# บทที่ 3

## กระบวนการผลิตอุปกรณ์ทำความร้อนอากาศ

ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์

อุปกรณ์ทำความร้อนอากาศ ( Air Heater ) ที่ใช้กับโรงไฟฟ้าพระนครใต้ทั้ง 5 หน่วย (SB#1-5) นั้น สามารถแยกส่วนประกอบออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. Cold End (ส่วนเย็น) ใน Air Heater 1 ตัว จะประกอบด้วย Cold End ทั้งหมด 12 Sectors และในแต่ละ Sector จะมีชิ้นส่วนเดียว

2. Intermediate End ใน Air Heater 1 ตัว จะประกอบด้วย Inter End ทั้งหมด 12 Sectors และในแต่ละ Sector จะมีชิ้นส่วนย่อย (Parts) ประกอบอยู่

3. Hot End (ส่วนร้อน) ใน Air Heater 1 ตัวจะประกอบด้วย Hot End ทั้งหมด 12 Sectors และในแต่ละ Sector จะมีชิ้นส่วนย่อย (Parts) ประกอบอยู่ (ดังรูปที่ 3.1)

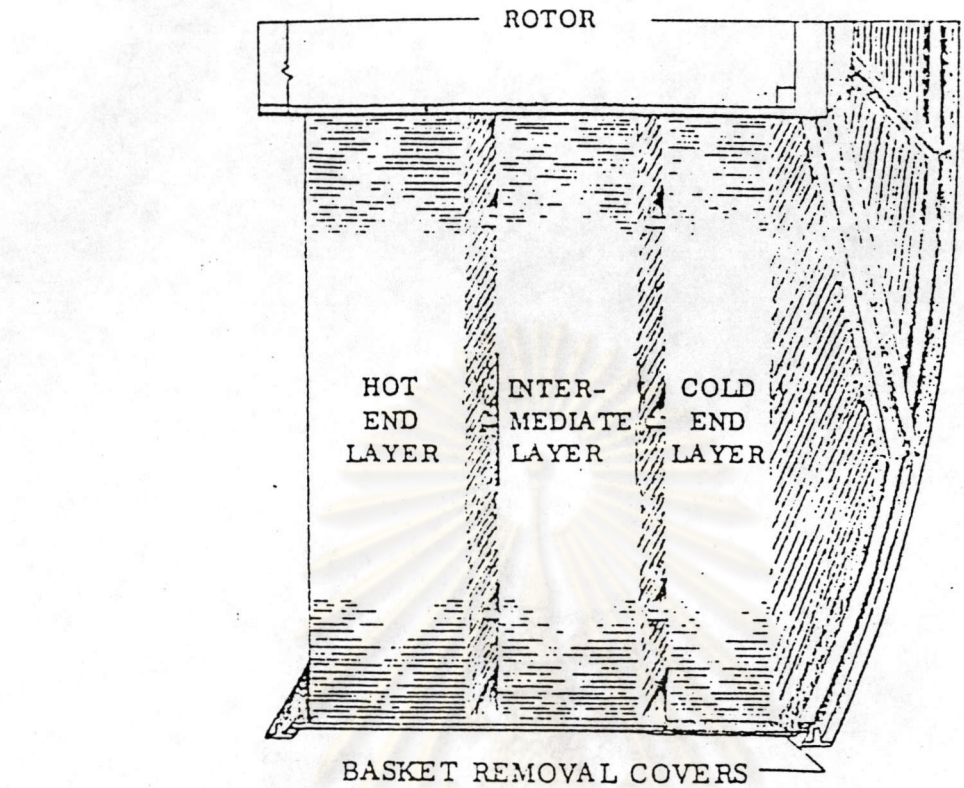
รูปแบบการจัดเรียงตัวของชิ้นส่วนย่อย (Parts) ในส่วนของ Hot และ Inter End ของ Air Heater แสดงดังรูปที่ 3.2 และ 3.3

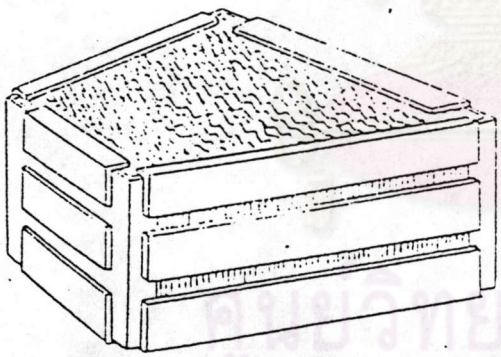
ในแต่ละชิ้นส่วนย่อย (Parts) ของ Air Heater จะประกอบด้วย Frame และ Elements ซึ่งจะมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กลูกฟูกเรียงซ้อนกันอยู่ใน Frame รอยหยักของแผ่นเหล็กลูกฟูกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนของ Air Heater ซึ่งรอยหยักของ Elements ในส่วนของ Cold End จะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างจากของ Hot และ Inter End ดังแสดงในรูปที่ 3.4

สำหรับ SB#1-5 นั้น สามารถแบ่งตามโครงสร้างของโรงไฟฟ้าออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. SB#01, SB#02 รวมเรียกว่า SB#1-2 มีกำลังผลิต 200,000 กิโลวัตต์ ต่อ Unit

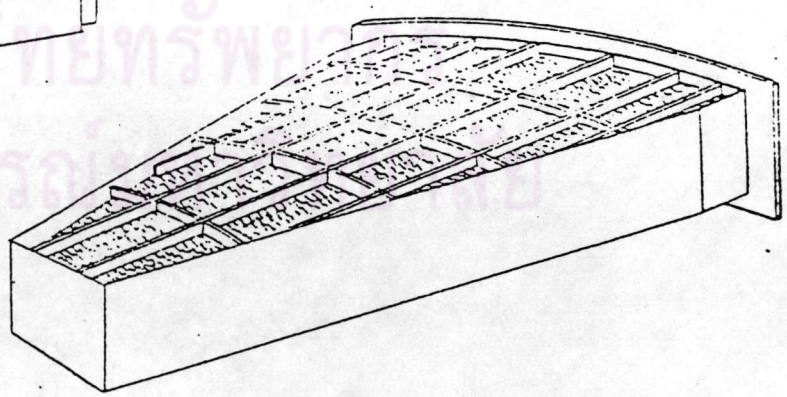
2. SB#03, SB#04, SB#05 รวมเรียกว่า SB#3-5 มีกำลังผลิต 310,000 กิโลวัตต์ ต่อ Unit



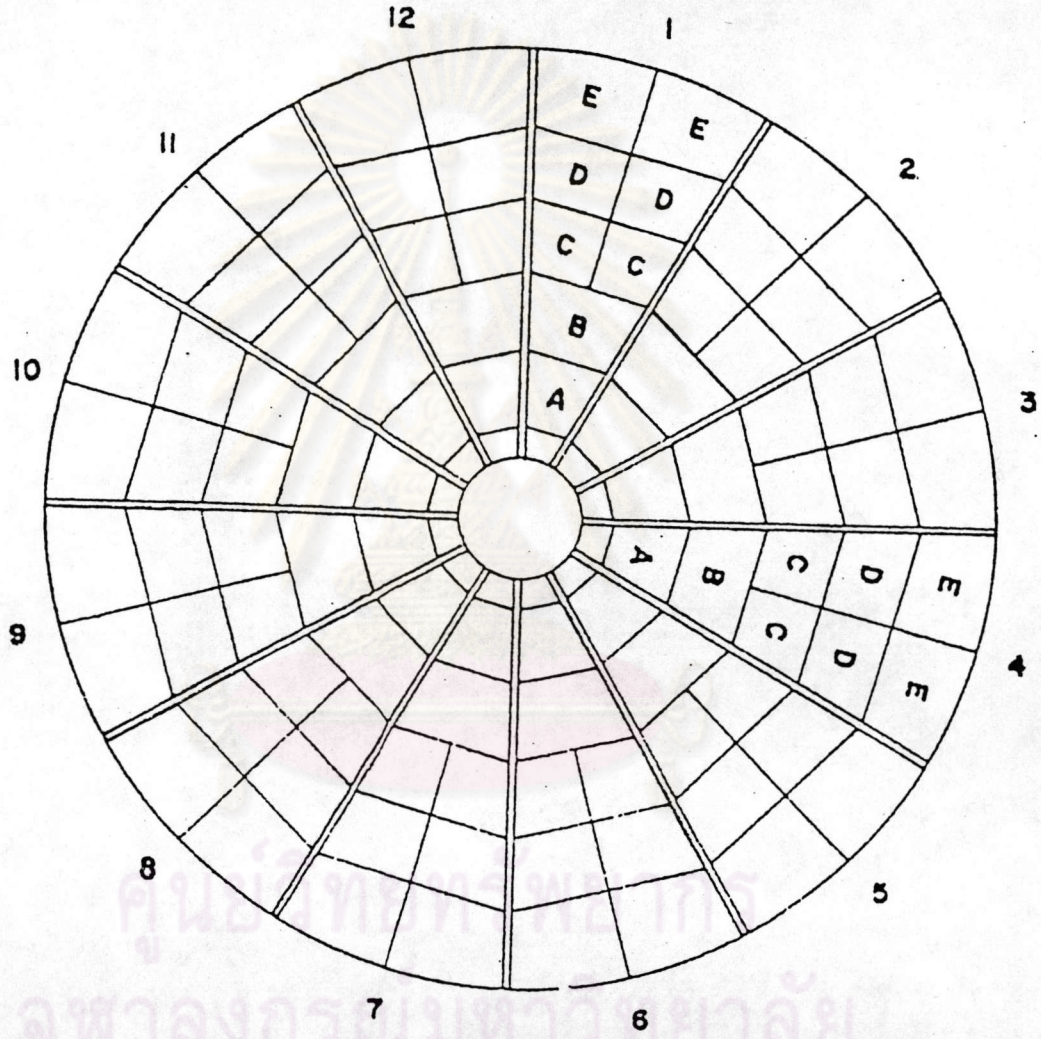



TYPICAL HOT END OR INTERMEDIATE BASKET

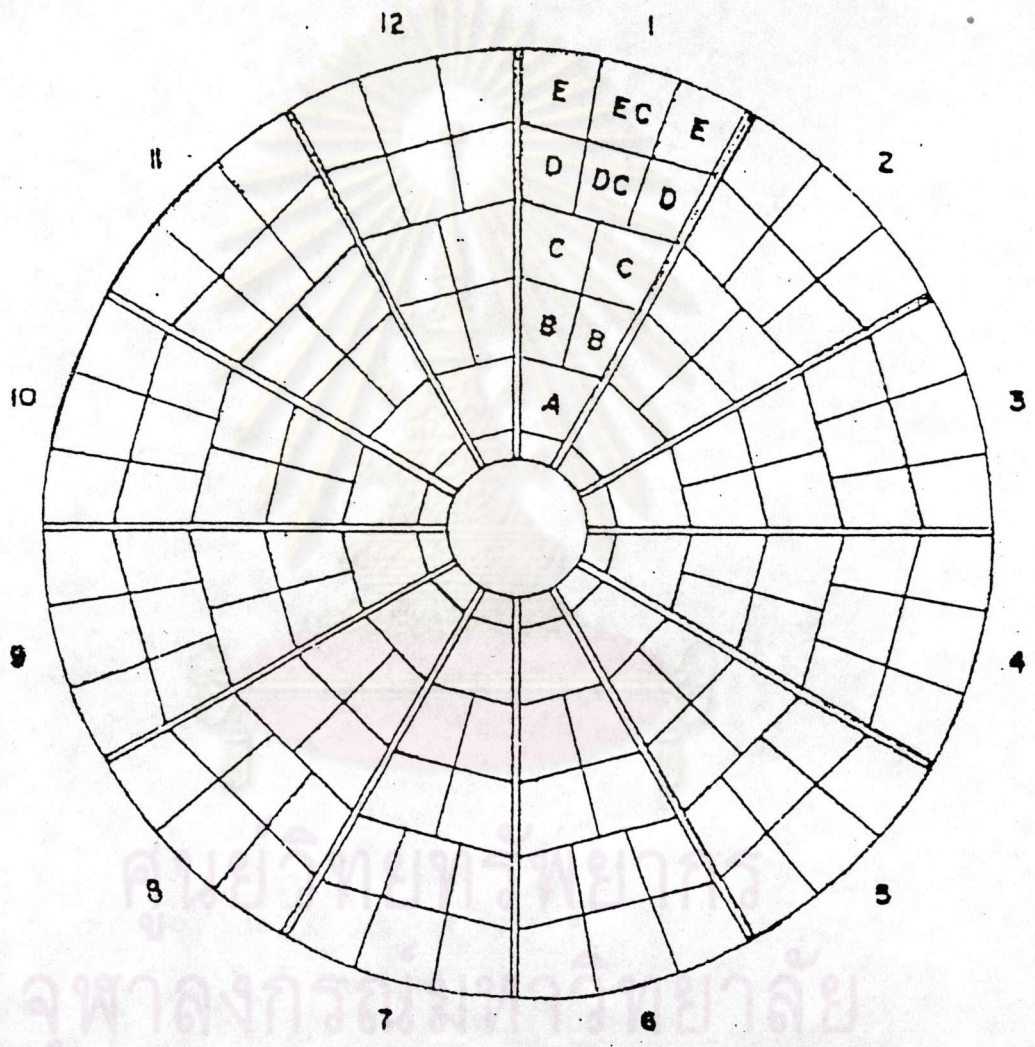
TYPICAL FULL SECTOR COLD END BASKET ASSEMBLY



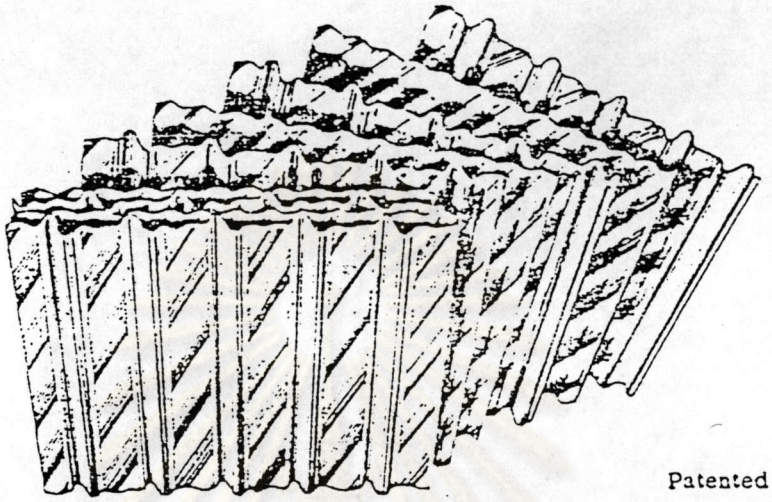
รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของ Air Heater




รูปที่ 3.2 รูปแบบการจัดเรียงตัวของชิ้นส่วนย่อย (Parts) ใน Hot และ Inter End ของ SB#1-2

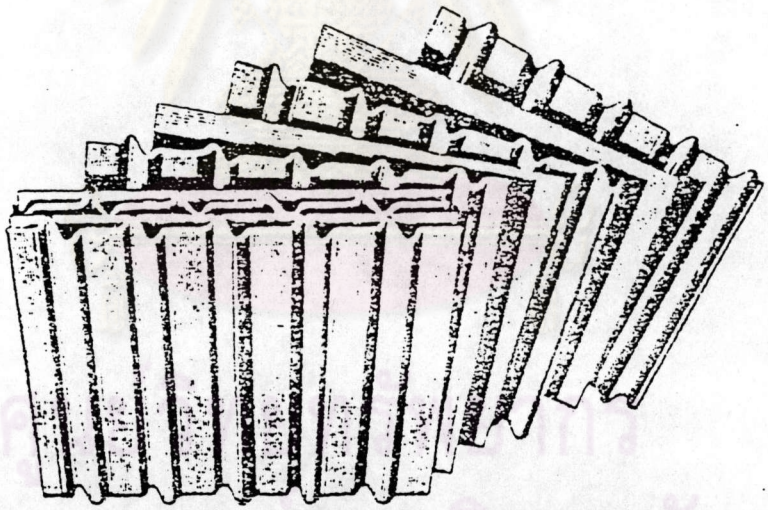



รูปที่ 3.3 รูปแบบการจัดเรียงตัวของชิ้นส่วนย่อย (Parts) ใน Hot และ Inter End ของ SB#3-5



Patented

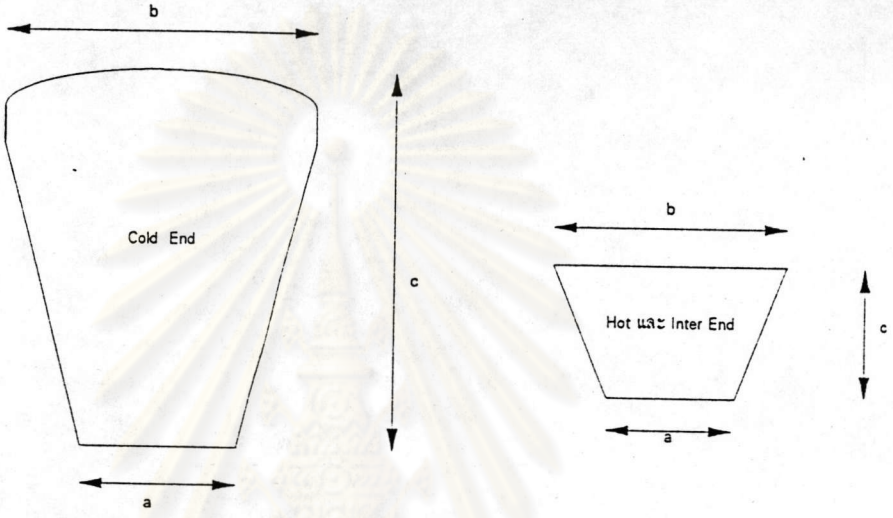
DOUBLE UNDULATED HEATING ELEMENT
Installed in hot end; also intermediate layer(s) if provided.



NOTCHED FLAT HEATING ELEMENT
Installed in cold end of air heater.

รูปที่ 3.4 ลักษณะที่แตกต่างกันของ Heating Element ใน Cold กับใน Hot และ Inter End

ดังนั้น Air Heater ที่ใช้กับ SB#1-2 จึงมีลักษณะแตกต่างจาก SB#3-5 ในด้านขนาด น้ำหนัก และรูปแบบการจัดเรียงตัวของชิ้นส่วนย่อย (Parts) สำหรับขนาดที่แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 3.5 และ ตารางที่ 3.1 ส่วนน้ำหนักของ Air Heater แสดงดังตารางที่ 3.2




รูปที่ 3.5 ขนาดชิ้นส่วนย่อยของอุปกรณ์ทำความร้อนอากาศ (Air Heater)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 3.1 ขนาดของ Air Heater 1 ชิ้นส่วนย่อย (Part) ของ SB#1-2 และ SB#3-5

| ส่วนประกอบของ Air Heater | ขนาดของชิ้นส่วนย่อย 1 ชิ้นส่วน | |
|---|---|---|
| | SB#1-2 | SB#3-5 |
| Cold End | 370 x 1580 x 2563 mm. | 564 x 2300 x 3450 mm. |
| Inter End | "A" = 370 x 558 x 365 mm. | "A" = 560 x 830 x 497 mm. |
| | "B" = 570 x 838 x 515 mm. | "B" = 425 x 629 x 802 mm. |
| | "C" = 430 x 562 x 515 mm. | "C" = 629 x 848 x 812 mm. |
| | "D" = 570 x 702 x 515 mm. | "D" = 447 x 625 x 653 mm. |
| | "E" = 715 x 840 x 565 mm. | "DC" = 802 x 802 x 653 mm. |
| | | "E" = 625 x 739 x 533 mm. |
| | | "EC" = 802 x 802 x 533 mm. |
| Hot End | "A" = 370 x 558 x 365 mm. | "A" = 560 x 830 x 497 mm. |
| | "B" = 570 x 838 x 515 mm. | "B" = 425 x 629 x 802 mm. |
| | "C" = 430 x 562 x 515 mm. | "C" = 629 x 848 x 812 mm. |
| | "D" = 570 x 702 x 515 mm. | "D" = 447 x 625 x 653 mm. |
| | "E" = 715 x 840 x 565 mm. | "DC" = 802 x 802 x 653 mm. |
| | | "E" = 625 x 739 x 533 mm. |
| | | "EC" = 802 x 802 x 533 mm. |

ตารางที่ 3.2 น้ำหนักของ Air Heater ที่แตกต่างกันระหว่างSB#1-2 กับ SB#3-5

| ส่วนประกอบของ Air Heater | น้ำหนักของ Air Heater 1 ชุด | |
|---|---|---|
| | SB#1-2 | SB#3-5 |
| Cold End | 18,384 kg. | 34,344 kg. |
| Inter End | 15,864 kg. | 28,368 kg. |
| Hot End | 26,124 kg. | 51,564 kg. |
| รวม Air Heater 1 ตัว | 60,372 kg. | 114,276 kg. |

ในโรงไฟฟ้าพระนครใต้แต่ละ Unit จะใช้ Air Heater ทั้งหมด 2 ชุด ทำงานร่วมกับหม้อน้ำขนาดใหญ่ (Boiler) 1 ตัว ดังนั้นจำนวนชิ้นส่วนย่อย (Parts) ที่กองโรงงาน จะต้องผลิตสำหรับโรงไฟฟ้า 1 Unit สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนและน้ำหนักแยกตามชิ้นส่วนย่อยของ Air Heater 2 ชุดที่ใช้กับโรงไฟฟ้า 1 Unit

| กลุ่มของโรงไฟฟ้า | จำนวนชิ้นส่วนย่อยของ Air Heater 2 ชุด (น้ำหนักแยกตามชิ้นส่วนย่อย) | | |
|---|---|---|---|
| | Cold End | Inter End | Hot End |
| SB#1-2 | 24 ตัว( 36,768 kg. ) | "A" = 24 ตัว( 2,736 kg. ) | "A" = 24 ตัว( 3,840 kg. ) |
| | | "B" = 24 ตัว( 4,488 kg. ) | "B" = 24 ตัว( 7,656 kg. ) |
| | | "C" = 48 ตัว( 6,528 kg. ) | "C" = 48 ตัว( 10,560 kg.) |
| | | "D" = 48 ตัว( 8,304 kg. ) | "D" = 48 ตัว( 13,872 kg. ) |
| | | "E" = 48 ตัว( 10,032 kg. ) | "E" = 48 ตัว( 16,320 kg. ) |
| SB#3-5 | 24 ตัว( 68,688 kg. ) | "A" = 24 ตัว( 4,320 kg. ) | "A" = 24 ตัว( 7,824 kg. ) |
| | | "B" = 48 ตัว( 10,032 kg. ) | "B" = 48 ตัว( 18,336 kg. ) |
| | | "C" = 48 ตัว( 13,728 kg. ) | "C" = 48 ตัว( 25,584 kg. ) |
| | | "D" = 48 ตัว( 8,688 kg. ) | "D" = 48 ตัว( 15,744 kg. ) |
| | | "DC" = 24 ตัว( 6,288 kg. ) | "DC" = 24 ตัว( 11,568 kg. ) |
| | | "E" = 48 ตัว( 8,304 kg. ) | "E" = 48 ตัว( 14,544 kg. ) |
| | | "EC" = 24 ตัว( 5,376 kg. ) | " EC" = 24 ตัว( 9,528 kg. ) |

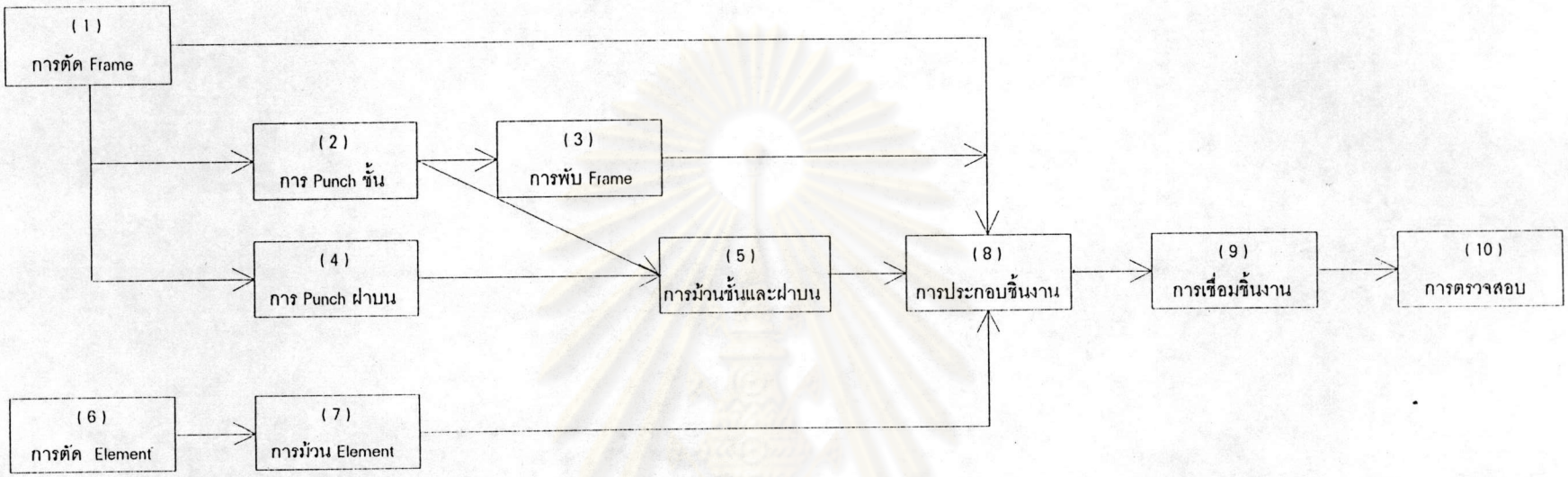
สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต Air Heater จำนวน 1 ชุด สามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต Air Heater จำนวน 1 ชุด

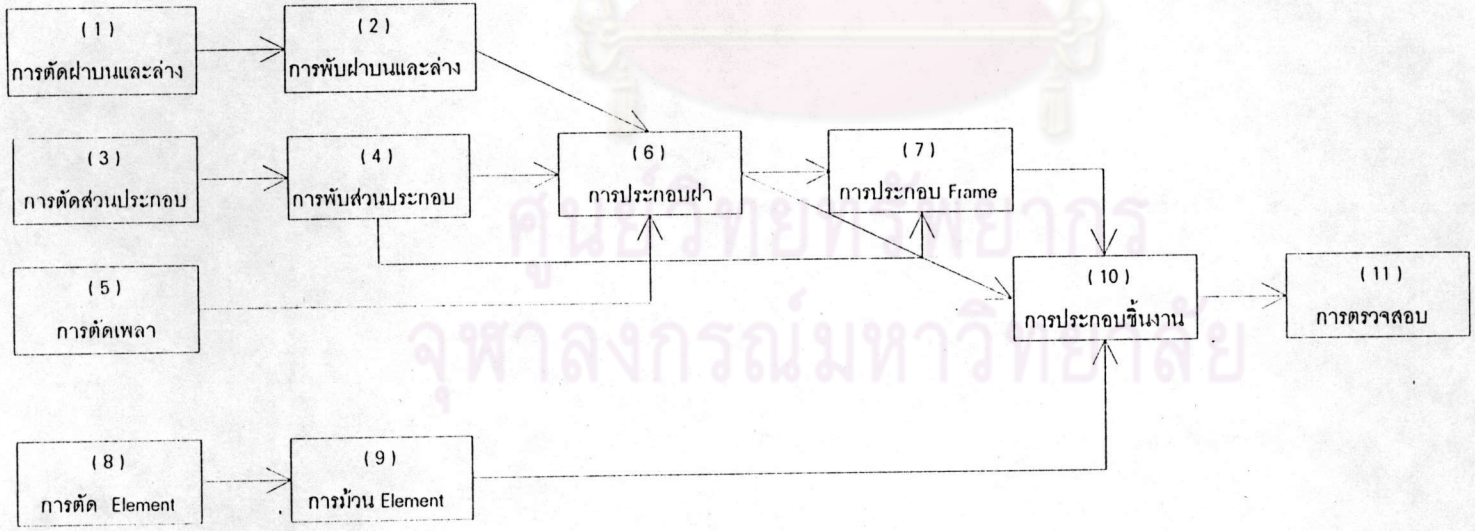
| Plant | Cold End | Inter End | Hot End |
|---|---|---|---|
| SB#1-2 | Frame<br>1) เหล็กแผ่นทนกรด<br>1.1) 1219x2438x6 mm. = 23 sh.<br>1.2) 1219x2438x8 mm. = 6 sh.<br>2) เหล็กแผ่นธรรมดา<br>2.1) 1219x2438x18 mm. = 1/8 sh.<br>3) Flat bar<br>3.1) 16x32x6000 mm. = 40 ea.<br>Element<br>1) Rolled Strip (ทนกรด)<br>1.1) 1.2x300 mm. = 5600 kg. | Frame<br>1) เหล็กแผ่นทนกรด<br>1.1) 1219x2438x3.2 mm. = 39 sh.<br>1.2) 1219x2438x6 mm. = 28 sh.<br>2) เหล็กเพลา<br>2.1) Ø 32x6 mm. = 11 ea.<br>Element<br>1) Rolled strip (ทนกรด)<br>1.1) 0.6x 440 mm. = 16800 kg. | Frame<br>1) เหล็กแผ่นทนกรด<br>1.1) 1219x2438x3.2 mm. = 51 sh.<br>1.2) 1219x2438x6 mm. = 52 sh.<br>2) เหล็กเพลา<br>2.1) Ø 32x6 mm. = 21 ea.<br>Element<br>1) Rolled strip (ทนกรด)<br>1.1) 0.6x 750 mm. = 25700 kg. |
| SB#3-5 | Frame<br>1) เหล็กแผ่นทนกรด<br>1.1) 1219x2438x6 mm. = 58 sh.<br>1.2) 1219x2438x10 mm. = 6 sh.<br>2) เหล็กแผ่นธรรมดา<br>2.1) 1219x2438x19 mm. = 1/8 sh.<br>3) Flat bar<br>3.1) 16x35x6000 mm. = 76 ea.<br>Element<br>1) Rolled Strip (ทนกรด)<br>1.1) 1.2x300 mm. = 33000 kg. | Frame<br>1) เหล็กแผ่นทนกรด<br>1.1) 1219x2438x3.2 mm. = 66 sh.<br>1.2) 1219x2438x6 mm. = 39 sh.<br>2) เหล็กเพลา<br>2.1) Ø 32x6 mm. = 17 ea.<br>Element<br>1) Rolled strip (ทนกรด)<br>1.1) 0.6x 440 mm. = 31150 kg. | Frame<br>1) เหล็กแผ่นทนกรด<br>1.1) 1219x2438x3.2 mm. = 83 sh.<br>1.2) 1219x2438x6 mm. = 92 sh.<br>2) เหล็กเพลา<br>2.1) Ø 32x6 mm. = 30 ea.<br>Element<br>1) Rolled strip (ทนกรด)<br>1.1) 0.6x 820 mm. = 58300 kg. |

ส่วนกระบวนการผลิตและผังเครื่องจักรของ Air Heater แสดงดังรูปที่ 3.6 และ 3.7

กระบวนการผลิต Cold End

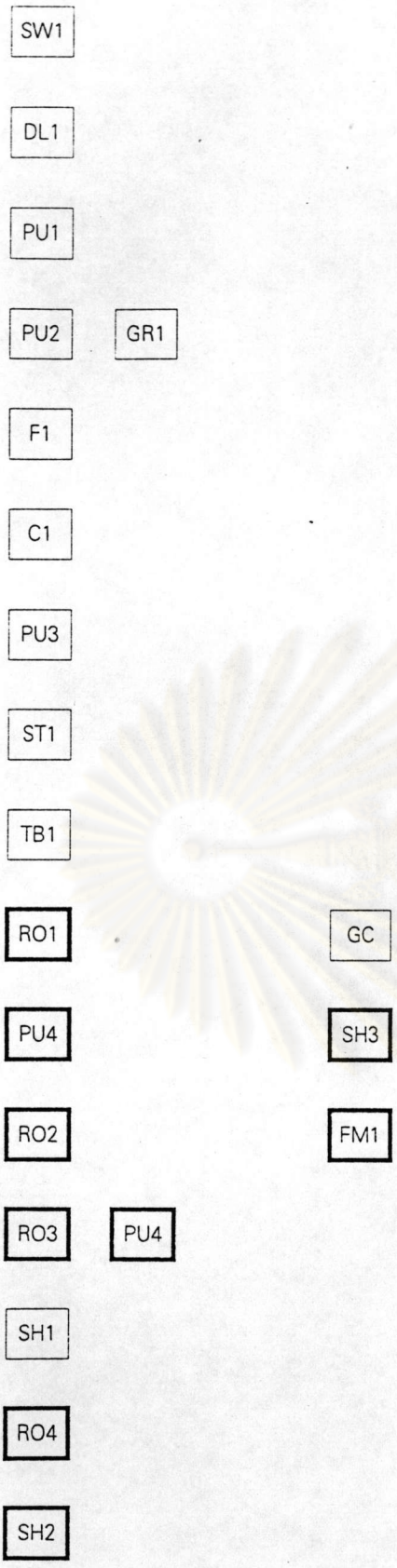



กระบวนการผลิต Hot และ Inter End




รูปที่ 3.6 กระบวนการผลิต ( Flow Process Chart) ของ Air Heater

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




SW1 = Vertical Band Saws, Jaespa, W.Germany, AS10M

DL1 = Bench Drilling, ERLO, TCR-50

PU1 = Hydralic Press, MATRA, 454600000125

PU2 = Neumatic Press, BERRENBERG, RSPP

GR1 = Floor Type Grinder, Victoria-Milford, 350

F1 = Abbrasive Cut, Ridgid, 873

C1 = Circular Cutting, Bombled, 314 E

PU3 = Ecentric Press, Erfurt, Pedn100/3

ST1 = Tube Lathe, Maskin, OK5

TB1 = Tube/pipe Bending, Herber, SBM-125

RO1 = Hydraulic Roll Bending, F&W Chevron, CI2050

GC = Hobart 400 AMP. Plasma Cutting, Tanaka, KT-540G2025

PU4 = Hydraulic Roll Punching, Peddinghans

SH3 = Hydraulic Sheay, LVD, MUB3100x13

RO2 = Air heater element roll

FM1 = LVD Press Break LVD Press, LVD, PPnM2 220/3

RO3 = Air heater element roll

PU4 = Hydraulic Press, OTC, 100 Ton

SH1 = Manual & Power Shears, OMAG, CI153

RO4 = Air heater element roll

SH2 = Manual & Power shears, AJ Morgan & son, 1/8" Mild steel

หมายเหตุ = เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต Air Heater

รูปที่ 3.7 ผังเครื่องจักรในกระบวนการผลิต Air Heater

สำหรับอายุการใช้งานของ Cold End ประมาณ 2 ปี

อายุการใช้งานของ Inter End ประมาณ 4 ปี

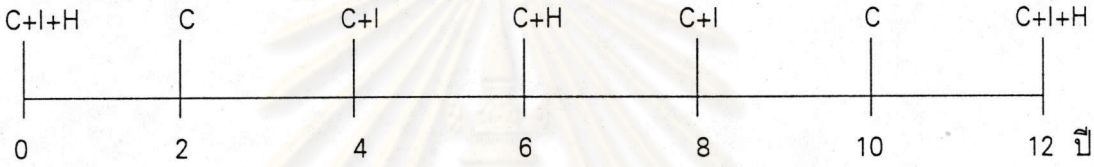
อายุการใช้งานของ Hot End ประมาณ 6 ปี

โดยการเปลี่ยนส่วนประกอบดังกล่าวนั้นจะกระทำตามกำหนดหยุดโรงไฟฟ้าเพื่อปรับปรุงซ่อมแซม (Shut Down) ดังนี้

2 ปีแรก : Minor Inspection (Mi) = 45 วัน เปลี่ยน Cold End (C)

2 ปีต่อมา : Minor Inspection (Mi) = 45 วัน เปลี่ยน Cold End (C), Inter End (I)

2 ปีต่อมา : Major Overhaul (Mo) = 60 วัน เปลี่ยน Cold End (C), Hot End (H)




Shutdown

MO MI MI MO MI MI MO

รูปที่ 3.8 การเปลี่ยนส่วนประกอบของ Air Heater ในรอบ 12 ปี

กำหนดการหยุดโรงไฟฟ้าพระนครใต้จะแสดงถึงความต้องการใช้งานของ Air Heater กำหนดการหยุดโรงไฟฟ้าแต่ละหน่วยในรอบ 12 ปี แสดงได้ดังตารางที่ 3.5 และ 3.6

ตารางที่ 3.5 กำหนดการหยุดโรงไฟฟ้าแต่ละ Unit และความต้องการใช้งานของ Air Heater ในรอบ 12 ปี

| Plant | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 | ครั้งที่ 6 | ครั้งที่ 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C , I , H | C | C , I | C , H | C , I | C | C , I , H |
| SB#01 | Jan-94 | Jan-96 | Mar-98 | Apr-00 | May-02 | Aug-04 | Sep-06 |
| SB#02 | May-94 | Jan-97 | Mar-99 | May-01 | Jun-03 | Sep-05 | Oct-07 |
| SB#03 | Jul-95 | Oct-97 | Nov-99 | Jan-02 | Mar-04 | Apr-06 | Jun-08 |
| SB#04 | Aug-96 | Oct-98 | Dec-00 | Jan-03 | Mar-05 | May-07 | Jun-09 |
| SB#05 | Oct-94 | Jun-97 | Aug-99 | Oct-01 | Dec-03 | Jan-06 | Mar-08 |

หมายเหตุ C = Cold End; I = Inter End; H = Hot End

| ลำดับที่ | Part | จำนวน | วันที่ต้องการ | ลำดับที่ | Part | จำนวน | วันที่ต้องการ | ลำดับที่ | Part | จำนวน | วันที่ต้องการ | ลำดับที่ | Part | จำนวน | วันที่ต้องการ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | C#01 | 24 | Jan-96 | 16 | I#03 | 264 | Nov-99 | 31 | C#02 | 24 | Jun-03 | 46 | C#04 | 24 | May-07 |
| 2 | C#04 | 24 | Aug-96 | 17 | C#01 | 24 | Apr-00 | 32 | I#02 | 192 | Jun-03 | 47 | C#02 | 24 | Oct-07 |
| 3 | I#04 | 264 | Aug-96 | 18 | H#01 | 192 | Apr-00 | 33 | C#05 | 24 | Dec-03 | 48 | I#02 | 192 | Oct-07 |
| 4 | H#04 | 264 | Aug-96 | 19 | C#04 | 24 | Dec-00 | 34 | I#05 | 264 | Dec-03 | 49 | H#02 | 192 | Oct-07 |
| 5 | C#02 | 24 | Jan-97 | 20 | I#04 | 264 | Dec-00 | 35 | C#03 | 24 | Mar-04 | 50 | C#05 | 24 | Mar-08 |
| 6 | C#05 | 24 | Jun-97 | 21 | C#02 | 24 | May-01 | 36 | I#03 | 264 | Mar-04 | 51 | I#05 | 264 | Mar-08 |
| 7 | C#03 | 24 | Oct-97 | 22 | H#02 | 192 | May-01 | 37 | C#01 | 24 | Aug-04 | 52 | H#05 | 264 | Mar-08 |
| 8 | C#01 | 24 | Mar-98 | 23 | C#05 | 24 | Oct-01 | 38 | C#04 | 24 | Mar-05 | 53 | C#03 | 24 | Jun-08 |
| 9 | I#01 | 192 | Mar-98 | 24 | H#05 | 264 | Oct-01 | 39 | I#04 | 264 | Mar-05 | 54 | I#03 | 264 | Jun-08 |
| 10 | C#04 | 24 | Oct-98 | 25 | C#03 | 24 | Jan-02 | 40 | C#02 | 24 | Sep-05 | 55 | H#03 | 264 | Jun-08 |
| 11 | C#02 | 24 | Mar-99 | 26 | H#03 | 264 | Jan-02 | 41 | C#05 | 24 | Jan-06 | 56 | C#04 | 24 | Jun-09 |
| 12 | I#02 | 192 | Mar-99 | 27 | C#01 | 24 | May-02 | 42 | C#03 | 24 | Apr-06 | 57 | I#04 | 264 | Jun-09 |
| 13 | C#05 | 24 | Aug-99 | 28 | I#01 | 192 | May-02 | 43 | C#01 | 24 | Sep-06 | 58 | H#04 | 264 | Jun-09 |
| 14 | I#05 | 264 | Aug-99 | 29 | C#04 | 24 | Jan-03 | 44 | I#01 | 192 | Sep-06 | | | | |
| 15 | C#03 | 24 | Nov-99 | 30 | H#04 | 264 | Jan-03 | 45 | H#01 | 192 | Sep-06 | | | | |

หมายเหตุ C = Cold End; I = Inter End; H = Hot End และ #01,#02,...,#05 หมายถึง โรงไฟฟ้าพระนครใต้หน่วยที่ 1,2,...,5

ตารางที่ 3.6 สรุปกำหนดการหยุดโรงไฟฟ้าและความต้องการใช้งานของ Air Heater เรียงตามลำดับเวลาก่อน-หลัง

จากการศึกษางานวิจัยนี้ พบว่าในกระบวนการผลิต Air Heater ประสบกับปัญหาและอุปสรรคที่ก่อให้เกิดความล่าช้าในการผลิตโดยสรุปได้ดังนี้

1. การคาดคะเนความต้องการ (Demand Forecast) ทางแผนกโรงงานไม่ได้มีการวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละคาบเวลา เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตให้สนองความต้องการได้ อีกทั้งยังสามารถจัดเตรียมทรัพยากรต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมกับการผลิต

2. การวางแผนการผลิต (Production Planning) สืบเนื่องจากโรงงานไม่ได้ทำการคาดคะเนความต้องการไว้ ดังนั้นการวางแผนการผลิตจึงไม่สามารถทำได้ ในปัจจุบันการวางแผนการผลิตจะกระทำเฉพาะงานผลิตที่มีใบสั่งงาน (Shop Order) จากเจ้าของงาน (โรงไฟฟ้าพระนครใต้) เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่มีการวางแผนการผลิตล่วงหน้า ซึ่งนอกจากจะประสบปัญหาในด้านการผลิตที่อาจไม่ทันกำหนดการใช้งานแล้ว ยังอาจประสบปัญหาความล่าช้าของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซึ่งไม่มีการสำรองล่วงหน้าไว้

3. การวางผังโรงงาน (Plant Control) การจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักรไม่ได้มีการวางแผนหรือจัดให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต ทำให้ระยะทางการไหลของงานระหว่างผลิต (Work in Process) บางขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันนั้นต้องใช้เวลาในการขนย้ายมากโดยไม่จำเป็น รวมทั้งเป็นเหตุให้เกิดความสับสนภายในโรงงานอย่างไรก็ดีกระบวนการผลิตส่วนประกอบต่างๆ ของ Air Heater นั้นจะมีขั้นตอนที่แน่นอน ดังนั้นจึงควรปรับปรุงการจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักรเพื่อให้การย้ายชิ้นส่วนในระหว่างผลิตมีระยะทางสั้นลง

4. การบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance) เครื่องจักรโดยส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 10 ปี ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงยิ่งควรให้ความสำคัญมากขึ้น ปัจจุบันการบำรุงรักษาที่ทำกันอยู่ยังไม่มีความแน่นนอน กล่าวคือ ไม่ได้มีการกำหนดตารางเวลาของการตรวจสอบเพื่อการบำรุงรักษาให้เครื่องจักรเหล่านั้นอยู่ในสภาพพร้อมทำงานตลอดเวลา

5. คุณภาพแรงงานยังใช้ไม่เต็มที่ คนงานส่วนใหญ่ไม่มีความกระตือรือร้นที่จะพยายามทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เนื่องจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นรวมทั้งกระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อยที่หลากหลายของ Air Heater ในแต่ละปีจึงต้องมีการวางแผนโครงการให้เหมาะสม และสอดคล้องกับความต้องการใช้งาน ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้การบริหารด้วยเทคนิค CPM โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาช่วยในการ

คำนวณเพื่อความถูกต้องแม่นยำ และสะดวกรวดเร็วในการแก้ไข คือ โปรแกรม Microsoft Project ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงข่ายโดยใช้โปรแกรมนี้ จะทำให้สามารถทราบกำหนดเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตส่วนประกอบของ Air Heater เมื่อมีทรัพยากรจำกัดซึ่งจะนำมาวางแผนการผลิตล่วงหน้าให้ทันกับความต้องการใช้งานได้ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย