

ผลของฝุ่นที่มีต่อสมรรถนะของระบบปรับอากาศ Effect of Dust on Air Conditioning System Performance

ธนภัทร พรหมวัฒน์ภักดี¹ ประเสริฐ ฤกษ์เกรียงไกร²
สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทร 0-53944416 ต่อ 942 E-mail:Thanapat@spu.ac.th¹, Prasert@dome.eng.cmu.ac.th²

Thanapat Promwattanapakdee Prasert Rerkkriangkai
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University
239 Huaykeaw Rd, Chiang Mai Thailand 50200
Tel: 0-53944416 ext 942 E-mail:Thanapat@spu.ac.th¹, Prasert@dome.eng.cmu.ac.th²

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบการอุดตันของฝุ่นละออง ที่แผ่นกรองอากาศของระบบปรับอากาศ โดยได้ทำการวิจัยในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีขนาดการทำความเย็น 12,000 Btu/h ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในห้องที่ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายนอกห้องที่ 35 องศาเซลเซียส ส่วนแรกของการวิจัยเป็นการหาความเร็วลมเฉลี่ยของลมจ่ายในแต่ละปริมาณของฝุ่นที่อุดตันที่แผ่นกรองอากาศจำนวน 10 ปริมาณ ส่วนที่สองเป็นการหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานและการใช้พลังงาน โดยการใส่ฝุ่นในแต่ละปริมาณข้างต้น ผลการวิจัยพบว่าอัตราการไหลของอากาศและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมีค่าลดลง ในขณะที่การใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณการอุดตันของฝุ่น ในส่วนของชุดจ่ายลมเย็นเมื่อใส่ฝุ่นถึงปริมาณ 16.20 กรัม/ตารางฟุต ด้านลมจ่ายอัตราการไหลของอากาศจะลดลง 18.60% ในส่วนของชุดระบายความร้อนพบว่า เมื่อใส่ฝุ่นถึงปริมาณ 17.00 กรัม/ตารางฟุต ด้านลมออกมีอัตราการไหลของอากาศลดลง 20.81% การใช้พลังงานและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศเมื่อใส่ฝุ่นทั้งสองด้านที่ปริมาณของฝุ่น 16.20 กรัม/ตารางฟุต พร้อมกันพบว่าต้องใช้พลังงานในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 23.04 % อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานลดลง 29.35 %

Abstract

The objective of this paper is to determine the effects of dust deposition on the air filter used in an air conditioning system. The study is conducted in an air conditioning test room using a Split Type 12,000 Btu/hr AC unit. The inside temperature is maintained to 25°C and the outside temperature is 35°C. First part of the study is to find the average velocity of the supply air for all 10 levels of dust deposition on the filter. The second part is to determine the energy efficiency ratio and energy consumption under these test conditions. The test results show that the air flow and energy efficiency ratio is reduced, the energy consumption increased, with the increasing amount of dust deposition. Deposition of 16.2 g/ft² on the filter of the fan coil unit the volume of supply air is reduced by 18.6% . As the dust deposition increases to 17.00 g/ft² on the filter of the condensing unit the volume of supply air is reduced by 20.81%. When deposition was 16.2 g/ft² on both the fan coil unit filter and the condensing unit filter, the energy consumption increases by 23.04% and the energy efficiency ratio reduces by 29.35%.

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาด้านพลังงานเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศ ทั้งในด้านค่าใช้จ่ายที่สูงรวมไปถึงแหล่งที่ผลิตพลังงานนั้นๆ กำลังจะหมดไป ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยบรรเทาปัญหาดังกล่าว คือ การให้ความสนใจด้านการอนุรักษ์และประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนจะมีสภาพอากาศที่ค่อนข้างร้อนจึงมีการนำเครื่องปรับอากาศมาใช้ภายในอาคารและที่พักอาศัยกันอย่างแพร่หลายเพื่อความสะดวกสบายของผู้อยู่อาศัย โดยปกติแล้วเครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ที่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูงมาก หากมีการนำเครื่องปรับอากาศมาใช้เป็นจำนวนมากจะทำให้พลังงานที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศมากไปด้วย จากลักษณะการทำงานของเครื่องปรับอากาศพบว่าปัจจัยที่ทำให้เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานเพิ่มขึ้นประการหนึ่งคือการอุดตันของฝุ่นละอองที่แผ่นกรองอากาศ ทำให้การถ่ายเทความร้อนลดลง ส่งผลให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดลง ในโครงการวิจัยนี้จึงให้ความสนใจทำการศึกษาถึงผลของการอุดตันของฝุ่นละอองที่มีต่อการทำงานของระบบปรับอากาศ ที่ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น และหาค่าตรรกะนิยามมาตรฐาน รวมถึงการหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ในการประหยัดพลังงานสำหรับการดำเนินการตามมาตรการการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศโดยการทำทำความสะอาด

2. การคำนวณในระบบปรับอากาศ

2.1 การคำนวณหาอัตราการไหลโดยปริมาตรของลมจ่าย

$$\dot{Q} = A \times V \quad (1)$$

เมื่อ $\dot{Q}$ คือ อัตราการไหลโดยปริมาตรของลมจ่าย (ft^3/min , cfm)
 A คือ พื้นที่ลมจ่าย (ft^2)
 V คือ ความเร็วลมจ่าย (ft/min)

2.2 การคำนวณหาอัตราการไหลโดยมวลของลมจ่าย

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{Q}}{V_s} \times 60 \quad (2)$$

เมื่อ $\dot{m}_a$ คือ อัตราการไหลโดยมวลของลมจ่าย (lb/h)
 $\dot{Q}$ คือ อัตราการไหลโดยปริมาตรของลมจ่าย (ft^3/min)
 V_s คือ ปริมาตรจำเพาะของลมจ่าย (ft^3/lb)

2.3 การหาค่าผลต่างของเอนทัลปีของลมกลับกับเอนทัลปีของลมจ่าย

$$\Delta h = h_r - h_s \quad (3)$$

เมื่อ Δh คือ ค่าผลต่างของเอนทัลปีของลมกลับกับเอนทัลปีของลมจ่าย (Btu/lb)

h_r คือ เอนทัลปีของลมกลับ (Btu/lb)

h_s คือ เอนทัลปีของลมจ่าย (Btu/lb)

2.4 การคำนวณหาขีดความสามารถในการทำความเย็น

$$RE = \dot{m}_a [\Delta h + (\omega_r - \omega_s) h_f] \quad (4)$$

เมื่อ

RE คือ ขีดความสามารถในการทำความเย็น (Btu/h)

$\dot{m}_a$ คือ อัตราการไหลโดยมวลของลมจ่าย (lb/h)

Δh คือ ค่าผลต่างของเอนทัลปีของลมกลับกับเอนทัลปีของลมจ่าย (Btu/lb)

ω_r คือ ความชื้นจำเพาะของลมกลับ (lbw/lba)

ω_s คือ ความชื้นจำเพาะของลมจ่าย (lbw/lba)

h_f คือ เอนทัลปีของน้ำทิ้ง (Btu/lb)

2.5 การคำนวณหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

$$EER = \frac{RE}{\text{Power Input}} \quad (5)$$

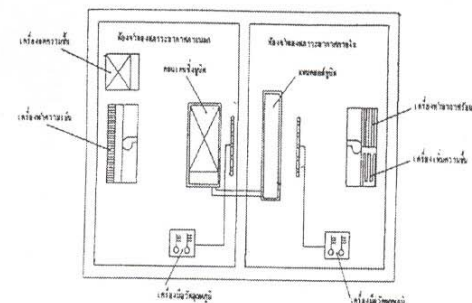
เมื่อ EER คือ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ($\text{Btu}/\text{h-watt}$)

RE คือ ขีดความสามารถในการทำ ความเย็น (Btu/h)

Power Input คือ กำลังไฟฟ้าที่ใส่ให้กับเครื่องปรับอากาศ (Watt)

3. วิธีกรวิจัย

การวิจัยได้ทำการวิจัยในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบเอนทัลปี (Enthalpy)



รูปที่ 1 ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

แยกวิธีวิจัยเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

3.1 ขั้นตอนในการวัดความเร็วลม ในแต่ละปริมาณฝุ่น ที่ชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อน โดยที่ชุดจ่ายลมเย็นเริ่มที่ไม่มีฝุ่นที่แผ่นกรองอากาศแล้วใส่ฝุ่นเริ่มที่ 3.085 g.

(5 ml.) และใส่เพิ่มครั้งละ 3.085 g.(5 ml.) จนถึง 30.85 g. (50 ml.) และที่ชุดระบายความร้อนเพิ่มปริมาณฝุ่นจนถึง 308.5 g. (100 ml.) วิธีการใส่ฝุ่น คือ นำแผ่นกรองอากาศออกจากชุดจ่ายลมเย็นแล้วฉีดสเปรย์น้ำให้เปียกแล้วโปรยฝุ่นอย่างสม่ำเสมอและให้ติดแน่นรอให้แห้งแล้วนำมาติดตั้งเดิม โดยในแต่ละปริมาณฝุ่นจะต้องล้างแผ่นกรองอากาศให้สะอาดและทดลองซ้ำจำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับ

3.2 ขั้นตอนในการหาสมรรถนะและการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในแต่ละปริมาณของฝุ่น มีขั้นตอนดังนี้

1. ควบคุมอุณหภูมิในห้องจำลองสภาวะอากาศภายในห้องที่ 30°C ส่วนห้องจำลองสภาวะอากาศภายนอกห้อง ควบคุมอุณหภูมิที่ 35°C

2. เดินเครื่องปรับอากาศ และตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิที่ 25°C เป็นเวลา 6 ชม.ติดต่อกันที่ภาระการทำความเย็นคงที่ 1 kW โดยภาระการทำความเย็นได้จากเครื่องทำความร้อน

3. ทำการตรวจวัดค่าพลังไฟฟ้า และเวลาที่คอมเพรสเซอร์ใช้ในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแล้วบันทึกผล

4. ทำการตรวจวัดอุณหภูมิ Dry bulb และ Wet bulb ที่ด้านลมจ่ายและด้านลมกลับและบันทึกผล

5. จับเวลาในการตัดต่อของเครื่องปรับอากาศตลอดการทดลอง

6. วิธีการทดลองในข้อที่ 3-5 ทำการตรวจวัดทุกรอบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ตลอดการทดลอง ใน 1 การทดลองใช้เวลา 6 ชั่วโมง

7. นำข้อมูลที่ได้มาหาขีดความสามารถในการทำความเย็น ประสิทธิภาพพลังงานและพลังงานไฟฟ้า

8. ทำการทดลองเมื่อใส่ฝุ่นที่แผ่นกรองอากาศที่ปริมาณต่างๆ ในส่วนของชุดจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit) แล้วทำการทดลองเหมือนข้อ 1 - 7

9. ทำการทดลองเมื่อใส่ฝุ่นที่แผ่นกรองอากาศที่ปริมาณต่างๆ ในส่วนของชุดระบายความร้อน (Condensing Unit) แล้วทำการทดลองเหมือนข้อ 1 - 7

10. ทำการทดลองเมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและใส่ฝุ่นที่ชุดระบายความร้อน พร้อมกันที่ปริมาณต่างๆ แล้วทำการทดลองเหมือนข้อ 1 - 7

11. นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์และเปรียบเทียบสภาพการใช้งานจริง

3.3 การวิเคราะห์ผล

จากการเก็บข้อมูลแต่ละกรณีนำข้อมูลที่ได้มาประเมินค่าต่างๆ ดังนี้

3.3.1 ผลของอัตราการไหลของอากาศ

นำผลการเก็บข้อมูลการวัดความเร็วลมในแต่ละปริมาณของฝุ่นต่างๆมาหาค่าเฉลี่ยทั้งในส่วนชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อน

3.3.2 เปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

นำผลการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในแต่ละการทดลองที่เวลาเท่ากันคือ 6 ชม.มาทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และนำไปหาการประหยัดพลังงานในเครื่องปรับอากาศที่มีการทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศอย่างสม่ำเสมอ กับเครื่องที่ไม่ได้ทำความสะอาดและมีฝุ่นเกาะที่ปริมาณต่างๆ

3.3.3 เปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพในการทำความเย็น (EER)

นำผลการเก็บข้อมูลมาคำนวณค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพในการทำความเย็น (EER)

3.3.4 การหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศนำมาคำนวณหาค่าต่างๆและหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์จากกราฟ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลของอัตราการไหลของอากาศ

4.1.1 กรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็น

ตารางที่ 1 ผลการวัดความเร็วลมที่ชุดจ่ายลมเย็นด้านลมจ่าย

ปริมาณ ของฝุ่น		อัตราการไหล ของอากาศ	ลดลง	เปอร์เซ็นต์ ที่ลดลง
ml	g/ft ²	(ft ³ /min)	(ft ³ /min)	(%)
0	0.00	412.00	0.00	0.00
5	1.62	403.38	8.62	2.10
10	3.24	394.79	17.18	4.18
15	4.86	387.18	24.77	6.03
20	6.48	380.25	31.68	7.71
25	8.10	372.58	39.33	9.57
30	9.72	365.34	46.54	11.33
35	11.34	358.89	52.97	12.90
40	12.96	350.92	60.92	14.83
45	14.58	342.20	69.60	16.95
50	16.20	335.39	76.39	18.60

4.1.2 กรณีใส่ฝุ่นที่ชุดระบายความร้อน

ตารางที่ 2 ผลการวัดความเร็วลมที่ ชุดระบายความร้อนด้านลมออก

ปริมาณ ของฝุ่น		อัตราการไหล ของอากาศ	ลดลง	เปอร์เซ็นต์ ที่ลดลง
ml	g/ft ²	(ft ³ /min)	(ft ³ /min)	(%)
0	0.00	1178.45	0.00	0.00
5	0.85	1164.77	13.68	1.16
10	1.70	1149.96	28.49	2.42

15	2.55	1131.49	46.96	3.98
20	3.40	1120.67	57.78	4.90
25	4.25	1108.93	69.52	5.90
30	5.10	1100.04	78.41	6.65
35	5.95	1094.11	84.34	7.16
40	6.80	1079.75	98.70	8.38
45	7.65	1071.66	106.79	9.06
50	8.50	1065.39	113.06	9.59
55	9.35	1059.24	119.21	10.12
60	10.20	1048.64	129.81	11.02
65	11.05	1036.33	142.12	12.06
70	11.90	1024.02	154.43	13.10
75	12.75	1011.48	166.97	14.17
80	13.60	994.27	184.18	15.63
85	14.45	980.71	197.74	16.78
90	15.30	959.29	219.16	18.60
95	16.15	952.79	225.66	19.15
100	17.00	933.19	245.26	20.81

4.2 การเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงผลของการใช้พลังงานและเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานของเครื่องอากาศในแต่ละระดับความหนาแน่นของฝุ่น ที่ได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานและนำมาหาค่าเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งนำเสนอและเปรียบเทียบในรูปของเปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะนำเสนอใน 3 กรณีคือเมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็น ใส่ฝุ่นชุดระบายความร้อนและใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อนพร้อมกัน ดัง

4.2.1 กรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็น

ตารางที่ 3 การใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็น

ปริมาณ ของฝุ่น		พลังงาน ที่ใช้	พลังงานที่ ใช้ต่อชม.	เปอร์เซ็นต์ ที่เพิ่มขึ้น
ml	g/ft ²	(kWh)	(kWh)/h	(%)
0	0.00	5.302	0.884	0.00
5	1.62	5.326	0.888	0.45
10	3.24	5.428	0.905	2.38
15	4.86	5.515	0.919	4.02
20	6.48	5.697	0.950	7.45
25	8.10	5.783	0.964	9.07
30	9.72	5.907	0.985	11.41
35	11.34	5.940	0.990	12.03
40	12.96	6.024	1.004	13.62
45	14.58	6.063	1.011	14.35
50	16.20	6.107	1.018	15.18

4.2.2 กรณีใส่ฝุ่นที่ชุดระบายความร้อน

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีใส่ฝุ่นที่ชุดระบายความร้อน

ปริมาณ ของฝุ่น		พลังงาน ที่ใช้	พลังงานที่ ใช้ต่อชม.	เปอร์เซ็นต์ ที่เพิ่มขึ้น
ml	g/ft ²	kWh	(kWh)/h	(%)
0	0.00	5.331	0.889	0.00
5	0.85	5.343	0.891	0.23
10	1.70	5.380	0.897	0.92
15	2.55	5.390	0.898	1.11
20	3.40	5.418	0.903	1.63
25	4.25	5.471	0.912	2.63
30	5.10	5.590	0.932	4.86
35	5.95	5.617	0.936	5.36
40	6.80	5.676	0.946	6.47
45	7.65	5.721	0.954	7.32
50	8.50	5.747	0.958	7.80

4.2.3 กรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อน

ตารางที่ 5 การใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อน

ปริมาณ ของฝุ่น		พลังงาน ที่ใช้	พลังงานที่ ใช้ต่อชม.	เปอร์เซ็นต์ ที่เพิ่มขึ้น
ml	(g/ft ²)	(kWh)	(kWh)/h	(%)
0	0.00	5.339	0.890	0.00
5	1.62	5.371	0.895	0.60
10	3.24	5.551	0.925	3.97
15	4.86	5.803	0.967	8.69
20	6.48	5.909	0.985	10.68
25	8.10	5.999	1.000	12.36
30	9.72	6.132	1.022	14.85
35	11.34	6.224	1.037	16.58
40	12.96	6.369	1.062	19.29
45	14.58	6.466	1.078	21.11
50	16.20	6.569	1.095	23.04

4.3 การเปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ในแต่ละปริมาณของฝุ่น ที่ได้ทำการเก็บข้อมูลการคำนวณและนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละปริมาณของฝุ่น พร้อมทั้งนำเสนอและเปรียบเทียบในรูปของเปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะนำเสนอใน 3 กรณีคือเมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็น ใส่ฝุ่นชุดระบายความร้อน และใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อนพร้อมกัน ดังนี้

4.3.1 กรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็น

ตารางที่ 6 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานกรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็น

ปริมาณ ของฝุ่น		อัตราส่วน ประสิทธิภาพ พลังงาน (Btu/h/Watt)	เปอร์เซ็นต์ ที่ลดลง (%)
ml	g/ft ²		
0	0.00	11.93	0.00
5	1.62	11.80	1.09
10	3.24	11.54	3.27
15	4.86	11.26	5.62
20	6.48	11.06	7.29
25	8.10	10.80	9.47
30	9.72	10.40	12.82
35	11.34	10.02	16.01
40	12.96	9.78	18.02
45	14.58	9.53	20.12
50	16.20	9.05	24.14

4.3.2 กรณีใส่ฝุ่นที่ชุดระบายความร้อน

ตารางที่ 7 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานกรณีใส่ฝุ่นที่ชุดระบายความร้อน

ปริมาณ ของฝุ่น		อัตราส่วน ประสิทธิภาพ พลังงาน (Btu/h/Watt)	เปอร์เซ็นต์ ที่ลดลง (%)
ml	g/ft ²		
0	0.00	12.04	0.00
5	0.85	11.93	0.91
10	1.70	11.86	1.50
15	2.55	11.74	2.49
20	3.40	11.63	3.41
25	4.25	11.58	3.82
30	5.10	11.45	4.90
35	5.95	11.34	5.81
	6.80	40	7.39
45	7.65	11.01	8.55
50	8.50	10.97	8.89

4.3.3 กรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อน

ตารางที่ 8 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานกรณีใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อน

ปริมาณ ของฝุ่น		อัตราส่วน ประสิทธิภาพ พลังงาน (Btu/h/Watt)	เปอร์เซ็นต์ ที่ลดลง (%)
ml	g/ft ²		
0	0.00	11.96	0.00
5	1.62	11.61	2.93
10	3.24	11.22	6.19
15	4.86	10.94	8.53
20	6.48	10.51	12.12
25	8.10	10.00	16.39
30	9.72	9.68	19.06
35	11.34	9.42	21.24
40	12.96	9.07	24.16
45	14.58	8.73	27.01
50	16.20	8.45	29.35

4.4 การหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์

ในหัวข้อนี้จะนำผลการทดลองกรณีใส่ฝุ่นทั้ง 2 ด้านมาหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ โดยจะแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ และหาสมการทางคณิตศาสตร์จากกราฟ เพื่อการนำไปใช้ในการประมาณค่าต่างๆ ในการใช้งานจริง

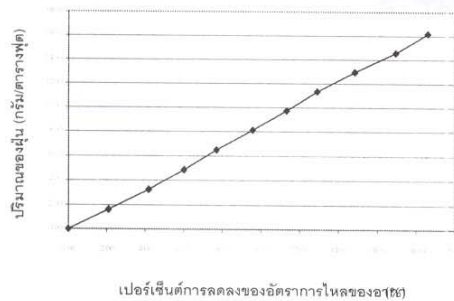
4.4.1 ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดลองในรูปของเปอร์เซ็นต์

ปริมาณ ของฝุ่น (g/ft ²)	เปอร์เซ็นต์ ที่ลดลงของ CFM (%)	เปอร์เซ็นต์ ที่ลดลงของ EER (%)	เปอร์เซ็นต์ ที่เพิ่มขึ้น ของ kWh (%)
0.00	0.00	0.00	0.00
1.62	2.10	2.93	0.60
3.24	4.18	6.19	3.97
4.86	6.03	8.53	8.69
6.48	7.71	12.12	10.68
8.10	9.57	16.39	12.36
9.72	11.33	19.06	14.85
11.34	12.90	21.24	16.58
12.96	14.83	24.16	19.29
14.58	16.95	27.01	21.11
16.20	18.60	29.35	23.04

ตารางที่ 9 เป็นการแสดงค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดลองในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศในรูปเปอร์เซ็นต์ คือ เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศ เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงาน จากตารางจะนำไปพลอตกราฟและหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ได้ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศ กับปริมาณของฝุ่น



รูปที่ 2 เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศกับปริมาณของฝุ่น

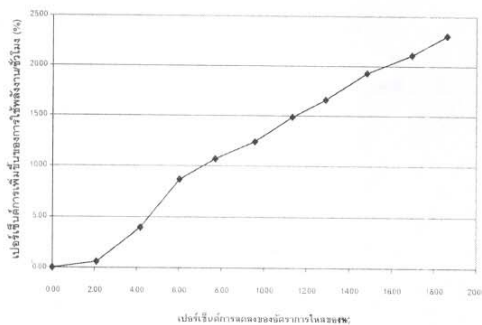
จากรูปที่ 2 นำมาหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear Regression) ได้สมการคือ

$$Y = 0.8828 x$$

เมื่อ x คือ เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศ (%)

Y คือ ปริมาณของฝุ่น(g/ft³)

2. เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศกับ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงาน



รูปที่ 3 เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศกับ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงาน

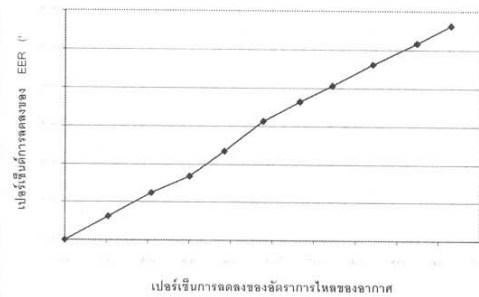
จากรูปที่ 3 นำมาหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear Regression) ได้สมการคือ

$$Y = 1.3046 x$$

เมื่อ x คือ เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศ (%)

Y คือ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงาน (%)

3. เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศกับ เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน



รูปที่ 4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศ กับ เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

จากรูปที่ 4 นำมาหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear Regression) ได้สมการคือ

$$Y = 1.5496 x$$

เมื่อ x คือ เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศ (%)

Y คือ เปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(%)

4.5 การเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลจากการใช้งานจริง

ในหัวข้อนี้หาความสัมพันธ์ซึ่งได้จากการทดลอง ในห้องทดสอบ เครื่องปรับอากาศข้างต้นมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวัดจริง ซึ่งข้อมูลนามามาจาก บรรพต ประภาศิริ เรื่อง “การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศโดยวิธีการบำรุงรักษา” วิทยานิพนธ์สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 1.04 ตันจำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องที่ 1 บำรุงรักษาสมาเสมอ ส่วนเครื่องที่ 2 ไม่มีการบำรุงรักษาทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 7 เดือน ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบในส่วนของอัตราการไหลของอากาศ ที่ลดลง 12.54% เท่ากัน และนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาความสัมพันธ์ออกมาว่าในเวลา 1 เดือน จะมีฝุ่นเกาะที่แผ่นกรองอากาศเทียบได้กับปริมาณของฝุ่น (g./ft²) ประมาณเท่าใด

(ก.) ข้อมูลจากการทดลอง

ตารางที่ 10 เปอร์เซนต์การลดลงของอัตราการไหลของอากาศ

ปริมาณของฝุ่น		อัตราการไหลของอากาศ	เปอร์เซนต์ที่ลดลง
ml	g/ft ²	(ft ³ /min)	(%)
0	0.00	412.00	0.00
5	1.62	403.38	2.10
10	3.24	394.79	4.18
15	4.86	387.18	6.03
20	6.48	380.25	7.71
25	8.10	372.58	9.57
30	9.72	365.34	11.33
35	11.34	358.89	12.90
40	12.96	350.92	14.83
45	14.58	342.20	16.95
50	16.20	335.39	18.60

(ข.) ข้อมูลเปรียบเทียบ

ตารางที่ 11 อัตราการไหลของอากาศในแต่ละเดือน

เดือนที่	อัตราการไหลของอากาศ (ft ³ /min)	เปอร์เซนต์ที่ลดลง (%)
เดือนที่1	318.93	0.26
เดือนที่2	314.19	1.74
เดือนที่3	304.44	4.79
เดือนที่4	300.16	6.13
เดือนที่5	295.99	7.43
เดือนที่6	288.01	9.93
เดือนที่7	279.65	12.54

จากข้อมูลทั้งสองนำมาหาความสัมพันธ์ และนำมาแทนค่าที่อัตราการไหลของอากาศลดลง 12.54 % (ข้อมูลเปรียบเทียบ 7 เดือน) ของสมการจากการทดลองในงานวิจัยและหาค่าเฉลี่ยใน 1 เดือน พบว่าในเวลา 1 เดือนจะมีฝุ่นเกาะที่แผ่นกรองอากาศที่ชุดจ่ายลมเย็น ปริมาณของฝุ่นประมาณ 1.80 กรัม/ตารางฟุต ซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นจากภาวะปกติที่ไม่มีฝุ่น 0.97 % ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศลดลง 3.41 %

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลของอัตราการไหลของอากาศ

จากผลการวัดความเร็วลมที่แต่ละปริมาณของฝุ่นผลที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ย สามารถสรุปผลได้ดังนี้ เมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็น ปริมาณของฝุ่นเพิ่มขึ้นอัตราการไหลของอากาศจะลดลงความสัมพันธ์เป็นลักษณะเชิงเส้น ซึ่งเมื่อใส่ฝุ่นจนถึงปริมาณ 16.20 g/ft² พบว่าด้านลมจ่ายอัตราการไหลลดลงจากภาวะปกติ 18.60% ด้านลมกลับลดลงถึง 19.45% เมื่อใส่ฝุ่นที่ด้านชุดระบายความร้อนจนถึงปริมาณ 17.00 g/ft² พบว่าด้านลมออกอัตราการไหลลดลง 20.81 % ด้านลมเข้าความเร็วลมลดลง 20.91 % เมื่อปริมาณของฝุ่นเพิ่มขึ้นความเร็วลมจะลดลงความสัมพันธ์เป็นลักษณะเชิงเส้นเช่นกัน

5.2 การเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

จากผลการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ของเครื่องปรับอากาศ เมื่อเราใส่ฝุ่นที่ปริมาณต่างๆ แบ่งเป็นใส่ฝุ่นในด้านต่างๆที่ละด้าน และใส่พร้อมกันทั้งสองด้านพบว่า เมื่อปริมาณฝุ่นเพิ่มขึ้นการใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะเพิ่มขึ้นด้วย ความสัมพันธ์เป็นลักษณะเชิงเส้นสามารถสรุปผลได้ดังนี้ เมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นพบว่าเมื่อใส่ฝุ่นจนถึงปริมาณ 16.20 g/ft² เครื่องปรับอากาศต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากภาวะปกติ 15.18% เมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดระบายความร้อนจนถึงปริมาณ 8.50 g/ft² ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 7.80% เมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและชุดระบายความร้อนพร้อมกันพบว่า เมื่อใส่ฝุ่นจนถึงปริมาณสูงสุดใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 23.04%

5.3 การเปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)

จากผลการทดสอบนำมาคำนวณค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ของเครื่องปรับอากาศที่ปริมาณฝุ่นต่างๆ โดยแบ่งเป็น เมื่อใส่ฝุ่นในด้านต่างๆที่ละด้านและใส่พร้อมกันทั้งสองด้าน สามารถสรุปผลได้ดังนี้ เมื่อปริมาณฝุ่นเพิ่มขึ้นค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะลดลงความสัมพันธ์เป็นลักษณะเชิงเส้น เมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นพบว่าเมื่อปริมาณฝุ่น 16.20 g/ft² ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานลดลงจากภาวะปกติ 24.14 % เมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดระบายความร้อนจนถึงปริมาณ 8.50 g/ft² ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานลดลง 8.89 % เมื่อใส่ฝุ่นที่ชุดจ่ายลมเย็นและที่ชุดระบายความร้อนพร้อมกันพบว่า เมื่อ

ใส่ฝุ่นจนถึงปริมาณสูงสุดค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน
ลดลง 29.35 %

เอกสารอ้างอิง

- [1] บรรพต ประภาศิริ. (2542). การประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศโดยใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิและการบำรุงรักษาเบื้องต้น, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 134 หน้า
- [2] วิทยา ยงเจริญและ ธนู วิบูลยานันท์ , 2539, พื้นฐานการทำความเย็นและปรับอากาศภาคทฤษฎี, พิมพ์ครั้งที่ 4 , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 167 หน้า
- [3] สุรพล พฤษพานิช . (2529). การปรับอากาศ, โครงการตำราเรียนสำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์
- [4] Harris, C.,(1993), Modern Air Conditioning Practice, 3rd ed., New York, McGraw – Hill, pp.71 – 78.
- [5] Jones, W.P.,(1987), Air Conditioning Engineering, 3rd ed., London, ELBS, pp. 83 – 99.
- [6] Stoecker, W.F. and Jone, J.W.,(1982), Refrigeration and Air Condition, 2nd ed., Singapore, McGraw – Hill, P. 443.