# บทที่ 4

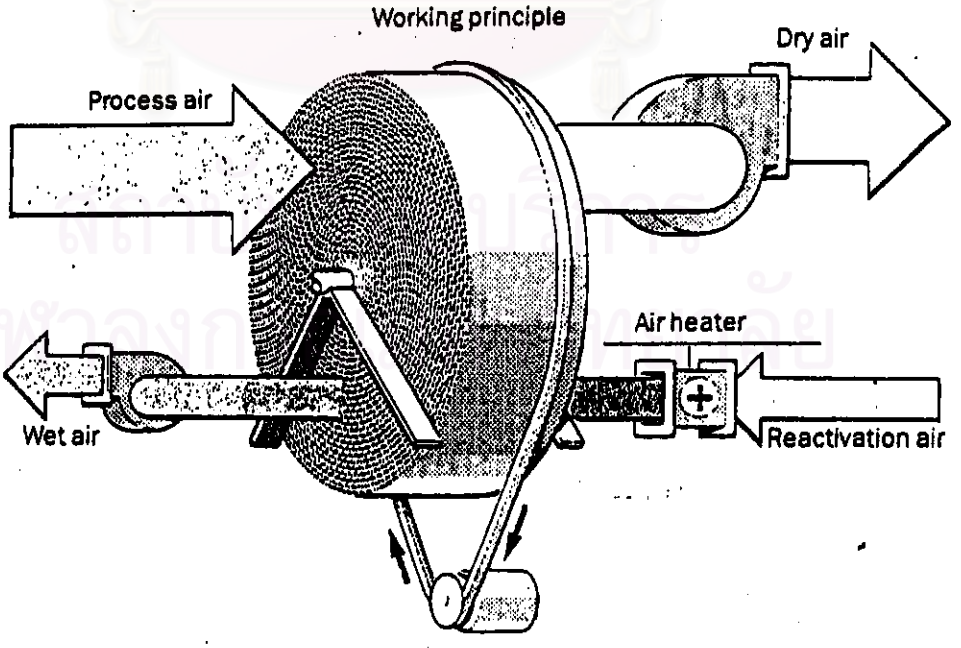
## เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์และทดลอง

### 4.1 ระบบของเครื่องลดความชื้นแบบหมุนโดยการดูดซับที่ศึกษา

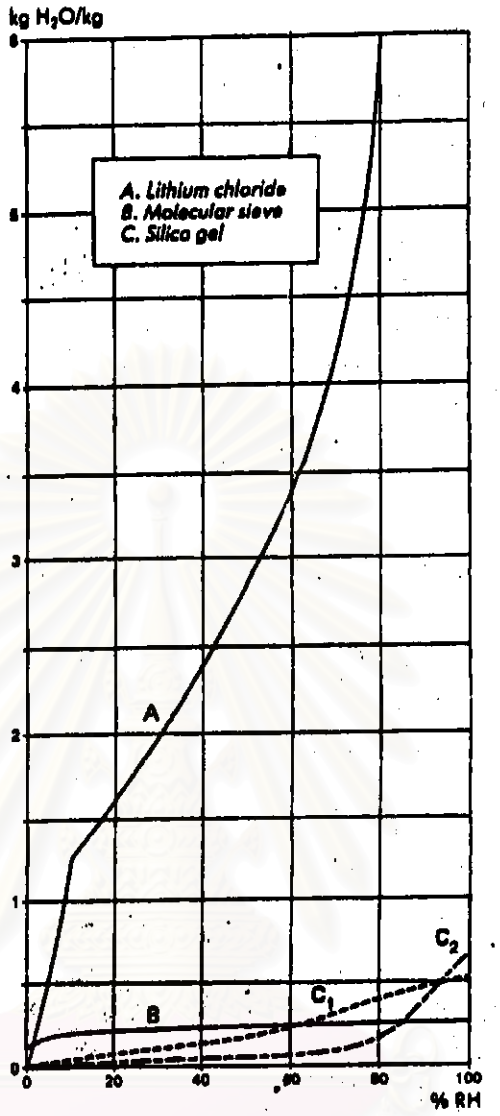
เครื่องลดความชื้นแบบหมุนโดยการดูดซับที่ใช้ในโรงงานมีหลักการทำงานแบ่งได้ 2 ส่วน ตามกระแสอากาศ คือ

- ด้านคายความชื้น (Desorption zone ) อากาศภายนอกห้องถูกดูดผ่านเครื่องอุ่นอากาศ เพื่อทำการอุ่นอากาศเพิ่มอุณหภูมิ และส่งผ่านไปยังโรเตอร์ ซึ่งความชื้นที่ถูกดูดซับไว้จะถูกอากาศร้อนพาออกไปสู่ภายนอกห้อง สารดูดความชื้นที่ประกอบอยู่ภายในโรเตอร์จะแห้งสามารถดูดซับความชื้นได้อีก

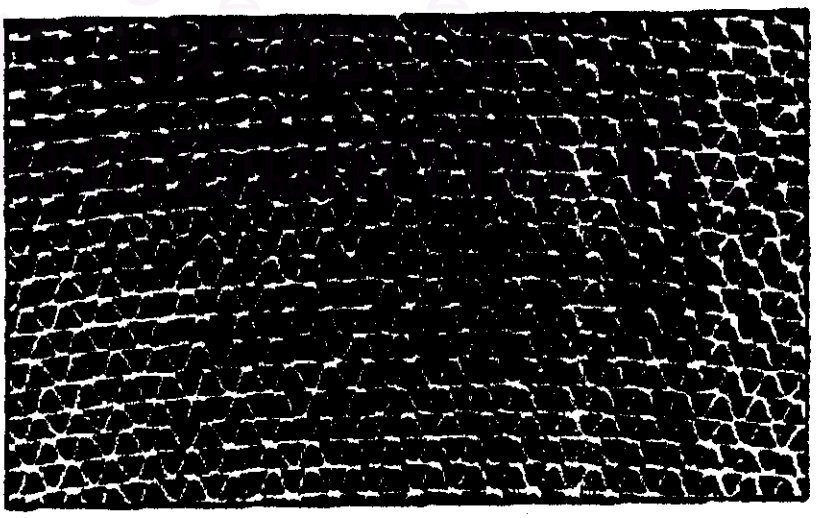
- ด้านดูดซับความชื้น (Adsorption zone ) อากาศชื้นภายในห้อง จะถูกดูดผ่านโรเตอร์ และความชื้นจะถูกดูดซับไว้ภายในโรเตอร์ จากนั้นจะส่งอากาศแห้งกลับเข้าไปในห้อง โรเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ ประมาณ 10 รอบต่อชั่วโมง หมุนสลับกันไปทำให้เกิดการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง ดังรูป 4.1




รูป 4.1 หลักการทำงานของเครื่องลดความชื้นแบบหมุนโดยการดูดซับ




รูปที่ 4.2 การดูดซับความชื้นของสารดูดซับกับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 4.3 ลักษณะภาคตัดขวางของท่อภายในโรเตอร์

ตารางที่ 4.1 จำนวนของท่อภายในโรเตอร์ของด้านดูดซับความชื้นและด้านคายความชื้นในแต่ละชั้น

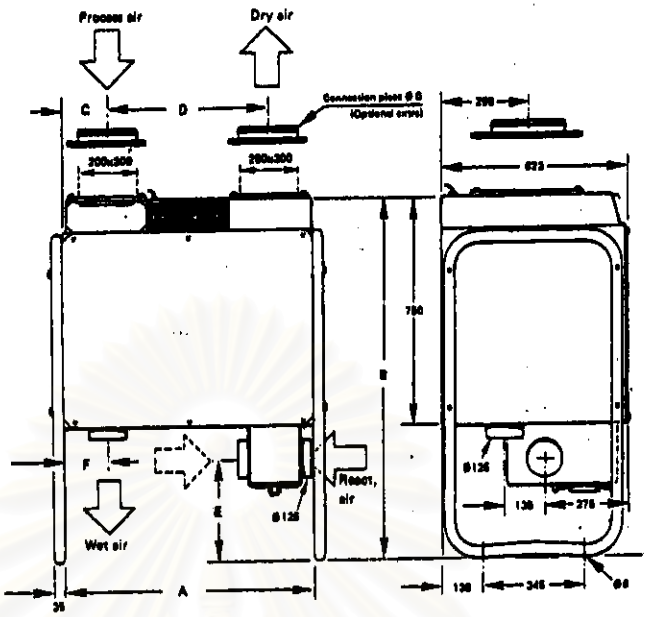
| จำนวนท่อในโรเตอร์ของเครื่องถดความชื้น | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ความสูงของวง 2.25 | | ความยาวของฐาน 3.30 | | Unit : mm. |
| วงที่ | รัศมีของวง | จำนวนท่อในแต่ละวง | | |
| | | ส่วนคายความชื้น | ส่วนดูดซับความชื้น | รวม |
| 1 | 37.50 | 35.71 | 107.14 | 142.86 |
| 2 | 39.75 | 37.86 | 113.57 | 151.43 |
| 3 | 42.00 | 40.00 | 120.00 | 160.00 |
| 4 | 44.25 | 42.14 | 126.43 | 168.57 |
| 5 | 46.50 | 44.29 | 132.86 | 177.14 |
| 6 | 48.75 | 46.43 | 139.29 | 185.71 |
| 7 | 51.00 | 48.57 | 145.71 | 194.29 |
| 8 | 53.25 | 50.71 | 152.14 | 202.86 |
| 9 | 55.50 | 52.86 | 158.57 | 211.43 |
| 10 | 57.75 | 55.00 | 165.00 | 220.00 |
| 11 | 60.00 | 57.14 | 171.43 | 228.57 |
| 12 | 62.25 | 59.29 | 177.86 | 237.14 |
| 13 | 64.50 | 61.43 | 184.29 | 245.71 |
| 14 | 66.75 | 63.57 | 190.71 | 254.29 |
| 15 | 69.00 | 65.71 | 197.14 | 262.86 |
| 16 | 71.25 | 67.86 | 203.57 | 271.43 |
| 17 | 73.50 | 70.00 | 210.00 | 280.00 |
| 18 | 75.75 | 72.14 | 216.43 | 288.57 |
| 19 | 78.00 | 74.29 | 222.86 | 297.14 |
| 20 | 80.25 | 76.43 | 229.29 | 305.71 |
| 21 | 82.50 | 78.57 | 235.71 | 314.29 |
| 22 | 84.75 | 80.71 | 242.14 | 322.86 |
| 23 | 87.00 | 82.86 | 248.57 | 331.43 |
| 24 | 89.25 | 85.00 | 255.00 | 340.00 |
| 25 | 91.50 | 87.14 | 261.43 | 348.57 |

| จำนวนท่อในโรเตอร์ของเครื่องลดความชื้น | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ความสูงของวง | 2.25 | ความยาวของฐาน | 3.30 | Unit : mm. |
| วงที่ | รัศมีของวง | จำนวนท่อในแต่ละวง | | |
| | | ส่วนดายความชื้น | ส่วนดูดซับความชื้น | รวม |
| 26 | 93.75 | 89.29 | 267.86 | 357.14 |
| 27 | 96.00 | 91.43 | 274.29 | 365.71 |
| 28 | 98.25 | 93.57 | 280.71 | 374.29 |
| 29 | 100.50 | 95.71 | 287.14 | 382.86 |
| 30 | 102.75 | 97.86 | 293.57 | 391.43 |
| 31 | 105.00 | 100.00 | 300.00 | 400.00 |
| 32 | 107.25 | 102.14 | 306.43 | 408.57 |
| 33 | 109.50 | 104.29 | 312.86 | 417.14 |
| 34 | 111.75 | 106.43 | 319.29 | 425.71 |
| 35 | 114.00 | 108.57 | 325.71 | 434.29 |
| 36 | 116.25 | 110.71 | 332.14 | 442.86 |
| 37 | 118.50 | 112.86 | 338.57 | 451.43 |
| 38 | 120.75 | 115.00 | 345.00 | 460.00 |
| 39 | 123.00 | 117.14 | 351.43 | 468.57 |
| 40 | 125.25 | 119.29 | 357.86 | 477.14 |
| 41 | 127.50 | 121.43 | 364.29 | 485.71 |
| 42 | 129.75 | 123.57 | 370.71 | 494.29 |
| 43 | 132.00 | 125.71 | 377.14 | 502.86 |
| 44 | 134.25 | 127.86 | 383.57 | 511.43 |
| 45 | 136.50 | 130.00 | 390.00 | 520.00 |
| 46 | 138.75 | 132.14 | 396.43 | 528.57 |
| 47 | 141.00 | 134.29 | 402.86 | 537.14 |
| 48 | 143.25 | 136.43 | 409.29 | 545.71 |
| 49 | 145.50 | 138.57 | 415.71 | 554.29 |
| 50 | 147.75 | 140.71 | 422.14 | 562.86 |

I 18093905

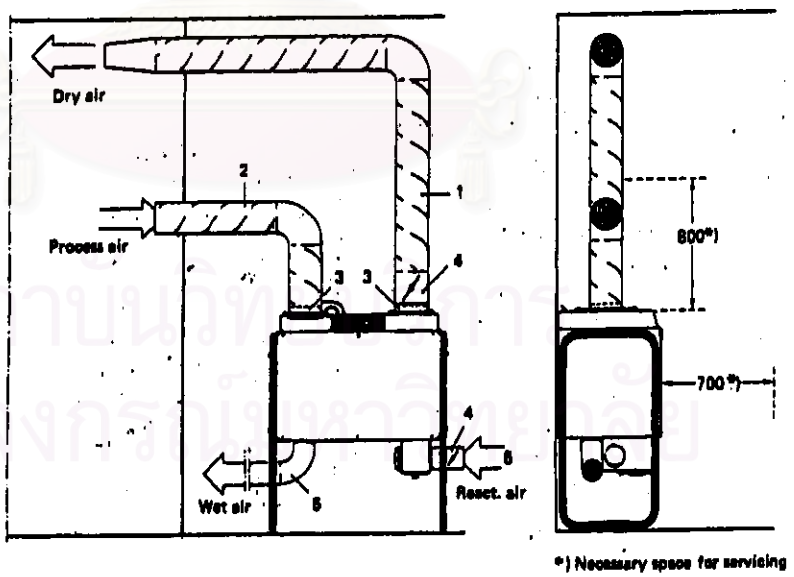
| จำนวนท่อในโรเตอร์ของเครื่องลดความชื้น | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ความสูงของวง | 2.25 | ความยาวของฐาน | 3.30 | Unit : mm. |
| วงที่ | รัศมีของวง | จำนวนท่อในแต่ละวง | | |
| | | ส่วนคายความชื้น | ส่วนดูดซับความชื้น | รวม |
| 51 | 150.00 | 142.86 | 428.57 | 571.43 |
| 52 | 152.25 | 145.00 | 435.00 | 580.00 |
| 53 | 154.50 | 147.14 | 441.43 | 588.57 |
| 54 | 156.75 | 149.29 | 447.86 | 597.14 |
| 55 | 159.00 | 151.43 | 454.29 | 605.71 |
| 56 | 161.25 | 153.57 | 460.71 | 614.29 |
| 57 | 163.50 | 155.71 | 467.14 | 622.86 |
| 58 | 165.75 | 157.86 | 473.57 | 631.43 |
| 59 | 168.00 | 160.00 | 480.00 | 640.00 |
| 60 | 170.25 | 162.14 | 486.43 | 648.57 |
| 61 | 172.50 | 164.29 | 492.86 | 657.14 |
| 62 | 174.75 | 166.43 | 499.29 | 665.71 |
| 63 | 177.00 | 168.57 | 505.71 | 674.29 |
| 64 | 179.25 | 170.71 | 512.14 | 682.86 |
| 65 | 181.50 | 172.86 | 518.57 | 691.43 |
| 66 | 183.75 | 175.00 | 525.00 | 700.00 |
| 67 | 186.00 | 177.14 | 531.43 | 708.57 |
| 68 | 188.25 | 179.29 | 537.86 | 717.14 |
| 69 | 190.50 | 181.43 | 544.29 | 725.71 |
| 70 | 192.75 | 183.57 | 550.71 | 734.29 |
| 71 | 195.00 | 185.71 | 557.14 | 742.86 |
| 72 | 197.25 | 187.86 | 563.57 | 751.43 |
| 73 | 199.50 | 190.00 | 570.00 | 760.00 |
| 74 | 201.75 | 192.14 | 576.43 | 768.57 |
| 75 | 204.00 | 194.29 | 582.86 | 777.14 |

| จำนวนท่อในโรเตอร์ของเครื่องถดความชื้น | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ความสูงของวง | 2.25 | ความยาวของฐาน | 3.30 | Unit : mm. |
| วงที่ | รัศมีของวง | จำนวนท่อในแต่ละวง | | |
| | | ส่วนคายความชื้น | ส่วนดูดซับความชื้น | รวม |
| 76 | 206.25 | 196.43 | 589.29 | 785.71 |
| 77 | 208.50 | 198.57 | 595.71 | 794.29 |
| 78 | 210.75 | 200.71 | 602.14 | 802.86 |
| 79 | 213.00 | 202.86 | 608.57 | 811.43 |
| 80 | 215.25 | 205.00 | 615.00 | 820.00 |
| 81 | 217.50 | 207.14 | 621.43 | 828.57 |
| 82 | 219.75 | 209.29 | 627.86 | 837.14 |
| 83 | 222.00 | 211.43 | 634.29 | 845.71 |
| 84 | 224.25 | 213.57 | 640.71 | 854.29 |
| 85 | 226.50 | 215.71 | 647.14 | 862.86 |
| 86 | 228.75 | 217.86 | 653.57 | 871.43 |
| 87 | 231.00 | 220.00 | 660.00 | 880.00 |
| 88 | 233.25 | 222.14 | 666.43 | 888.57 |
| 89 | 235.50 | 224.29 | 672.86 | 897.14 |
| 90 | 237.75 | 226.43 | 679.29 | 905.71 |
| 91 | 240.00 | 228.57 | 685.71 | 914.29 |
| 92 | 242.25 | 230.71 | 692.14 | 922.86 |
| 93 | 244.50 | 232.86 | 698.57 | 931.43 |
| 94 | 246.75 | 235.00 | 705.00 | 940.00 |
| 95 | 249.00 | 237.14 | 711.43 | 948.57 |
| 96 | 251.25 | 239.29 | 717.86 | 957.14 |
| 97 | 253.50 | 241.43 | 724.29 | 965.71 |
| 98 | 255.75 | 243.57 | 730.71 | 974.29 |
| 99 | 258.00 | 245.71 | 737.14 | 982.86 |
| 100 | 260.25 | 247.86 | 743.57 | 991.43 |
| 101 | 262.50 | 250.00 | 750.00 | 1000.00 |
| **จำนวนช่องทั้งหมดในโรเตอร์** | | **14428.57** | **43285.71** | **57714.29** |




| Size | A | B | C | D | E | F | Ø G | Weight kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MD 600 | 850 | 1200 | 150 | 550 | 325 | 151 | 200 | 107 |

รูปที่ 4.4 ขนาดของเครื่องลดความชื้นแบบหมุนโดยการดูดซับที่ศึกษา

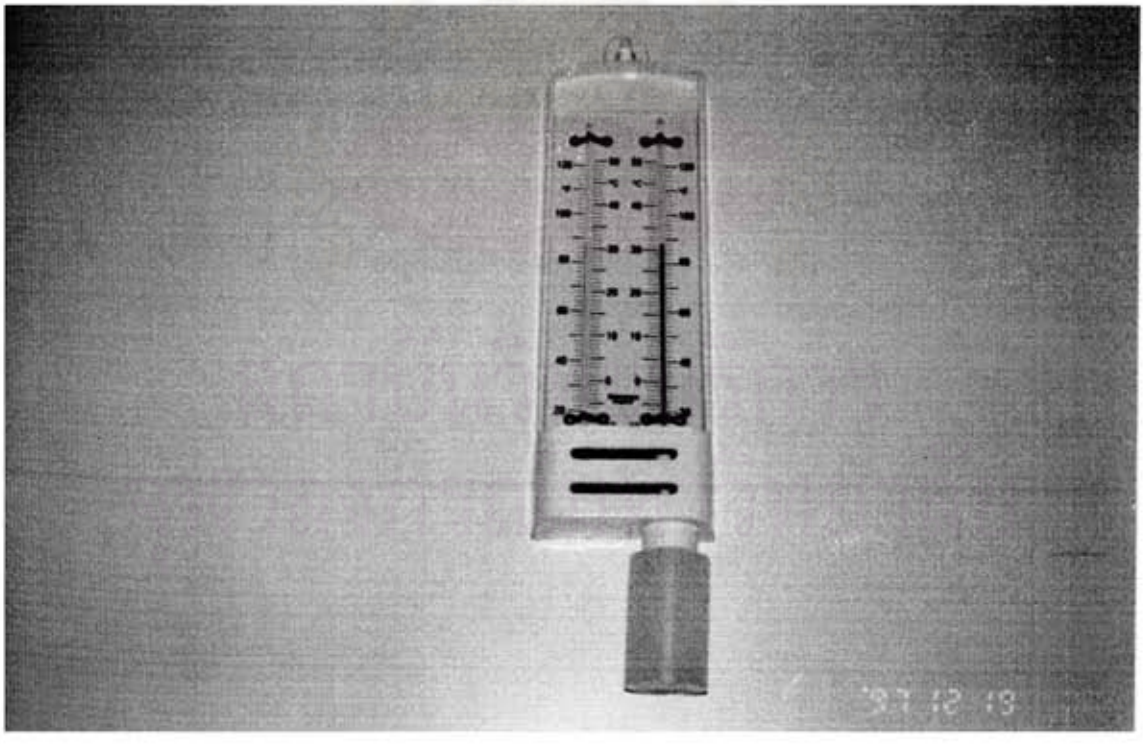



1. Ducting dry air
2. Ducting process air
3. Connection piece (accessories)
4. Adjustment damper
5. Ducting wet air
6. Ducting react air

รูปที่ 4.5 ลักษณะการติดตั้งเครื่องลดความชื้นแบบหมุนโดยการดูดซับ

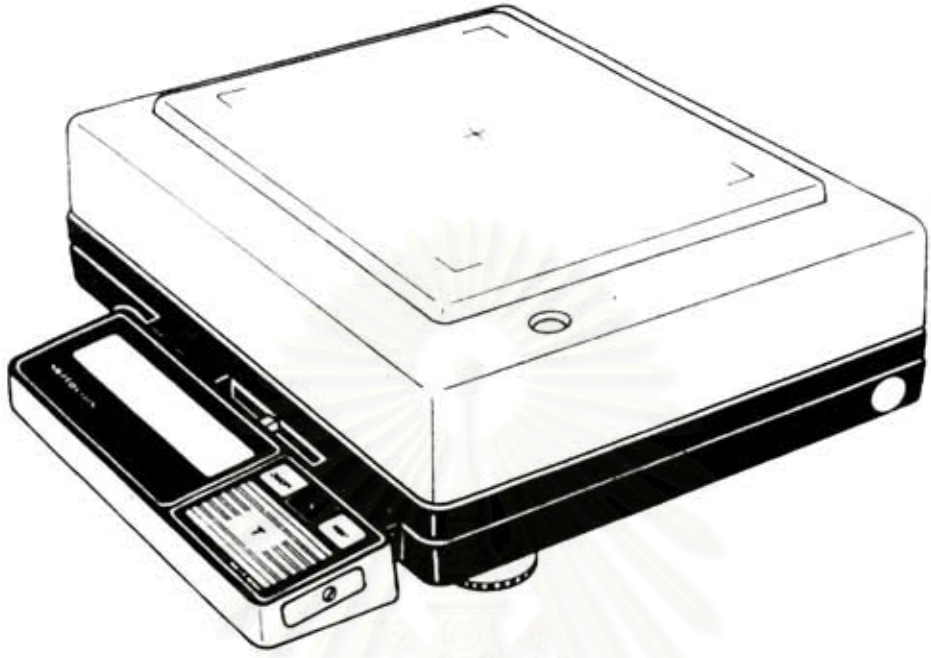
**4.2 เครื่องมือที่ใช้ศึกษา และทดลอง**

1. ไฮโกรมิเตอร์ (Hygrometer) เป็นเครื่องมือใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ โดยมีเทอร์โมมิเตอร์ 2 แท่ง แท่งแรกวัดอุณหภูมิบรรยากาศ เรียกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry-bulb temperature) แท่งที่สองมีผ้าพันรอบกระเปาะ และปลายผ้าจุ่มอยู่ในน้ำ พบว่าอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์จะลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากน้ำในผ้าพันรอบกระเปาะระเหยออกตลอดเวลา ทำให้กระเปาะเย็นลง ในที่สุดจะเข้าสู่สมดุลอุณหภูมิจะลดลงจนคงที่ อุณหภูมินี้คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb-temperature) ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก เรียกว่า ความแตกต่างทางไซโครเมตริก (Psychometric difference) แสดงถึงอากาศที่แห้งหรือชื้นขณะวัด จากนั้นนำไปเปิดตารางแผนภูมิความชื้น (psychometric chart) ก็สามารถบอกค่าความชื้นในอากาศ ขณะนั้นได้ (16)



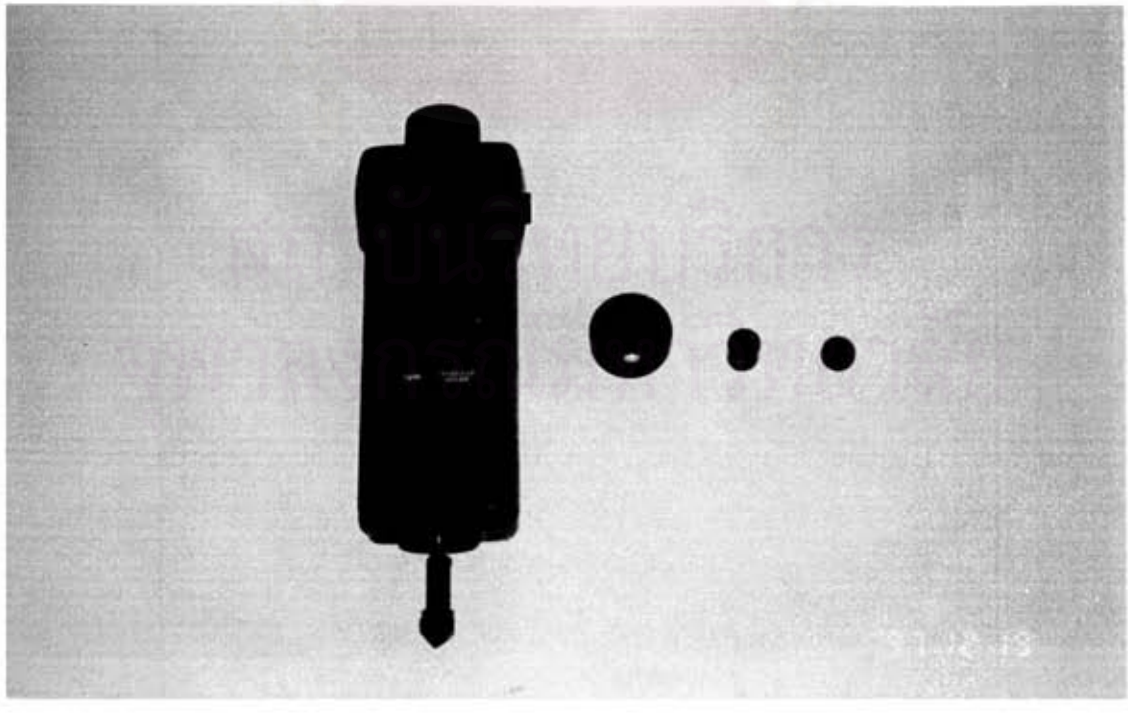
รูปที่ 4.6 ลักษณะของไฮโกรมิเตอร์

2. <u>เครื่องชั่งน้ำหนัก</u> เป็นเครื่องชั่งไฟฟ้าระบบดิจิตอล จำนวนทศนิยม 2 หลัก



รูปที่ 4.7 ลักษณะของเครื่องชั่งน้ำหนัก

3. <u>เครื่องวัดความถี่รอบหมุน</u>

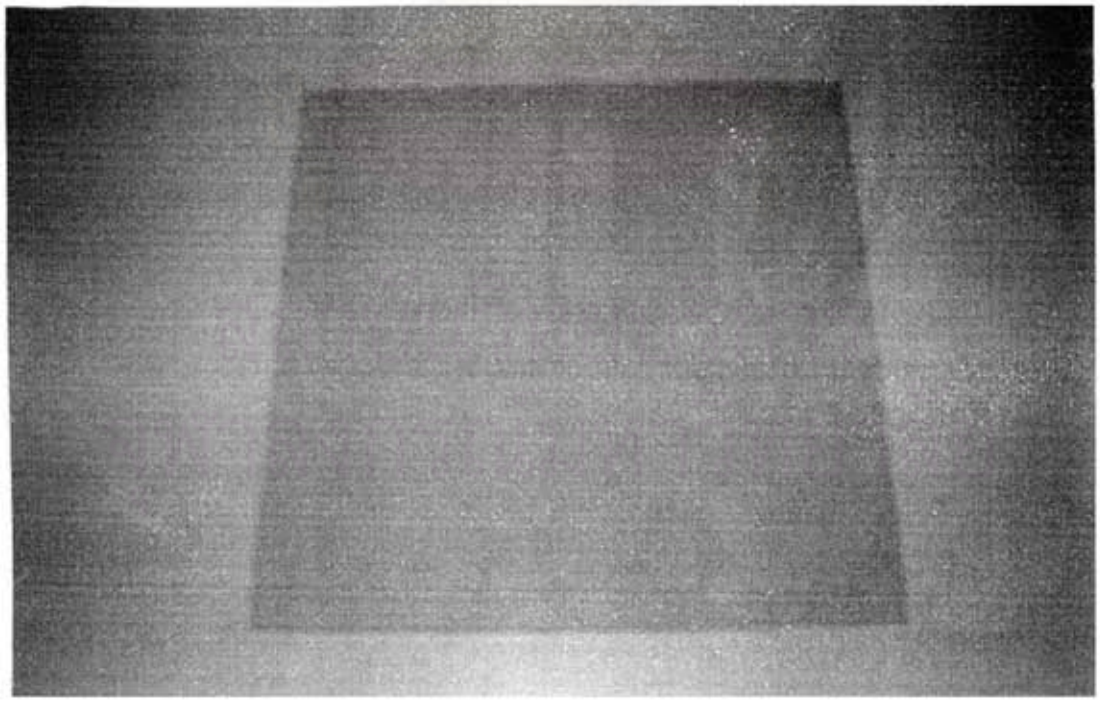


รูปที่ 4.8 ลักษณะของเครื่องวัดความถี่รอบหมุน

4. เครื่องวัดความเร็วลม

รูปที่ 4.9 ลักษณะของเครื่องวัดความเร็วลม

5. กระดาษซับน้ำ



รูปที่ 4.10 ลักษณะของกระดาษซับน้ำบนพื้นผิวห้อง

## 4.3 วิธีการทดลอง

1. การออกแบบการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ทดลองออกแบบโดยการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในแต่ละจุด แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1.1 ภายนอกห้องได้ทำการวัด

1.1.1 ค่าอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศขณะนั้นในแต่ละช่วงเวลา

1.1.2 ค่าอุณหภูมิ และความชื้นของลมร้อนชื้นที่เป่าออกมาจากเครื่องลดความชื้นด้านคายความชื้นในแต่ละช่วงเวลา

1.2 ภายในห้อง ได้ทำการวัด

1.2.1 ค่าอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศขณะนั้นในแต่ละช่วงเวลา

1.2.2 วัดค่าอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศแห้งที่เป่าออกมาจากเครื่องลดความชื้นด้านดูดซับความชื้นในแต่ละช่วงเวลา

1.2.3 วัดค่าอุณหภูมิ และปริมาณน้ำที่อยู่บนพื้นผิวห้องในแต่ละช่วงเวลา

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 หลังจากที่ล้างห้องแล้ว ใช้ไม้ยางรีดน้ำลงสู่รูท่อระบายน้ำแล้วปิดรูท่อระบายน้ำ

2.2 ชั่งน้ำหนักกระดาษซับน้ำในปริมาณพื้นที่ 40 ตารางเซนติเมตร และใช้กระดาษซับน้ำซับน้ำ จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณน้ำบนพื้นผิวห้องเริ่มต้น

2.3 วัดอุณหภูมิและความชื้นในแต่ละจุดที่กำหนดไว้เพื่อใช้เป็นค่าแรกเริ่มในการจำลองโปรแกรม

2.4 เปิดเครื่องลดความชื้นแบบหมุนโดยการดูดซับ

2.5 ทำการวัดปริมาณน้ำบนพื้นผิวห้อง, อุณหภูมิ และความชื้นของแต่ละจุดแต่ละชั่วโมง

2.6 นำค่าอุณหภูมิและความชื้นภายนอกห้อง มาหาค่าสมการความสัมพันธ์ขึ้นกับเวลา เพื่อนำไปใช้ในการจำลองโปรแกรม