่ระหว่าง –30 ถึง –40 องศาเซลเซียส เพื่อให้น้ำยาตัวที่ 2 ทำงาน (รูปที่ 8)

4) ท่อยืดหยุ่น (Flexible Hole)

ข้างในท่อยืดหยุ่นจะเป็นลอนและทนแรงดึงได้ 750 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว รูปร่างภายนอกเป็นทองแดงถัก เมื่อใส่เสร็จต้องทดสอบแรงดันด้วยไนโตรเจน(Test Pressure File Nitrogen) ที่ 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง และทดสอบซ้ำที่แรงดันใช้งาน(Detest Pressure at Working Pressure) 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (รูปที่ 9)

5) ถังความดัน (Pressure Tank)

ในระบบขั้นที่ 2 จะใส่น้ำยา 40 ออนซ์ ในขณะทำงานปกติความดันสูง(High Pressure) ประมาณ 200 psig ถ้าเกิดในระบบขั้นที่1 เสียไม่ไปหล่อเย็นคอมเพรสเซอร์ตัวที่ 2 ในชุดถ่ายเทแลกเปลี่ยนความร้อนจะมีแรงดันสูงกว่า 200 psig อาจสูงได้ถึง 300-350 psig แต่ถ้าเกิน 400 psig คอมเพรสเซอร์จะชำรุดโดยอาจเกิดลิ้นแตกและเกิดเสียทั้งระบบจึงต้องออกแบบให้มีถังความดัน (Pressure Tank) โดยมีหลักการคือถ้าท่อก๊าสมีปริมาตร(Volume)ปกติวาล์วที่ถังจะปิดแต่ถ้าปริมาตรมากขึ้นถังจะทำหน้าที่เหมือนโช๊คอัพ ทำให้แรงดันไม่ขึ้นทันทีทันใด น้ำยาเข้าไปในถังจะเริ่มขยายตัวพอแรงดันถึง 320-350 psig ตามที่ตั้งค่าไว้วาล์วจะปล่อยทิ้งให้เหลือ 250 psigแล้ววาล์วจะปิดน้ำยาที่ผสมกับอากาศจะนำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้อีก ถังความดันนี้เป็นระบบป้องกันอุบัติเหตุ (Safety Device) และถังความดันจะถูกตั้งติดอยู่สูงกว่าระบบและท่อที่เข้าจะเข้ามาจากข้างล่างเนื่องจากว่าน้ำมันกับน้ำยาจะผสมกันขึ้นมา ถ้าติดอยู่ต่ำกว่าระบบน้ำมันจะเข้าแล้วออกไม่ได้เมื่อเครื่องหยุดน้ำมันกับน้ำยาจะไหลเข้าระบบเองแต่ถ้าน้ำมันกลับไม่ได้จะทำให้น้ำมันในคอมเพรสเซอร์ขาดหายไปส่วนหนึ่งทำให้การหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์ขณะทำงานไม่สมบูรณ์ จะทำให้คอมเพรสเซอร์เสียหายได้ (รูปที่ 10)

6) ถังสำรองน้ำยาสภาพของเหลว (Receiver Tank)

เป็นตัวเก็บน้ำยาจะวางอยู่เหนือคอร์ยร้อนส่วนล่างของถังน้ำยามีสภาพเป็นของ

เหลวส่วนบนน้ำยามีสภาพเป็นแก๊สคอมเพรสเซอร์จะอัดน้ำยาเข้ามาเก็บไว้ภายในและจ่ายน้ำยาเหลวไปยังคอล์ยเย็นตามภาระโหลด (รูปที่ 11)

7) อุปกรณ์แยกน้ำมันจากน้ำยา (Oil Separator)

อุปกรณ์แยกน้ำมันจากน้ำยา (รูปที่ 12) จะแยกน้ำมันกับน้ำยาออกจากกันแต่ก็ไม่หมดทีเดียวต้องมีระยะเวลาให้ปรับสมดุลแรงดัน (Balance Pressure) เหมือนฟองน้ำให้ลมผ่านไม่ให้น้ำผ่านแต่ในลมมีความชื้น ในการแยกจะฉีดน้ำมันลงมาและน้ำยาจะผ่านไป(By Pass)ไปหาคอนเดนเซอร์ (รูปที่ 13-14) ซึ่งจะแยกออกไม่หมดส่วนที่เหลือจะวิ่งไปในระบบแต่ต้องมีระยะเวลาให้ปรับสมดุลย์แรงดัน (Balance Pressure) ข้อควรระวังต้องใส่น้ำมันในอุปกรณ์แยกน้ำมันจากน้ำยา (Oil Separator) ด้วย (ประมาณ 25 ออนซ์) มิฉนั้นจะไปดูดน้ำมันในคอมเพรสเซอร์มาใช้ซึ่งมีลูกลอยอยู่ให้เติมน้ำมันที่ช่องเติม (Outlet) อย่างเดียว ในการติดตั้งต้องระวังเนื่องจากมีลูกลอยอยู่ถ้าตกหรือกระแทกแรงจะทำให้เสียศูนย์ได้

8) คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

คอมเพรสเซอร์ขนาด 3 แรงม้า 3 กิโลวัตต์ การใช้ไฟขณะเริ่มทำงานประมาณ 5 แอมป์ พอเดินเครื่องสักครู่จะเหลือ 3 แอมป์ (ประมาณ 10 นาที) จึงออกแบบให้ตัวที่1 เดินก่อนจากนั้นจึงให้ตัวที่ 2เดินโดยใช้การหน่วงเวลา การที่คอมเพรสเซอร์จะมีอายุการใช้งานสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับซูเปอร์ฮีตซึ่งถ้าสูงจะทำให้คอมใหม้อันเนื่องจากแรงดันและอุณหภูมิสูงมากทางผู้ออกแบบได้ป้องกันโดยเอาก๊าซเย็นมาหล่อเย็นไว้ คอมเพรสเซอร์จะติดตั้งอยู่ที่ชั้นล่างหลังจากที่ติดคอนเดนเซอร์ของวงจรขั้นที่ 1 (รูปที่ 15)

2.2.3 ติดตั้งระบบท่อและเชื่อม

การติดตั้งระบบท่อและเชื่อมต่อท่อทองแดงที่จุดต่างๆ เพื่อจะได้เติมน้ำยาและน้ำมันและทดสอบแรงดันต่างๆ โดยสามารถตรวจรอยต่อต่างๆได้ด้วยตาเปล่าและโดยอัดแรงดันนอกจากนั้นในแต่ละอุปกรณ์ยังสามารถเช็คได้ดังนี้

1) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ดูน้ำมันจากช่องมองที่เครื่องว่าได้ระดับหรือไม่

2) น้ำยา สามารถตรวจดูได้จากอุปกรณ์วัดความชื้น(Moisture Indicator) ว่ามีความชื้นหรือไม่ถ้าแสดงเป็นสีน้ำเงินเข้มก็หมายความว่าการติดตั้งระบบท่อและเชื่อมรวมทั้งการอัดน้ำยาทำได้ดี (รูปที่ 16)

2.3 การทดสอบเครื่องแช่แข็งความเย็นยิ่งยวด

ในการออกแบบและดำเนินการสร้างจนเป็นที่เรียบร้อยจึงทดสอบระบบต่างๆและทดลองเดินเครื่องโดยเป็นการเดินเครื่องเพื่อทดสอบความสามารถทำอุณหภูมิต่ำสุด การหาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิ และทดสอบระบบความปลอดภัยที่วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานทดสอบได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 ทดสอบความสามารถการทำอุณหภูมิต่ำสุดของเครื่องแช่แข็งความเย็นยิ่งยวด

การทดลองส่วนแรกทดสอบความสามารถการทำอุณหภูมิได้ต่ำสุด ซึ่งในเครื่องแช่แข็ง 2 เครื่องก่อนหน้านี้สามารถทำอุณหภูมิต่ำได้ -70°C และ -75°C ตามลำดับ คณะทำงานจึงหวังว่าในเครื่องแช่ชุดนี้จะทำอุณหภูมิได้ต่ำกว่า –75°C

1) จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อทดสอบความสามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุด โดยไม่ต้องมีภาระแรง (load) คือไม่ต้องแช่อะไรไว้ในตู้ การทดลองตรวจวัดอุณหภูมิจากชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)ที่ติดตั้งอยู่ที่ตู้แช่

2) วิธีการทดลอง

การทดลองส่วนแรกเพื่อทดสอบความสามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุด ในการทดลองได้ตั้งชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)ให้มีช่วงห่าง 4 องศาเซลเซียส โดยตั้งให้วงจรทำความเย็นหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิเพิ่มเกิน 2°C ของอุณหภูมิที่ตั้งไว้และให้เริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ 2 °C โดยเริ่มตั้งค่าที่อุณหภูมิ -70°C , -75°C และลดลงที่ -80°C คือตั้งชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) ให้วงจรทำความเย็นหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิ -82°C และเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิ -78°C

3) ผลการทดลอง

การทดลองเพื่อทดสอบความสามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุดผลปรากฏว่าลดอุณหภูมิลงถึง -80°C เครื่องสามารถทำงานได้เป็นปรกติคือ วงจรทำความเย็นหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิ -82°C และเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิ -78°C

2.3.2 ทดสอบหาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิของเครื่องแช่แข็งความเย็นยิ่งยวด

ส่วนที่ 2 จับเวลาและบันทึกค่าอุณหภูมิเพื่อหาเวลาเฉลี่สรุปได้ว่าเครื่องสามารถทำอุณหภูมิที่ -70°C ในเวลา 34 นาที และทำอุณหภูมิสูงสุดที่อุณหภูมิ -80°C ในเวลา 51 นาที

1) จุดประสงค์การทดลอง

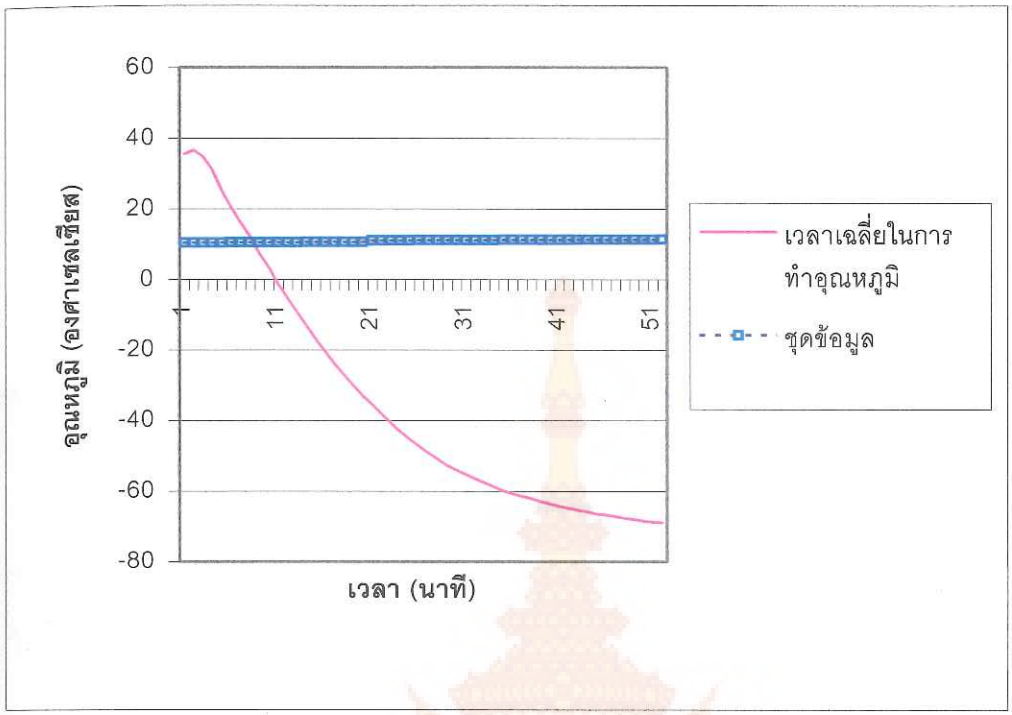
เพื่อทดสอบหาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิ โดยไม่ต้องมีภาระแรง (load) คือไม่ต้องแช่อะไรไว้ในตู้ การทดลองตรวจวัดอุณหภูมิจากชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)ที่ติดตั้งอยู่ที่ตู้แช่ โดยเก็บในการทดสอบทุกๆ 1 นาทีจนทำอุณหภูมิได้ต่ำสุดตามการทดลองแรก

2) วิธีการทดลอง

การหาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิโดยเริ่มเปิดเครื่องในช่วงที่มีอุณหภูมิปกติที่ไม่ร้อนเกินไปหรือเย็นเกินไป จึงกำหนดเปิดเครื่องทำงานเมื่ออุณหภูมิในตู้ได้ 25°C แล้วเก็บค่าอุณหภูมิทุกๆ 1 นาทีจนเครื่องทำอุณหภูมิได้ที่ –80 °C โดยในการทดลองได้ติดตั้งชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) ให้มีช่วงห่าง 4 องศาเซลเซียส โดยตั้งให้วงจรทำความเย็นหยุดทำงานที่อุณหภูมิ -82°C และให้เริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิถึง-78 °C (-80 °C บวกลบ 2 °C) และบันทึกอุณหภูมิจากนั้นนำไปทำกราฟเพื่อหาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิต่ำสุดดังตารางที่1

ตารางที่1 การทดลองตู้แช่แข็ง (เริ่มจับเวลา10.40 นาฬิกา , หน่วยอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส)

เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ
10.4	25.1	10.51	-15.8	11.02	-51.7	11.13	-69.9	11.24	-77.7
10.41	26.2	10.52	-19.7	11.03	-54.2	11.14	-71	11.25	-78
10.42	24.4	10.53	-23.6	11.04	-56.3	11.15	-71.9	11.26	-78.5
10.43	20.6	10.54	-27.4	11.05	-58.3	11.16	-72.6	11.27	-78.9
10.44	14.6	10.55	-31	11.06	-60.3	11.17	-73.3	11.28	-79.3
10.45	9.9	10.56	-34.4	11.07	-62	11.18	-74.1	11.29	-79.7
10.46	5.6	10.57	-37.6	11.08	-63.8	11.19	-74.9	11.3	-80
10.47	1.7	10.58	-40.7	11.09	-65.1	11.2	-75.5	11.31	-80.3
10.48	-3.1	10.59	-43.6	11.1	-66.4	11.21	-76		
10.49	-7.2	11	-46.4	11.11	-67.6	11.22	-76.6		
10.5	-11.8	11.01	-49.1	11.12	-68.8	11.23	-77.1		



รูปที่ 1 เวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิ

3) ผลการทดลอง

ส่วนที่ 2 การหาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิได้จับเวลาและบันทึกค่าอุณหภูมิเพื่อหาเวลาเฉลี่ย โดยเริ่มเปิดเครื่องเวลา 10.40 น. อุณหภูมิในห้องแช่ 25.1°C และ เครื่องตัดการทำงานที่เวลา 11.32 น. ที่อุณหภูมิ –80.2°C สรุปได้ว่าเครื่องสามารถทำอุณหภูมิที่ -70°C ในเวลา 34 นาที และทำอุณหภูมิสูงสุดที่อุณหภูมิ -80°C ในเวลา 51 นาที ดังแสดงในกราฟข้างบน

2.3.3 ทดสอบระบบความปลอดภัยของเครื่องแช่แข็งความเย็นยิ่งยวด

ในส่วนสุดท้ายของการทดสอบคือการทดลองระบบป้องกันการเกิดอุณหภูมิยิ่งยวดเกิน(Over Super Heat) ว่ายังทำงานได้ตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันความเสียหายจากการเปิดตู้เพื่อเอาของที่แช่ออกแล้วเกิดความสูญเสียอุณหภูมิและกันการเกิดการยุบตัวจากแรงดันที่มีสาเหตุจากอุณหภูมิเปลี่ยนอย่างยิ่งยวด (Difference Temperature)

1) จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อทดสอบระบบความปลอดภัยของเครื่องแช่แข็งความเย็นยิ่งยวด โดยสังเกตการทำงานเมื่อตู้แช่ทำอุณหภูมิต่ำสุดแล้ว เปิดตู้ในขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานอยู่สังเกตุดูว่าระบบตัดการทำงานและเมื่อปิดตู้ระบบทำงานครบหรือไม่

2) วิธีการทดลอง

การทดลองระบบความปลอดภัยของเครื่องแช่แข็งโดยใช้วิธีการสังเกตการทำงานทั้งขณะการเริ่มทำงานจนตู้แช่ทำอุณหภูมิต่ำสุดแล้ว เปิดตู้ในขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานอยู่สังเกตดูว่าระบบตัดการทำงานหรือไม่และเมื่อปิดตู้ระบบทำงานครบหรือไม่

ในขณะเครื่องเริ่มทำอุณหภูมิตั้งให้วงจรทำความเย็นทำงานเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงค่าที่ตั้งคือ -80°C แล้วทำงานต่อหรือไม่และตัดการทำงานที่ –82 °C หรือไม่ และเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิลดลงถึง -78°C หรือไม่

เมื่อเครื่องทำงานที่อุณหภูมิ -80°C ให้เปิดตู้ในขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานอยู่สังเกตดูว่าระบบตัดการทำงานหรือไม่และตรวจว่าบริเวณรอบประตูมีน้ำแข็งเกาะหรือไม่ พัดลมในตู้หยุดทำงานหรือไม่ และเมื่อปิดตู้คอมเพรสเซอร์ทำงานทันทีหรือไม่ วาล์วบนหลังตู้ระบายแรงดันหรือไม่และระบบทำงานครบหรือไม่

3) ผลการทดลอง

ผลการทดลองขณะเครื่องเริ่มทำงานชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) ทำงานได้ปรกติ ส่วนระบบป้องกันความเสียหาย (Safety Device) สามารถทำงานได้ทั้งระบบสวิทช์ติดประตูสามารถหยุดการทำงานของเครื่องได้และเมื่อปิดตู้ระบบปรับแรงดันในตู้ก็สามารถทำงานได้ทันทีตามเวลาการปรับแรงดันที่ตั้งไว้ ระบบป้องกันการเกิดอุณหภูมิยิ่งยวดเกิน(Over Super Heat) ยังทำงานได้ตามที่ต้องการ ระบบป้องกันน้ำแข็งเกาะขอบตู้ก็สามารถทำงานได้ดี โดยระหว่างเครื่องทำงานไม่มีน้ำแข็งเกาะบริเวณขอบตู้และขอบตู้ก็อุ่นอยู่เสมอ ส่วนคอมเพรสเซอร์มีระบบน้ำยามาหล่อเย็นช่วงเริ่มทำงานเพื่อป้องกันความเสียหายและยืดอายุการใช้งาน ดังนั้นการทดสอบเดินเครื่องได้ผลเป็นไปตามที่ได้ออกแบบทั้งในระบบการทำความเย็น, การแสดงผลและระบบป้องกันความเสียหาย แต่การทดลองไม่ได้ใส่ภาระแรงในตู้เพื่อดูศักยภาพในการทำงานเพราะต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรที่จะเอามาแช่แข็งซึ่งตู้แช่นี้สามารถนำไปทำการวิจัยในรูปแบบดังกล่าวได้เต็มประสิทธิภาพอย่างแน่นอน

บทที่ 3
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากขั้นตอนการดำเนินงานและทดสอบที่ผ่านมา การออกแบบและดำเนินการสร้างจนทดลองเป็นที่เรียบร้อยจึงได้สรุปผลการดำเนินงาน ข้อเสนอแนะและอุปสรรค ดังต่อไปนี้

3.1 จุดประสงค์ของโครงการและขอบเขตของโครงการ

3.1.1 จุดประสงค์ของโครงการ

1) เพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตร

2) สามารถเก็บสินค้าทางการเกษตรให้มีอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น

3) เพื่อเป็นต้นแบบเครื่องแช่แข็งที่ผลิตโดยคนไทย

4) ส่งเสริมอุตสาหกรรมการเกษตรในอนาคต

3.1.2 ขอบเขตของโครงการ

1) ทำอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า -70 องศาเซลเซียส

2) ปริมาตรในตัวห้องทำความเย็นไม่น้อยกว่า 8.5 ลูกบาศก์ฟุต ต่อตู้

3) ชุดปรับอุณหภูมิระบบดิจิตอล

4) มีชั้นวางของปรับระดับได้จำนวนไม่น้อยกว่า 4-6 ชั้น

5) ขนาดวัดนอกของเครื่องต้องมีขนาดเล็กกว่าเครื่องที่แล้ว

6) การทำงานของเครื่องเป็นระบบน้ำยาทำความเย็น

7) ใช้กระแสไฟ 380 V. 50 Hz.

3.2 สรุปผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานมี 2 ส่วน คือส่วนของการสร้างเครื่องแช่แข็งและส่วนของการทดลองเครื่องแช่ว่าสามารถทำงานได้ตามขอบเขต โดยสรุปได้ดังนี้

3.2.1 การสร้างตู้แช่แข็ง เป็นไปตามการออกแบบและเป็นไปตามขอบเขตของโครงการ โดยสรุปได้ดังนี้

1) ทำอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า -70 องศา โดยตอนทดสอบสามารถลดอุณหภูมิได้ถึง –80 องศาเซลเซียส

2) ปริมาตรในห้องทำความเย็นมีขนาดไม่น้อยกว่า 8.5 ลบ.ฟุตโดยได้ปริมาตร 8.5 ลบ. ฟุต ทั้ง 2 ตู้

3) มีพัดลมหมุนพัดความเย็น โดยได้ติดตั้งไว้ 1 ตัวต่อตู้ มีระบบไฟ D. C. ในเส้นมอเตอร์เพื่อป้องกันเวลาที่ชุดควบคุมอุณหภูมิตัด

4) มีชุดปรับอุณหภูมิ ระบบดิจิตอลสามารถควบคุมอุณหภูมิเป็นช่วงได้

5) มีชั้นวางของที่ปรับได้ถึง 5 ชั้น

6) ขนาดวัดนอกวัดได้ 1270 x 1735 x 965 ซ. ม.

7) การทำงานของเครื่อง เป็นระบบน้ำยาทำความเย็น 2 ตัว คืออาร์ 22 และ อาร์ 503

8) ใช้กระแสไฟ 380 V.

3.2.2 สรุปผลการทดสอบเครื่องแช่แข็ง

1) ทดสอบความสามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุด

การทดลองเพื่อทดสอบความสามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุดผลปรากฏว่าลดอุณหภูมิลงถึง -80°C เครื่องสามารถทำงานได้เป็นปกติคือ วงจรทำความเย็นหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิ -82°C และเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิ -78°C

2) หาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิ

การหาเวลาเฉลี่ยในการทำอุณหภูมิได้จับเวลาและบันทึกค่าอุณหภูมิเพื่อหาเวลาเฉลี่ย สรุปได้ว่าเครื่องสามารถทำอุณหภูมิที่ -70°C ในเวลา 34 นาที และทำอุณหภูมิสูงสุดที่อุณหภูมิ -80°C ในเวลา 51 นาที

3) ระบบป้องกันความเสียหาย (Safety Devise)

ในกรณีเกิดความร้อนยิ่งยวดเกิน (Over Super Heat)ระบบป้องกันความเสียหายสามารถทำงานได้ทั้งระบบสวิทช์ติดประตูสามารถหยุดการทำงานของเครื่องได้และเมื่อปิดตู้ระบบปรับแรงดันในตู้ก็สามารถทำงานได้ทันทีตามเวลาการปรับแรงดันที่ตั้งไว้ ระบบป้องกันการเกิดอุณหภูมิยิ่งยวดเกินยังทำงานได้ตามที่ต้องการ ระบบป้องกันน้ำแข็งเกาะขอบตู้ก็สามารถทำงานได้ดี โดยระหว่างเครื่องทำงานไม่มีน้ำแข็งเกาะบริเวณขอบตู้และขอบตู้ก็อุ่นอยู่เสมอ ส่วนคอมเพรสเซอร์มีระบบน้ำยามาหล่อเย็นช่วงเริ่มทำงานเพื่อป้องกันความเสียหายและยืดอายุการใช้งาน ดังนั้นการทดสอบเดินเครื่องได้ผลเป็นไปตามที่ได้ออกแบบทั้งในระบบการทำความเย็น, การแสดงผลและระบบป้องกันความเสียหาย

3.3 ปัญหาของการดำเนินงาน

3.3.1 เนื่องจากเป็นเครื่องที่ปรับปรุงจากเครื่องต้นแบบจึงต้องมีการปรับแบบ และแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหลายอย่างโดยเฉพาะระบบการป้องกันต่างๆ

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้มีบางชิ้น ที่ต้องสั่งจากต่างประเทศ และเครื่องมือบางชิ้นต้องยืมจากภาคเอกชน เช่นเครื่องแว๊คน้ำยาแอร์ 503

3.3.3 ปัญหาจากการเปิดประตูขณะที่เครื่องเดินอยู่ เพื่อใส่ภาระแรง(Load)เพิ่ม จะทำให้อากาศร้อนข้างนอกเข้าไปและทำให้เกิดการปรับสมดุลแบบดันภายใน อันเนื่องจากอากาศเกิดการหดตัวอย่างกระทันหันทำให้แผ่นพลาสติก พีวีซี ที่เป็นฉนวนประตูด้านในขนาดความหนา 5 มม. แตก ต้องปรับปรุงฝาตู้ใหม่ และติดตั้งระบบปรับแรงดันในตู้ด้วยโซลินอยวาล์ว

3.3.4 ในการทดสอบการทำงานของตู้แช่แข็ง สามารถทดสอบได้เฉพาะระบบทำความแข็งที่ทำได้ตามที่ออกแบบไว้แต่ไม่สามารถทดสอบหาประสิทธิภาพได้เนื่องจากไม่มีวัสดุที่จะนำมาแช่ให้เต็มตู้เพื่อหาประสิทธิภาพแท้จริงขณะที่มีภาระเต็มความจุของตู้

3.4 ข้อเสนอแนะ

3.4.1 ผู้ใช้ตู้ควรศึกษาการทำงานของระบบทำความเย็น ของตู้แช่แข็งให้ดีก่อนใช้เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่อง เช่น การเปิดปิดตู้ไม่สามารถทำได้บ่อยๆ เหมือนตู้เย็นที่ใช้ทั่วไป เพราะตู้แช่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ(Difference Temperature)ระหว่างภายในตู้และภายนอกตู้สูงเป็นร้อย องศาเซลเซียส

3.4.2 ผู้ออกแบบต้องการออกแบบขนาดมิติของตัวตู้ใหม่ เพื่อให้รูปร่างของตู้แช่สมส่วน เพิ่มความจุและสวยงาม งานสมบูรณ์แบบหากได้รับมอบหมายให้สร้างตู้ใบต่อไปจะมีความสมส่วนกว่านี้

3.4.3 ควรออกแบบตัวล๊อกตู้ ให้สามารถใช้กุญแจล๊อก เพื่อเพิ่มเป็นกลไกในการป้องกันการเปิดตู้กระทันหันขณะที่ทำการทดลองหรือทำวิจัยอยู่

3.4.4 เมื่อเปิดและปิดตู้ขณะที่อุณหภูมิยิ่งยวด ระบบโซลินอยล์ทำหน้าที่ปรับสมดุลแรงดัน ดังนั้นห้ามปิดปุ่มเพาเวอร์ (Power Switch) เด็ดขาดจะทำให้โซลินอยล์ไม่สามารถทำงานได้ แต่ถ้าต้องปิดปุ่มเพาเวอร์โดยเร็วให้เปิดวาล์วระบายน้ำทิ้งที่ด้านหลังเครื่องก่อน

3.4.5 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพกว่านี้ได้โดยใช้คอมเพรสเซอร์เป็น 5 แรงม้า จะทำให้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิน้อยลง

เอกสารอ้างอิง

สมยศ อัมหิรัญ สรวุฒิ จงเสถียร ประทีป บุญทราพงษ์ และ สว่าง ฉันทวิทย์ . **สรุปรายงานโครงการสร้างตู้แช่แข็งความเย็นยิ่งยวด** . กรุงเทพ : คณะเทคโนโลยีการผลิตวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ , 2546 .

สมยศ อัมหิรัญ สรวุฒิ จงเสถียร ประทีป บุญทราพงษ์ และ สว่าง ฉันทวิทย์. **สรุปรายงานการแสดงตู้แช่แข็งความเย็นยิ่งยวดในงานพระบิดาแห่งเทคโนโลยีไทย** . กรุงเทพ : คณะเทคโนโลยีการผลิตวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ , 2545 .

สว่าง ฉันทวิทย์ . **รายงานสร้างตู้แช่แข็งความเย็นยิ่งยวด** . กรุงเทพ : คณะเทคโนโลยีการผลิต วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ , 2545 .

Carrier Air Conditioning Company . **Handbook of Air Conditioning System Design** . New York : McGrraw-Hill Inc., 1965.

Igor J. Karassik William c. Krutzsch . **Pump Handbook** . New York : McGrraw-Hill Inc., 1976.

Theodore Baumeister . **Standard Handbook for Mechanical Engineers** . New York :Quinn & Boden Company Inc. , 1978 .

V. Paul Lang . **Principles of Air Conditioning** . New York : Delmar Publisher Inc.,1960.

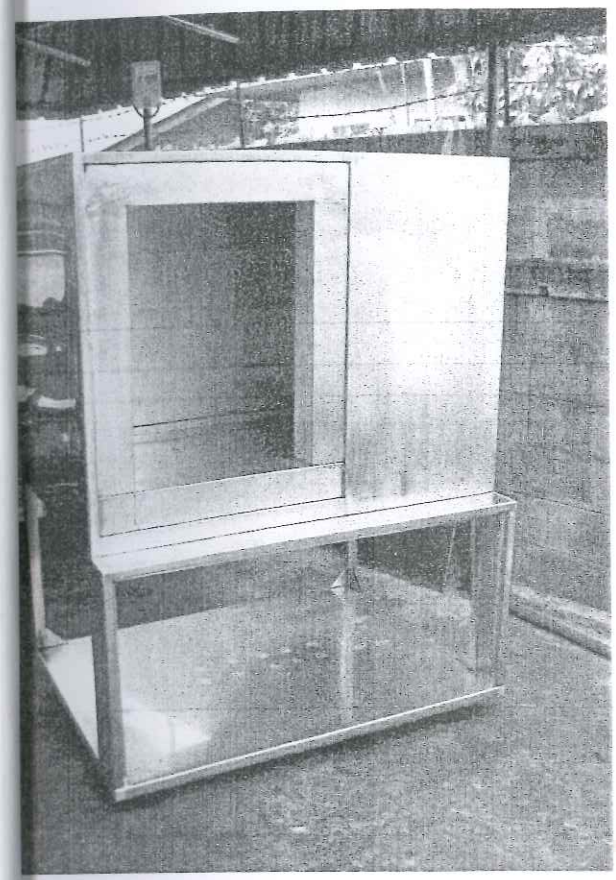
ภาคผนวก

ตารางขอบเขตของเครื่องแช่แข็งแบบยิ่งยวด

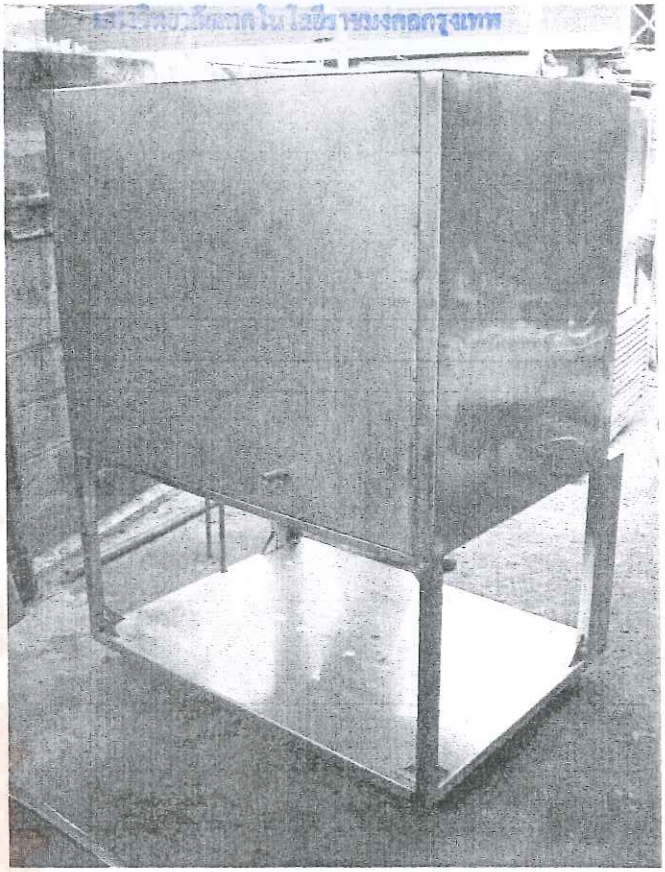
ตู้แช่แข็งอุณหภูมิยิ่งยวด, ช่วงอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ถึง อุณหภูมิห้อง

รายการ (เครื่อง)		หน่วย	แบบ U.C.E
อุณหภูมิที่ใช้การเก็บอาหาร		°C	-80 ถึง อุณหภูมิห้อง
สีของตู้			ขาวไข่มุก
ไฟฟ้าที่ใช้			แรงดัน 380 โวลต์ 3เฟส 50 เฮร์ตซ
ขนาดเครื่อง(กว้าง × ยาว × สูง)		mm	1270 x 1735 x 965
น้ำหนัก		Kg	400
ห้องทำความเย็น	เนื้อที่	ft^3	8.5 ลบ.ฟุต
	จำนวนชั้น	ชั้น	5
พัดลม	ระบายความร้อน	ตัว	2
	ในห้องแช่แข็ง	ตัว	1
น้ำยาทำความเย็น	ขั้นที่1	Kcal/h	R 22
	ขั้นที่2	Kcal/h	R503
อุปกรณ์อื่นๆ	ชุดควบคุมอุณหภูมิ	ชุด	1 (ควบคุมได้ไม่น้อยกว่า –99 C)
	ชุดบันทึกอุณหภูมิ	ชุด	-
	Thermo Static Expansion Valve ใช้กับอุณหภูมิมิยิ่งยวด 1 ชุด		
	คอล์ยระบายความร้อน	ชุด x แรงม้า	1 x 5
	ท่อน้ำทิ้ง	mm	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 30 mm (โดยต่อกับท่อพีวีซี)
ระดับความดังของเครื่อง		เสียง	57/59

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

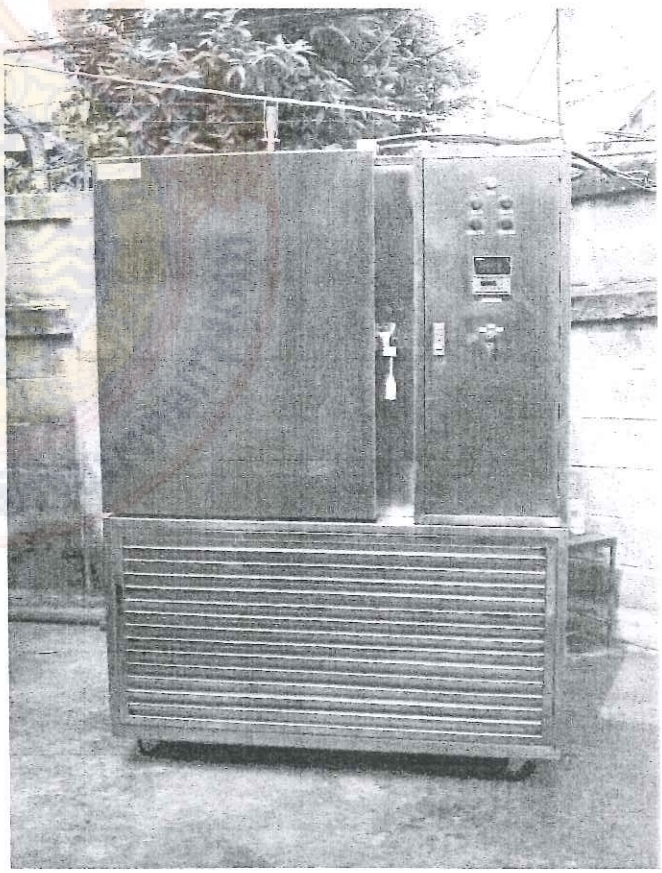


รูปที่ 1 ด้านหน้าโครงตู้เปล่า

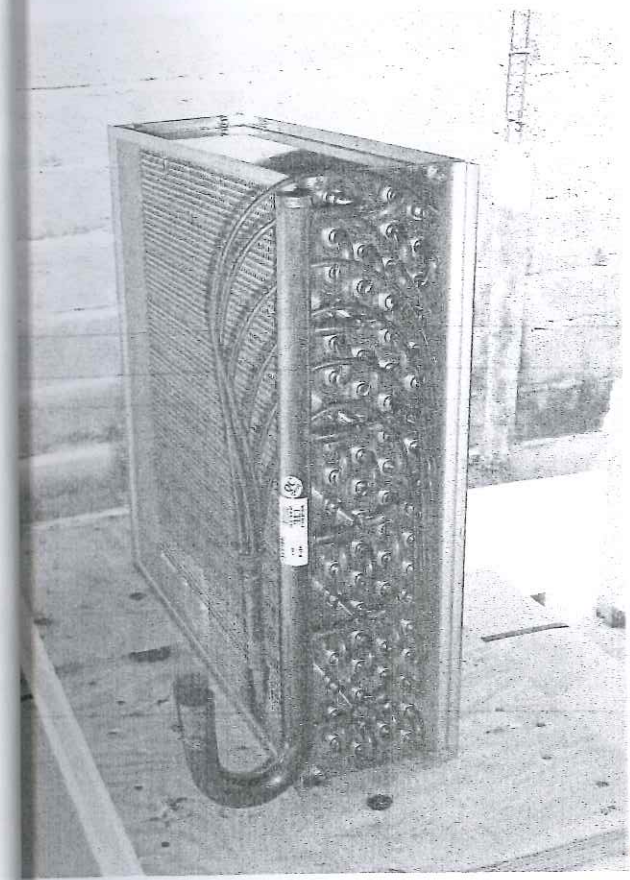


รูปที่ 2 ด้านหลังโครงตู้เปล่า

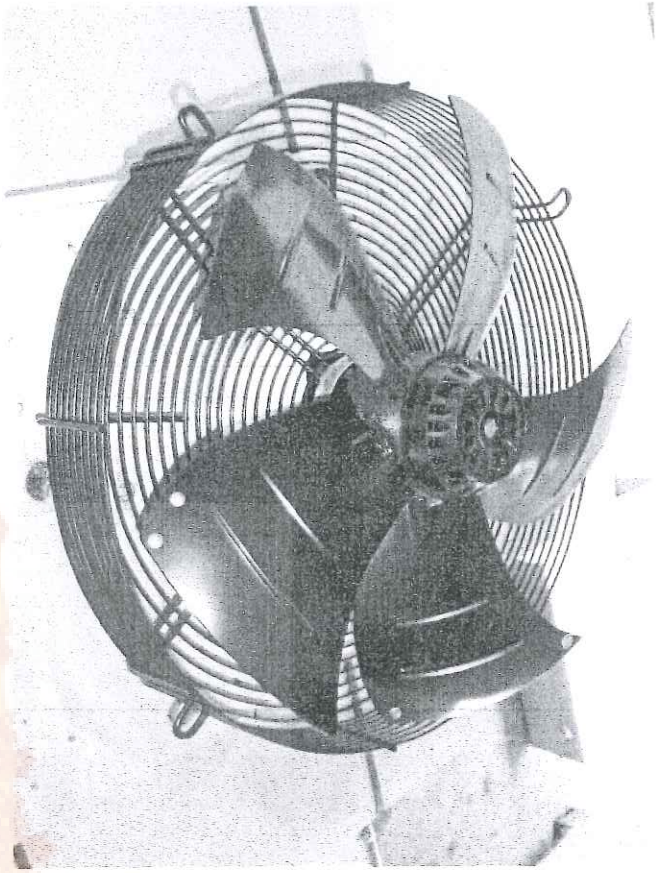
รูปที่ 3 โครงตู้พร้อมกล่องควบคุม



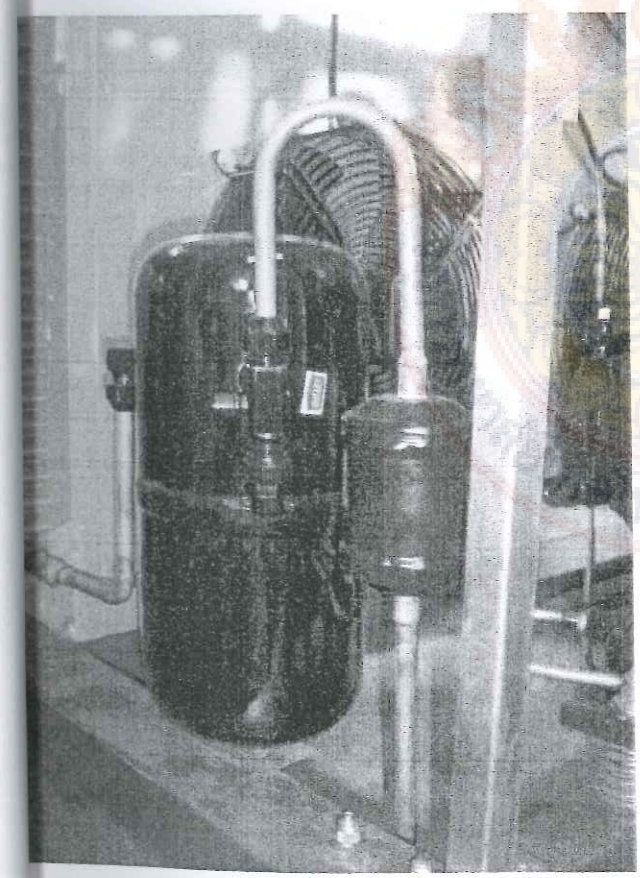
รูปที่ 4 โครงตู้สำเร็จ



รูปที่ 5 EVAPORATOR

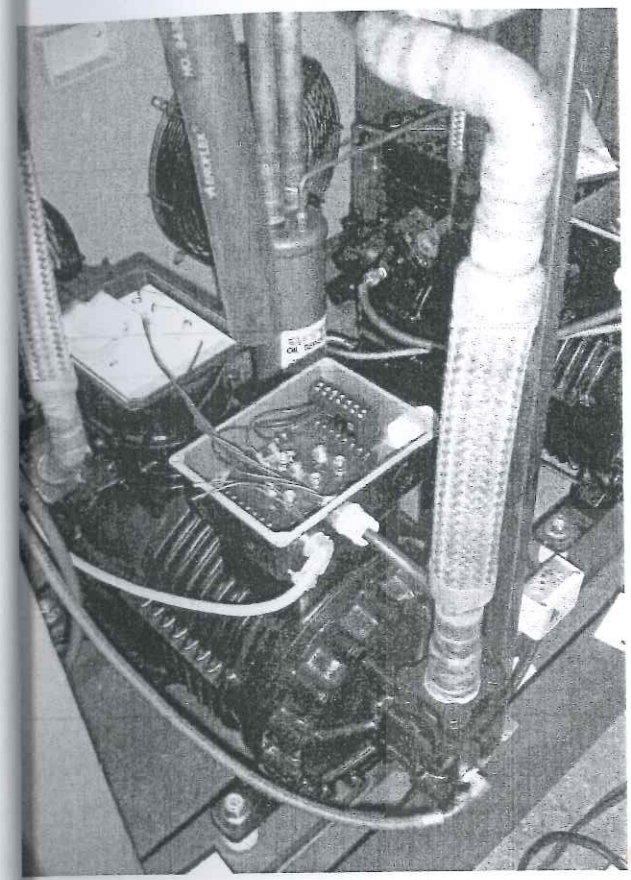


รูปที่ 6 EVAPORATOR FAN

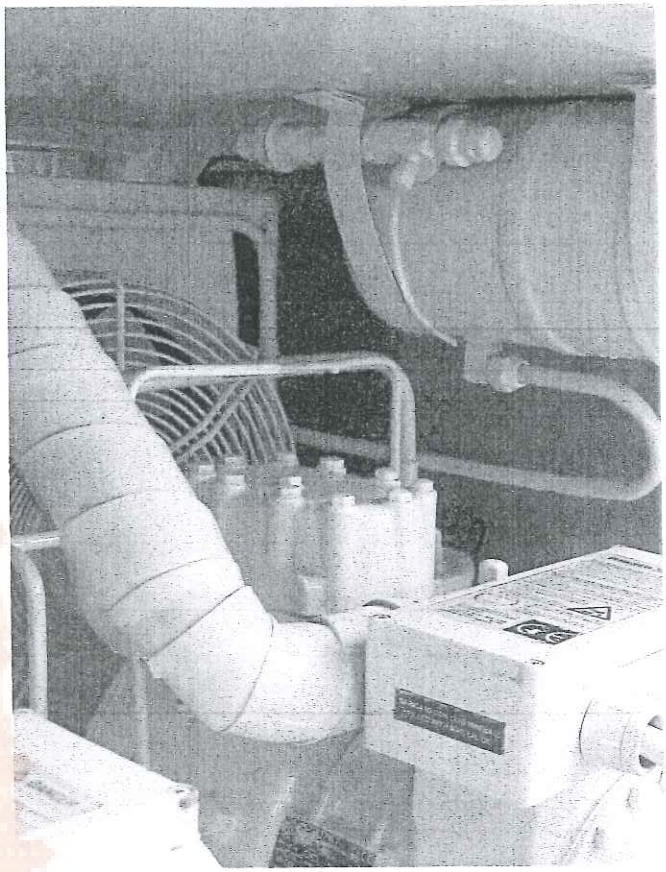


รูปที่ 7 DRIER & RECEIVER TANK

รูปที่ 8 HEAT EXCHANGER



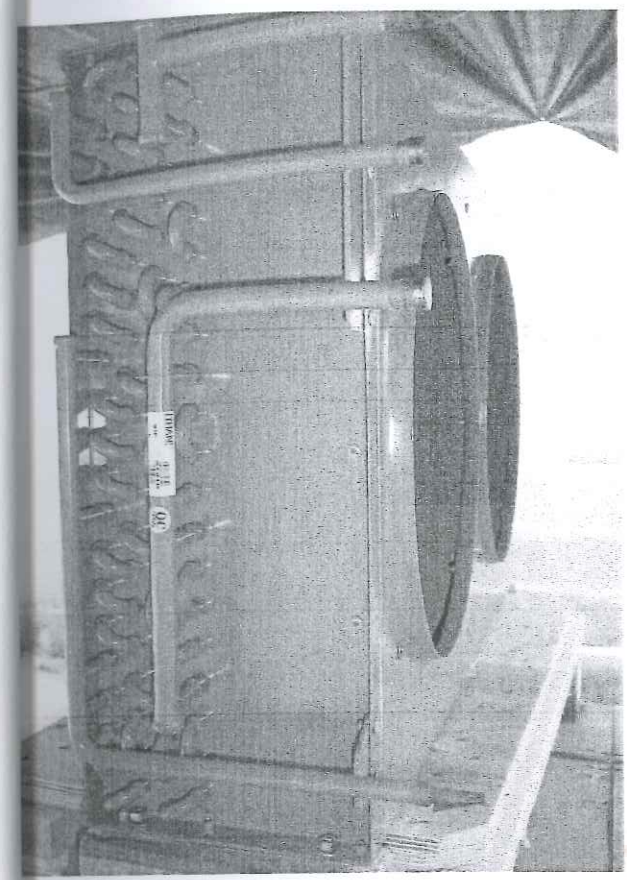
รูปที่ 9 FLEXIBLE HOLE



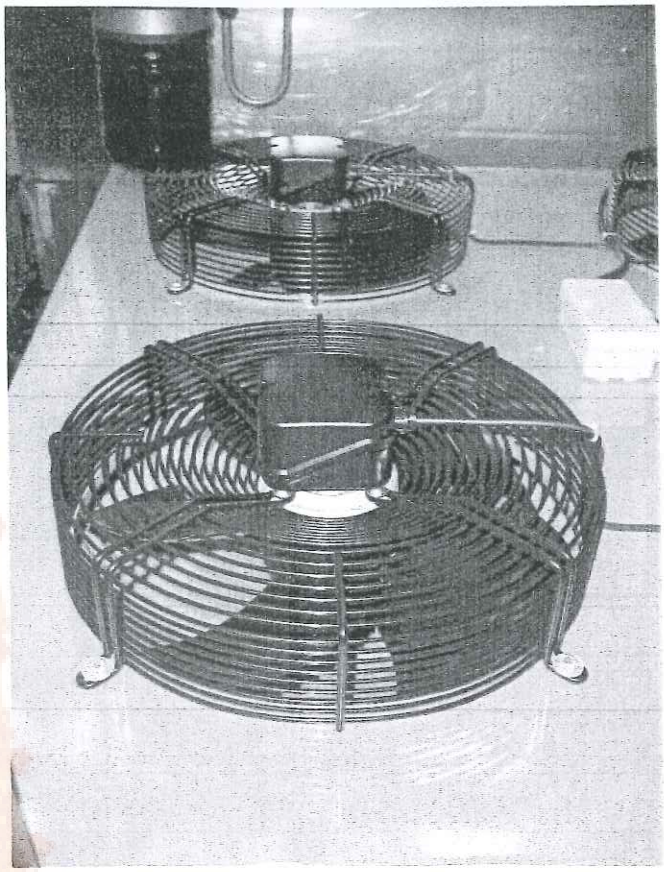
รูปที่ 10 PRESSURE TANK

รูปที่ 11 RECEIVER TANK

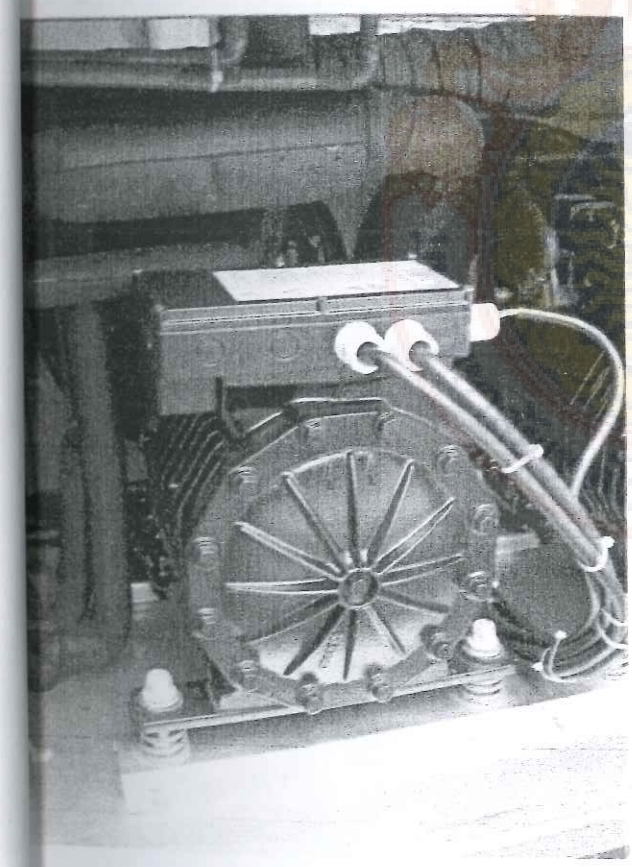
รูปที่ 12 OIL SEPARATOR



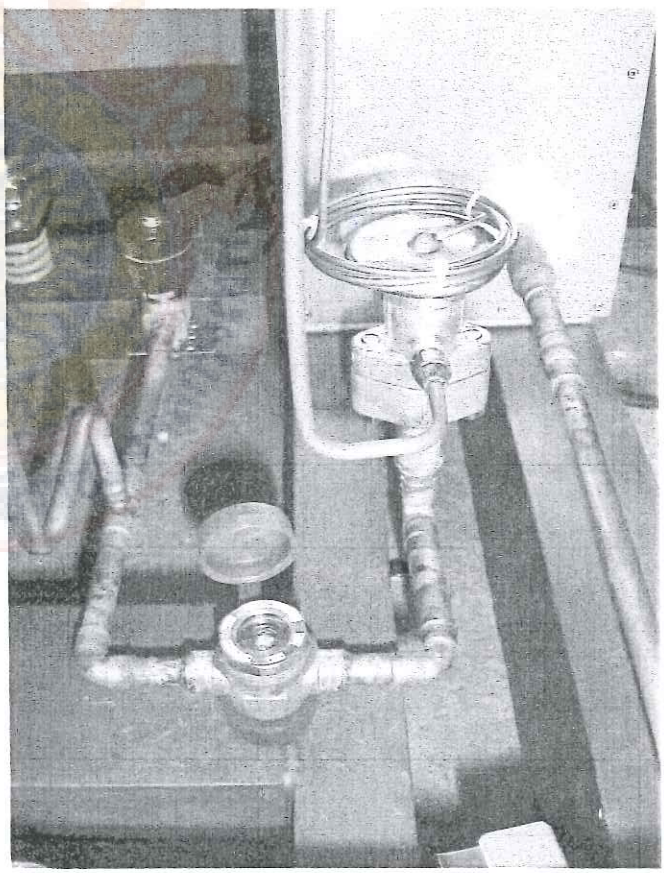
รูปที่ 13 CONDENSOR



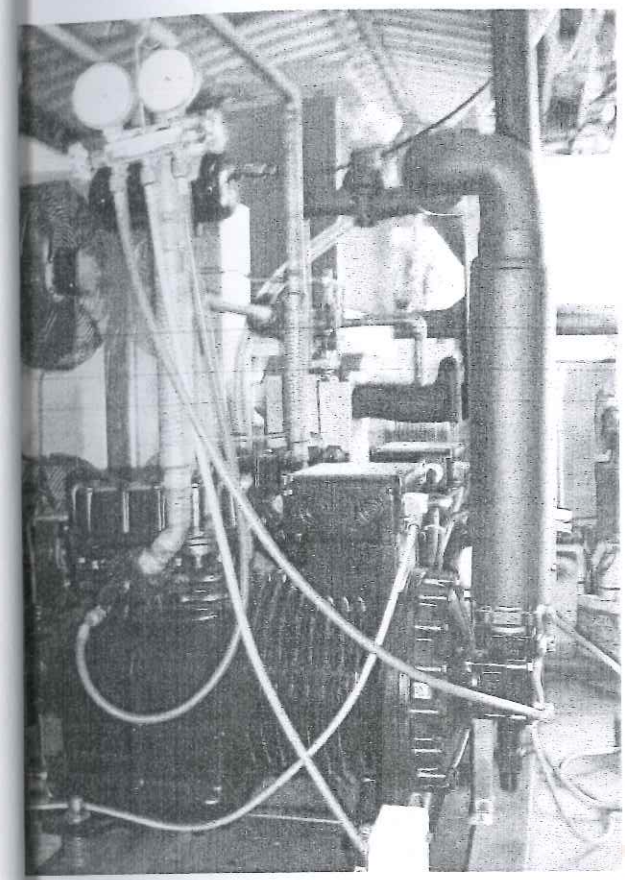
รูปที่ 14 CONDENSOR FAN



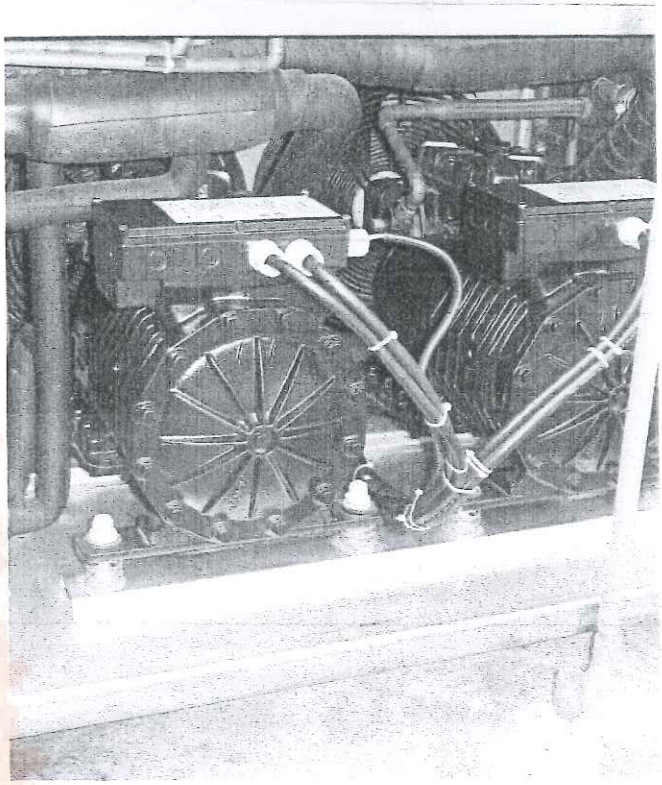
รูปที่ 15 COMPRESSOR



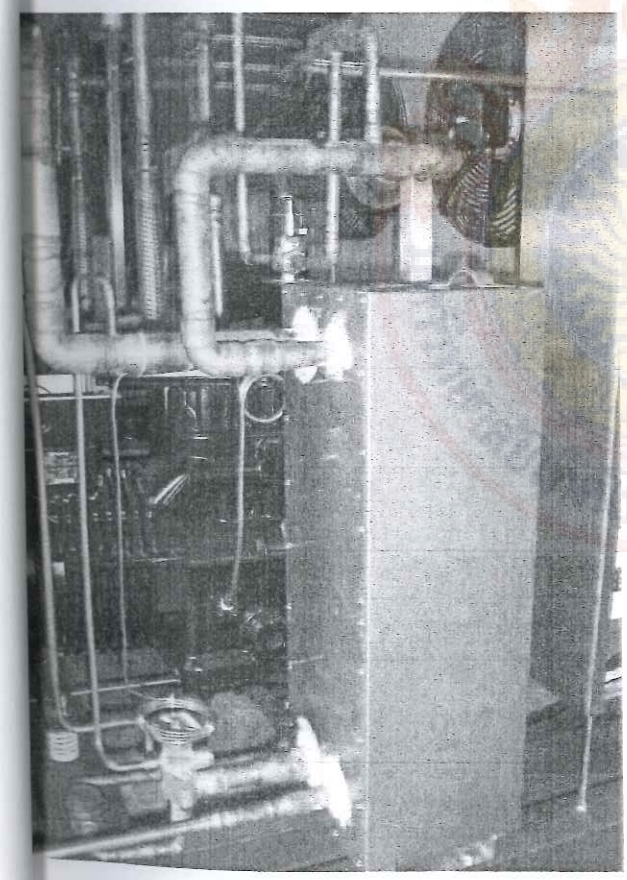
รูปที่ 16 MOISTURE INDICATOR



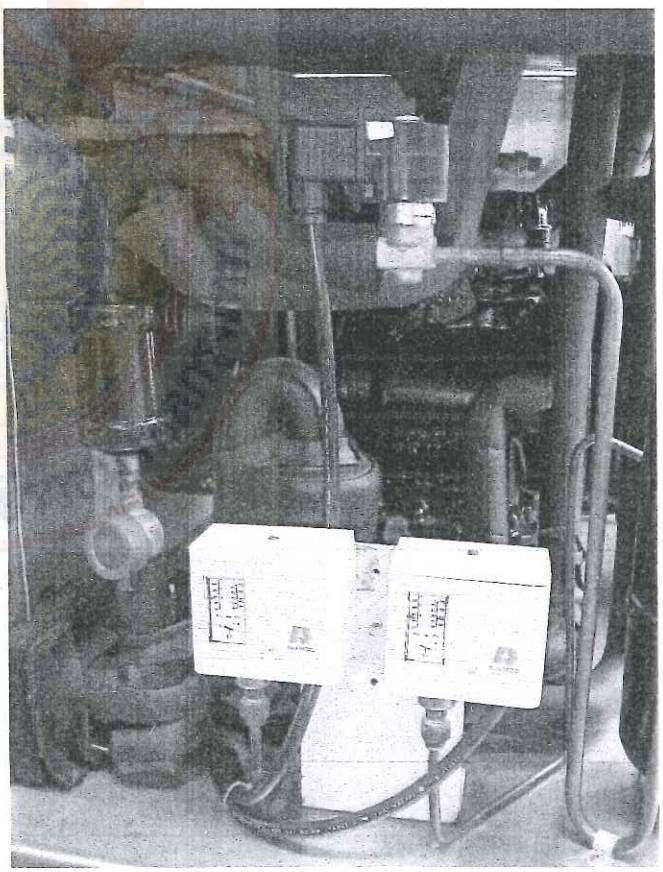
รูปที่ 17 ติดตั้ง Compressure



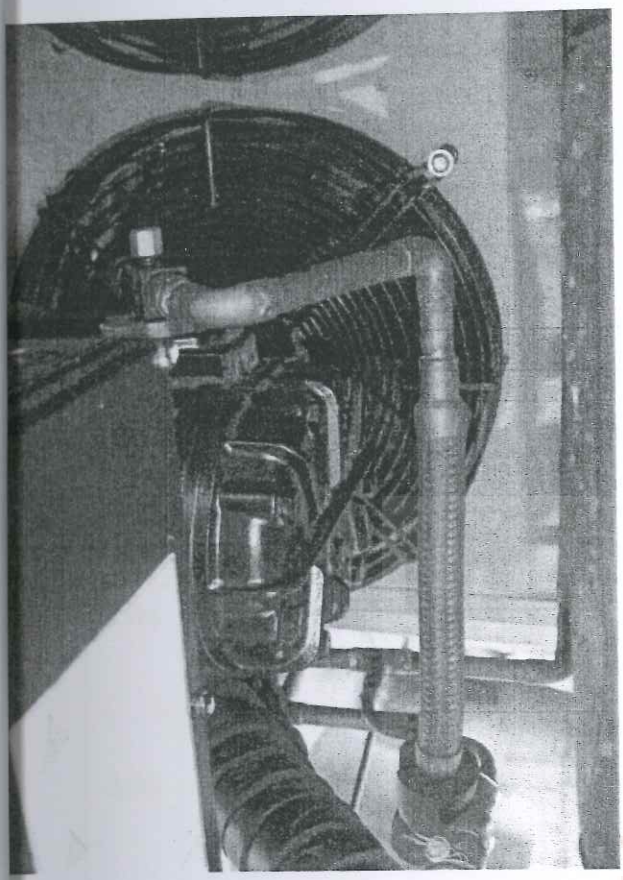
รูปที่ 18 ติดตั้ง Compressure 2 Stage



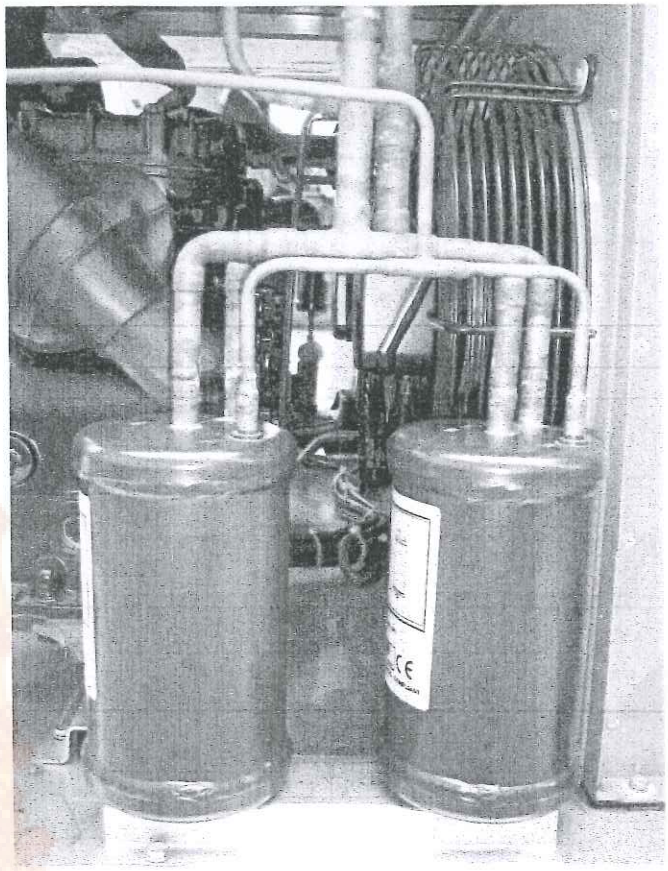
รูปที่ 19 ติดตั้ง Heat Exchanger



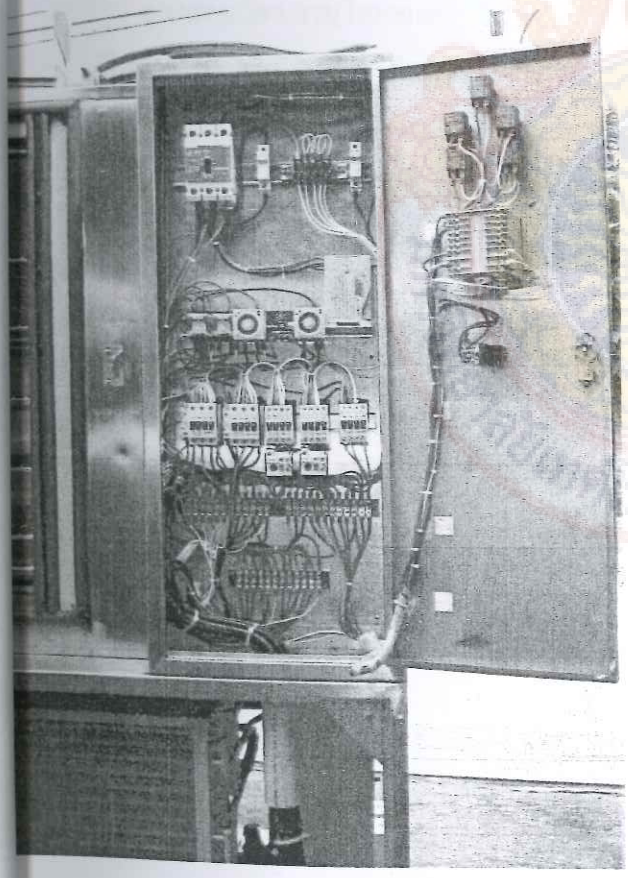
รูปที่ 20 ติดตั้ง Pressure Gauge



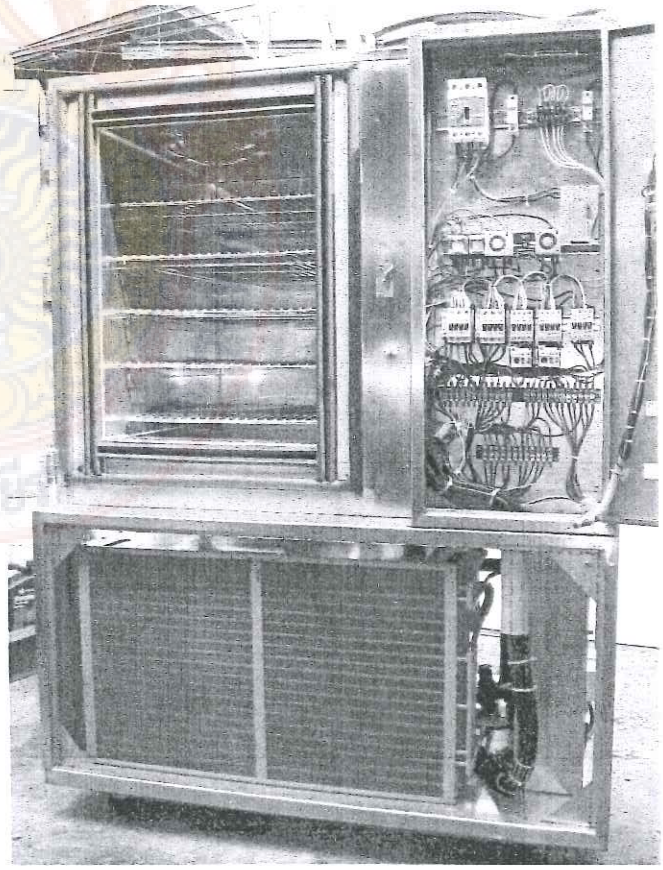
รูปที่ 21 ติดตั้ง Condensor



รูปที่ 22 ติดตั้ง Oil Separator



รูปที่ 23 ติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้า



รูปที่ 24 ติดตั้ง Condensor และแผงควบคุม

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ นายสมยศ อัมหิรัญ

Mr. SOMYOS AMHIRAN

2. ตำแหน่ง อาจารย์2 ระดับ 7

3. สถานที่ทำงาน คณะวิชาเทคโนโลยีการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

4. วุฒิการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถานศึกษา	ประเทศ
2518	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	คอ.บ.	วิศวกรรมอุตสาหการ	อุตสาหการ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	ไทย
2539	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	คอ.ม.	บริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา	-	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ไทย

5. ประสบการณ์

- งานสอนวิชา งานโลหะแผ่น วิชาการออกแบบท่อระบายอากาศ วิชาหลักการอาชีวศึกษา วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ วิชางานโครงการอุตสาหกรรม
- งานบริหาร เป็นหัวหน้าแผนกวิชาช่างโลหะ และ หัวหน้าสำนักงานสหกิจศึกษา
- ดูงานต่างประเทศ ณ. ประเทศนิวซีแลนด์ สิงคโปร์ และ จีน

6. ผลงานวิชาการ

- เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักการอาชีวศึกษา วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ วิชางานโครงการอุตสาหกรรม

7. รางวัลหรือทุนการศึกษาเฉพาะที่สำคัญ (ในปี2548)

-

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ นายสรวุฒิ จงเสถียร

Mr. SORAWUT JONGSATEIN

2. ตำแหน่ง อาจารย์2 ระดับ 7

3. สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

4. วุฒิการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถานศึกษา	ประเทศ
2537	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	ป.ว.ส	ไฟฟ้า	ไฟฟ้า	เทคนิคกรุงเทพ	ไทย

5. ประสบการณ์

- งานสอนวิชาไฟฟ้า วิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และงานโครงการอุตสาหกรรม
- ดูงานต่างประเทศ ณ. ประเทศเยอรมัน สหรัฐอเมริกา และ จีน
- ที่ปรึกษาบริษัท สามมิตร เมตัลเวิร์ค จำกัด

6. ผลงานวิชาการ

- เอกสารประกอบการสอนวิชาไฟฟ้า วิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และงานโครงการอุตสาหกรรม

7. รางวัลหรือทุนการศึกษาเฉพาะที่สำคัญ

-

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ นายสว่าง ฉันทวิทย์

Mr. SAWANG CHANTAVIT

2. ตำแหน่ง อาจารย์2 ระดับ 6

3. สถานที่ทำงาน คณะวิชาเทคโนโลยีการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

4. วุฒิการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถานศึกษา	ประเทศ
2537	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	คอ.บ.	วิศวกรรมอุตสาหการ	อุตสาหการ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	ไทย
2540	Master in Management	M.M	Management	Industrial Management	Technological University of the Philippines	ฟิลิปปินส์
2546	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	ว.ศ.บ.	วิศวกรรมอุตสาหการ	อุตสาหการ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	ไทย

5. ประสบการณ์

- งานสอนวิชา การบริหารงานอุตสาหกรรม วิชาวิศวกรรมงานเชื่อม วิชาวางแผนและควบคุมการผลิต วิชาการศึกษางาน วิชาปฏิบัติงานโลหะแผ่นและงานท่อ วิชากลวิธีการสอนช่างเทคนิค
- ฝึกอบรมต่างประเทศเรื่อง การออกแบบแม่พิมพ์พลาสติก ณ. ประเทศออสเตรีย ปี 2547
- ฝึกอบรมในประเทศหัวข้อการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม UG-nx3

6. ผลงานวิชาการ

- เอกสารประกอบการสอนวิชาการบริหารงานอุตสาหกรรม วิชาวิศวกรรมงานเชื่อม วิชาวางแผนและควบคุมการผลิต วิชาการศึกษางาน วิชาปฏิบัติงานโลหะแผ่นและงานท่อ
- วีดีโอซีดีช่วยสอนการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม UG-nx3 ใช้ประกอบการบรรยาย (ไม่มีเสียงบรรยายในซีดี)

7. รางวัลหรือทุนการศึกษาเฉพาะที่สำคัญ (ในปี2548)

- วุฒิบัตรการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม UG-nx3
- วุฒิบัตรช่างฝีมืองานฉีดพลาสติก ระดับ3 จากสถาบันยานยนต์