ชื่อเรื่อง(ภาษาไทย) เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็นทำงานอย่างต่อเนื่อง
ชื่อเรื่อง(ภาษาอังกฤษ) Machine to press coconut oil to work continuous

ชื่อหัวหน้าโครงการ นายพลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๕
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างเครื่องอบและเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็นทำงานอย่างต่อเนื่องและหาประสิทธิภาพของชุดเครื่องอบและเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวระบบเย็นที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเริ่มจากขูดมะพร้าวด้วยเครื่องขูด นำมะพร้าวที่ขูดเข้าเครื่องอบที่สร้างขึ้น ตั้งอุณหภูมิการอบ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบเฉลี่ย 20 นาทีต่อมะพร้าว 2 กิโลกรัม เปิดตู้อบนำมะพร้าวที่อบเข้าเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว ทำการทำงานผลิตน้ำมันมะพร้าวอย่างต่อเนื่อง

ผลจากการออกแบบและสร้างอุปกรณ์เครื่องอบและเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็นทำงานอย่างต่อเนื่องและหาประสิทธิภาพ ทำให้ได้อุปกรณ์และเครื่องมือผลิตน้ำมันมะพร้าวทำงานอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวได้อัตราชั่วโมงละ 4 ลิตร

นายพลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย
ผู้วิจัย

Abstract

Research this project invents for design and build a cooking oven , Machine to press coconut oil to work continuous and were to create and efficiency validation of Machine for built.

Start to scrape continuous , bring it to cooking oven, set 60 ˚C. use cooking oven mean 20 minute per coconut 2 kilograms ,open it to Machine to press coconut oil to product to work continuous.

The result of design and build a cooking oven , Machine to press coconut oil to work continuous. There are tools product coconut oil to work continuous 24 hours. By ratio 4 liter per hour.

Mr.Plangwath Paengteerasukkamai
Researcher

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ (Table of contents)	ค
บัญชีตาราง (list of table)	ง
บัญชีภาพประกอบ (List of illustrations)	จ
บทที่ 1 บทนำ (Chapter 1)	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3 ขอบเขตของโครงการ	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Chapter 2)	
2.1 ทฤษฎีมะพร้าวและน้ำมันมะพร้าว	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและคำนวณ	
2.3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์	14
2.3.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงบิด	19
2.3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับเพลา	21
2.3.4 ทฤษฎีการดันวัสดุผ่านเพลาเกลียวอัด	23
2.3.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับตลับลูกปืน	25
2.3.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพาน	28
2.3.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับเทอร์โมคัปเปิล	33
2.3.8 ฉนวนกันความร้อน	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับอะลูมิเนียม	42
2.3.10 ฮีตเตอร์	44
2.3.11 การวัดและการควบคุม	46
2.3.12 อุณหภูมิ	47
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย (Chapter 3)	57
ขั้นตอนดำเนินงาน	57
3.1 ศึกษาข้อมูลเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวเครื่องเดิม	59
3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ	59
3.3 ดำเนินการออกแบบเครื่อง	60
3.4 สร้างเครื่องทดลองและปรับปรุงแก้ไข	60
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Chapter 4)	73
ผลการทดลอง	73
ตารางบันทึกผลการทดลองเครื่องอบ	77
- ตารางการทดลองกลุ่มที่ 1	78
- ตารางการทดลองกลุ่มที่ 2	78
- ตารางการทดลองกลุ่มที่ 3	79
การทดลองบีบน้ำมันมะพร้าว	79
- ตารางการทดลองบีบน้ำมันมะพร้าว	79
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ(Chapter 5)	80
สรุปผลที่ได้จากโครงการ	80
- ตู้อบมะพร้าว	80
- เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว	80
อภิปรายผล	80

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ข้อเสนอแนะ 81

บรรณานุกรม 82

ภาคผนวก

-วงจรการต่อไฟฟ้าตู้อบ 83

ประวัติผู้วิจัย 84

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ภาคที่มีการปลูกมะพร้าวมากและปลูกเป็นอาชีพ คือ ภาคใต้ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพรนครศรีธรรมราช ฯลฯ ภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี ระยอง ฯลฯ และภาคตะวันตก จะหาได้จาก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม ฯลฯ

ในปัจจุบันการนำมะพร้าวมาแปรรูปยังจำกัดอยู่ในผลิตภัณฑ์ไม่กี่ประเภทและมีมูลค่าต่ำ ในปี 2545 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตมะพร้าวเท่ากับ 1.42 ล้านตัน โดยที่ปริมาณมะพร้าวผลร้อยละ 10 จะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำกะทิเพื่อใช้ในการประกอบอาหาร ร้อยละ 60 ของผลผลิตถูกนำไปบริโภคสดและนำไปเป็นส่วนประกอบในการทำขนม ในขณะที่ประมาณร้อยละ 30 ของมะพร้าวผลทั้งหมด ถูกนำมาใช้แปรรูปเป็น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ร้อยละ 10 ถูกส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ และอีกประมาณร้อยละ 90 ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมน้ำมันปรุงอาหาร สบู่ เคมีภัณฑ์ และอุตสาหกรรมอาหาร น้ำมันมะพร้าวมีประโยชน์มากมาย และเป็นที่ต้องการของตลาด อย่างสูง

อ้างอิง ; http://web.ku.ac.th/agri/coconut1/index-1.htm

; http://opac.tistr.or.th/Multimedia/STJN/4802/4802-12.pdf

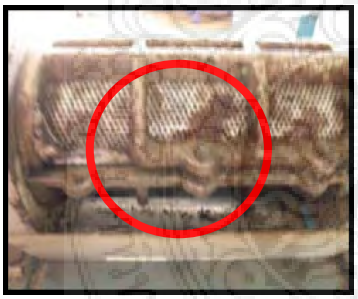
การผลิตน้ำมันมะพร้าวทั่วๆไปในทางอุตสาหกรรม จะเริ่มจากการนำเนื้อมะพร้าวออกจากผลมะพร้าว แล้วบดย่อยเนื้อมะพร้าวให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หลังจากนั้นก็ทำการตากแห้งหรืออบแห้ง ในอุณหภูมิที่ 50-60 องศาเซลเซียส แล้วนำเนื้อมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งมาบีบเอาน้ำมันออกด้วยเครื่องบีบแบบเกลียวอัด น้ำมันที่ได้มักจะมีเศษเนื้อมะพร้าวแห้งปะปนมาด้วย ต้องนำไปกรองเพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวดิบสีน้ำตาลเข้มใสปราศจากเศษเจือปน สำหรับกากเนื้อมะพร้าวที่บีบน้ำมันออกแล้วจะถูกส่งขายเป็นอาหารสัตว์ กระบวนการกลั่นน้ำมันให้บริสุทธิ์มี 2 วิธี คือทางเคมีและทางกายภาพ ถ้าทางเคมี โดยใช้ด่าง เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระในปริมาณที่พอเหมาะกับปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ จากนั้นจึงล้างสบู่และด่างที่เติมมากเกินพอออก จนน้ำมันมีสภาพเป็นกลาง แต่วิธีนี้มีการสูญเสียน้ำมันสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อน้ำมันมะพร้าวดิบมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง จากนั้นจึงทำการฟอกสีและดูดกลิ่นตามลำดับ ส่วนการทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีทางกายภาพบางครั้งเรียกว่า การกลั่นให้บริสุทธิ์ เป็นกรรมวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ทำได้โดยนำน้ำมันมะพร้าวดิบจากกระบวนการสกัด

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากธรรมชาติ 100% ผลิตด้วยกรรมวิธีสกัดเย็น (Cold Process) โดยใช้กระบวนการเหวี่ยงแยก (Centrifugal Process) จากเนื้อมะพร้าวสดซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สุดในขณะนี้โดยไม่ผ่านความร้อนทุกขั้นตอน การผลิตจึงทำให้สารอาหาร ที่มีอยู่ในน้ำมันมะพร้าวคง

สภาพเดิมมากที่สุด เป็นน้ำมันมะพร้าวที่บริสุทธิ์ที่สุด สีใสเหมือนน้ำ มีกลิ่นหอมของมะพร้าวตามธรรมชาติ ไม่เหม็นหืน ไม่เหม็นเปรี้ยว ไม่มีการเติมสารแต่งกลิ่นหรือสารเคมีใดๆ ทั้งสิ้น อุดมไปด้วยกรดลอริค (Lauric Acid) เป็นสารตัวเดียวกันที่พบในน้ำนมมารดา ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษในการเสริมสุขภาพความงาม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคอีกด้วย รวมทั้งมีวิตามินอี(Vitamin E) ในปริมาณสูงที่ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวพรรณและช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ อีกทั้งยังเป็นน้ำมันพืชที่มีคุณสมบัติในการเสริมสุขภาพและความงามของมนุษย์มากที่สุดในบรรดาน้ำมันพืชทั้งหลาย ทั้งยังเป็นน้ำมันพืชที่มีปริมาณคลอเรสเตอรอลน้อยที่สุด สามารถใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมอาหาร"น้ำมันมะพร้าวไม่ใช่ยา แต่เป็นอาหารที่มีฤทธิ์เป็นยา"

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีราคาปลีกลิตรละ 400 บาท จึงมีการคิดหาวิธีที่จะเพิ่มราคามะพร้าวให้มีราคาสูงขึ้น โดยการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวโดยใช้ระบบเกลียวอัดในปี พ.ศ. 2550 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้สร้างเครื่องบีบอัดระบบเกลียวอัดได้น้ำมันมะพร้าว โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์วัลลภ ภูผา ขั้นตอนการบีบ คือ มะพร้าวที่ผ่านการขูด จะต้องผ่านการตากแดด 3 แดด เพื่อไล่ความชื้นออกน้ำหนักมะพร้าวจะลดหายไป 18-20 % จะได้น้ำมันมะพร้าวจากเครื่องบีบอัดมากที่สุด

ปีพ.ศ. 2553 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว จากเดิมที่มีปัญหาเรื่องการฉีกขาดของแผ่นกรองและไม่สามารถทำงานได้ต่อเนื่องจากมอเตอร์ตัดไฟทำงานได้ 30-45 นาที ผลจากการพัฒนาระบบเกลียวอัดเมื่อทำการบีบอัดมากๆ ตะแกรงฝาครอบบีบอัดก็เกิดการฉีกขาดและตรงเหล็กที่ครอบเกิดการแตกไม่สามารถรับแรงอัดได้



ภาพที่ 1-1 แสดงการแตกของฝาครอบเกลียวอัด

ภาพที่ 1-2 แสดงภาพตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์

ภาพที่ 1-3 แสดงภาพเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวเครื่องเดิม 2553

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวให้สามารถผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้ โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการผลิตทุกขั้นตอนจะมีผลต่อคุณภาพของนำมันมะพร้าวที่ผลิตได้ ไม่ว่าจะเป็น การเตรียมวัตถุดิบ เวลา ปริมาณความชื้นของเนื้อมะพร้าวแห้งก่อนเข้าขั้นตอนการบีบน้ำมัน ดังนั้น การเตรียมวัตถุดิบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อพัฒนาและสร้างเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวให้สามารถผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้

1.2.2 เพื่อทดลองประสิทธิภาพของเครื่องที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องเดิม

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 เครื่องมีขนาด 70x180x120 เซนติเมตร

1.3.2 ใช้มะพร้าวขูดที่ไม่ผ่านการคั้นกะทิอบแห้งนำมาทดสอบ

1.3.3 ลักษณะการบีบอัดมะพร้าวใช้สกรูอัดเกลียวส่งกำลังด้วยมอเตอร์ ส่งถ่ายกำลังด้วยปุลเล่ย์ทดผ่านมายังชุดเกลียวอัด

1.3.4 เครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง 1 วันทำงาน หรือ 8 ชั่วโมง

1.3.5 ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังขนาด 3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว สลับทำงาน

1.4 ประโยชน์ที่จะได้จากโครงการ

1.4.1 เครื่องที่พัฒนาและสร้างขึ้นสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง

1.4.2 ผลิตน้ำมันมะพร้าวจำหน่ายได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวนั้น จำเป็นต้องทำการศึกษาข้อมูลทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และความเป็นไปได้ของโครงสร้างโครงงาน โดยเริ่มจากการค้นคว้าข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบพัฒนาและสร้างเครื่อง ตลอดจนนำความรู้ด้าน วิศวกรรม และ เทคโนโลยีที่ได้ศึกษานำมาประยุกต์ใช้ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว ซึ่งแยกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีมะพร้าวและน้ำมันมะพร้าว
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและคำนวณ
- 2.3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์
- 2.3.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงบิด
- 2.3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับเพลา
- 2.3.4 ทฤษฎีการดันวัสดุผ่านเพลาเกลียวอัด
- 2.3.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับตลับลูกปืน
- 2.3.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพาน
- 2.3.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับเทอร์โมคัปเปิล
- 2.3.8 ฉนวนกันความร้อน
- 2.3.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับอะลูมิเนียม
- 2.3.10 ฮีตเตอร์
- 2.3.11 การวัดและการควบคุม
- 2.3.12 อุณหภูมิ

2.1 ทฤษฎีมะพร้าวและน้ำมันมะพร้าว

มะพร้าว (Coconut = โคโคนัท) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Cocos Nucifera Linn เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทยเนื่องจากคนไทยรู้จักใช้เนื้อมะพร้าวในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาวและหวานในชีวิตประจำวันซึ่งจากสำนักงานสถิติแห่งชาติได้เคยสำรวจพบว่าประชากรไทย 1 คน จะบริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผล/คน/ปี ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีพลเมืองประมาณ 62 ล้านคน ใช้ผลมะพร้าวประมาณ 990 ล้านผล หรือประมาณ 65% ของผลผลิตทั้งหมด และส่วนที่เหลือประมาณ 35% ของผลผลิตทั้งหมด หรือ 489 ล้านผล ใช้ในรูปของอุตสาหกรรมหรือส่งออกต่อไป ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมมะพร้าวใหญ่ๆได้ 2 กลุ่ม คือ

ผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อการบริโภค เช่น อุตสาหกรรมมะพร้าวแห้ง อุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว อุตสาหกรรมกะทิเข้มข้น อุตสาหกรรมมะพร้าวขูดแห้ง อุตสาหกรรมน้ำตาลมะพร้าว

ภาพที่ 2-1 อุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว
(ที่มา : จากกลุ่มแม่บ้านมะพร้าวแก้วบ้านน้อย เชียงคาน จังหวัดเลย,ม.ป.ป)

ผลิตภัณฑ์เพื่ออุตสาหกรรมและอุปโภค เช่น อุตสาหกรรมเส้นใยมะพร้าว อุตสาหกรรมแท่งเพาะชำ อุตสาหกรรมเผาถ่านจากกะลามะพร้าว อุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว ผลผลิตมะพร้าวแต่ละปีจะมีมูลค่าไม่ต่ำกว่าปีละ 2,700 ล้านบาท คิดแล้วมูลค่ามหาศาล ซึ่งเราไม่ควรที่จะมองข้ามคุณค่าของมะพร้าว และควรเร่งหาทางในการส่งเสริมและพัฒนามะพร้าวอีกต่อไปมะพร้าวสามารถขึ้นได้ในทุกจังหวัดทั่วประเทศ แต่ขึ้นได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อยคือ (pH ระหว่าง 6-7) ลักษณะดินร่วน หรือร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี มีฝนตกกระจายสม่ำเสมอแทบทุกเดือน อากาศอบอุ่น หรือค่อนข้างร้อน และมีแสงแดดมากภาคที่มีการปลูกมะพร้าวมากและปลูกเป็นอาชีพ คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตกภาคใต้ : จังหวัด

สุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช ฯลฯภาคตะวันออก : จังหวัดชลบุรี ระยอง ฯลฯ ภาคตะวันตก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม ฯลฯ

ภาพที่ 2-2 อุตสาหกรรมทำพรมเช็ดเท้าจากเส้นใยมะพร้าว

พันธุ์มะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชผสมข้ามพันธุ์ แต่ละต้นจึงไม่เป็นพันธุ์แท้อาศัยหลักทางการผสมพันธุ์ที่เป็นไปโดยธรรมชาติ อาจแบ่งมะพร้าวออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทต้นเตี้ยและประเภทต้นสูง

ภาพที่ 2-3 มะพร้าวประเภทต้นเตี้ย ภาพที่ 2-4 มะพร้าวประเภทต้นสูง

มะพร้าวประเภทต้นเตี้ย มีการผสมตัวเองค่อนข้างสูง จึงมักให้ผลดกและไม่ค่อยกลายพันธุ์ ส่วนใหญ่นิยมปลูกไว้เพื่อรับประทานผลอ่อน เพราะในขณะที่ผลยังไม่แก่ อายุประมาณ 4 เดือน เนื้อยังมีลักษณะอ่อนนุ่ม และน้ำมีรสหวาน บางพันธุ์น้ำมีคุณสมบัติพิเศษคือมีกลิ่นหอม

ลักษณะทั่วไปประเภทต้นเตี้ย

ลำต้นเล็ก
โคนต้นไม่มีสะโพก
ต้นเตี้ย โตเต็มที่สูงประมาณ 12 เมตร
ทางใบสั้น
ถ้ามีการดูแลปานกลางจะเริ่มให้ผลเมื่ออายุ 3-4 ปี
ให้ผลผลิตประมาณ 35-40 ปี

มะพร้าวประเภทต้นสูงมีหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น เปลือกสีเขียว เหลืองนวล (สีงาช้าง) น้ำตาลแดง หรือสีส้ม น้ำมีรสหวาน มีกลิ่นหอม มะพร้าวต้นสูงทุกพันธุ์จะมีผลขนาดเล็ก เมื่อผลแก่มีเนื้อบางเล็กน้อย ซึ่งได้แก่พันธุ์ นกคุ่ม หมู่สีเขียว หมู่สีเหลือง หรือนาฬิกา มะพร้าวเตี้ย น้ำหอม และมะพร้าวไฟ แต่ปัจจุบันมะพร้าวน้ำหอมกำลังเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในการบริโภคสดและส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ตามปกติมะพร้าวต้นสูงจะผสมข้ามพันธุ์ คือ ในแต่ละช่อดอก (จั่น) หนึ่งๆ ดอกตัวผู้จะค่อยๆทยอยบาน และร่วงหล่นไปหมดก่อนที่ดอกตัวเมียในจั่นนั้นจะเริ่มบาน จึงไม่มีโอกาสผสมตัวเอง มะพร้าวประเภทนี้เป็นมะพร้าวเศรษฐกิจส่วนใหญ่ปลูกเป็นสวนอาชีพ เพื่อใช้เนื้อจากผลแก่ไปประกอบอาหารหรือเพื่อทำมะพร้าวแห้งใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช

ลักษณะทั่วไปประเภทต้นสูง

ลำต้นใหญ่

โคนต้นมีสะโพกใหญ่

ต้นสูง โตเต็มที่สูงประมาณ 18 เมตร

ทางใบใหญ่และยาว

ถ้ามีการดูแลปานกลางจะเริ่มให้ผลเมื่ออายุ 5-6 ปี

อายุยืนให้ผลผลิตนานประมาณ 80 ปี

มีผลโตเนื้อหนาปริมาณเนื้อมาก มีลักษณะภายนอกหลายอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ผลขนาดกลาง ขนาดใหญ่ รูปผลกลม ผลรี บางพันธุ์เปลือกมีลักษณะพิเศษ คือ ในขณะที่ผลยังไม่แก่ เปลือกตอนส่วนหัวจะมีรสหวานใช้รับประทานได้ จึงมีชื่อเรียกต่างๆกัน ได้แก่พันธุ์กะโหลก มะพร้าวใหญ่ มะพร้าวกลาง ปากจก ทะลายร้อย เปลือกหวานและมะพร้าว

การเก็บผลมะพร้าว

มะพร้าวออกดอกโดยเฉลี่ยปีละ 12 จั่น ถ้าได้รับการดูแลดีก็จะติดผลทุกจั่น ได้ผลผลิตทุกเดือนเดือนละ 1 ทะลาย แต่ปกติจะเก็บผลมะพร้าวได้ไม่เท่ากันในแต่ละเดือน เดือนที่ให้ผลผลิตน้อยคือ ระหว่างเดือนธันวาคมถึงมีนาคมต่อจากนั้นจะเก็บผลมะพร้าวได้มากขึ้นเรื่อยๆช่วงที่เก็บผลได้มากที่สุดคือ เดือนสิงหาคมถึงกันยายน ผลมะพร้าวจะเริ่มแก่เมื่ออายุประมาณ 11 เดือน จนอายุ 12 เดือน ก็จะแก่เต็มที่ ลักษณะผลแก่สังเกตได้จากผิวของเปลือก จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็น สีก้ามปู หรือสีน้ำตาล และปริมาณน้ำในผลจะน้อยลง ดังนั้นเมื่อเขย่าผลดูก็จะได้ยินเสียงน้ำคลอน มะพร้าวทะลายเดียวกันจะแก่ไม่พร้อมกัน จึงควรเลือกเก็บผลมะพร้าวที่ผลแก่หมดแล้ว เกษตรกรนิยมสอยมะพร้าวทุกๆ 45-60 วัน แล้วแต่ปริมาณผลมะพร้าวในสวน การสอยส่วนใหญ่นิยมใช้ไม้ไผ่ลำยาวๆ ที่มีตะขอผูกติดไว้ที่ปลายลำ ใช้ตะขอเกี่ยวทะลายที่มีผลแก่แล้ว ดึงกระตุกให้ผลหลุดตกลงมา แต่ถ้ามะพร้าวต้นสูงมากๆ เกษตรกรมักใช้ลิงเก็บมะพร้าวแทนใน 1 วันจะเก็บมะพร้าวได้ประมาณ 600 ผล

ภาพที่ 2-5 ประกอบลักษณะของจั่นมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าวมีส่วนประกอบดังนี้

กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid) 87%

กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsatured Fatty Acid) 6%
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid) 2%
คอเรสเตอรอล ไม่มี

น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันชนิดพิเศษ มีจำนวนอะตอมสั้นและขนาดกลางซึ่ง 2 ใน 3 ส่วน เป็นขนาดกลาง 6-12 ตัว (Medium-Chain Fatty Acid) ซึ่งเป็นผลดี เพราะขนาดกรดไขมันชนิดนี้ สามารถถูกดูดซึมผ่านเข้ากระบวนการสันดาปในร่างกายเราได้ โดยไม่ต้องใช้ระบบ Carnitine ขนส่ง ทำให้ลดอันตรายต่อเซลล์ไปได้กรดไขมันในมะพร้าวนี้ 50% เป็นกรดลอริค (Lauric Acid) ซึ่งเปลี่ยนเป็น Monolaurin ในร่างกาย กรดนี้มีผลในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ รา และไวรัสชนิดมีเปลือกหุ้ม เช่น เชื้อไวรัสเอดส์ โรคเริม ไข้หวัดใหญ่ เป็นต้น น้ำมันมะพร้าวยังมีกรดคาปริค (Capric Acid) ประมาณ 7% ซึ่งช่วยต้านเชื้อไวรัสและแบคทีเรียได้เช่นกัน

น้ำมันมะพร้าวเป็นอันตรายเพราะมีกรดไขมันอิ่มตัวมาหลายสิบปี ปัจจุบันได้มีงานวิจัยซึ่งมีผลชัดเจนว่าน้ำมันมะพร้าวมีประโยชน์ในการป้องกันการเกิดโรคหัวใจ เพราะหลอดเลือดอุดตัน ซึ่งตรงกันข้ามกับข้อมูลเดิม รายงานวิจัยอีกหลายเรื่องพบว่าน้ำมันมะพร้าวช่วยเพิ่มระดับของ HDL (ไขมันที่มีความหนาแน่นสูง) ซึ่งเป็นคอเรสเตอรอลชนิดดีในเลือดและยังมีผลช่วยแก้ไขให้ตับดีขึ้น มีรายงานวิธีการใช้น้ำมันมะพร้าววันละ 3-4 ช้อนโต๊ะ รับประทานเพื่อเสริมระบบภูมิคุ้มกันเราคนไทยมีวิธีการใช้มะพร้าวเป็นอาหารจนลือชื่อในโลก มีการใช้น้ำตาลจากดอกมะพร้าว เราดื่มน้ำและรับประทานเนื้อมะพร้าวอ่อน ใช้เนื้อมะพร้าวแก่เป็นกะทิทำแกงและทำขนม และยังใช้น้ำมันมะพร้าวในการรักษาโรค โดยเฉพาะโรคผิวหนัง ใช้บำรุงผิว และเส้นผม เครื่องสำอางชั้นนำในปัจจุบันมีน้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนผสมอยู่เป็นอันมาก พบว่ามีการใช้ทั้งอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง และที่สำคัญคือใช้ในการผลิตอาหารเสริมเพื่อควบคุมน้ำหนักตัวน้ำมันมะพร้าวมีประโยชน์ในการใช้ทาผิวและผม พบว่าการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยถนอมผิวพรรณลึกลงไปถึงระดับเนื้อเยื่อเซลล์ใต้ผิวหนัง ช่วยลดความต้องการวิตามิน E ช่วยต้านการเกิดจุดดำที่เกิดจากแสงแดดและจากการที่มีอายุมากขึ้น น้ำมันมะพร้าวช่วยรักษาแผล ลดการอักเสบและผื่นคันให้หายเร็ว ใช้ล้างหน้าได้ดีเพราะจะช่วยให้ผิวชั้นนอกซึ่งมีผิวหนังที่ตายแล้วหลุดออกไปทำให้ผิวเนียนนุ่มนวล สำหรับผมแล้วน้ำมันมะพร้าวเปรียบเหมือนครีมปรับสภาพเส้นผมธรรมชาติ ช่วยให้หนังศีรษะสะอาด ป้องกันการเกิดรังแค ให้ผลดีที่สุดหากใช้หมักผมและหนักศีรษะก่อนสระผม สำหรับผู้ต้องการผิวสีน้ำผึ้งและเนียน แต่ถ้าต้องการผิวขาวให้ใช้เมื่ออยู่ในบ้าน และใช้น้ำมันงาทาป้องกันแสงแดดก่อนออกไปตากแดดหรือไปนอกบ้าน

(ที่มา : วีณา เชิดบุญชาติ , 2537 [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก : http://www.salasamunprai.com/herbs/coconutoil.html)

ประโยชน์ต่อร่างกาย

1) ช่วยลดคลอเรสเตอรอลชนิดเลวหรือ LDL (ไขมันที่มีความหนาแน่นต่ำ) และเพิ่มคลอเรสเตอรอลชนิดดีหรือ HDL ช่วยให้สุขภาพของร่างกายและหัวใจดีขึ้น

2) เปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่มีไขมันสะสมอยู่ในร่างกาย

3) เพิ่มอัตราการเผาผลาญอาหาร อาหารจะถูกเผาผลาญเป็นพลังงานไปหมดอย่างรวดเร็ว ไม่สะสมเป็นไขมันในร่างกาย

4) ช่วยกระชับสัดส่วน โดยไขมันที่ร่างกายสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ออกมาใช้เป็นพลังงาน จึงช่วยให้ดูมีรูปร่างดีขึ้น

ประโยชน์ต่อผิวพรรณ

1) ผิวดูอ่อนวัย ทำให้ผิวพรรณนุ่มไม่แตกแห้งเป็นกระหรือหรือฝ้า แต่ชุ่มชื้นและเนียนปราศจากริ้วรอยเหี่ยวย่น

2) ผิวแลดูนุ่มและเนียน ผิวหนังจะสูญเสียความชุ่มชื้นเพราะถูกแสงแดดและลม น้ำมันมะพร้าวมีสารที่ช่วยรักษาความชุ่มชื่น

3) ช่วยป้องกันฝ้าและกระ อนุมูลอิสระเป็นตัวการอันหนึ่งของการเกิดฝ้าและกระ วิตามินอีในน้ำมันมะพร้าว จะทำหน้าที่ขัดขว้างปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอนุมูลอิสระเหล่านั้นและยังทากันแดดได้อีกด้วย

ประโยชน์ต่อเส้นผม

1) ช่วยปรับสภาพเส้นผม ช่วยให้ผมนุ่มดำเงางาม เพราะมีวิตามินอี ช่วยเสริมสร้างการเจริญของเส้นผม

2) ช่วยรักษาสุขภาพของหนังศีรษะ มีสารปฏิชีวนะทำลายเชื้อโรค ป้องกันการเกิดรังแค

3) ช่วยให้เส้นผมมีสุขภาพดี มีคุณสมบัติยึดเกาะกับโปรตีนของเส้นผมได้ดี จึงช่วยลดปริมาณการสูญเสียโปรตีนของเส้นผม

ประโยชน์ต่อการทำสปา

1) ใช้นวดตัวในการบำบัด เพื่อให้ร่างกายผ่อนคลาย

2) ใช้น้ำมันสำหรับการนวดคลายเส้นได้ดี

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 เครื่องหีบน้ำมันสบู่ดำแบบสกรูอัดเดี่ยว

ภาพที่ 2-6 เครื่องหีบน้ำมันสบู่ดำแบบสกรูอัดเดี่ยว

เครื่องหีบน้ำมัน ชนิดนี้ทำงานแบบต่อเนื่อง โดยในขั้นตอนการสกัดน้ำมัน เมล็ดสบู่ดำที่อยู่ในฮอปเปอร์ (Hopper) จะถูกลำเลียงเข้าสู่การหีบน้ำมันอย่างต่อเนื่อง ด้วยสกรูอัดที่ถูกออกแบบเป็นพิเศษให้ทำหน้าที่ลำเลียงเมล็ดสบู่ดำ อัดเมล็ดสบู่ดำ และคายกากสบู่ดำสกรูอัดนี้หมุนด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที ซึ่งถูกขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 7.5 แรงม้า 3 เฟส ในระหว่างการใช้งานมีทั้งแรงอัด และแรงเฉือนกระทำบนเมล็ดสบู่เมล็ด ส่งผลให้เมล็ดสบู่ดำแตกละเอียด และมีน้ำมันไหลออกมาจากเนื้อสบู่ดำ ซึ่งน้ำมันสบู่ดำจะไหลออกตามช่องระบายน้ำมันของกระบอกอัดลงสู่ถาดรองรับน้ำมันและกากสบู่ดำถูกขับระบายออกที่ปลายของสกรูอัดด้านตรงข้ามกับฮอปเปอร์

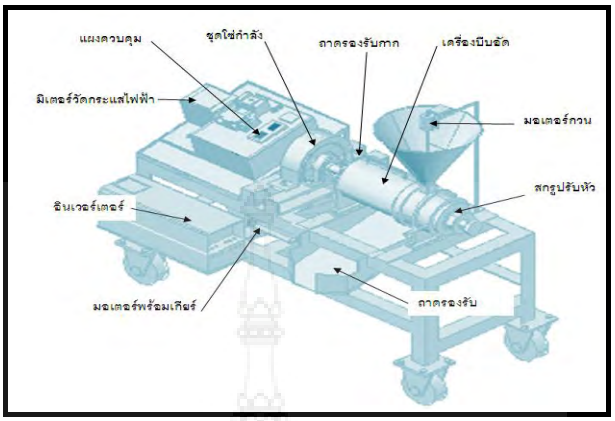
ภาพที่ 2-7 แสดงการใส่เมล็ดสบู่ดำในฮอปเปอร์

ภาพที่ 2-8 แสดงการสกัดน้ำมัน

ภาพที่ 2-9 แสดงการคายกาก

ที่มาของแหล่งอ้างอิง : สุบงกช โตไพบูลย์ นักวิจัยร่วมโครงการ (MTEC) , ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ , 2551. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก (http://library.stks.or.th:8080/dspace/bitstream/123456789/1395/1/20091001 Sabudam.pdf)

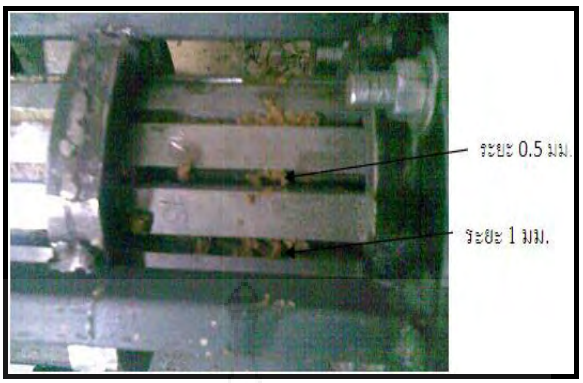
เครื่องบีบอัดน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 2-10 เครื่องบีบอัดน้ำมันรำข้าว

การออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ามันจากรำข้าวเครื่องที่จะสร้างขึ้นจะทางานโดยการใช้สกรูอัดรับกำลังขับมาจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า ปรับความเร็วรอบโดยใช้อินเวอร์เตอร์และผ่านชุดเกียร์ทด 1:68 โดยได้ทำการออกแบบสกรูแบ่งออกเป็น 2 ช่วงการทำงานคือ ลำเลียง บีบอัด โดยขั้นตอนหลักๆ ในการทดลอง ดังนี้เริ่ม จากการเตรียมรำข้าวต้องเป็นรำข้างที่เพิ่งออกจากโรงสีแล้วเอาเข้าเครื่องบีบอัดน้ามันรำข้าว โดยใช้ความเร็วรอบที่ 5, 10, 15 และ 20 รอบต่อนาทีและปรับระยะห่างของช่องระบายกากในแนวรัศมี 1 และ 2 มิลลิเมตร ผลปรากฏว่าที่ความเร็วรอบที่ 5 รอบต่อนาทีได้ปริมาณน้ำมัน 600 มิลลิลิตรและระยะห่าง 1 มิลลิเมตรโดยใช้รำข้าวจำนวน 10 กิโลกรัม

ภาพที่ 2-11 แสดงลักษณะกากที่ถูกบีบออกทางหัวช่องบีบ



ภาพที่ 2-12 แสดงช่องการไหลน้ำมันที่ระยะ 1 , 0.5 มิลลิเมตร

ภาพที่ 2-13 แสดงลักษณะการไหลของน้ำมัน

ที่มาของแหล่งอ้างอิง : วรรษชล วัฒนะ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ,2553 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : (http://161.246.199.11/scienceday/data/research/09.pdf)

2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและคำนวณ

2.3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motors) มีทั้งอินดักชันมอเตอร์และซิงโครนัสมอเตอร์ มีใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กแม้แต่ในบ้านพักอาศัยก็ใช้กัน ซึ่งอาจจะอยู่ในลักษณะของเครื่องมืออำนวยความสะดวกทั้งที่จำเป็นและฟุ่มเฟือยในรูปแบบต่างๆ กันมากมายตั้งแต่ขนาดเล็กๆ ไปจนถึงขนาดใหญ่มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมอเตอร์ที่ทำงานด้วยความเร็ว (Speed) คงที่เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบางชนิดซึ่งอาจจะออกแบบให้สามารถปรับความได้ก็มี แต่ก็เป็นส่วนน้อย

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับคือเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนี้ พลังงานไฟฟ้าไม่ได้นำเข้าสู่โรเตอร์ของมอเตอร์โดยตรงแต่ได้จากการเหนี่ยวนำหรือเรียกว่า อินดักชั่น (Induction) ดังนั้นจึงเรียกมอเตอร์ไฟฟ้า

กระแสสลับว่า อินดักชันมอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับนี้บางทีเรียกชื่อสั้นๆ ว่ามอเตอร์ไฟสลับ หรือมอเตอร์กระแสสลับ แบ่งออกได้เป็น 2 แบบด้วยกัน คือ แบบที่มีโรเตอร์เป็นสไควเรลเกจ (Squirrel Gage) หรือทรงกระบอกเรียกมอเตอร์แบบนี้ว่า สไควเรลเกจมอเตอร์ และแบบที่โรเตอร์พันด้วยเส้นลวดเล็กๆ ที่เรียกว่า วาวด์โรเตอร์ (Wound Rotor Motor) หรือ สลิปริงมอเตอร์ (Slipping Motor)

มอเตอร์ทั้งสองแบบนี้ อาจจะมีส่วนประกอบคล้ายๆ กันดังนี้ขึ้นอยู่กับที่ (Stator) เหมือนกับฝาครอบ (End Plate) เหมือนกัน จะแตกต่างกันเฉพาะส่วนที่เฉพาะที่ส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) และมอเตอร์ไฟสลับหรืออินดักชันมอเตอร์นี้ ยังแบ่งออกได้ 2 ชนิดด้วยกันคือ ชนิดหนึ่งเฟส (Single-Phase) ชนิดสามเฟส (Three-Phase) แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงมอเตอร์หนึ่งเฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส เป็นมอเตอร์ที่ใช้อยู่กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ซ หรือขนาดแรงดันที่ต่ำกว่านี้ตามพิกัดของมอเตอร์แบ่งออกได้ 5 แบบ คือ

1) สลิปเฟสมอเตอร์ (Slip-Phase Motor)
2) คาพาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3) รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor)
4) ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Or Series Motors)
5) เชดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded-Pole Motor)

ขั้นตอนการหาขนาดของมอเตอร์

ภาระของมอเตอร์ ภาระของมอเตอร์หมายถึงจำนวนกำลัง (Power) ที่มอเตอร์ตัวนั้นจะต้องสามารถให้ต้นกำลังได้ กล่าวคือมอเตอร์จะต้องสามารถให้กำลังขับที่ เพียงพอกับงานเรียกว่า “กำลังเพลา” ข้อนี้เป็นส่วนสำคัญประการแรกแต่แท้จริงความสามารถ ในการขับภาระนั้นคือทอร์ค (Torque) และกำลัง (P) ดังสมการ 2-1

$$P = \frac{2\pi TN}{60} \qquad \text{..... (2-1)}$$

เมื่อ P = กำลังของมอเตอร์ kW
τ = แรงบิด N.m
N = ความเร็วรอบ rpm

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

มอเตอร์เหนี่ยวนำ เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้มากที่สุด ซึ่งมอเตอร์ที่เกิดจากการเหนี่ยวนำ อาจเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวหรือมอเตอร์เหนี่ยวนำหรือหลายเฟสก็ได้ มอเตอร์เหนี่ยวนำหลายเฟสนั้นมักนิยมเรียกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส และมีข้อดีข้อเสีย คือ

1) ข้อดี (Advantage)
   (1) เป็นมอเตอร์ที่สร้างขึ้นได้ง่าย และทนทาน โดยเฉพาะชนิดกรงกระรอก
   (2) ราคาไม่แพง และไม่เสียง่าย

(3) มีประสิทธิภาพที่สูงพอใจสภาวะที่มอเตอร์หมุนปกติไม่มีแปรงถ่าน ดังนั้นการสูญเสียเนื่องจากความฝืดจึงลดลงหรือมีค่าน้อย และมีเพาเวอร์แฟกเตอร์ดี

(4) ต้องการดูแลและบำรุงรักษาต่ำ

(5) สามารถที่จะเริ่มหมุน (Start) ได้ง่าย โดยเฉพาะชนิดกรงกระรอก

2) ข้อเสีย (Disadvantage)

(1) ความเร็วรอบของมอเตอร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

(2) เหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชันต์ ความเร็วรอบจะลดลงหรือจะเพิ่มขึ้น

(3) แรงบิดในขณะที่เริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำค่อนข้างต่ำกว่าแรงบิดในขณะที่กำลังหมุนอยู่

(4) เริ่มหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชันต์

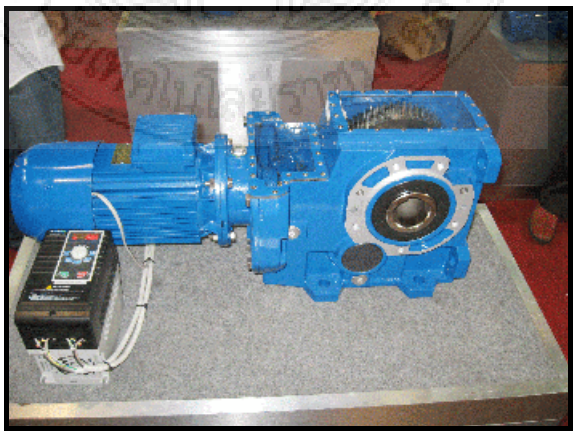
โครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ประกอบด้วยกัน 2 ส่วนใหญ่

1) สเตเตอร์หรือส่วนที่อยู่กับที่หลักการเดียวกันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยทำมาจากแผ่นเหล็กบางๆ อัดซ้อนเข้าด้วยกันและทำเป็นช่องไว้บรรจุขดลวดและจำนวนขั้วแม่เหล็กจะเป็นตัวกำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ เมื่อเราจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดสเวตเตอร์ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ค่าคงที่ค่าหนึ่ง และสนามแม่เหล็กนี้จะหมุน (Revolves or Rotate) ด้วยความเร็วที่เรียกว่าความเร็วซิงโครนัส (หาได้ง่าย Ns=120 f/P) สนามแม่เหล็กที่หมุนจะเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้นโรเตอร์ ซึ่งเป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำ

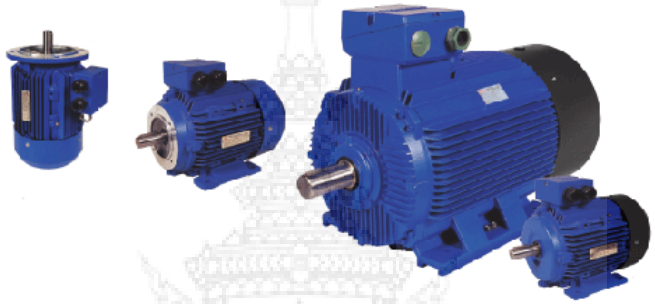
2) โรเตอร์ หรือส่วนที่หมุนโรเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

(1) โรเตอร์ แบบทรงกระบอกชนิดนี้เรียกว่า มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบทรงกระบอกโดยประมาณ 90 % ของมอเตอร์เหนี่ยวนำจะใช้โรเตอร์เป็นแบบทรงกระบอกเพราะเป็นชนิดที่ทำได้ง่ายและทนทานที่สุด อีกทั้งยังทำลายได้ด้วย



ภาพที่ 2-14 มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบโรเตอร์ทรงกระบอก

(2) โรเตอร์แบบพันขดลวดหรือเฟสวาวด์โรเตอร์ (Wound Cage-Rotor Or Phase Wound Rotor) มอเตอร์ที่ใช้โรเตอร์ชนิดนี้เรียกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำแบบโรเตอร์พันขดลวด หรือเฟสวาล์วมอเตอร์โรเตอร์ชนิดนี้จะพบมากในมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส มีการพัน แบบชุดขดลวดสองชั้นเหมือนกับขดลวดที่ใช้ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ในโรเตอร์ชนิดนี้จะต่อแบบสตาร์และมีปลายสายออกมา 13 ปลายต่อเข้ากับสปริงที่ติดกับเพลาของโรเตอร์นั้น



ภาพที่ 2-15 มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบโรเตอร์แบบพันขดลวด

พัดลมตู้แอร์

ติดตั้งอยู่ในห้องโดยสารบริเวณหลังแผงหน้าปัด มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. อีวาปอเรเตอร์ ทำหน้าที่เปลี่ยนอากาศร้อนให้อากาศเย็น

2. พัดลมตู้แอร์หรือชุดโบลว์เออร์ ทำหน้าที่ดูดอากาศร้อนภายในห้องโดยสารให้ผ่านอีวาปอเรเตอร์เป็นลมเย็นเป่าออกทางช่องลม

3. เอกซ์แพนชันวาล์ว ทำหน้าที่ปรับความดันของน้ำยาแอร์มีคุณสมบัติในการดูด ความร้อนจากอากาศ

ภาพที่ 2 – 16 ตู้แอร์รถยนต์

ภาพที่ 2 – 17 มอเตอร์พัดลมตู้แอร์

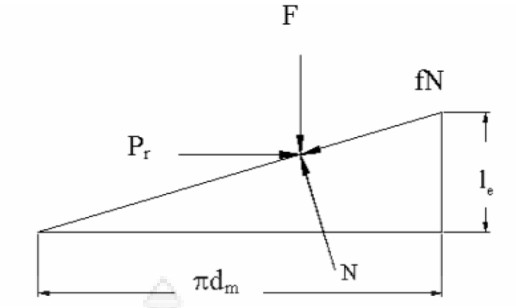
2.3.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงบิด

การคำนวณหาโมเมนต์บิดที่ต้องใช้บีบน้ำมัน

การคำนวณหาโมเมนต์บิดวิเคราะห์จากแรงที่กระทำกับสกรูโดยจะต้องทำการทดลองหาแรงบิด (F) ที่ต้องใช้สาหรับบีบน้ำมันมะพร้าว

จากภาพที่ 2-23 นำส่วนที่สกรูเคลื่อนที่ไปในขณะที่หมุนหนึ่งรอบมาคลี่ออกโดยกำหนดให้

F	=	แรงในแนวแกน
s f	=	สัมประสิทธิความเสียดทานระหว่างผิวของเกลียวกับแป้นเกลียว
e l	=	หลีดสกรู
m d	=	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสกรู
R p	=	แรงยกโหลดขึ้น



ภาพที่ 2-18 แรงปฏิกิริยาที่กระทำบนซี่ฟันเกลียว

จากแรงปฏิกิริยาที่กระทบบนซี่ฟันเกลียวจะใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\sum F_n = P_R - N\sin\alpha - f_s N\cos\alpha = 0 \qquad \text{..... (2-5)}$$

$$\sum F_V = F - N\sin\alpha - f_s N\cos\alpha = 0 \qquad \text{..... (2-6)}$$

แรงที่ใช้ในการยกโหลดขึ้น คำนวณจากสมการด้านล่าง

$$P_R = \frac{F(\sin\alpha + f\cos\alpha c}{\cos\varepsilon - f\sin\alpha} \qquad \text{.....(2-7)}$$

โมเมนต์บิดที่เกิดในขณะนำโหลดขึ้นคำนวณจากสมการ

$$T_R = \frac{Fd_m}{2}\left[\frac{1 + \pi f d_m}{\pi d_m - fl}\right] \qquad \text{..... (2-8)}$$

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีพื้นที่หน้าตัดกลมอยู่ภายใต้โมเมนต์บิด (Torque) จะบิดไปเป็นมุมเท่ากันเท่ากับ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \qquad \text{..... (2-9)}$$

โดยที่

T คือ โมเมนต์บิด

L คือ ความยาว

J คือ โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่ (Polar Area Moment Of Inertia)

$\frac{\pi}{32}d^4$ สำหรับท่อกลมตัน

$\frac{\pi}{32}d^4 - d_i^4$ สำหรับท่อกลมกลวง

d คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก

d_i คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน

ความเค้นเฉือนที่เกิดจากการบิดจะมีค่าสูงสุดที่ผิวนอกของท่อกลมนี้ ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\tau = \frac{Tr}{J} \quad \text{..... (2-10)}$$

โดยที่ r คือรัศมีของท่อกลม

ในการใช้สมการมักจะจำเป็นที่จะต้องหาค่าโมเมนต์บิดให้ได้ค่าเสียก่อนสำหรับเครื่องจักรกลที่ส่งกำลังมาตามเพลา จะคำนวณหาค่าโมเมนต์บิดได้จาก

$$W_P = T\omega = 2\pi nT \quad \text{..... (2-11)}$$

โดยที่ W_P คือกำลังงานเป็น W

T คือ โมเมนต์บิดเป็น Nm

ω คือ ความเร็วเชิงมุมเป็น red/s

n คือ ความเร็วรอบเป็น rev/s

สำหรับในระบบหน่วยอังกฤษซึ่งยังมีใช้กันอยู่จะบอกกำลังงานเป็นแรงม้าและคำนวณโมเมนต์บิดได้จาก

$$h_P = \frac{Tn}{36000} \quad \text{..... (2-12)}$$

โดยที่ T คือโมเมนต์บิดเป็น in-lb

n คือ ความเร็วรอบเป็น rev/min

มุมบิดและค่าความเค้นเฉลี่ยโดยประมาณคือ

$$\theta = \frac{3TL}{2\pi Rt^3 G} \quad \text{..... (2-13)}$$

$$\tau = \frac{3T}{2\pi Rt^2} \quad \text{..... (2-14)}$$

หาค่าทอร์ค

$$\tau = F \times R \qquad \text{..... (2-15}$$

τ = แรงบิด (N-m)

F = แรงที่กระทำ (N)

R = รัศมีของจุดที่ต้องการหา(mm)

2.3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับเพลา (Shaft)

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีใช้ในเครื่องจักรกลเกือบทุกชนิด หน้าที่ส่วนใหญ่คือรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากล้อเฟือง, ล้อสายพานหรือคลัตช์ เพลาจึงสามารถรับภาระบิดและภาระดัดได้ นอกจากนี้ยังอาจรับภาระจากแรงดึง แรงกด แรงดัน หรือหลายอย่างรวมกัน ดังนั้นจึงสมควรที่จะพิจารณาถึงการออกแบบเพลาโดยเฉพาะ

ลักษณะของเพลาแบ่งตามการใช้งานมีดังต่อไปนี้คือ

1) เพลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

2) แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่าเพลาไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรืออยู่นิ่งก็ตาม

3) สพินเดิล (Spindle) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ไม่หมุน เช่น เพลาที่หัวแท่นกลึง (Head-Stock Spindle) เป็นต้น

4) สตับชาฟต์ (Stub Shaft) หรือบางครั้งเรียกเฮดชาฟต์ (Head Shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาด รูปร่างและส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

5) เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง(Power Tranmission Shaft) หรือเพลาเมน (Main Shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลังและใช้ส่งกำลังและใช้กำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆโดยเฉพาะ

6) แจ็คชาฟต์ (Jack Shaft) หรือเคาน์เตอร์ชาฟต์ (Couter Shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเรื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

7) เพลาอ่อน (Flexible Shaft) เป็นเพลาที่สามรถอ่อนตัวหรืองอโค้งได้ เพลาประเภทน้ำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเกลียว (Wire Rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้ แต่ส่งกำลังได้น้อยเพลาที่ใช้ในการจัดทำโครงการเป็นเพลาแบบเกร็ง จะแยกออกตามแนวของภาคตัดขวางในลักษณะที่ตรงและโค้ง, ตกบ่ารวมทั้งเพลาตันและเพลากลวง ในการสวมเครื่องมือหรือ ชิ้นงานจะนิยมให้เพลาปินเดิลของเครื่องมือกลเป็นเพลากลวงครึ่งหนึ่งของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะหนักน้อยกว่าเพลาตัน = ร้อยละ 25 แต่จะสามารถรับโมเมนต์บิดได้เกือบเท่ากัน

ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal Size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้

สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลาดูได้จากตารางที่ 2-3

ตาราง 2-3 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775-1969

ตารางที่ 2-1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นมิลลิเมตร

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

2.3.4 ทฤษฎีการดันวัสดุผ่านเพลาเกลียวอัด

การดันผ่านเกลียวอัดหรือเอ็กซ์ทรูชันเป็นกระบวนการที่รวมหลายๆกรรมวิธีเข้าด้วยกัน เช่น การผสม การต้ม การนวด การเฉือน การขึ้นรูป ส่วนประกอบหลักของเครื่องเอ็กซทรูเดอร์ (Extruder) กระบวนการนี้ว่าการดัดผ่าน เกลียวอัดโดยใช้ความร้อน (Extrusion Cooking) หรือ (Hot Extrusion)

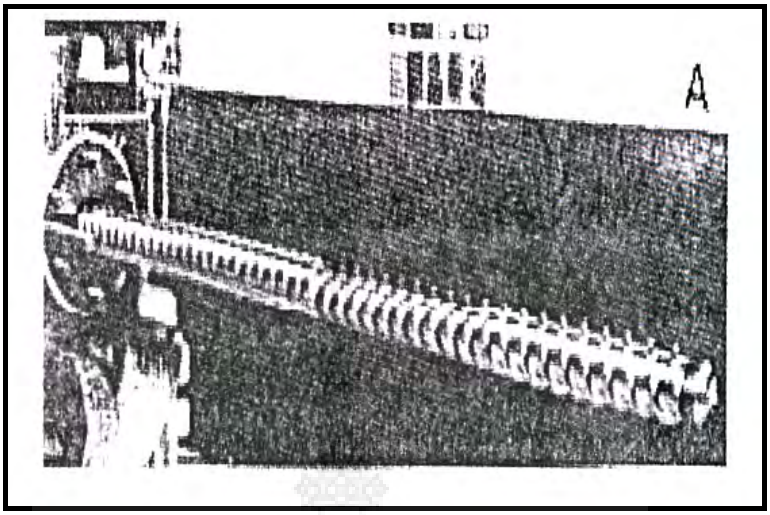
การใช้เทคนิคดัดผ่านเกลียวอัดในการผลิตอาหารมีข้อดีมากมาย โดยเฉพาะการทำให้กระบวนการแปรรูปอาหารง่ายขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ๆ โดยการทำงานของเครื่องเองนั่นคือในขณะที่วัตถุดิบเคลื่อนที่ผ่านเครื่องจะได้รับพลังงานความร้อนใน เวลาสั้นแต่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและองค์ประกอบของ อาหารใกล้เคียงกับการใช้กระบวนการแบบดั้งเดิมอันได้แก่ การหุงต้ม การอบ การย่าง และการทำให้แห้งปัจจุบันจึงมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการดัดผ่านเกลียวอัดนี้ เพื่อผลิตอาหารชนิดต่างๆ มากมาย นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมรูปร่างและ

ลักษณะรวมทั้งคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งผลิตด้วย วิธีอื่นได้

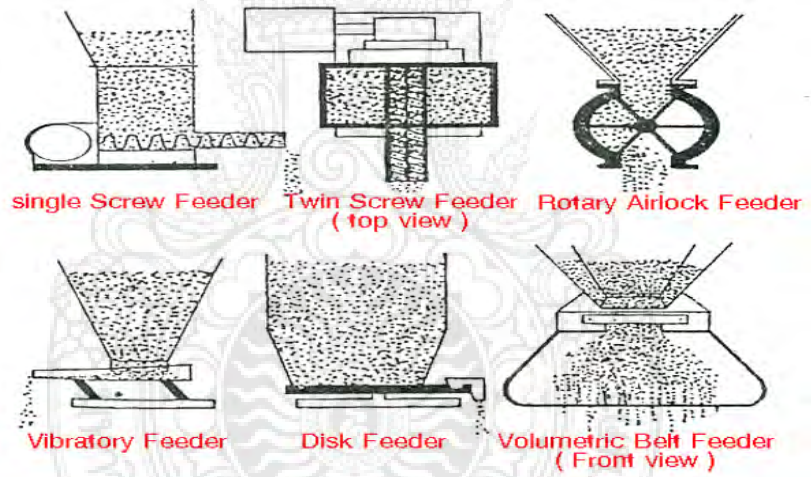
ทฤษฎีการดันผ่านวัสดุเพลาเกลียวอัด (Extrusion Screw)

ปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่อัดผ่าน เกลียวอัดมี 2 ข้อคือ สภาวะการทำงานของเครื่องและคุณสมบัติด้านการไหลของอาหาร ปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการได้แก่ อุณหภูมิ ความดันเส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าแปลน (Die Aperture) และอัตราการเฉือน การออกแบบภายในบาเรล (Barrel) ความเร็วและรูปทรงเรขาคณิต (Geometry) ของเกลียวจะมีผลต่ออัตราการเฉือน คุณสมบัติของวัตถุดิบก็มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและสีของอาหารที่ได้โดยมีปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ความชื้น ลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ โดยเฉพาะชนิดและปริมาณของแป้ง โปรตีน ไขมัน และน้ำตาล การเพิ่มความชื้นในอาหารทำได้โดยการเติมน้ำในระหว่างการดันผ่านเกลียวอัดอาหารประเภทแป้ง เช่น เม็ดข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า โดยใช้ความร้อนด้วย อาหารจะได้รับแรงเฉือนอย่างรุนแรง เม็ดแป้งจะบวม ดูดน้ำและกลายเป็นเจลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โครงสร้างของโมเลกุลใหญ่จะเปิดออกและกลายเป็นมวลที่มีความหนืดสูงและเกิดคุณสมบัติแบบพลาสติก (Mercier, 1980) แป้งจะละลายน้ำได้แต่ไม่ถูกย่อย การวัดการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการละลายที่อุณหภูมิและอัตราการเฉือนต่างๆ ทำได้โดยการวัดดัชนีการดูดซับน้ำ (Water Absorption Index, WAI) และสมบัติการละลายน้ำ (Water Solubility Characteristic) โดยทั่วไปค่า WAI ของผลิตภัณฑ์จากธัญพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความรุนแรงของกรรมวิธี และมีค่าสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 180 – 200 $^{\circ}$C ค่า WSC ลดลงเมื่อค่า WAI สูงขึ้น มีการวัดค่าความหนืดของแป้งบดในระหว่างกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากธัญพืช เพื่อหาความรุนแรงของกระบวนการหรือเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในโรงงานจำลอง เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง สำหรับการดันผ่านเกลียวอัดอาหารประเภทโปรตีน เช่น ถั่วเหลือบดและแป้งถั่วหรือหลังการสกัดน้ำมัน โครงสร้างแบบทุติยภูมิของโปรตีนจะเปิดออกในสภาพร้อนชื้นทำให้เกิดมวลที่มี ความหนืดสูงและมีคุณสมบัติคล้ายพลาสติก โปรตีนจะเป็นโพลิเมอร์ที่เกาะเกี่ยวกัน (Cross- Inked) จัดเรียงตัวกันใหม่และเกิดโครงสร้างเส้นใยของโปรตีนพืช (Texturized Vegetable Protein, TVP) ค่าดรรชนีความสามารถในการละลายของไนโตรเจน (Nitrogen Solubility Index) จะเป็นค่าที่ใช้วัดระดับการเสียสภาพของโปรตีนค่านี้จะลดลงระหว่างการดันผ่าน เกลียวอัดโดยใช้ความร้อน ดังนั้นวัตถุดิบจึงควรมีโปรตีนที่ยังไม่เสียสภาพในปริมาณสูง ในการหาอัตราการถ่ายเทความร้อนระหว่างเจ็กเก็ตของบาเรลและอาหาร ระหว่างการดันผ่านเกลียวอัดโดยใช้ความร้อน

ตัวอย่าง แสดงลักษณะของสกรูในเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบเกลียวเดี่ยว (Single-Screw Extruder) สกรูทั่วไปจะมีร่องลึก (Channel Depth) ของเกลียวเปลี่ยนไปตามความยาวของสกรู คือลึกที่สุด ที่ใต้กรวยหรือเครื่องป้อนวัตถุดิบ (Hopper) และตื้นที่สุดที่ปลายสกรู หมายความว่าแต่ละสกรูจะมีอัตราการอัด (Compression Ratio) ค่าหนึ่งเช่น สกรูที่มีร่องเกลียวใต้กรวยป้อนวัตุดิบลึก 0.373 นิ้ว และร่องที่ปลายสกรูลึก 0.125 นิ้ว จะมีอัตราส่วนการอัดเท่ากับ 3:1 ส่วน L:D หมายถึงอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูซึ่งทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 20:1



ภาพที่ 2-19 ลักษณะของสกรูในเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบเกลียว



ภาพที่ 2-20 รูปแบบต่างๆของเครื่องป้อนวัตถุดิบที่เป็นของแห้งเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

การที่ใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์จะต้องคำนึงถึงข้อที่ ว่าเอ็กซ์ทรูเดอร์ไม่สามารถทำงานแบบอิสระโดยไม่เกียวข้องกับกระบวนการก่อน หรือหลังการอัด นั่งคือการวางผังโรงงานจะต้องเหมาะสมกับสายการผลิตทั้งหมด หลักการในการออกแบบสายการผลิตซึ่งประกอบด้วยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์สำหรับการ ทำงานเชิงกลและมีการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบซึ่งมีการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องมีความคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามเครื่องต้องมีวัสดุอุปกรณ์ที่ประกอบกันพอดีกรรมวิธีการการดันผ่านเกลียวอัดโดยใช้ความร้อนทั้งสองแบบเป็น กรรมวิธี HTST ซึ่งสามารถลดผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ต่ำ (คือประมาณ 0.1- 0.4)

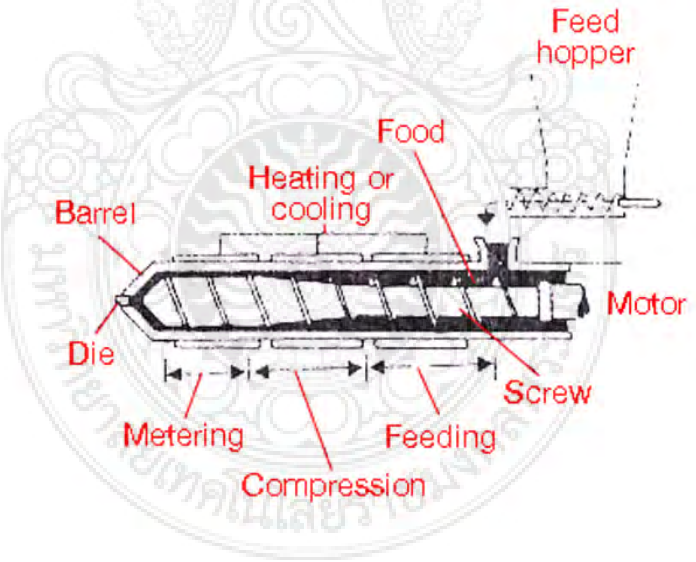
เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบเกลียวเดี่ยวเป็นเครื่องที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมจน ถึงปัจจุบันนี้ ส่วนเครื่องแบบเกลียวคู่ได้รับความนิยมมากขึ้นใน 20 ปีที่ผ่านมา แสดงหน้าแปลนของเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ซึ่งมีหลายรูเปิด เครื่องทั้งสองแบบแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียต่างกันขึ้นอยู่กับ

การประยุกต์ใช้ สามารถแยกประเภทเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบเกลียวเดี่ยวได้อีกตามขนาดของแรงเฉือนอาหารดังต่อไปนี้

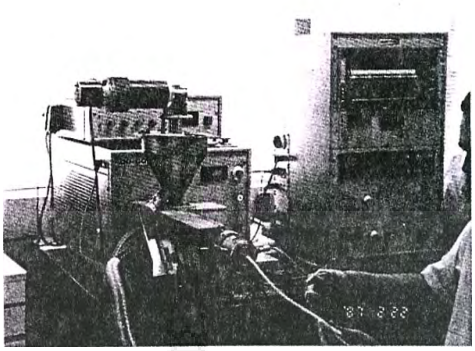
1) เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ซึ่งใช้แรงเฉือนสูง ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญพืช และอาหารขบเคี้ยว

2) เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ซึ่งใช้แรงเฉือนปานกลาง ใช้ในการผลิตขนมปัง และอาหารสัตว์เลี้ยงที่มีความชื้นปานกลาง

3) เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ซึ่งใช้แรงเฉือนต่ำ ใช้ในการผลิตพาสตาและผลิตภัณฑ์เนื้อ ส่วนของเกลียวอัดจะแบ่งเป็นหลายโซนได้แก่โซนที่ส่งวัตถุดิบเข้าไปเพื่ออัด วัตถุดิบให้เป็นเนื้อเดียวกัน โซนนวดเพื่อการบีบนวด โซนผสมและเฉือนเนื้ออาหารที่มีคุณสมบัติคล้ายพลาสติกและจะมีส่วนของการให้ ความร้อนในเครื่องที่ใช้แรงเฉือนสูงด้วย การส่งวัตถุดิบผ่านเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบเกลียวเดี่ยวนี้ทำได้โดยอาศัยความฝืดที่ ผิวของบาร์เรล วัตถุดิบจะเคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยการทำงานของเกลียวและมีบางส่วนเคลื่อนที่ ในทางกลับกัน (Pressure Flow และ Leakage Flow) ซึ่งเป็นการไหลเนื่องจากแรงดันที่เกิดด้านหลังหน้าแปลนและการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบ ระหว่างเกลียวและบาร์เรล การใช้ผ้าแบบพิเศษหุ้มภายในบาร์เรลจะช่วยลดการลื่นไถลได้ และ จากนั้นเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบเกลียวเดี่ยวได้ใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง และความชำนาญในควบคุมดูแลเครื่องน้อยกว่าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบ เกลียวคู่ (Twin-Screw Extruder)



ภาพที่ 2-21 ภายในเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบเกลียวเดี่ยว



ภาพที่ 2-22 เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบเกลียวเดี่ยวขนาดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

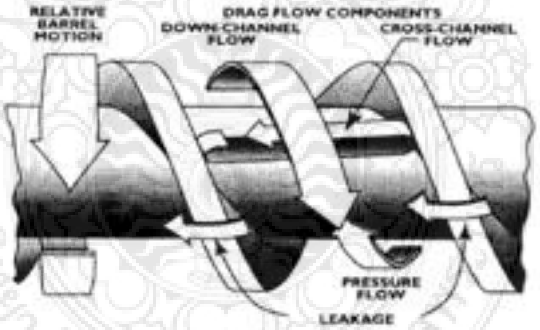
สกรูบีบอัดน้ำมันมะพร้าวเป็นการออกแบบสกรูแบบลูกถ้วยและเป็นเกลียวแบบปากเดียว การออกแบบควรออกแบบให้มีช่วงพักและช่วงส่งซึ่งเป็นหลักการทำงานของเครื่องบีบอัดน้ำมันมะพร้าว

จากสมการ กำหนดให้ $e\,l = np$ .....(2-16)

e l คือ ระยะทางที่สกรูเคลื่อนที่ได้ตามแนวของสกรู

n คือ ปากระยะของหลีด

p คือ ระยะพิทช์



ภาพที่ 2-23 การเคลื่อนที่ของมะพร้าวผ่านสกรูบีบอัด

การคำนวณหาขนาดเพลาการออกเพลานี้จะใช้หลักการออกแบบเพลาตามสมการ แสดงดังสมการข้างล่าง

ความเค้นดึงหรือกด

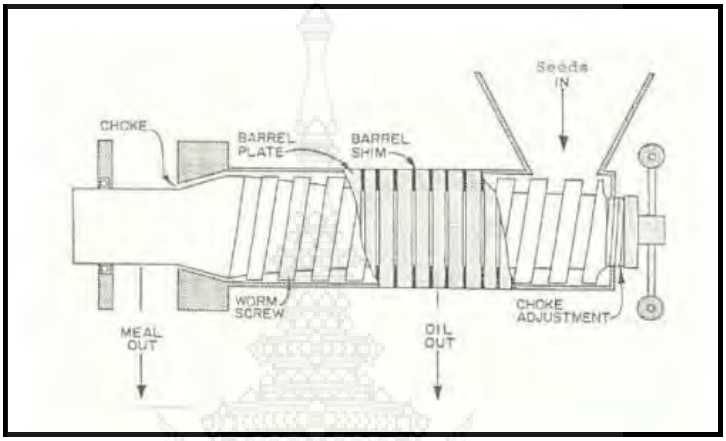
$$\sigma_a = \frac{4F}{\pi(d^2 - d_i^2)} \qquad \text{..... (2-17)}$$

ความเค้นดัด

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi(d^2 - d_i^2)} \qquad \text{..... (2-18)}$$

ความเค้นเฉือน

$$t_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi(d^4 - d_i^4)} \qquad \text{..... (2-19)}$$



ภาพที่ 2-24 สกรูแบบความกว้างและความลึกของร่องไม่เท่ากัน

2.3.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพาน

สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมาก โดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียวกับร่องรูลิ่มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย และมีแรงดึงขั้นต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉินก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรคได้ด้วยการขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดี คือ เงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบริ่งของเพลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไป จึงมักใช้ในการขับทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งมีสายพานขับได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7 : 1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10 : 1 อัตราส่วนแรงดึงของสายพาน

จากสูตร

$$\frac{T_1}{T_2} = 2.5 \qquad \text{..... (2-20)}$$

$$T_1 = 2.5T2$$

แรงที่สายพานกดเพลา

$$F = T_1 + T_2 \quad \text{..... (2-21)}$$

ขนาดสายพานและพูเลย์

1) สายพานลิ่มมีหน้าที่ตัดเป็นรูปลิ่ม ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนดโดยใช้ความกว้างพิทช์ (Pitch Width) และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ่มแบบแคบ (Narrow V-Belts) มีขนาด SPZ SPA SPB และ SPC และสายพานลิ่มแบบธรรมดา มีขนาด Y Z A B C D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ่มแบบธรรมดาเท่านั้น รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ่มและล้อสายพาน

2) การคำนวณหาอัตราส่งกำลังของสายพานสายพานมีอัตราความเร็วรอบเรียกว่าอัตราส่งถ่าย (i) และ อัตราการคำนวณหาอัตราการส่งถ่ายสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{..... (2-22)}$$

เมื่อ

d_1 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวขับ (มิลลิเมตร)

d_2 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวตาม (มิลลิเมตร)

n_1 คือ ความเร็วรอบของพูเลย์ตัวขับ (รอบต่อนาที)

n_2 คือ ความเร็วรอบของพูเลย์ตัวตาม (รอบต่อนาที)

การคำนวณความยาวของสายพาน

ความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) อาจประมาณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$L = 2C+1.57(D_2+D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4C} \quad \text{..... (2-23)}$$

เมื่อ

L = ความยาวพิทช์ของสายพาน

C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อขับและล้อตาม

D_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

การกำหนดระยะ C นับว่ามีความยืดหยุ่นมากพอสมควรผู้ผลิตรายหนึ่งแนะนำว่า ให้

C = $(D_2 + 3D_1) / 2$ หรือ C = D เลือกใช้ค่าที่สูงที่สุด แนะนำดังนี้

$$C = p + \sqrt{p^2 - q} \quad \text{..... (2-24)}$$

เมื่อ

$$P = 0.25L_p - 0.39(D_2 + D_1) \quad \text{..... (2-25)}$$

$$q = 0.125(D_2 - D_1) \quad \text{.....(2-26)}$$

และ

$$C_{max} = 2(D_1 + D_2)$$

$$C_{min} = 0.7(D_1 + D_2) \quad \text{..... (2-27)}$$

แล้วเลือกใช้ค่าที่อยู่ระหว่าง C_{max} กับ C_{min}

การกำหนดค่า C ควรเผื่อระยะปรับ (ควรเป็นด้านมอเตอร์) ความกว้างของเพลาทั้งสองด้วย เพื่อให้มีความดึงสายพานเพียงพอ เนื่องจากว่า C อาจเป็นพิกัดจำกัด (Limiting Factor) ได้เพราะมีที่ว่างจำกัด จึงอาจเป็นไปได้ว่าเราต้องลองคำนวณหาขนาดสายพานหลายครั้งทีเดียวการทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นในสายพานลิ่ม

การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้น จะช่วยทำให้การขับด้วยสายพานมีประสิทธิภาพดีและยืดอายุการใช้งานของสายพาน ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นไม่เพียงพอจะทำให้ส่งกำลังได้น้อยลงประสิทธิภาพต่ำลง ทำให้สายพานมีอายุการใช้งานลดลง เนื่องจากสลิปแต่ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นมากเกินไปจะทำให้ขอบสายพานยืดตัวมากเกินไปเกิดความเค้นในสายพานมากแบริ่งที่รองรับสายพาน จะรับแรงมากเกินไป ด้วยเหตุนี้จึงต้องออกแรงดึงชั้นต้นให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพานลิ่มส่วนโค้งสัมผัส

จากสูตร

$$\alpha_1 = \frac{D_P - d_p}{C} \quad \text{..... (2-28)}$$

มุมสัมผัสของล้อสายพาน จากสูตร

$$\alpha_1 = \pi - 2\text{Sin}^{-1}\frac{(D_p - d_p)}{2C} \quad \text{..... (2-29)}$$

หาความเร็วของสายพาน จากสูตร

$$V = \pi D_p n \quad \text{..... (2-30)}$$

จากสมการแรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง คือ

$$F = F_1 - F_2 = \frac{W_p}{v} \quad \text{..... (2-31)}$$

ให้แรงดึงในแนวแกน

$$F_w = F_1 + F_2 = F\,\frac{e^{\alpha f'}+1}{e^{\alpha f'}-1} \quad \text{..... (2-32)}$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_c = \frac{wAv^2}{g} \quad \text{..... (2-33)}$$

แรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง คือ

$$F_r = 2.Z.F_c \sin\frac{\alpha}{2} \quad \text{..... (2-34)}$$

โดย Z = จำนวนสายพาน

ดังนั้น แรงดึงขั้นต้นในสายพานจึงหาได้จากแรงดึงในแนวแกนขณะส่งกำลังกับแรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง นั่นคือ

$$F_1 = Fw + Fr \quad \text{..... (2-35)}$$

ในทางปฏิบัติมักจะใช้วิธีหาค่าประมาณของแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_r = K_1.F.Fc \sin\frac{\alpha}{2} \quad \text{..... (2-36)}$$

โดยที่ K1 เป็นตัวประกอบใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงาน ซึ่งหาค่าได้จากตารางที่ 2-2 แล้วใช้แรงนี้เป็นแรงดึงชั้นต่ำ

ตารางที่ 2-2 แสดงตัวประกอบใช้งาน

K1	สภาวะการทำงาน
1.3 1.5 2.0	งานเบา ทำงานคงที่ งานปานกลาง งานหนักแรงกระตุก เปิด-ปิดบ่อยครั้ง

ในกรณีที่ขับโดยมีระยะระหว่างศูนย์กลางคงที่ หรือไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลาก็จำเป็นต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาติดด้วย

จากสมการ

$$F_r = 2.Z.F_c \sin\frac{\alpha}{2}$$

$$= 2.Z.\frac{wAv^2}{g}\sin\frac{\alpha}{2} \quad \text{..... (2-37)}$$

ซึ่งเขียนได้ใหม่เป็น

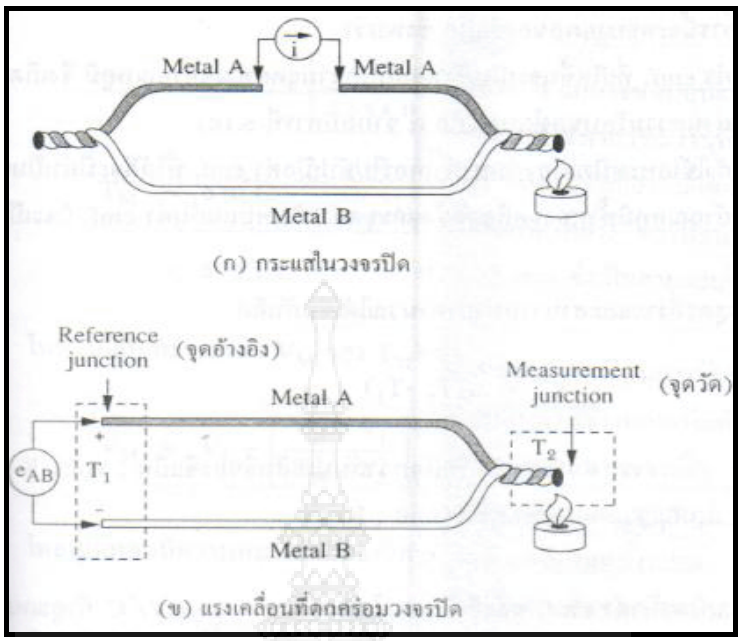
$$F_r = 2.K_2.V^2 \sin\frac{\alpha}{2} \quad \text{..... (2-38)}$$

ค่า k_2 หาได้จากตาราง ดังนั้นแรงดึงชั้นต้นในสายพานจึงเท่ากัน

$$F_r = (k_1F+2k_2.V^2)\sin\frac{\alpha}{2} \quad \text{..... (2-39)}$$

2.3.7 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิล คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Emf) เทอร์โมคัปเปิลทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว (แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม) นำมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกันที่ปลายด้านหนึ่งเรียกว่า จุดวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยเปิดไว้ เรียกว่าจุดอ้างอิง หากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้าง ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ค้นพบโดย Thomus Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันในปี ค.ศ.1821 ในภาพที่ 2-36 เป็นวงจรที่ใช้อธิบายผลของซีแบ็คดังกล่าว



ภาพที่ 2-25 แสดงผลของซีแบ็ค

ผลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากความร้อน (Termoelectric Effect)

ทฤษฎีพื้นฐานของผลจากเทอร์โมอิเล็กทริก เกิดจากการส่งผ่านทางไฟฟ้าและทางความร้อนของโลหะที่ต่างกันจึงทำให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าตกคร่อมที่โลหะนั้น ความต่างศักย์นี้จะสัมพันธ์กับความจริงที่ว่า อิเล็กตรอนในปลายด้านร้อนของโลหะจะมีพลังงานความร้อนมากกว่าปลายทางด้านเย็น จึงทำให้อิเล็กตรอนมีความเร็วไปหาปลายด้านเย็น ที่อุณหภูมิเดียวกันนี้การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะแปลเปลี่ยนไปตามโลหะที่ต่างชนิดกันด้วย ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าโลหะที่ต่างกันจะมีการนำความร้อนที่ต่างกันนั่นเอง

1) ผลของซีแบ็ค (Seebeck Effect) โดยใช้ทฤษฎีโซลิดสเตด เราสามารถวิเคราะห์ค่าได้จากสมการอินทิเกรตค่าจากย่านของอุณหภูมิดังกล่าวนั่นคือ

$$\varepsilon = \int_{T_1}^{T_2} (Q_A - Q_B) dT \qquad \text{..... (2-40)}$$

สมการนี้จะอธิบายผลของซีแบ็ค ซึ่งพบว่า

(1) ค่า Emf. ที่เกิดจะเป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของอุณหภูมิ จึงเกิดความแตกต่างของค่าคงที่ในการส่งผ่านความร้อนของโลหะ

(2) ถ้าใช้โลหะชนิดเดียวกันมาทำเทอร์โมคัปเปิลค่า Emf ที่ได้ก็จะมีค่าเป็นศูนย์

(3) ถ้าอุณหภูมิทั้งสองจุดคือจุดวัดและจุดอ้างอิงเหมือนกันค่า Emf. ก็จะมีค่าเป็นศูนย์

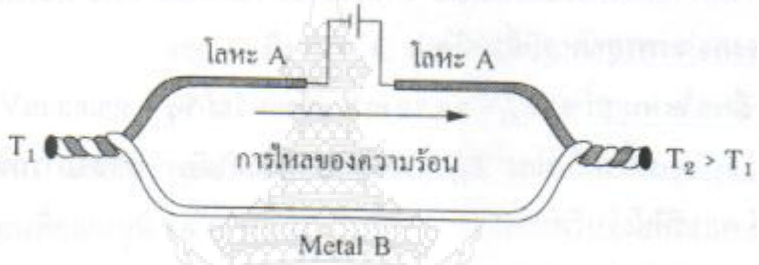
$$\varepsilon = \alpha(T_2 - T_1) \qquad \text{..... (2-41)}$$

เมื่อ α = ค่าคงที่หรือเรียกว่าสัมประสิทธิ์ของซีแบ็ค ; volts/K

T_1, T_2 = อุณหภูมิที่จุดต่อ ; K

ผลของเพลเทียร์ (Peltier Effects)

หากคิดย้อนกลับจากผลของซีแบ็ค นั่นคือใช้โลหะที่แตกต่างกันสองชนิดมาเชื่อมต่อทั้งสองเข้าด้วยกันแล้วจ่ายพลังงานจากภายนอกเข้าไป ก็จะเป็นเหตุให้เกิดกระแสไหลในวงจร เพราะจากคุณสมบัติในการส่งไฟฟ้าและความร้อนของโลหะ พบว่าขั้วหนึ่งจะเกิดความร้อน (T_2)และอีกขั้วหนึ่งจะเกิดความเย็น (T_1) ขึ้น โดยผลดังกล่าวเรียกว่า “ผลของเพลเทียร์” (Peltier Effect) และถูกนำไปใช้งานพิเศษสำหรับการทำความเย็นกับส่วนของระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้กระทั่งเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก



ภาพที่ 2-26 แสดงผลของเพลเทียร์

ตารางแสดงแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple Table) ตารางเทอร์โมคัปเปิลจะให้แรงเคลื่อนสำหรับเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด เมื่ออ้างอิงกับจุดอ้างอิงที่กำหนด (0 °C) ณ อุณหภูมิที่จุดวัดต่างๆ พบว่าที่อุณหภูมิ 210 °C เทอร์โมคัปเปิลชนิด J เมื่ออ้างอิงที่ 0 °C จะมีแรงเคลื่อนเป็น

V(210 °C) = 11.3 mV(ชนิด J, 0 °C ref.)

ในทางกลับกัน ถ้าเราวัดแรงเคลื่อนได้ 4.768 mV กับชนิด s และอุณหภูมิอ้างอิงที่ 0 °C เราพบว่า

T(4.768 mv) = 555 °C (ชนิด s, 0 °C ref.)

แต่บางกรณี แรงเคลื่อนที่วัดได้จะไม่ตรงกับค่าในตาราง จึงจำเป็นต้องมีการแบ่งสเกล (Interpole) ระหว่างค่าในตาราง ซึ่งหาได้จากสมการการแบ่งสเกลดังนี้

$$T_M = T_L + \left[\frac{T_H - T_L}{V_H - V_L}\right](V_M - V_L) \qquad \text{..... (2-42)}$$

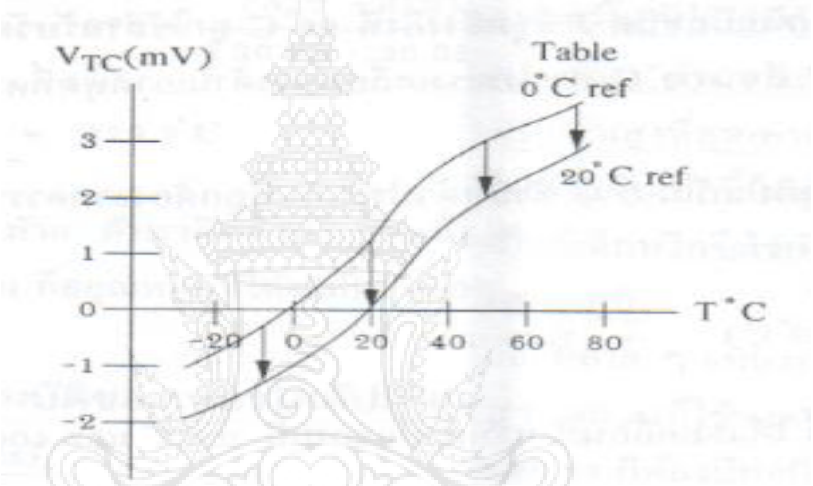
เมื่อ

V_M = คือแรงเคลื่อนที่วัดได้จากมิเตอร์

V_H และ V_L = ค่าแรงเคลื่อนของ T_H และ T_L อ่านได้จากตารางโดย V_H อยู่สูง กว่า V_M และ V_L ต่ำกว่า V_M

T_H และ T_L = ค่าอุณหภูมิที่ตรงกับค่าแรงเคลื่อน V_H และ V_L ตามลำดับ

1) การเปลี่ยนจุดอ้างอิงของตาราง (Change Of Table Reference) หากอุณหภูมิอ้างอิงแตกต่างจากตารางเทอร์โมคัปเปิลที่กำหนดไว้ เราก็ยังสามารถใช้ค่าจากตารางนี้เป็นฐานในการคำนวณได้ ข้อควรจำคือเมื่อวัดอุณหภูมิเดียวกันแต่เปลี่ยนไปใช้จุดอ้างอิงที่สูงกว่าจะทำให้แรงเคลื่อนทางเอ้าท์พุตถูกกดให้ต่ำลง เช่นนำเทอร์โมคัปเปิลชนิด J ซึ่งมีจุดอ้างอิงที่ 20 °C ไปวัดที่ 200 °C วิธีการหาแรงเคลื่อนใหม่ที่ได้คือ ขั้นแรกหาแรงเคลื่อน ณ อุณหภูมิที่ต้องการอ้างอิงใหม่ ในที่นี้คือ 20 °C ณ จุดอ้างอิง 0 °C พบว่ามีแรงเคลื่อน 1.54 mV (เรียกค่าที่หาได้นี้ว่าตัวประกอบ) หลังจากนั้นก็นำค่านี้ไปลบออกจากแรงเคลื่อนที่จุดวัดที่ 200 °C เมื่อจุดอ้างอิงเป็น 0 °C หรือเขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้



ภาพที่ 2-27 แสดงการเปลี่ยนจุดอ้างอิงจาก 0 °C ถึง 200 °C ซึ่งจะสมดุลกับการเลื่อนลงของเส้นโค้งแรงเคลื่อนเทอร์โมคัปเปิล

V(30 °C) = 1.54 mV (ชนิด J , 0 °C ref.) ขั้นแรก

V(400 °C) = 21.85 mV (ชนิด J ,0 °C ref.)ขั้นที่สอง

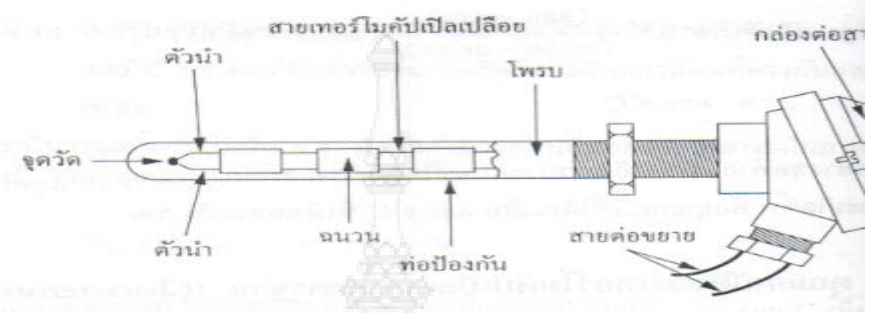
นำค่า (ตัวประกอบ) ที่ได้จากขั้นที่สองมาลบออกจากขั้นแรก ทำให้ได้แรงเคลื่อนซึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างนี้เป็น

V(400 °C) = 20.31 mV (ชนิด J ,30 °C ref.)

เพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนของจุดอ้างอิงจะเขียนในแบบใหม่ เช่น V_{j0} จะหมายถึงแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลชนิด J อ้างอิงที่ 0 °C และ V_{j30} หมายถึงของชนิด J อ้างอิงที่ 30 °C

2) คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน(Characteristic Of Standard Thermocouples) ความไว (Sensitivity) จากตารางแรงเคลื่อนของ NBS แสดงว่าย่านของแรง

เคลื่อนจากเทอร์โมคัปเปิลจะมีค่าน้อยกว่า 100 mV แต่ความไวที่แท้จริงในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับการใช้วงจรปรับสภาพสัญญาณและตัวเทอร์โมคัปเปิลเอง



ภาพที่ 2-28 แสดงโครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล

โครงสร้าง (Construction)

โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิลมีลักษณดังภาพที่ 2-39 โดยต้องมีลักษณะดังนี้คือ มีความต้านทานต่ำ ให้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงๆ ทนต่อสภาวะแวดล้อมที่นำไปใช้วัดค่า และเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตัวฝักหรือท่อป้องกันส่วนมากจะทำจากแสตนเลส ความไวของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับความหนาของท่อป้องกัน ทั้งเยอรมันเนียมและซิลิคอนจะทำให้คุณสมบัติการเกิดเทอโมอิเล็กทริกจึงใช้กันมากในอุปกรณ์ทำความเย็น (Peltier Element) มากกว่าที่จะใช้เป็นเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิ

ขนาดของสายเทอร์โมคัปเปิลกำหนดได้จากการใช้งานแต่ละอย่าง และมีขนาดจาก #10 ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่คงที่ จนถึงขนาด 30 หรือแม้กระทั่ง 0.02 mm ซึ่งเป็นสายแบบไมโครไวร์ (Microwire) ที่ใช้กับการวัดอุณหภูมิการกลั่นในงานทางชีววิทยา

1) ย่านการใช้งาน (Range) ย่านอุณหภูมิการใช้งานและความไวในการวัดของเทอร์โมคัปเปิล แต่ละตัว จะแตกต่างกันตามแต่ละสมาคมจะกำหนด ในส่วนที่สำคัญคือค่าแรงเคลื่อนที่ออกมาจากแต่ละอุณหภูมิ จะต้องอ้างอิงกับตารางค่ามาตรฐานของแต่ละสมาคมที่ใช้ให้ถูกต้องเป็นเอกภาพเดียวกันหมดทั้งระบบ

2) เวลาตอบสนอง (Time Response) เวลาตอบสนองของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับขนาดของสายและวัสดุที่นำมาทำท่อป้องกันตัวเทอร์โมคัปเปิล

3) การปรับสภาพสัญญาณ (Signal Conditioning) ปกติแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลจะมีขนาดน้อยมากจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ขยายความแตกต่างที่มีอัตราขยายสูงๆ

4) การใช้งานเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐาน (Characteristic in Application of Thermocouple Standard Type)ในปัจจุบัน พบว่ามีเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานอยู่ 7 ชนิด ตามมาตรฐานของ ANSI และ ASTM โดยการจำแนกตามประเภทของวัสดุที่ใช้ทำ ในที่นี้เราจึงเลือกใช้เทอร์โมคัปเปิลแบบ K

5) เทอร์โมคัปเปิลแบบ K ธาตุหนึ่งที่เป็นฐานสำหรับการสร้างคือ นิคเกิล เทอร์โมคัปเปิลชนิดนี้เริ่มผลิตให้เป็นมาตรฐานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1916 โดยพื้นฐานการผลิต ขั้วหนึ่งจะเป็นนิคเกิลที่เจือปนด้วยอะลูมิเนียมส่วนอีกด้านที่เจือปนด้วยโครเมียม เพราะว่าในปี ค.ศ. 1916 ยังไม่สามารถสร้างนิคเกิลบริสุทธิ์ได้จึงได้เติมสารไม่บริสุทธิ์ต่าง ๆ ในส่วนผสมของวัสดุชนิด K แต่ในปัจจุบันได้มีการระมัดระวังส่วนผสมที่จะทำให้เกิดความไม่บริสุทธิ์ดังกล่าวเพื่อเหตุผลในการบำรุงรักษาและสอบเทียบ ด้วยเหตุนี้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ที่กำหนดเป็นค่ามาตรฐานจะไม่ใช้โลหะผสมแต่โดยทั่วไปจะผสมธาตุพิเศษเข้าไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแรงเคลื่อน/อุณหภูมิของจุดหลอมละลายที่กำหนดไว้ข้อควรระวังในการใช้งานของชนิด K มีดังนี้

(1) ขั้วลบของเทอร์โมคัปเปิลจะเป็นวัสดุเฟอร์โรแมกเนติก (เหล็กที่เป็นสารแม่เหล็ก) ที่อุณหภูมิห้อง แต่ที่จุดคิวรีของมัน (Curie Point) คืออุณหภูมิที่มันเปลี่ยนจากคุณสมบัติเหล็กไปเป็นแม่เหล็ก) อยู่ในช่วงที่ใช้งานพอดี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนทางเอาต์พุต อย่างทันทีทันใด ยิ่งไปกว่านั้นพบว่าจุดคิวรีดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโลหะผสม จุคิวรีนี้ จะเปลี่ยนคุณสมบัติจากเทอร์โมคัปเปิลตัวหนึ่งให้เป็นเทอร์โมคัปเปิลอีกตัวหนึ่ง ดังนั้นจึงต้องทดลองหาการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนที่ไม่ทราบค่า ณ อุณหภูมิที่เราไม่ทราบค่านี้

(2) ที่อุณหภูมิสูง ๆ (ช่วง 200 $^{\circ}$C ถึง 600 $^{\circ}$C) เทอร์โมคัปเปิลชนิด K จะมีผลของฮีสเตอร์รีซีสเกิดขึ้นขณะที่มันอ่านค่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและในช่วงที่อุณหภูมิลดลง ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่สามารถจะคาดเดาการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนได้

(3) ที่อุณหภูมิ (1000 $^{\circ}$C) ขั้วของเทอร์โมคัปเปิลชนิด K จะเกิดออกไซด์เป็นเหตุให้มีการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อน

(4) การใช้โคบอลต์เป็นโลหะผสมสำหรับเทอร์โมคัปเปิลชนิด K จะทำให้เกิดปัญหาในอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ หรือในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีฟลักซ์นิวตรอนสูง ๆ ธาตุบางตัวจะรับเอาการปลดปล่อยนิวเคลียร์ จึงทำให้เปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนทางด้านเอาต์พุตย่านการทำงานและความแน่นอนของเทอร์โมคัปเปิลในงานอุตสาหกรรม ที่กำหนดโดยมาตรฐาน IEC 584 (รหัสสำหรับการวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล) ช่วงการวัดอุณหภูมิต่อเนื่องของเทอร์โมคัปเปิลแบบนี้จะเป็น 270 $^{\circ}$C ถึง +1,370 $^{\circ}$C โดยมีระดับความแน่นอนซึ่งกำหนดโดยมาตรฐาน IEC 584 (ตารางอ้างอิงสำหรับเทอร์โมคัปเปิลนานาชาติ) เป็นดังนี้

Class 1 = -40 $^{\circ}$C ถึง +1,000 $^{\circ}$C $\pm$ 0.004 x t หรือ $\pm$ 1.5 $^{\circ}$C

Class 2 = -40 $^{\circ}$C ถึง + 1,200 $^{\circ}$C $\pm$ 0.0075 x t หรือ $\pm$ 2.5 $^{\circ}$C

Class 1 = -200 $^{\circ}$C ถึง +40 $^{\circ}$C $\pm$ 0.015 x t หรือ $\pm$ 2.5 $^{\circ}$C

เมื่อ t อุณหภูมิจริงที่ทำการวัดรหัสสีสำหรับสายเทอร์โมคัปเปิลกำหนดโดยมาตรฐาน BS 4937 part30 ,1993 (รหัสสีตามมาตรฐานอังกฤษสำหรับสายชดเชยแบบคู่ของเทอร์โมคัปเปิล) สำหรับชนิด K ขั้วบวกจะเป็นสีเขียว ขั้วลบจะเป็นสีขาว ถ้าตลอดทั้งตัวจะเป็นสีเขียว ส่วนสายชดเชยสัญญาณ (ชนิด vx) ก็เหมือนกับสีด้านบนที่กล่าวมา โดยสรุป

ข้อดีของแบบ K

1) เป็นแบบที่นิยมใช้แพร่หลายมากที่สุด

2) สำหรับการวัดอุณหภูมิช่วงสั้น ๆ จะวัดได้จาก –180 °C ถึงประมาณ 1,350 °C

3) สามารถใช้วัดในงานที่มีปฏิกิริยาออกซิไดซิง หรือสภาวะแบบเฉื่อย(Inert) ได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ

4) สามารถใช้กับสภาพงานที่มีการแผ่รังสีความร้อนได้ดี

5) ให้อัตราการเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ออุณหภูมิดีกว่าแบบอื่นๆ (ความชันเกือบเป็น 1) และมีความเป็นเชิงเส้นมากที่สุดในบรรดาเทอร์โมคัปเปิลด้วยกัน

ข้อเสียของแบบ K

1) ไม่เหมาะกับการวัดที่ต้องสัมผัสกับปฏิกิริยารีดิวซิงและออกซิไดซิงโดยตรง

2) ไม่เหมาะกับงานที่มีไอของซัลเฟอร์

3) ไม่เหมาะกับสภาพงานที่เป็นสูญญากาศ (ยกเว้นช่วงเวลาสั้นๆ)

4) หลังการใช้งานไป 30 ปี ทำให้ส่วนผสมทางเคมีเปลี่ยนไป เป็นผลทำให้คุณสมบัติของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนไป

2.3.8 ฉนวนกันความร้อน

ฉนวนกันความร้อน คือ วัสดุที่มีคุณสมบัติในการรักษาพลังงานไม่ให้มีการถ่ายเทออกไปหรือเข้ามาภายในบริเวณที่ต้องการ นั่นคือฉนวนความร้อนต้องยับยั้งหรือขัดขวางการถ่ายเทความร้อนให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด สาเหตุการสูญเสียความร้อนจะไหลจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังอุณหภูมิที่ต่ำกว่าผลจากปรากฏการณ์ดังกล่าว เรียกว่า การสูญเสียความร้อนการสูญเสียความร้อนเกิดขึ้นต่อเนื่องกันไปจนสสารทั้งสองนั้นมีอุณหภูมิเท่ากัน เพื่อลดการสูญเสียความร้อนดังกล่าวต้องจัดการหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนซึ่งแบ่งเป็น 3 แบบ คือ การถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน การหุ้มฉนวนจะช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนจากการนำความร้อนและการพาความร้อนสู่บรรยากาศรอบๆได้ การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุฉนวนที่เป็นเส้นใยมีความหนา 25.4 mm สภาพความร้อนจะเปลี่ยนแปลงตามความหนาแน่น

ในการออกแบบวัสดุฉนวน เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากการแผ่รังสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแผ่รังสีแบบพื้นผิวสู่พื้นผิว จะออกแบบฉนวนในลักษณะฉนวนผิวสะท้อนรังสี (Reflective insulation) ซึ่งเป็นฉนวนที่ต้านทานการถ่ายเทความร้อน ด้วยวัสดุแผ่นที่มีค่าสภาพแผ่รังสีและดูดซึม

รังสีต่ำเป็นหลัก ตัวแผ่นกั้นเหล่านี้ต้องจัดวางและจัดช่องให้มีการพาความร้อนต่ำที่สุด และต้องการแบบค้ำยันแผ่นกั้นให้มีการนำความร้อนน้อยที่สุดด้วยฉนวนผิวสะท้อนรังสี จะประกอบเป็นระบบของวัสดุมากกว่าจะเป็นวัสดุเนื้อเดียวอย่างไรก็ตามเส้นทางของความร้อนที่ไหลผ่านระบบผิวสะท้อนรังสีจะผิดแผกไปจากระบบมวลที่กล่าวมาแล้วบ้าง โดยรูปแบบของการถ่ายเทความร้อนเป็นลักษณะผสมกันจากพื้นผิวอุณหภูมิสูงสู่พื้นผิวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า รูปแบบการถ่ายเทความร้อนผ่านฉนวนผิวสะท้อนรังสี

อ้างอิง;ปริญญานิพนธ์ เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ.2552

คุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนแต่ละชนิด

1. ใยแก้ว ทำมาจากแก้วหรือเศษแก้วมาหลอมและปั่นจนเป็นเส้นใยละเอียด แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นฉนวนความร้อนในรูแบบต่าง ๆ เช่น ฉนวนแบบคลุมท่อ ฉนวนแบบแผ่น และฉนวนแบบหุ้มท่อ ฉนวนประเภทนี้เป็นฉนวนเส้นใยแบบเซลล์เปิด มีโครงส้รางภายในเป็นเส้นใยและช่องว่างอากาศ จัดเป็นวัสดุประเภทไม่ลามไฟ มีทั้งชนิดที่มีวัสดุปิดผิว และไม่มีวัสดุปิดผิวขึ้นอยู่กับการใช้งาน วัสดุปิดผิวส่วนใหญ่จะเป็นแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อใช้ป้องกันไอน้าและความชื้น (Vapor Barrier) ฉนวนชนิดนี้โดยทั่วไปจะกันไฟไม่ได้ มีอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 700 องศาเซลเซียส แต่ไม่ทนต่อความเปียกชื้น และการควบแน่นเป็นหยดน้าโดยจะสูญเสียคุณสมบัติในการกันความร้อนไปเมื่อเปียกชื้น

2. ใยแร่ อาจเรียกว่า หินแร่ หรือฝอยขี้โลหะ หรือใยหิน มีกรรมวิธีการผลิตคล้ายกับฉนวนใยแก้ว โดยการนำวัสดุประเภทแร่ เช่น ขี้โลหะจากการผลิตเหล็กกล้า ทองแดง หรือตะกั่วมาใช้เป็นวัสดุหลักแทนฉนวนใยแร่นี้จะมีรูปแบบและข้อจำกัดในการใช้งานทั่วไปเหมือนฉนวนใยแก้ว เช่น ปัญหาการติดไฟของตัวประสาร และการลุกไหม้ของผิวหน้า ฉนวนประเภทนี้เป็นประเภทที่ไม่มีสารประกอบของแร่ใยหิน (Asbestos) ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้เทียบเท่ากับฉนวนใยแก้ว แต่สามารถทนไฟได้ดีกว่า จึงนำมาใช้เป็นฉนวนที่กันไฟได้ด้วย สามารถทนความร้อนสูงถึง 800 องศาเซลเซียส คุณสมบัติอีกประการหนึ่งคือมีความสามารถดูดซับเสียง แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้น ดังนั้นจึงควรห่อหุ้มด้วยวัสดุป้องกันความชื่น

3. ใยเซลลูโลส เป็นฉนวนความร้อนที่ผลิตขึ้นจากการนำไม้ หรือกระดาษที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ โดยแผ่และดึงให้ระจาย ออกทำการย่อยจนละเอียด จากนั้นทำการประสานเข้าด้วยกันด้วยบอแร็กซ์ ส่วนผสมทั้งสองจะช่วยให้มีสภาพต้านทานการลุกไหม้และการดูดซับความชื่น การใช้งานอาจใช้ในลักษณะการเทบรรจุในช่องผนังหรือเพดานของอาคาร ใช้ในลักษณะของฉนวนแบบแผ่น แบบคลุมห่ม หรือเป็นโฟมฉีดสำหรับเป็นฉนวนความร้อนใต้ดาดฟ้าหรือหลังคา โดยทั่วไปแล้วฉนวนใยเซลลูโลสที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบัน มักทำขึ้นจากเยื่อกระดาษที่ใส่สารกันไม่ให้ไฟลาม ทำให้ป้องกันไฟไหม้ได้ระดับหนึ่ง ถ้าเยื่อกระดาษนี้มีสารเคมีผสมอย่างถูกต้อง ก็สามารถใช้เป็นวัดถุกันไฟได้ สำหรับคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนจะมีค่าใกล้เคียงกันกับใยแร่และใยแก้ว

4. โฟมเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนชนิดอื่นโดยทั่วไปโฟมจะไม่ดูดซับความชื้นแต่เนื่องจากโฟมมีจุดหลอมเหลว ต่ำเมื่อโดนความร้อน สูงเป็นเวลานาน ๆ โฟมจะเสียรูปและใหม้ไปในที่สุด

5. แคลเซียมซิลิเกตเป็นฉนวนกันความร้อนแบบเป็นโพรงหรือช่องกลวงประกอบด้วยไฮตรัสแคลเซียมซิลิเกตโดยระหว่างกรรมวิธีการผลิตไอน้ำจะเปลียนรูปหินปูน และซิลิกาไปเป็นไฮตรัสแคลเซียมซิลิเกต ซึ่งเป็นวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน นิยนไปใช้ในการหุ้มท่อ และภาชนะในขบวนการทางอุตสาหกรรม ที่มีอุณหภูมิสูง และจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีความทนต่อแรงอัดสูงอีกด้วย

6. ฟอยล์หรือฉนวนรีเฟลคตีฟ จะต้องคำนึงถึงความสามารถในการกันความร้อนให้กับอาคาร จากการศึกษาพบว่าการใช้ฟอยล์เพียงชั้นเดียวไม่พอ สำหรับกันความร้อนจากหลังคา จะต้องมีไม่น้อยกว่า 3-4 ชั้นโดยแต่ละชั้นต้องมีช่องว่างอากาศไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว และต้องป้องกันการรั่วซึมได้ดี ด้วย แต่มีข้อแม้ว่าผิวของแผ่นฟอยล์ต้อง มันเงาอยู่ตลอดเวลถ้าผิวสกปรกจะสูญเสียค่าการสะท้อนรังสีและจะไม่สามารถทำหน้ามีเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีด้วย

7. เวอร์มิคูไลท์ทำจากแร่ไมกาซึ่งมีลักษณะเป็นเกล็ดๆคล้ายกระจกโดยมีน้ำเป็นส่วนประกอบการผลิต การใช้งานจะเป็นลักษณะของฉนวนกัน ความร้อนแบบเทบรรจุเข้าไปในบล็อคหรือโพรงผนัง ถ้านำไปผสมกับปูนซิเมนต์หรือทรายจะได้เป็นคอนกรีตเวอร์มิคูไลท์ที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำ กว่าคอนกรีตปกติถึง 10 เท่า โดยทั่วไปจะผสมสารเคมีบางชนิดเพื่อใช้สำหรับพ่นกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็กนิยมใช้ในยุโรปและสหรัฐอเมริกา

8. ยางเป็นฉนวนที่ใช้เพื่อหุ้มห่อนั้นเป็นฉนวนที่มีลักษณะโครงสร้างแบบ Closed cell เหมาะกับการใช้งานที่อุณหภูมิ -40 ถึง104 องศาเซลเซียส

2.3.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับอะลูมิเนียม

อะลูมิเนียม (ภาษาอังกฤษสะกดได้ว่า aluminium หรือ aluminum ในอเมริกาเหนือ) คือธาตุเคมีในตารางธาตุที่มีสัญลักษณ์ Al และมีเลขอะตอม 13 เป็นโลหะทรานซิชันที่มันวาวและอ่อนดัดง่าย ในธรรมชาติอะลูมิเนียมพบในรูปแร่บอกไซต์เป็นหลัก และมีคุณสมบัติเด่น คือ ต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี (เนื่องจากปรากฏการณ์ passivation) แข็งแรง และน้ำหนักเบา มีการใช้อะลูมิเนียมในอุตสาหกรรมหลายประเภท เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย และอะลูมิเนียมสำคัญต่อเศรษฐกิจโลกอย่างมาก ชิ้นส่วนโครงสร้างที่ผลิตจากอะลูมิเนียมสำคัญต่ออุตสาหกรรมอากาศยาน และสำคัญในด้านอื่น ๆ ของการขนส่งและการสร้างอาคาร ซึ่งต้องการน้ำหนักเบา ความทนทาน และความแข็งแรง

คุณสมบัติของอะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่อ่อนและเบาที่มีลักษณะไม่เป็นเงา เนื่องจากเกิดการออกซิเดชันชั้นบาง ๆ ที่เกิดขึ้นเร็วเมื่อสัมผัสกับอากาศ โลหะอะลูมิเนียมไม่เป็นสารพิษ ไม่เป็นแม่เหล็ก และไม่เกิดประกายไฟ อะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีแรงต้านการดึงประมาณ 49 ล้านปาสกาล (MPa) และ 400 MPa ถ้าทำเป็นโลหะผสม อะลูมิเนียมมีความหนาแน่นเป็น 1/3 ของเหล็กกล้าและทองแดง อ่อน สามารถดัดได้ง่าย สามารถกลึงและหล่อแบบได้ง่าย และมีความสามารถต่อต้านการกร่อนและความทนเนื่องจากชั้นออกไซด์ที่ป้องกัน พื้นหน้ากระจกเงาที่เป็นอะลูมิเนียมมีการสะท้อนแสงมากกว่าโลหะอื่น ๆ ในช่วงความยาวคลื่น 200-400 nm (UV) และ 3000-10000 nm (IR ไกล) ส่วนในช่วงที่มองเห็นได้ คือ

400-700 nm โลหะเงินสะท้อนแสงได้ดีกว่าเล็กน้อย และในช่วง 700-3000 (IR ใกล้) โลหะเงิน ทองคำ และทองแดง สะท้อนแสงได้ดีกว่า อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ดัดได้ง่ายเป็นอันดับ 2 (รองจากทองคำ) และอ่อนเป็นอันดับที่ 6 อะลูมิเนียมสามารถนำความร้อนได้ดี จึงเหมาะสมที่จะทำหม้อหุงต้มอาหาร

การประยุกต์

เมื่อวัดในทั้งปริมาณและมูลค่า การใช้อะลูมิเนียมมีมากกว่าโลหะอื่น ๆ ยกเว้นเหล็ก และมีความสำคัญในเศรษฐกิจโลกทุกด้าน อะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีแรงต้านการดึงต่ำ แต่สามารถนำไปผสมกับธาตุต่าง ๆ ได้ง่าย เช่น ทองแดง สังกะสี แมกนีเซียม แมงกานีส และซิลิกอน (เช่น duralumin) ในปัจจุบันวัสดุเกือบทั้งหมดที่เรียกว่าอะลูมิเนียมเป็นโลหะผสมของอะลูมิเนียม อะลูมิเนียมบริสุทธิ์พบเฉพาะเมื่อต้องการความทนต่อการกัดกร่อนมากกว่าความแข็งแรงและความแข็ง

ข้อดีของอลูมิเนียม

อลูมิเนียม เป็นโลหะชนิดหนึ่งซึ่งมีน้ำหนักเบา อยู่ในอันดับ 4 จำพวกโลหะ อลูมิเนียมใช้การวงการการบิน เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่าเหล็กถึงสามเท่า และยังสามารถนำไฟฟ้าได้ดีอีกด้วย บนโลกนี้มีอลูมิเนียมมากกว่าโลหะชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะดินเหนียวมีอลูมิเนียมถึงหนึ่งส่วนจากสี่ส่วน แต่ทว่าการแยกเอาอลูมิเนียมจากดินนั้นทำได้ยาก โดยมักจะแยกอลูมิเนียมจากแร่ชื่อ บอกไซต์ มากกว่าเดิน เพราะว่ามีอลูมิเนียมอยู่มากกว่านั่นเอง โดยพบมากในทวีปอเมริกาและในแถบออสเตรเลีย ประเทศอื่นๆ นั้นพอมีอยู่บ้างแต่ไม่มากเท่าทั้งสองแห่งที่กล่าวไป โดยในรัตนชาติบางชนิดอย่างเช่น พลอยและทับทิม แร่กะรุน คือ ออกไซต์ของอลูมิเนียมที่เราพบกันมานาน 140 ปีในโลกนี้ เนื่องจากราคาค่อนข้างสูงจึงไม่นิยมใช้กัน จนถึงยุคแห่งการผลิตไฟฟ้าออกมาใช้ กันอย่างแพร่หลาย โลหะจึงมีราคาต่ำลง เพราะการแยกอลูมิเนียมโดยใช้ไฟฟ้านั้นมีต้นทุนต่ำกว่าการแยกโดยวิธีอื่นๆ อลูมิเนียมนั้นมีสีขาวคล้ายกับเงิน โดยที่อลูมิเนียมจะนำพาความร้อนได้เป็นอย่างดี และสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและมีความเงาอยู่ตลอด และยังสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดได้ เพราะด้วยคุณสมบัติที่นำไฟฟ้าได้ดีนั่นเอง เช่น ยานพาหนะ เครื่องบิน รถยนต์ รถไฟ เรือ ส่วนใหญ่ก็ใช้อลูมิเนียมเป็นส่วนหนึ่ง เนื่องจากไม่หนัก และยังแข็งแรงด้วย

อันตรายจากอะลูมิเนียม

อลูมิเนียมนั้นอยู่ในรูปโลหะ โดยจะอยู่ตามสภาพแวดล้อมในชีวิตประจำวันของเรา อย่างเช่นอาหารที่เรารับประทานน้ำดื่ม โดยจะสะสมเข้าไปในสู่ในร่างกาย เรื่อยๆ ถ้าหากระดับการสะสมพิษเข้าไปสู่ในร่างกายขึ้นเรื่อยๆ อาจจะทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บได้ ยาจำพวกรักษาไขข้อ ก็มีสารอลูมิเนียมอยู่จำนวนมาก สามารถทำให้อลูมิเนียมเข้าสู่ร่างกายเราได้เหมือนกัน โดยที่อลูมิเนียมจะสะสมในร่างกาย ตามกล้ามเนื้อ และ เนื้อเยื่อ เมื่อปริมาณความเข้มข้นเพิ่มขึ้น มันจะเริ่มทำอันตรายต่อร่างการ โดยการ deformities อาหารที่เราทานส่วนใหญ่นั้นจะอลูมิเนียมปะปนจาก หีบห่อที่เป็นอลูมิเนียม ถ้าหากไม่ค่อยได้รับประทานอาหารจากภาชนะดังกล่าว อาจจะไม่เป็นอะไร อันตรายจาก

อลูมิเนียมนั้นจะเริ่มรบกวนเรื่องการนอนหลับ และทำให้เกิดความแปรปรวนทางอารมณ์ในร่างกาย และยังจะทำลายระบบประสาท ทำให้เกิดความจำเสื่อม และปวดหัวบ่อยๆ และนอกจากนี้ยังส่งผลเสียต่อระบบการย่อยอาหาร และยับยั้งการดูดซึม สารอาหารจำพวก แคลเซียม โพเทียสเซียม ทำให้มีปัญหาเรื่องของกระดูกผุพรุน

2.3.10 ฮีตเตอร์

ฮีตเตอร์เป็นอุปกรณ์ทำความร้อนในอุตสาหกรรมที่มีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูงลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้นลวดที่ใช้ผลิดฮีตเตอร์จะต้องมีคุณสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิได้สูง สำหรับลวดฮีตเตอร์ ลวดที่ผลิตฮีตเตอร์ที่ดี คือลวด Khantal (นิกเกิ้ล: โครเมี่ยม/80:20) จากประเทศสวีเดนซึ่งจะทนอุณหภูมิได้ถึง 1250 องศาเซลเซียส ส่วนประกอบอื่นๆ ในการผลิตฮีตเตอร์มีดังนี้

ฉนวนแม็กนีเซียมออกไซด์ (MgO) จาก USA มีค่าความนำไฟฟ้าต่ำแต่นำความร้อนดีมาก ทำหน้าที่กั้นกลางระหว่างลวด ฮีตเตอร์กับปลอกโลหะ เพื่อป้องกันไม่ให้มีกระแสรั่ว (Leak Current) จากลวดฮีตเตอร์ออกไปยังผิวโลหะ จุดสำคัญคือห้ามมีความชื้นในฉนวนเด็ดขาดเพราะจะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้น หากมีความชื้นแก้ไขได้โดยการอบในเตาอบ

2.6.2 ท่อแสตนเลส 304 และ 316 จากออสเตรเลีย เลือกที่มีความหนามากเป็นพิเศาทำให้ทนอุณหภูมิได้สูงกว่าปกติ

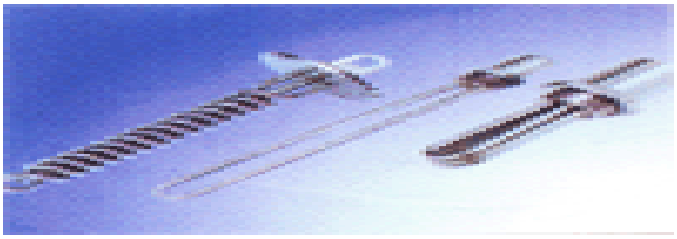
2.6.3 Insulation Tester เป็นเครื่องทดสอบความเป็นฉนวนของฮีตเตอร์ เพื่อให้แน่ใจว่าในการใช้งานจริงจะไม่มีกระแสรั่วจากลวดฮีตเตอรสู่ผิวโลหะ ซึ่งอาจจะเป็นอัตรายต่อผู้ใช้ได้ มาตรฐานของ JP ได้ กำหนดการทดสอบแรงดันที่ 1500 VAC และค่าความเป็นฉนวนต้องมากกว่า 500 MW

ชนิดและการใช้งานของฮีตเตอร์

1. ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge Heater) ใช้ให้ความร้อนกับวัสดุที่เป็นของแข็ง เช่น เหล็ก และโลหะต่างๆ ตัวอย่างการใ ช้งาน เช่น งานบรรจุหีบห่อ งานขึ้นรูปพลาสติก

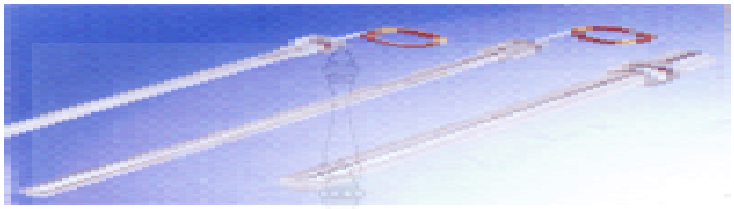
ภาพที่ 2 – 30 ฮีตเตอร์แท่ง

2. ฮีตเตอร์จุ่ม หรือฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater) ใช้ให้ความร้อนกับของเหลวทุกชนิด ตัวอย่างการใช้งานเช่น งานต้มน้ำ - ต้มน้ำมัน งานผสมสาร



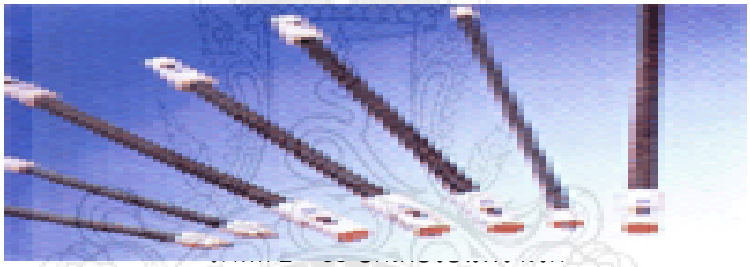
ภาพที่ 2 – 31 ฮีตเตอร์จุ่ม หรือฮีตเตอร์ต้มน้ำ

3. บอบบิ้นฮีตเตอร์ (Bobbin Heater) ใช้ให้ความร้อนกับอากาศ เช่น ใช้ในห้องอบแห้ง ในเตาอบ



ภาพที่ 2 – 32 บอบบิ้นฮีตเตอร์

4. ฮีตเตอร์อินฟราเรด (Infrared Heater) ใช้ให้ความร้อนกับวัตถุโดยไม่ต้องสัมผัสโดยตรงไม่เหมาะกับวัตถุที่มีลักษณะมันวาว เนื่องจากวัตถุมันวาวจะมีคุณสมบัติสะท้อนแสง ทำให้ไม่สามารถดูดซับแสงอินฟราเรดได้อย่างเต็มที่ใช้ติดตั้งในเตาอบ หรือ เหนือคอนเวย์เยอร์ได้



5. ฮีตเตอร์รัดท่อ หรือ (Band Heater) ใช้ให้ความร้อนกับของเหลวที่อยู่ในท่อหรือถังรูปทรงกระบอกโดยรัดจากด้านนอก

ภาพที่ 2 – 34 ฮีตเตอร์รัดท่อ

6. ฮีตเตอร์แผ่น หรือ (Strip Heater) ใช้ให้ความร้อนโดยแนบกับวัตถุโดยตรงสามารถออกแบบให้เป็นรูปทรงใดๆก็ได้

ภาพที่ 2 – 9 ฮีตเตอร์แผ่น

ภาพที่ 2 – 35 ฮีตเตอร์รัดท่อ

7. ฮีตเตอร์ครีบ และ ฮีตเตอร์ท่อกลม (Finned Heater) ใช้ให้ความร้อนกับอากาศ เช่น ใช้ในห้องอบแห้ง ในเตาอบ มีคุณลักษณะดังนี้

(1). ใช้สำหรับให้ความร้อนกับอากาศ

(2). มีความทนทานเพราะท่อฮีทเตอร์และครีบทำจากสเตนเลส 304 (SUS 304)

(3). มีครีบช่วยระบายความร้อนออกจากตัวฮีทเตอร์ทำให้สามารถใช้วัตต์ได้สูงกว่าแบบไม่มีครีบในพื้นที่เท่ากัน

(4). ให้ความร้อนคงที่สม่ำเสมอ อายุการใช้งานยาวนาน

(5). เหมาะสำหรับงานในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

ประโยชน์การนำไปใช้งาน

(1).ใช้สำหรับงานอบแห้ง หรืองานอบไล่ความชื้นทั่วไป เช่น อบพืชผลทางการเกษตร, อบสี รถยนต์, อบแม่พิมพ์พลาสติก, อบไม้ และอบอาหาร เป็นต้น

(2). ใช้สำหรับห้องควบคุมความชื้นหรือใช้สำหรับลดความชื้นในระบบทำความเย็น

(3). ใช้เป็นส่วนประกอบสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ลมร้อน เช่นตู้อบขนม, ตู้อบอาหาร, อบชิ้นส่วนต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

ข้อควรระวัง

การใช้งานฮีทเตอร์ครีบที่ขนาดวัตต์สูง ๆ ควรใช้งานร่วมกับพัดลมช่วยระบายความร้อนออกจากตัวฮีทเตอร์ให้เร็วขึ้นเป็นการใช้งานฮีทเตอร์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นการยืดอายุการใช้งานของฮีทเตอร์ให้นานขึ้น

ตัวอย่าง Finned Heater (**ฮีทเตอร์ครีบ**)	

ภาพที่ 2 –36 ฮีตเตอร์ครีบ

2.3.12 อุณหภูมิ (Temperature) หน่วยของการวัดพลังงานที่เหมาะสมก็คือ “จูล” (Joule) ซึ่งเป็นหน่วยในระบบ SI ค่านี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ เพราะมันจะเป็นตัวบอกปริมาณในการเก็บความร้อน ส่วนการวัดพลังงานความร้อนเฉลี่ยต่อโมเลกุลก็มีหน่วยเป็นจูลเช่นเดียวกัน

สเกลของอุณหภูมิสัมบูรณ์ (Absolute Temperature Scale)

มีการใช้งาน 2 สเกลด้วยกัน คือ สเกลเคลวิน (K) และสเกลแรงคิล (^{0} R) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$(1\ K) = \frac{180}{100}(1\ ^0R) = \frac{9}{5}\ 1\ ^0R$$

ดังนั้น การแปลงสเกล ก็จะกำหนดได้เป็น

$$T(K) = \frac{5}{9}\ T(^0R)$$

เมื่อ T (K) = อุณหภูมิในหน่วย K

T (^{0}R) = อุณหภูมิในหน่วย ^{0}R

ราคาในสภาวะแรกและงบที่อาจจะบานปลาย

1. ราคาเบื้องต้นของเครื่องมือวัด ราคาในการติดตั้ง และราคาค่างวดอื่น ๆ

2. ราคาในการปรับแต่ง การซ่อม การบำรุงรักษา เป็นต้น

3 .ราคาในการปฏิบัติงาน

4. การพิจารณาอายุการใช้งาน หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ที่สามารถจะทดแทนเข้ากันได้ กับเครื่องมือแบบเดียวกัน

จากหัวข้อด้านบนพบว่าเราจะต้องพิจารณาในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งคะต้องทำการศึกษาทั้งทางด้านบวกและด้านลบ และพบว่าการพิจารณาเรื่องคุณภาพหรือแง่ของเกณฑ์ราคา เป็นแง่ที่พิจารณามากที่สุดสำหรับการใช้งาน

การตรวจวัดความร้อน (Thermal Sensors)

นิยามของอุณหภูมิ (Definition of Temperature)

1.พลังงานความร้อน (Thermal Energy) ในวัสดุที่เป็นของแข็ง แต่ละอะตอมหรือแต่ละโมเลกุลจะยึดเกาะหรือมีพันธะต่อกันอย่างแข็งแรงสภาวะดังกล่าวนี้เรียกว่า “ตำแหน่งสมดุล” (equilibrium position) อย่างไรก็ตามแต่ละอะตอมยังคง สามารถสั่นสะเทือนรอบตำแหน่งที่มันตั้งอยู่ได้ แต่ถ้าของแข็งที่ไม่มีการสั่นสะเทือนของโมเลกุล แสดงว่าพลังงานความร้อนภายในอะตอม

เป็นศูนย์หรือ $W_{TH} = 0$ ตอนนี้หากเราเพิ่มพลังงานให้กับวัตถุดังกล่าวจะทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นสะเทือนรอบ ๆ ตำแหน่งสมดุลของมันจึงกล่าวได้ว่าขณะนี้มีพลังงานความร้อนเกิดขึ้นหรือ $W_{TH} > 0$ หากเราเพิ่มพลังงานเข้าไปในวัตถุนี้อีก การสั่นสะเทือนจะเพิ่มมากขึ้น สุดท้ายสภาวะในการยึดเกาะก็จะน้อยลงและแตกออกในที่สุด แสดงว่าวัตถุดังกล่าวนี้เกิดการหลอมละลายและกำลังจะกลายเป็นของเหลว

ในกรณีของแก๊ส หากเพิ่มพลังงานความร้อนในวัตถุที่เป็นของเหลวให้มากขึ้นต่อไปอีก ความเร็วของโมเลกุลก็จะเพิ่มขึ้นจนอยู่ในสภาวะสุดท้ายทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแต่ละโมเลกุลเต็มที่ หากถึงขั้นโมเลกุลไม่สัมผัสกันและเคลื่อนที่อย่างสุ่ม ๆ (random) ในภาชนะ วัตถุดังกล่าวก็จะกลายเป็นแก๊สไปในที่สุดมีผลทำให้โมเลกุลชนกระแทกกับโมเลกุลอื่น ๆ รวมถึงผนังของภาชนะในงานจริง วัตถุประสงค์ของการตรวจวัดความร้อน อุปกรณ์วัดความร้อนของวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมจะอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกัน

2. สเกลอุณหภูมิสัมพัทธ์ (Relative to Thermal Energy)

สเกลนี้คือสเกลขององศาเซลเซียส (สัมพันธ์กับองศาเคลวิน) และองศาฟาเรนไฮต์ (สัมพันธ์กับองศาเคลวิน)

$$T(^0C) = T(K) - 273.15$$

$$T(^0F) = T(R) - 459.6$$

$$T(^0F) = \frac{9}{5} T(^0C) + 32$$

ความสัมพันธ์กับพลังงานความร้อน (Relative to Thermal Energy)

$$W_{TH} = \frac{3}{2} kT$$

เมื่อ $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K เป็นค่าคงที่ของโบลซ์มาน

การวัดอุณหภูมิ (Measurement of Temperature)

1.วิธีการวัดที่ไม่ใช่วิธีทางไฟฟ้า (Non-Electrical Methods) วิธีที่ไม่ใช่การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้า อาจจะอยู่บนวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

1.การเปลี่ยนแปลงสถานะทางฟิสิกส์

2.การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี และ

3.การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์

โดยทั่วไปวิธีการแสดงผลของอุณหภูมิ

1.เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งโลหะ (Solid Rod thermometer) หลักการของเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งโลหะนี้ อยู่บนหลักการของการขยายตัวเชิงเส้นของโลหะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2.เทอร์โมมิเตอร์แบบไบเมทัล (Bimetallic Thermometer) เทอร์โมมิเตอร์นี้ใช้หลักการขยายตัวของของแข็ง

3.เทอร์โมมิเตอร์แบบเติมของเหลวในหลอดแก้ว (Liquid-in-Glass Thermometer) เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ใช้วัดอุณหภูมิซึ่งใช้ความแตกต่างของการขยายตัวนี้เป็นตัวบอกระดับอุณหภูมิ

4.เทอร์โมมิเตอร์แบบความดัน (Pressure Thermometer)ทำงานบนพื้นฐานการขยายตัวของของไหล อันเนื่องมาจากการเพิ่มความดันของปริมาตรที่ใช้วัดอุณหภูมิ เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ใช้งานกันอย่างกว้างขวางในการวัดอุณหภูมิทางอุตสาหกรรม

5.เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทที่อยู่ในโลหะ (Mercury-in-steel Thermometer) เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้มีสเกลเป็นเชิงเส้น และมีกำลังเพียงพอที่จะใช้งานกับปากกาบันทึกได้

6.เทอร์โมมิเตอร์แบบปริมาตรคงที่ (Constant Volume Thermometer) เทอร์โมมิเตอร์แบบดังกล่าวนี้ใช้แก๊สเฉื่อย (ปกติจะเป็นไนโตรเจน) เป็นตัวทำงานแทนที่ปรอท หลักการทำงานคืออาศัยการเพิ่มความดันของแก๊สเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ณ จุดที่ซึ่งปริมาตรคงที่

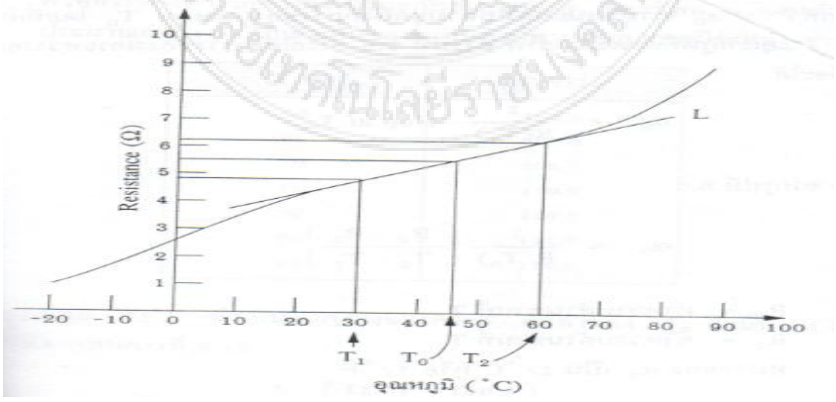
7.เทอร์โมมิเตอร์แบบความดันไอ (Vapor Pressure Thermometer) เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้สเกลไม่เป็นเชิงเส้น

การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะกับอุณหภูมิ

1.ความต้านทานของโลหะกับอุณหภูมิ (Temperature Versus Resistance of Metallic) โลหะเกิดจาการรวมอะตอมในสถานะของแข็ง ซึ่งในแต่ละอะตอมจะมีตำแหน่งการสั่นที่ซ้อนทับกันและพลังงานความร้อนจะสมดุลกัน คุณสมบัติที่สำคัญของโลหะอยู่ที่ว่าในแต่ละอะตอมจะมีอิเล็กตรอน 1 ตัว เรียกว่า “ วาเลนซ์อิเล็กตรอน “ (valance electron) ที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุได้อย่างอิสระซึ่งกลายเป็นอิเล็กตรอนตัวนำ (conduction electron)

เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านวัตถุอะตอมแต่ละตัวจะเกิดการกระแทกกับอะตอมที่อยู่กับที่ (stationary atom) หรือโมเลกุลของวัตถุ เป็นผลทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้น อะตอมก็จะสั่นและทำให้อิเล็กตรอนการนำสั่นด้วย ทำให้มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและมีการดูดกลืนพลังงานเกิดขึ้น นั่นคือ ขณะนี้วัตถุดังกล่าวจะกลายเป็นตัวต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า และจะมีการสั่นสะเทือนมากขึ้นหากได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น

1.การประมาณค่าความต้านทานกับอุณหภูมิ (Resistance Versus Temperature Approximation)



ภาพที่ 2 – 37 เส้น L แสดงการประมาณค่าความต้านทานกับอุณหภูมิระหว่าง T_1 และ T_2

การประมาณค่าความเป็นเชิงเส้น (linear approximation) คือการหาค่าจากสมการเส้นตรงซึ่งพล็อตระหว่างค่าความต้านทานเทียบกับอุณหภูมิ (R-T curve) ในบางช่วงที่ต้องการ

ตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (resistance Temperature Detectors ; RTD)

อาร์ทีดี คือ ตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มตามอุณหภูมิ ความต้านทานของโลหะที่เพิ่มเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นนี้เรียกว่า " สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบบวก " (Positive Temperature Coefficient ; PTC)นอกจากนี้อาร์ทีดียังมีชื่อเรียกได้อีกอย่างว่า " เทอร์โมมิเตอร์แบบค่าความต้านทาน " (Resistance Temperatures)

อาร์ทีดีค้นพบในปีเดียวกับที่ซีแบ็คค้นพบปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริก โดย Sir Humphry Day ซึ่งพบว่า ความต้านทานในโลหะจะมีผลตามค่าความร้อน อีก 50 ปีต่อมา
Sir Willium Siemens ก็นำเอาแพลทินัมมาทำเป็นเทอร์โมมิเตอร์ และจัดให้เป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบปฐมภูมิที่มีความแน่นอนสูง ในความเป็นจริงค่าความต้านทานของอาร์ทีดีแบบแพลทินัม (PRTD) ที่ใช้กันในทุกวันนี้จะมีการกำหนดสเกลมาตรฐานจากจุดออกซิเจน (- 182.96 ^{0} C) ถึงจุดแอนติโมนี (630.74^0 C) โดย IPTS

เราพบว่าความนำ (conductivity) ; σ ของโลหะใดๆ จะเป็นฟังก์ชันกับค่าของอุณหภูมิ ในทางกลับกันค่าความต้านทานจำเพาะ (resistivity) ซึ่งเป็นส่วนกลับของความนำ ก็จะเปลี่ยนแปลงเกือบเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิในย่านอุณหภูมิห้อง เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง และเงิน จะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 0.4% เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเคลวิน ซึ่งอาจจะแสดงค่าความนำของโลหะใดๆ ได้เป็น

$$\sigma = -\rho_e \mu_e$$

เมื่อ ρ_e = ความหนาแน่นของประจุอิเล็กตรอนอิสระมีค่าเป็นลบ

μ_e = ความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ของอิเล็กตรอน ; m/V.s

ชนิดของอาร์ทีดี (Type of RTD)

1. แพลทินัม เป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุด เขียนบอกไว้เป็น PT ได้แก่ PT-10, PT-100, PT-1000 ความสามารถในการทำซ้ำสูง แต่ความไวต่ำ ราคาแพงมากเมื่อเทียบกับนิกเกิลซึ่งมีความสามารถในการทำซ้ำน้อย แต่มีความไวมากกว่า และราคาถูกกว่า

2. ทองคำและเงิน ธาตุทั้งสองมีค่าความต้านทานจำเพาะต่ำ

3. ทังสเตนมีค่าความต้านทานจำเพาะสัมพัทธ์สูง มักใช้กับการวัดอุณหภูมิที่มีค่าสูงเพราะหากใช้ที่อุณหภูมิปกติจะมีความเปราะและยากต่อการใช้งาน

4. นิกเกิล ใช้กับย่านวัดอุณหภูมิสูงๆ มีความเป็นเชิงเส้นต่ำ ทำให้เกิดค่าดริฟต์ (drift) กับเวลา นอกจากนี้ยังมีวัสดุชนิดอื่นๆ ที่ใช้ทำอาร์ทีดี ได้แก่ เหล็ก เป็นต้น

คุณลักษณะของอาร์ทีดี (Characteristic of RTD)

1. ความไว (Sensitivity) ความไวของอาร์ทีดีหาได้จากค่าของ α_0 พบว่าแพลทินัมจะมีค่า α = 0.00385 $\Omega/\Omega/^0$C (ประมาณ 0.004/^{0}C) ดังนั้น สำหรับแพลทินัมอาร์ทีดีแบบ 100Ω จึงเปลี่ยนค่าความต้านทานไปเพียง 0.4 Ω เท่านั้น หากอุณหภูมิเปลี่ยนไป 100^{0}C

2. ผลตอบสนองต่อเวลา (Response Time) เวลาในการตอบสนองของอาร์ทีดีเกิดจากการนำความร้อน โดยทั่วไปเวลาคงที่จะกำหนดโดยสภาวะอากาศอิสระ (หรือสภาวะใดๆ ที่สมมูลกัน) หากว่าหากมันอยู่ในฝักป้องกัน (sheath) มันจะสัมผัสความร้อนได้ไม่ดีจึงทำให้ได้ผลตอบสนองต่อเวลาช้า

3. โครงสร้าง (Construction) แน่นอนว่าอาร์ทีดีที่มีความยาวของสายมาก จะทำให้ความต้านทานเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิมาก

4. การปรับสภาพสัญญาณ (Sine Conditioning)

5. ค่าคงที่ในการสูญเสีย (Dissipation Constant)

6. ย่านการใช้งาน (Range) ย่านประสิทธิผลการใช้งานของอาร์ทีดีจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นอุปกรณ์แอกทีฟ พบว่า อาร์ทีดีแบบแพลทินัมจะมีย่านใช้งานจาก -100^{0}C ถึง 650^{0}C ในขณะที่อาร์ทีดีที่ทำจากนิกเกิลจะมีช่วงใช้งานจาก -180^{0}C ถึง 300^{0}C

ข้อควรจำในการวัดอุณหภูมิโดยใช้อาร์ทีดี คือ

1. ต้องมีการชีลด์สายและเดินสายบิดเกลียวเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน

2. อาร์ทีดีมีความเปราะบาง จึงต้องป้องกันและระวังการใช้งาน

3. เนื่องจากที่อาร์ทีดีไม่สามารถกำเนิดพลังได้เหมือนกับเทอร์โมคัปเปิล จึงทำให้มีกระแสไหลผ่านและเกิดผลของความร้อนจูล (I^2R) กับตัวมันเอง

ไอซีเซ็นเซอร์อุณหภูมิ (Integrated – Circuit Temperature Sensors)

ที่ผ่านมาพบว่าเทอร์โมคัปเปิลมีสัญญาณทางด้านเอาต์พุตต่ำมากและมีความเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ยังต้องมีการชดเชยค่าที่ถูกต้องให้ด้วย ส่วนอาร์ทีดีให้เอาต์พุตเป็นความต้านทานแต่จะมีค่าน้อย และเทอร์มิสเตอร์ก็จะมีความเป็นเชิงเส้นน้อยมาก

มีตัวตรวจวัดอุณหภูมิตัวหนึ่งที่เป็นทางเลือก ได้แก่อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์จากสารกึ่งตัวนำอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในรูปของโมโนลิธิกไอซี ในที่นี้จะกล่าวถึงเบอร์ต่างๆดังนี้

ไอซีตระกูล 335

ในที่นี้จะอ้างอิงเบอร์ LM335 ส่วนตัวอื่นในตระกูลเดียวกันจะเป็นดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 2-3 แสดงย่านวัดอุณหภูมิของ LM135/LM235/LM335

อุปกรณ์	ย่านวัด(° C)	การใช้งาน
LM135	-55 ถึง +150	ทางทหาร
LM235	-40 ถึง +125	งานอุตสาหกรรม
LM335	-40 ถึง +100	เชิงธุรกิจ

รูปที่ 2 – 36 ตาราง แสดงย่านวัดอุณหภูมิของ LM135/LM235/LM335

เป็นซีเนอร์ไดโอดที่ไวต่ออุณหภูมิ เมื่อเราจ่ายแรงเคลื่อนไบอัสกลับให้อยู่ในย่านเบรกดาวน์จะทำให้มีความไวทางด้านเอาต์พุตเป็น 10 mV/° K หรือ

$V_Z = \frac{10mV}{°K} T$

จากที่พบว่าองศาเคลวินและองศาเซลเซียสมีค่าเหมือนกัน แต่จะมีออฟเซตเป็น 273° นั่นคือ

$0° C = 273° K$

ดังนั้นเอาต์พุตของ LM335 จึงกลายเป็น

$$V_Z = 2.73 V + \left(\frac{10mV}{°C}\right) T$$

กระแสจะต้องจำกัดให้อยู่ที่

$5 mA > I_Z > 400 \mu A$

ด้วยเหตุนี้จึงเห็นว่าที่กระแสสูงๆ LM335 จะร้อนเนื่องจากกำลังงาน $I_Z V_Z$ แต่ที่กระแสต่ำกว่า 1 mA จะทำให้ความแน่นอนลดน้อยลง

เพื่อหาค่าของตัวต้านทานที่เหมาะสมที่จะนำมาต่ออนุกรม อันดับแรกต้องหาแรงเคลื่อนตกคร่อมซีเนอร์ไดโอดที่อุณหภูมิปกติที่ใช้งาน ซึ่งหาได้จาก

$$R_{bias} = \frac{V_{\sup ply} - V_{no\ min al}}{1mA}$$

ต้องจำว่า กระแสโหลดต้องน้อยกว่ากระแสต่ำสุดที่ไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดจริง นั่นคือต้องแน่ใจว่า

$$I_{load} << I_{z\ min}$$

$$\frac{V_{\max T}}{R_L} << \frac{V_{\sup ply} - V_{\max T}}{R_{bias}}$$

ความเป็นเชิงเส้นของ LM335 มีค่าเท่ากับ $\pm 1°C$ สิ่งที่ต้องระวังในวงจรนี้คือ ออฟเซต 2.73 โวลต์อาจจะสร้างสัญญาณรบกวนให้กับวงจร จากวงจรด้านบนที่อุณหภูมิ 0 °C แรงเคลื่อนทางเอาต์พุตจะมีค่าเป็น 0 โวลต์ไฟกระแสตรง

วงจรเป็นวงจรหนึ่งที่สามารถใช้ในการสอบเทียบเป็นแบบสองจุด (two – point calibration) โดยมีลำดับขั้นดังนี้คือ

1. ปรับขา (wiper) ของโพเทนชิโอมิเตอร์ศูนย์ให้ได้แรงเคลื่อน -2.73 โวลต์

2. ปรับโพเทนชิโอมิเตอร์ $10k\Omega$ เป็นที่กึ่งกลาง นำตัวโพเทนชิโอมิเตอร์ไปวางที่อุณหภูมิไปวางที่อุณหภูมิต่ำสุด ณ จุดที่ต้องการใช้งาน

3. ปรับโพเทนชิโอมิเตอร์ศูนย์ใหม่เพื่อกำจัดค่าความผิดพลาดออกครึ่งหนึ่ง แล้วนำโพเทนชิโอมิเตอร์ไปวางไว้ยังจุดที่มีอุณหภูมิสูงสุดที่ต้องการใช้งาน

4. ปรับโพเทนชิโอมิเตอร์ $10k\Omega$ เพื่อกำจัดค่าความผิดพลาดด้านบนออก สลับกันวางตัวเซ็นเซอร์ที่อุณหภูมิสูงและต่ำอย่างนี้แล้วปรับอย่างน้อยอีก 2 ครั้ง โดยใช้การปรับศูนย์ที่ด้านล่างและปรับค่า $10k\Omega$ ที่ด้านบน

จากการทดลองด้านบน ต้องไม่ลืมช่วงเวลาที่จะทำให้ตัวเซนเซอร์เข้าสู่จุดเสถียรที่อุณหภูมิใหม่ในแต่ละครั้งก่อนที่จะทำการปรับ นอกจากนั้นต้องแน่ใจว่าจะสามารถรักษาให้ R_{ZERO} มีค่าน้อยกว่า R_{BIAS} ซึ่งทำให้การปรับไม่มีผลกับค่า I_Z

ไอซีตระกูล 34

ในที่นี้จะอ้างอิงเบอร์ LM34 จากบริษัท National Semiconductor ซึ่งอซีเบอร์ LM34 นี้ให้แรงเคลื่อนเอาต์พุตเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์ พบว่า LM34 มีข้อได้เปรียบเหนือตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิแบบเชิงเส้นที่สอบเทียบกับอุณหภูมิองศาเคลวินคือ

1. ไม่ต้องลบค่าคงที่ของแรงเคลื่อนออกจากเอาต์พุตของมัน

2. ไม่ต้องสอบเทียบหรือปรับค่าใดๆจากภายนอก แต่ยังคงให้ค่าความไม่แน่นอนได้ $\pm 1\ 1/2°F$ ที่อุณหภูมิห้องและ $\pm 1\ 1/2°F$ ที่อุณหภูมิ -50 ถึง +300° F

3. อิมพีแดนซ์ทางด้านเอาต์พุตต่ำให้เอาต์พุตเป็นเชิงเส้น และให้ความเที่ยงตรงต่อการสอบเทียบทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อ่านค่าหรือต่อกับวงจรควบคุมได้ดี

4. สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายแบบแหล่งจ่ายปลายเดี่ยว หรือกับแหล่งจ่ายกำลังที่มีขั้วบวกและลบได้อีกด้วย กินกระแสที่ประมาณ 70 mA จากแหล่งจ่าย ความร้อนที่เกิดจากตัวมันเองมีค่าต่ำประมาณ 0.2° F ในอากาศนิ่ง

5. มีย่านใช้งานในช่วง -50 ถึง +300 °F หากเป็นเบอร์ LM34C จะมีย่านใช้งานจาก -40 ถึง +230° F

LM34 บรรจุในตัวถังแบบ TO-46 แบบทรานซิสเตอร์ ส่วน LM34C บรรจุในตัวถังแบบ TO-92 ซึ่งเป็นแบบทรานซิสเตอร์พลาสติกวงจรใช้งานร่วมกับ LM34 เป็นดังรูปที่ 5.27 พบว่าเอาต์พุตจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 50 mV ถึง 3.00 V ไฟกรแสตรง หากใช้วัดอุณหภูมิจากช่วง +5 ถึง -300°F แต่หากต้องการวัดอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 0°F ต้องจ่ายแหล่งจ่ายลบให้กับตัวไอซี ดังแสดงในรูปที่ 5.27(ข) วงจรดังกล่าวนี้ที่ 300°F จะมีแรงเคลื่อนเอาต์พุตออกมา +3.00 โวลต์ ส่วนที่ -50°F จะจ่ายแรงเคลื่อนออกมา -500 มิลลิโวลต์

บ่อยครั้งที่ต้องติดตั้งเซ็นเซอร์ไกลออกไปหลายเซนติเมตรจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อร่วมจึงจำเป็นต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ต้องใช้สายตัวนำที่ต่อไปยังเซ็นเซอร์เพียงสองสายเท่านั้น (ไม่ใช่สามสาย)

2. ต้องให้สัญญาณที่ย้อนกลับมาจากเซนเซอร์เป็นกระแสไม่ใช่แรงเคลื่อน ที่เป็นเช่นนี้ก็เพื่อกำจัดผลของค่าความต้านทานที่อนุกรมอยู่ในสาย ซึ่งวงจรในรูปที่ 5.27 (ค) และ (ง) คือการต่อดังที่กล่าวไว้

3. ต้องรักษาให้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของตัวต้านทาน 499Ω ต่ำที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า I_T ไม่เปลี่ยนแปลงเฉพาะกับแต่ V_T เท่านั้น แต่ยังเปลี่ยนแปลงไปกับตัวต้านทาน 499 Ω ที่เกิดจากผลของอุณหภูมิอีกด้วย

ไอซีตระกูล 590/592

ถ้าหากต้องการส่งสัญญาณออกเป็นระยะทางไกลๆ และไม่ต้องการให้สัญญาณกระแสมีผลโดยตัวต้านทานที่อนุกรมในสาย ไอซีตระกูล 590 และ 592 ก็เป็นตัวเลือกที่ดีอีกตัวหนึ่ง ในตอนนี้จะ

ยกตัวอย่างของบริษัท Analog Device ที่ให้เอาต์พุตออกมาเป็นแรงเคลื่อน และมีกระแสออกจาก AD590 และ AD592 ดังนี้

$$I_{out} = \left(\frac{1\mu A}{^{\circ}K}\right)T$$

เมื่อ T อยู่ในหน่วย °K หรือ

$$I_{out} = 273\,\mu A + \left(\frac{1\mu A}{^{\circ}K}\right)T$$

เมื่อ T อยู่ในหน่วย °C AD590 ให้ความแน่นอนเท่ากับ +0.5°C เมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง -55 ถึง +150°C หากเปรียบเทียบกันแล้ว AD592 จะมีราคาถูกกว่า AD590 ย่านการใช้งานของมันจะอยู่ในช่วง -25 ถึง +105°C แต่มีความแน่นอนเป็น 0.5°C ที่ 25°C ความเป็นเชิงเส้น 0.2°C ในช่วง 0 ถึง 70°C

การออกแบบวงจร (Design Considerations)

ในการออกแบบระบบควบคุมกระบวนการทั้งหมดต้องกำหนดความต้องการของอุปกรณ์แต่ละตัวในระบบ และระมัดระวังความเข้ากันได้ระหว่างคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละตัวในวงจรต่อระบบทั้งหมดที่เราต้องการ

การจะสร้างระบบการตรวจวัดอุณหภูมิ มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและกำหนดธรรมชาติของการวัด ประกอบด้วยค่าในสภาวะปกติเดิม (nominal value) และย่านของการวัดอุณหภูมิ สภาวะทางกายภาพของธรรมชาติในระบบที่จะวัดความเร็วตอบสนองที่ต้องการวัด และลักษณะอื่นๆที่จะต้องพิจารณา

2. กำหนดความต้องการของสัญญาณทางด้านเอาต์พุต ในการใช้งานส่วนใหญ่เอาต์พุตจะเป็นสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 มิลลิแอมป์ หรือแรงเคลื่อนที่เป็นสเกลเดียวกันเพื่อแสดงย่านของอุณหภูมิในการวัด โดยอาจมีหัวข้ออื่นที่ต้องพิจารณาได้แก่การแยกระบบทางไฟฟ้าออกจากกัน (isolation) อิมพีแดนซ์ทางด้านเอาต์พุตหรือตัวประกอบอื่นๆ เช่นในบางกรณีอาจจะต้องกำหนดเอาต์พุตให้อยู่ในรูปของการเข้ารหัสในระบบดิจิตอลด้วย

3. การเลือกตัวเซ็นเซอร์ พื้นฐานเบื้องต้นในการเลือกเซนเซอร์คือ เซ็นเซอร์มีคุณสมบัติที่พอดีกับย่านที่ต้องการวัดหรือไม่ สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร แล้วจึงจะเลือกตัวเซนเซอร์นั้น รวมถึงตัวประกอบอื่นๆที่ต้องเลือก เช่น ราคา และความน่าเชื่อถือซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนั้นความต้องการของสัญญาณเอาต์พุตก็เป็นตัวหนึ่งที่ต้องพิจารณา แต่ก็จัดว่ามีความสำคัญน้อยกว่าเพราะเราสามารถออกแบบวงจรปรับสภาพสัญญาณให้เป็นไปตามต้องการได้ในภายหลัง

4. การออกแบบการปรับสภาพสัญญาณที่ต้องการ โดยการใช้เทคนิคการปรับสภาพสัญญาณ การตรวจจับอุณหภูมิโดยตรงของตัวเซ็นเซอร์จะถูกเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ การจะกำหนดชนิดของการปรับสภาพสัญญาณจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวเซ็นเซอร์ที่ใช้และคุณสมบัติของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ

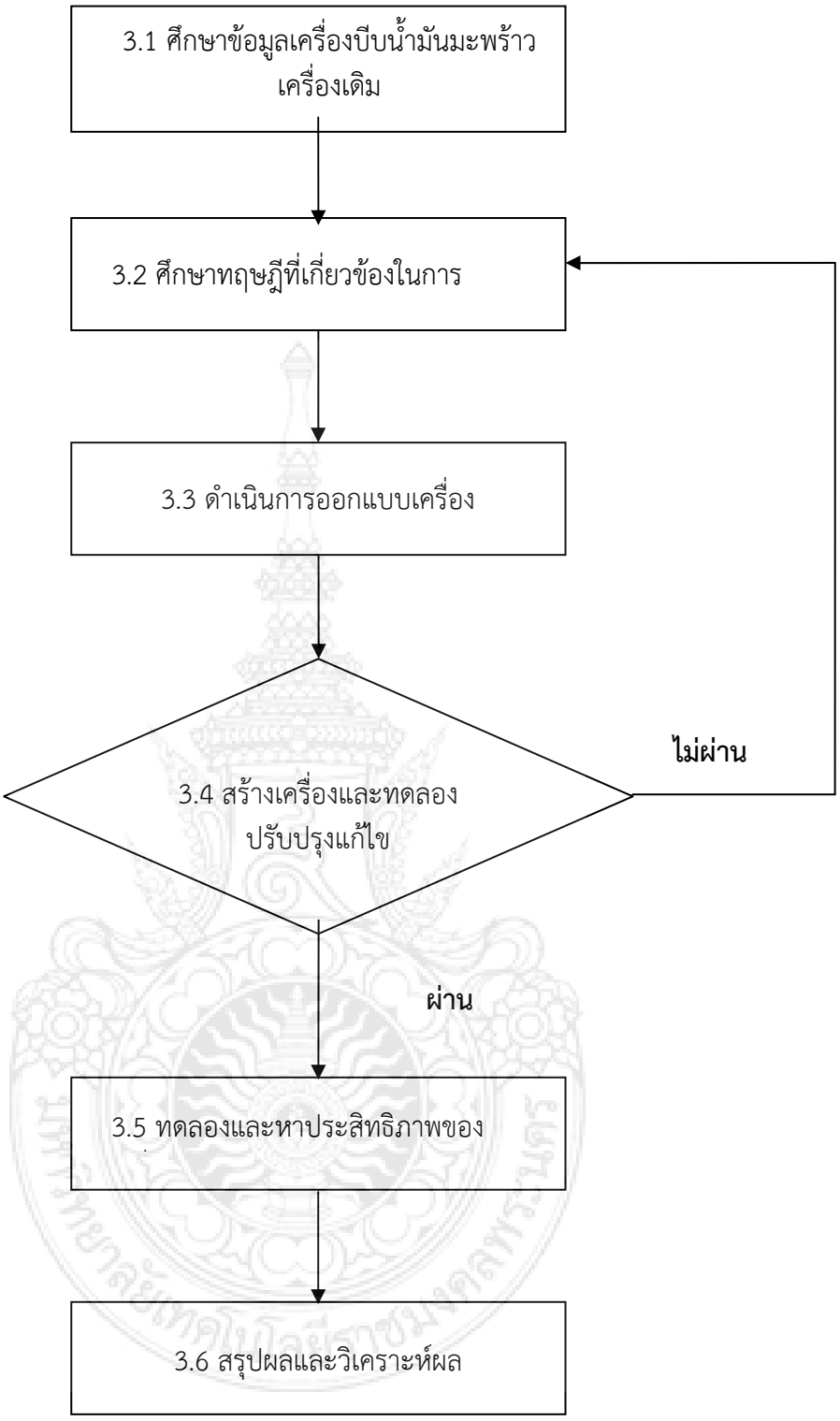
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็นทำงานอย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ต้องคำนึงคือความปลอดภัยในการใช้งาน ความสะดวกในการใช้งาน และความคุ้มค่าของเงินลงทุนที่ได้จ่ายออกไป ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุต่างๆจึงจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีคุณภาพ มีความคงทน อายุการใช้งานยาวนาน และมีความเหมาะสมในการนำไปติดตั้งในโครงสร้างเครื่อง เนื่องจากในกระบวนการบีบอัดมีการสะสมความร้อนจากกระบวนการทำงานซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในผลิต ดังนั้นในการเลือกใช้วัสดุที่นำมาทำเป็นโครงสร้างของกระบวนการบีบอัดนี้จึงจำเป็นต้องสามารถรับและทนความร้อนได้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การวางแผนในการดำเนินงานได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวเครื่องเดิมของมหาวิทยาลัยราชมงคลพระนคร ซึ่งยังไม่สมบูรณ์ในด้านโครงสร้างของวัสดุในการทนความร้อนสะสมของกระบวนการบีบอัดน้ำมันมะพร้าว ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สามารถปฏิบัติการได้อย่างต่อเนื่อง โดยเครื่องมีปัญหาเนื่องจากเมื่อมีการบีบอัดมะพร้าวขูดก็จะทำให้เครื่องร้อน มอเตอร์ตัดไฟทำงาน ได้ไม่นาน ระบบเกลียวอัดเมื่อทำการบีบอัดมากๆตะแกรงฝาครอบบีบอัดก็เกิดการฉีกขาดและตรงเหล็กที่ครอบเกิดการแตก ไม่สามารถรับแรงอัดได้ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวเครื่องเดิม
3.2 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ
3.3 ดำเนินการออกแบบเครื่อง
3.4 สร้างเครื่องทดลองและปรับปรุงแก้ไข
3.5 ทดลองการทำงานและหาประสิทธิภาพของเครื่อง
3.6 สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง



ภาพที่ 3-1 แสดง Flow-Chart ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1,3.2 ศึกษาข้อมูลเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวเครื่องเดิมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ

ศึกษาข้อมูลเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวเครื่องเดิมที่อยู่ภายอาคารฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พบว่าเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวใช้ระบบเกลียวบีบอัดนี้มีปัญหาขึ้น มีสาเหตุมาจาก

1) เครื่องเดิมวัสดุที่ใช้ทำฝาครอบเกลียวอัดทำจากเหล็กหล่อซึ่งเหล็กหล่อเป็นเหล็กที่มีคาร์บอนผสมอยู่หากปริมาณคาร์บอนสูงเกินไปจะทำให้เหล็กหล่อเปราะมากและโดยธรรมชาติของเหล็กหล่อจะมีความเหนียวที่ต่ำมากจึงส่งผลให้การรับภาระแรงอัดยังไม่ได้ประสิทธิภาพ ปรับแก้ไขใช้วัสดุเหล็กหล่อเหนียวแทน เนื่องจากการขึ้นรูปกระบอกอัดใช้วิธีการหล่อดีที่สุด

2) การส่งถ่ายกำลังลักษณะการวางมอเตอร์เป็นแนวแกนเดียวกับเพลาเกลียวอัด ความร้อนจากมอเตอร์และชุดเกลียวอัดเกิดการสะสมความร้อนทำให้มอเตอร์รับภาระหนักขึ้น เครื่องจึงร้อนมอเตอร์ตัดไฟ จนไม่สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ปรับใช้ระบบส่งกำลังด้วยสายพานผ่านปุลเล่ย์ เพิ่มกำลังมอเตอร์เพื่อให้เพียงพอกับการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 3-2 แสดงการศึกษาจากเครื่องเดิม

3) กรรมวิธีการผลิตน้ำมันมะพร้าวเดิม ผู้วิจัยซื้อมะพร้าวที่ขูดตามท้องตลาดแล้วนำไปตากแดดประมาณ 3 แดด จำนวนครั้งการตากแดดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ตากโดยจะต้องตากแดดไล่ความชื้นในมะพร้าวออกให้น้ำหนักหลังตากแดดลด 20 % จะให้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องออกแบบและสร้างเครื่องอบมะพร้าวขึ้นใหม่ ให้สามารถอบมะพร้าวที่ขูดแล้วแต่ยังไม่ได้คั้นกะทิให้น้ำหนักลดลง 20 % บวกลบ 1 %

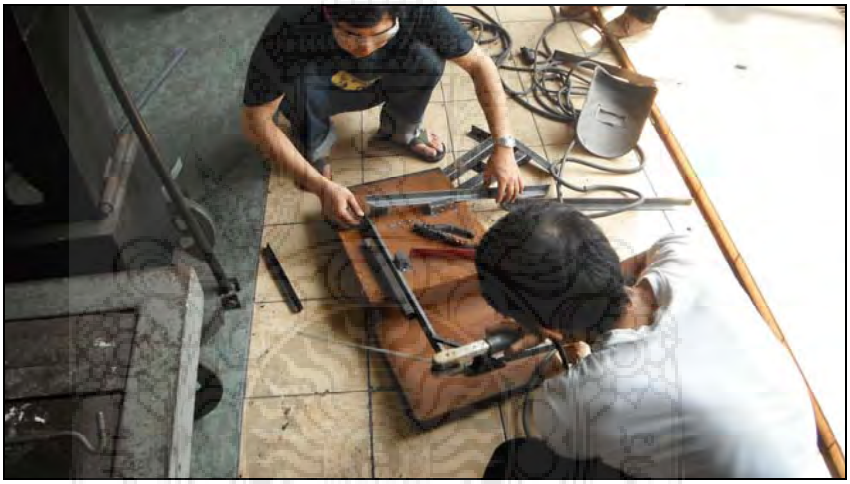
4) จากการคำนวณแรงใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า 380 โวลท์ในการขับเกลียวอัด

3.3 การออกแบบการพัฒนาและสร้างเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวมีรายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ดังนี้

1) มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว
2) สายพานขนาด B-70 ,68,65 52 ,50
3) ปุลเลย์ ขนาด 14 ,4 นิ้ว
4) ชุดเกลียวอัด
5) ชุดทองเหลืองส่วนหน้า
6) ลูกปืนการุน
7) ลูกปืนตุ๊กตา
8) ฮีตเตอร์และเทอร์โมคัปเปิล
9) กล่องควบคุมไฟ
10) ฝาครอบเกลียวอัด บน-ล่าง
11) พัดลมเป่า

3.4 สร้างเครื่องและทดลองปรับปรุงแก้ไข ดังภาพ

ภาพการสร้างเครื่องบีบ



ภาพที่ 3-3 แสดงการเชื่อมขึ้นโครงเครื่องบีบฯ กับอุปกรณ์จิ๊กจับฉาก

ภาพที่ 3-4 แสดงการเชื่อมขึ้นโครงเครื่องบีบฯ กับอุปกรณ์ที่ทำ

ภาพที่ 3-5 แสดงชิ้นส่วนเครื่องบีบฯ ภาพรวม

ภาพที่ 3-6 แสดงชิ้นส่วนเครื่องบีบฯ ชุดเกลียวอัด

ภาพที่ 3-7 แสดงการวางแผนประกอบยึดเครื่องบีบฯ

ภาพที่ 3-8 แสดงการประกอบยึดเครื่องบีบฯ กับฐานล่าง

ภาพที่ 3-9 แสดงการประกอบยึดปุลเล่ย์หัวเครื่องบีบฯ

ภาพที่ 3-10 แสดงส่วนช่องคลายกากมะพร้าวออก

ภาพที่ 3-11 แสดงการยึดประกอบปุลเล่ย์

ภาพที่ 3-12 แสดงการใส่สายพาน 3 ร่องที่หัวเกลียวอัด

ภาพที่ 3-13 แสดงการต่อชุดปุลเล่ย์ทดรอบด้านมอเตอร์ขับ

ภาพที่ 3-14 แสดงการปรับตั้งสายพานขับให้ตึง

ภาพที่ 3-15 แสดงการต่อชุดปุลเล่ย์ด้านทดรอบของมอเตอร์ขับ

ภาพที่ 3-16 แสดงการต่อชุดมอเตอร์ขับเพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของเครื่องฯ

ภาพที่ 3-17 แสดงการต่อสายไฟเข้าเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้น

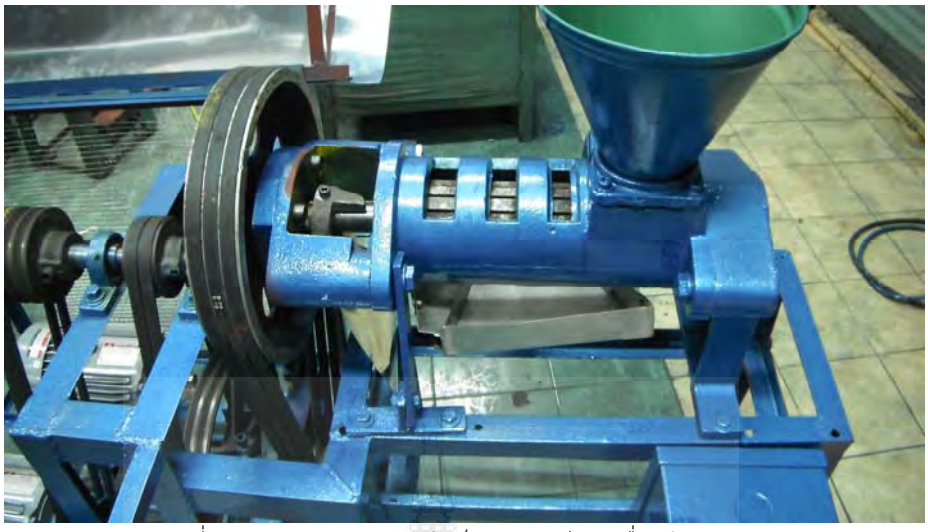
ภาพที่ 3-18 แสดงการเตรียมมะพร้าวสำหรับทดสอบงานเบื้องต้น

ภาพที่ 3-19 แสดงการป้อนมะพร้าวเข้าเครื่องบีบอัดเพื่อทดสอบเบื้องต้น

ภาพที่ 3-20 แสดงการกลึงปรับแต่งเกลียวอัดใหม่

ภาพที่ 3-21 แสดงการทดสอบซ้ำจนกระทั่งได้น้ำมันมะพร้าวตามต้องการ

ภาพที่ 3-22 แสดงการปรับเพิ่มมอเตอร์ 3 แรงม้า จำนวน 2 ตัวเพื่อสลับการทำงานจริง



ภาพที่ 3-23 แสดงการตกแต่งเก็บรายละเอียดเครื่องก่อนทดลองจริง

ภาพที่ 3-24 แสดงการทดลองงานบีบน้ำมันมะพร้าวจริง

ภาพที่ 3-25 แสดงการไหลออกของน้ำมันมะพร้าวที่บีบได้

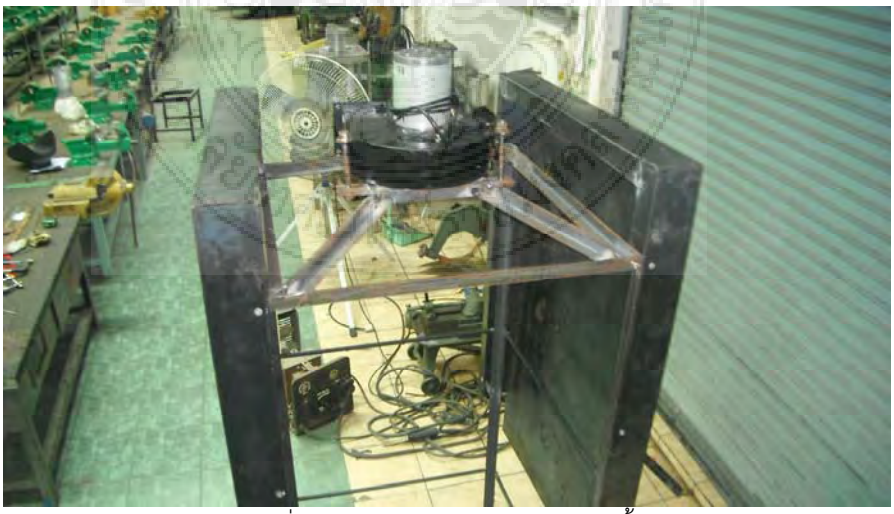
ภาพที่ 3-26 แสดงการไหลออกของน้ำมันมะพร้าวที่บีบได้อย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 3-27 แสดงน้ำมันมะพร้าวที่ได้ยังมีตะกอนปน จะต้องผ่านกระบวนการกรองอีกครั้ง

ภาพการสร้างเครื่องอบ

ภาพที่ 3-28 แสดงการเชื่อมขึ้นโครงเครื่องอบ

ภาพที่ 3-29 แสดงฉนวนใยแก้วที่ใช้ในการบุผนังภายในตู้อบ



ภาพที่ 3-30 แสดงตู้อบด้านบนและติดตั้งพัดลมดูด

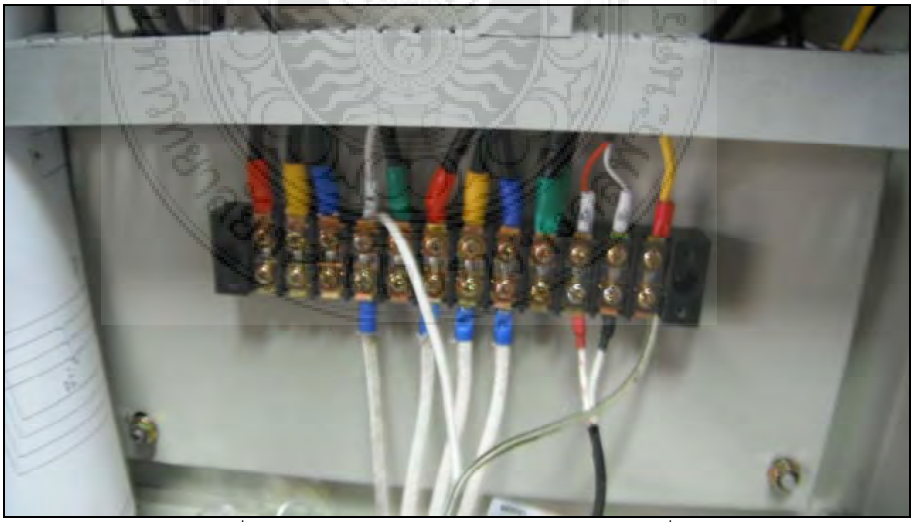
ภาพที่ 3-31 แสดงการยึดติดตั้งพัดลมดูด 1 ตัวจุดศูนย์กลางของตู้อบด้านบน

ภาพที่ 3-32 แสดงการประกอบฝาผนังด้านข้างตู้อบ

ภาพที่ 3-33 แสดงการประกอบฉนวนใยแก้วด้านบนตู้อบ

ภาพที่ 3-34 แสดงการติดตั้งฮีตเตอร์ด้านข้างตู้อบด้านละ 600 วัตต์

ภาพที่ 3-35 แสดงการบุฉนวนใยแก้วด้านข้างตู้อบทั้ง 2 ด้าน



ภาพที่ 3-36 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าตู้ควบคุมเครื่องอบ

ภาพที่ 3-37 แสดงตู้อบทำสีพร้อมการทำงาน

ภาพที่ 3-38 แสดงตู้ควบคุมอุณหภูมิการอบ

ภาพที่ 3-39 แสดงมะพร้าวที่เตรียมสำหรับการทดลองครั้งละ 20 กิโลกรัม

บทที่ 4
ผลการทดลอง

หลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอบและเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว โดยการทดสอบการทำงานเป็นที่พอใจ จึงดำเนินการทดลอง รายละเอียดดังนี้

เตรียมมะพร้าวที่ผ่านการปอกเปลือกแล้วเหลือเนื้อมะพร้าวเป็นลูกๆ จำนวน 100 กิโลกรัม แบ่งเป็นการทดลองครั้งละ 20 กิโลกรัม จำนวน 5 ครั้ง แล้วบันทึกผลการทดลอง

ภาพที่ 4-1 ขูดมะพร้าวด้วยเครื่องขูด

ภาพที่ 4-2 ขูดมะพร้าวเพื่อใช้ในการทดลอง

าพที่ 4-3 แสดงการชั่งมะพร้าวที่ผ่านการขูดยังไม่ได้คั้นกะทิ ถุงละ 1 กิโลกรัม จำนวน 2 ถุง

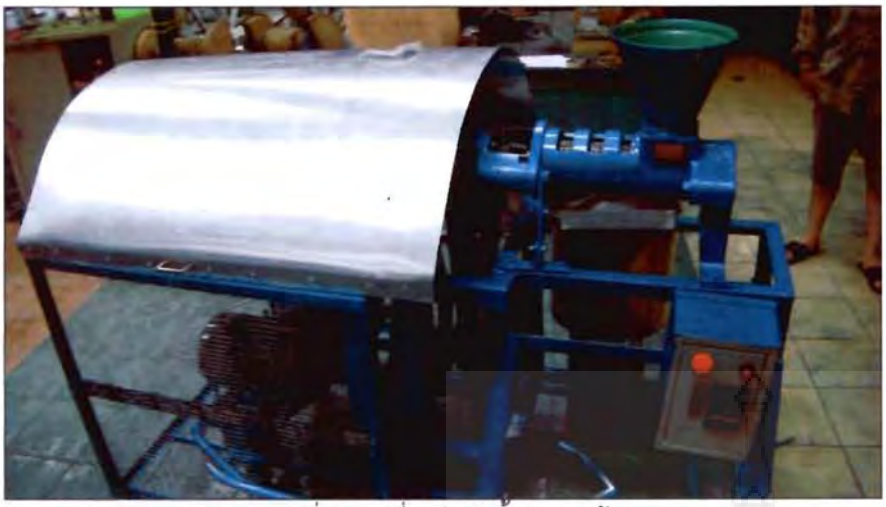
ภาพที่ 4-4 นำมะพร้าว 2 กิโลกรัมใส่ลงในถาดตะแกรงที่เตรียมไว้ทั้ง 6 ชั้นเท่าๆกัน

ภาพที่ 4-5 เข็นรถเข็นซึ่งจัดทำไว้โดยเฉพาะ เข็นชั้นวางมะพร้าวเข้าตู้อบ

ภาพที่ 4-6 ดันชั้นวางมะพร้าวเข้าตู้อบ นำรถเข็นออกให้พ้นประตูตู้อบแล้วปิดตู้อบ

ภาพที่ 4-7 เปิดสวิทช์ไฟฟ้า ตั้งอุณหภูมิอบ 60 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 4-8 เวลาผ่านไป 20 นาที เปิดตู้อบนำมะพร้าวที่อบออกเข้าสู่กระบวนการบีบ และใส่มะพร้าวที่อบใหม่แทน



ภาพที่ 4-9 เครื่องบีบอัดน้ำมันมะพร้าว

ภาพที่ 4-10 ใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า 380 โวลท์ 2 ตัว สลับกันทำงาน

ภาพที่ 4-11 นำมะพร้าวที่ผ่านการอบใส่ลงในกรวยช่องเครื่องบีบอัด

ภาพที่ 4-12 น้ำมันจะเริ่มออกเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที โดยเริ่มต้นจะต้องทยอยป้อนมะพร้าวเพื่อให้หัวอัดร้อน

ภาพที่ 4-13 นำภาชนะมารองน้ำมันที่บีบได้

ารางบันทึกผลการทดลองเครื่องอบ

เครื่องอบที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยจะต้องทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการอบวัสดุมะพร้าวที่ผ่านการดโดยไม่คั้นกะทิ จากข้อมูลงานวิจัยมะพร้าวที่ผ่านการขูดและนำไปตากแดด น้ำหนักที่ลดหายไปอ 20 % จะให้น้ำมันที่บีบมากที่สุด

ดังนั้นการเตรียมวัสดุเพื่อหาเวลาอบที่ดีที่สุด ดังรายละเอียด

เตรียมมะพร้าวที่ผ่านการขูดแต่ยังไม่ได้คั้นกะทิ 15 ครั้งการทดลอง ทดลองครั้งละ 2 โลกรัม แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่ม 5 ครั้งๆละ 2 กิโลกรัม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นำมะพร้าวหนัก 2 กิโลกรัมเฉลี่ยในลงในถาดอบ 6 ชั้นเท่ากัน นำใส่ตู้อบ โดยะต้องเปิดตู้อบให้อุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียสก่อน แล้วจึงใส่ลงในตู้อบ จับเวลา 10 นาที เมื่อรบเวลา นำมะพร้าวออกชั่งน้ำหนัก

กลุ่มที่ 2 นำมะพร้าวหนัก 2 กิโลกรัมเฉลี่ยในลงในถาดอบ 6 ชั้นเท่ากัน นำใส่ตู้อบ โดยจะต้องเปิดตู้อบให้อุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียสก่อน แล้วจึงใส่ลงในตู้อบ จับเวลา 20 นาที เมื่อครบเวลา นำมะพร้าวออกชั่งน้ำหนัก

กลุ่มที่ 3 นำมะพร้าวหนัก 2 กิโลกรัมเฉลี่ยในลงในถาดอบ 6 ชั้นเท่ากัน นำใส่ตู้อบ โดยจะต้องเปิดตู้อบให้อุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียสก่อน แล้วจึงใส่ลงในตู้อบ จับเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลา นำมะพร้าวออกชั่งน้ำหนัก

สรุปผลการทดลองกลุ่มใด มีน้ำหนักมะพร้าวหลังเวลาอบที่กำหนดผ่านไป มีน้ำหนักลดหายไป 20 % หรือใกล้เคียงดีที่สุดจะนำเวลาอบและอุณหภูมิที่ตั้ง 60 องศา ไปใช้ในการผลิตน้ำมันมะพร้าวอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 4-1การทดลองกลุ่มที่ 1จับเวลาอบ 10 นาที ใส่มะพร้าวขูดครั้งละ2 กิโลกรัม ทดลอง 5 ครั้ง

ครั้งที่	ชั่งน้ำหนักได้ ก.ก.	ลักษณะสีของมะพร้าว
1	1.85	สีขาวมีอมเหลืองบ้างเล็กน้อย
2	1.80	สีขาวมีอมเหลืองบ้างเล็กน้อย
3	1.80	สีขาวมีอมเหลืองบ้างเล็กน้อย
4	1.85	สีขาวมีอมเหลืองบ้างเล็กน้อย
5	1.75	สีขาวมีอมเหลืองบ้างเล็กน้อย
รวม	9.05	
เฉลี่ย	1.81	
น้ำหนักที่ลด %	9.5 %	

ตารางที่ 4-2 การทดลองกลุ่มที่ 2จับเวลาอบ20 นาที ใส่มะพร้าวขูดครั้งละ2 กิโลกรัม ทดลอง 5 ครั้ง

ครั้งที่	ชั่งน้ำหนักได้ ก.ก.	ลักษณะสีของมะพร้าว
1	1.55	สีเหลืองปนขาวบ้างเล็กน้อย
2	1.70	สีเหลืองปนขาวบ้างเล็กน้อย
3	1.60	สีเหลืองปนขาวบ้างเล็กน้อย
4	1.65	สีเหลืองปนขาวบ้างเล็กน้อย
5	1.65	สีเหลืองปนขาวบ้างเล็กน้อย
รวม	8.16	
เฉลี่ย	1.63	
น้ำหนักที่ลด %	18.5 %	

ารางที่ 4-3 การทดลองกลุ่มที่ 3จับเวลาอบ 30 นาทีใส่มะพร้าวขูดครั้งละ2 กิโลกรัม ทดลอง 5 ครั้ง

ครั้งที่	ชั่งน้ำหนักได้ ก.ก.	ลักษณะสีของมะพร้าว
1	1.30	สีเหลืองแก่ทั้งหมด
2	1.25	สีเหลืองแก่ทั้งหมด
3	1.20	สีเหลืองแก่ทั้งหมด
4	1.30	สีเหลืองแก่ทั้งหมด
5	1.20	สีเหลืองแก่ทั้งหมด
รวม	6.25	
เฉลี่ย	1.25	
น้ำหนักที่ลด %	37.5 %	

ากการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ปงรากฏว่า กลุ่มที่ 2 ให้ข้อมูลน้ำหนักลดลงใกล้เคียง 20 % มากที่สุด คือ 8.5 % ดังนั้นขั้นตอนการนำมะพร้าวเพื่อบีบจะตั้งเวลาอบ 20 นาที และอุณหภูมิอบ 60 องศา ซลเซียส

ดลองการบีบน้ำมันมะพร้าว

หลังจากที่ทราบอุณหภูมิของเครื่องอบตั้งไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 20 นาที ารทดลองการบีบน้ำมันมะพร้าวจะนำมะพร้าวที่ผ่านการอบแล้ว เข้าเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวทันที ดยเฉลี่ยต่อครั้ง 1.6 กิโลกรัม และจับเวลาในการบีบจนหมดไม่มีน้ำมัน (สังเกตกากมะพร้าวแห้งไหม้) ดลอง 5 ครั้ง และน้ำมันที่ได้จากเครื่องบีบจะกรองให้สะอาดเบื้องต้นด้วยผ้าขาว และนำไปผ่าน ครื่องแรงดันสูงอีกครั้งก่อนนำบรรจุขวด ผลทดลองการบีบที่ได้ดังตาราง

ารางที่ 4-4 ทดลองการบีบน้ำมันมะพร้าว

ครั้งที่	น้ำมันที่ได้ (ก.ก.)	น้ำมันที่ได้ ปริมาตรลิตร	เวลาที่ใช้บีบต่อครั้ง(นาที)
1	3.9	4.10	58
2	3.7	3.89	55
3	3.8	4.00	59
4	3.9	4.10	58
5	3.8	4.00	60
รวม	19.1	20.09	290
เฉลี่ย	3.82	4.02	58

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและสร้างเครื่องอบและเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็นทำงานอย่างต่อเนื่อง ได้ผลดังนี้

สรุปผลที่ได้จากโครงการ

สรุปผลที่ได้จากโครงการฯ คือ ได้เครื่องอบสำหรับอบมะพร้าวหลังจากการขูด ทำให้กระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวไม่ต้องอาศัยการตากแดด การผลิตน้ำมันมะพร้าวสามารถทำได้อย่างต่อเนื่องทั้งกลางวันและกลางคืน มะพร้าวที่ผ่านการอบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาตามที่ตั้งไว้ในตู้อบทำให้มั่นใจได้ว่าน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้ไม่สูญเสียคุณสมบัติประโยชน์ต่างๆ ที่ควรได้รับด้วยวิธีสกัดเย็น นอกจากนี้ผลที่ได้จากโครงการนี้ยังได้เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวชนิดมอเตอร์คู่ คือ 2 ตัว ๆละ 3 แรงม้า สลับกันทำงาน ทำให้เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวจากโครงการนี้สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวได้อย่างต่อเนื่อง กล่าวคือ ขณะที่มอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานหมุนบีบน้ำมันมะพร้าวมอเตอร์ตัวที่ 2 จะยังไม่ได้ทำงาน และเมื่อมอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานได้ประมาณ 4 ชั่วโมง จะปิดสวิทช์ให้หยุดพักการทำงานและให้มอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานแทน การทำงานบีบน้ำมันมะพร้าวมอเตอร์จะสลับกันทำงาน ทำให้อายุและช่วงการทำงานได้ต่อเนื่องไม่มีหยุด มีผลทำให้การผลิตน้ำมันมะพร้าวได้มากขึ้น

ตู้อบมะพร้าว

เครื่องอบที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถตั้งอุณหภูมิได้ถึง 200 องศา แต่สำหรับการอบมะพร้าวจะตั้งที่ 60 องศาเท่านั้น การทำงานของตู้อบมีชั้นวางมะพร้าวขูด 6 ชั้น ใส่มะพร้าวขูดได้ครั้งละ 2 กิโลกรัม ใช้เวลาในการอบ 20 นาทีต่อครั้ง

เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว

เครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว ใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้ามี 2 ตัว ทำงานครั้งละ 1 ตัว ประสิทธิภาพการบีบน้ำมันหลังจากที่เครื่องบีบมีอุณหภูมิที่หัวบีบอัดได้เหมาะสม สามารถบีบน้ำมันได้ชั่วโมงละ 4 ลิตร

อภิปรายผล

การทำงานของเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวด้วยระบบเกลียวอัด หรือบีบเย็น การออกแบบการหมุนของแรงของมอเตอร์ ระยะช่องว่างการอัด (Gap) อัตราป้อน ทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันหมด อุปกรณ์ตู้อบและเครื่องบีบต้องสร้างให้มีความสัมพันธ์กัน เพื่อป้องกันไม่ให้มะพร้าวที่ขูดแล้วตกค้างรอนานเกินไป เป็นเหตุให้มะพร้าวเสียน้ำมันที่บีบได้จะมีกลิ่นหืน ดังนั้นถ้าต้องการให้มีอัตราการผลิตมากกว่านี้จะน้องเพิ่มแรงของมอเตอร์ ช่วงความยาวของการบีบ และขนาดของตู้อบให้ใหญ่ขึ้น ซึ่งก็หมายถึงว่าจะต้องมีตลาดรองรับสินค้าที่ผลิตได้ เพราะการเพิ่มขนาดกำลังการผลิตต้นทุนเครื่องก็จะสูงขึ้นตามด้วย

ดังนั้นการออกแบบของผลงานวิจัยโครงการนี้ผลผลิตที่ได้เพียงพอกับอุตสาหกรรมขนาดเล็กสามารถผลิตจำหน่ายได้เหมาะกับผู้ประกอบการที่เริ่มต้นการผลิตจำหน่าย

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการ

ตู้อบที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปใช้กับผลผลิตทางการเกษตรอื่นได้ ในช่วงที่ภูมิอากาศมีฝนตกไม่สะดวกโดยเฉพาะสินค้าที่ต้องการควบคุมเรื่องของความสะอาดได้ดี และสินค้านั้นจะต้องมีมูลค่าสูงคุ้มกับการใช้ตู้อบด้วย

บรรณานุกรม

บรรเลง ศรนิล, ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์. 2524. **ตารางงานโลหะ.** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มะพร้าวกลุ่มแม่บ้านเชียงคาน. **หนังสือพิมพ์ข่าวสด**. วันที่ 06 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ปีที่ 20 ฉบับที่ 7282 ข่าวสดรายวัน

สุบงกช โตไพบูลย์ นักวิจัยร่วมโครงการ (MTEC). **เครื่องหีบน้ำมันสบู่ดำแบบสกรูอัดเดี่ยว**, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ , 2551. เข้าถึงได้จาก http://library.stks.or.th:8080/dspace/bitstream/123456789/1395/1/20091001Sabudam.pdf

วรรษชล วัฒนะ **“เครื่องบีบอัดน้ำมันรำข้าว”**สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ,2553 เข้าถึงได้จาก : (http://161.246.199.11/scienceday/data/research/09.pdf)

วัลลภ ภูผา. **ออกแบบและสร้างเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2550.

วีณา เชิดบุญชาติ **“น้ำมันมะพร้าว”**. 2537 เข้าถึงได้จาก : http://www.salasamunprai.com/herbs/coconutoil.html)

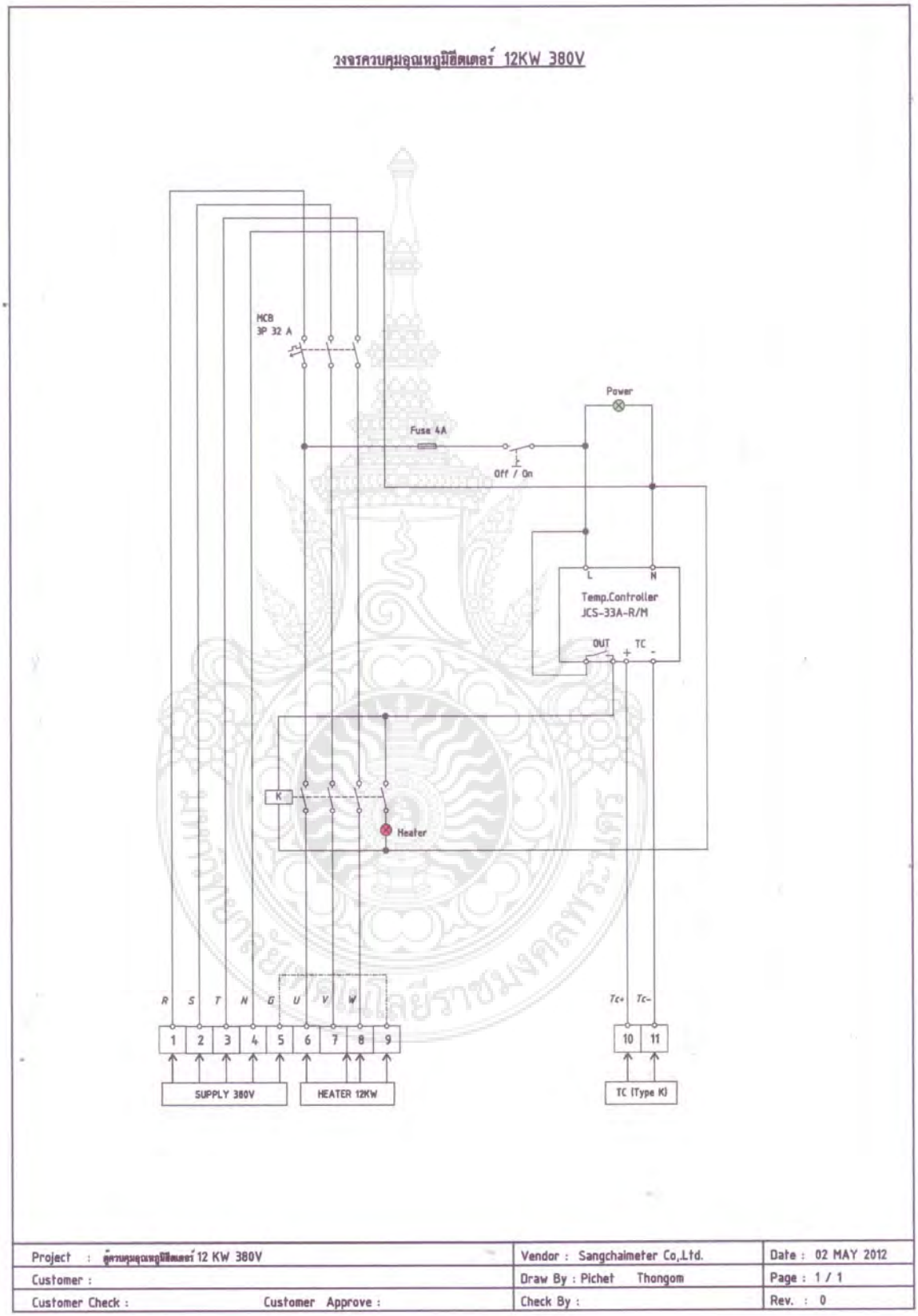
จากเว็ปไซต์

“ในปัจจุบันการนำมะพร้าวมาแปรรูปยังจำกัดอยู่ในผลิตภัณฑ์ไม่กี่ประเภท”

อ้างอิง ; http://web.ku.ac.th/agri/coconut1/index-1.htm

; http://opac.tistr.or.th/Multimedia/STJN/4802/4802-12.pdf

ภาคผนวก


วงจรควบคุมอุณหภูมิฮีตเตอร์ 12KW 380V
MCB
3P 32 A
Power
Fuse 4A
Off / On
L
N
Temp.Controller
JCS-33A-R/M
OUT
TC
+
-
K
Heater
R
S
T
N
G
U
V
W
1
2
3
4
5
6
7
8
9
SUPPLY 380V
HEATER 12KW
Tc+
Tc-
10
11
TC (Type K)
Project : ตู้ควบคุมอุณหภูมิฮีตเตอร์ 12 KW 380V
Vendor : Sangchaimeter Co.,Ltd.
Date : 02 MAY 2012
Customer :
Draw By : Pichet Thongom
Page : 1 / 1
Customer Check :
Customer Approve :
Check By :
Rev. : 0

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

๑. ชื่อ (ภาษาไทย) นายพลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Plangwath Paengteerasukkamai

๒. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน

๓. ตำแหน่ง อาจารย์ ระดับ ๗

๔. หน่วยงานที่ติดต่อได้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ๑๓๘๑ ถนนพิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพ ฯ ๑๐๘๐๐ ที่ทำงาน ๐๒-๙๑๓๒๔๒๔ ต่อ ๑๘๐ มือถือ. ๐๘๙ - ๖๗๘๓๗๑๙

๕. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. ๒๕๒๙ ปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเครื่องมือกล จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์

พ.ศ. ๒๕๔๑ ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ. ๒๕๔๖ ปริญญาตรี วิศวกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ การจัดการ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (ศ.ร.ม.) คลองหก

๖. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ สาขาวิศวกรรมและเทคโนโลยี

๗. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

พ.ศ. ๒๕๔๐ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและสร้างเครื่องยิงตะกร้ออัตโนมัติ เพื่อใช้ในการทดสอบงานวิจัยระดับปริญญาโท ของนายอภิชัย มุกสิทอง มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร พ.ศ. ๒๕๔๐ ผลงานเสร็จแล้ว

พ.ศ. ๒๕๔๔ เป็นหัวหน้าโครงการสิ่งประดิษฐ์ “ สร้างเครื่องต้นแบบการใช้พลังงานลมผลิตกระแสไฟฟ้า “ เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๔๔-๒๕๔๖ ใช้งบประมาณเงินผลประโยชน์ ปี พ.ศ. ๒๕๔๔ จำนวน ๑๕๑,๒๘๙ บาท (หนึ่งแสนห้าหมื่นหนึ่งพันสองร้อยเก้าสิบแปดบาทถ้วน) หมวดเงินอุดหนุนงานวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือผลการดำเนินงานเสร็จแล้ว

พ.ศ. ๒๕๔๘ เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย “เครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติ ” โดยเป็นที่ปรึกษาของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการดำเนินงานเสร็จแล้ว

พ.ศ. ๒๕๕๒ เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย “ พัฒนาเครื่องจักตอกกึ่งอัตโนมัติ ” ได้รับเงินสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ๕๐,๐๐๐ บาท ผลการดำเนินงานเสร็จแล้ว

พ.ศ. ๒๕๕๔ เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย “ออกแบบและสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า ”ได้รับเงินสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ๒๐๐,๐๐๐ บาท ผลการดำเนินงานเสร็จแล้ว