การทดสอบประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่นในประเทศไทย

Energy Efficiency Testing for Vacuum Cleaner in Thailand

โกศัย เกียรติกูลานุสรณ์, บรรยงวุฒิ จุลละโพธิ, สราวุธ เวชกิจ[1]

โครงการที่ปรึกษาทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170
[1]โทร 0-2889-2138 ต่อ 6009 Email: egswg@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องดูดฝุ่นเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พัดลมดูดอากาศในการสร้างแรงดันดูดเพื่อดูดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกจากพื้นหรือพรม ฝุ่นหรือสิ่งสกปรกเหล่านี้จะถูกกรองและกักเก็บในถุงเก็บฝุ่น โดยเครื่องดูดฝุ่นส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ในบ้านเรือนเป็นชนิดลากพื้น (Canister type) รายงานฉบับนี้เป็นผลจากการศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่นในประเทศไทย โดยดำเนินการทดสอบตัวอย่างเครื่องดูดฝุ่นชนิดลากพื้นจำนวน 79 ตัวอย่างครอบคลุมตลาดเครื่องดูดฝุ่นชนิดลากพื้นของประเทศไทย โดยใช้มาตรฐานสากล IEC 60312 เป็นมาตรฐานในการทดสอบ ในการทดสอบจะบันทึกค่าความดันสุญญากาศ อัตราการไหล เพื่อคำนวณกำลังลมดูด แล้วนำไปเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องดูดฝุ่น จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องดูดฝุ่นมีค่าประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยร้อยละ 16.30 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)เท่ากับ 3.47 และความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ(Uncertainty Analysis) ที่ได้จากการทดสอบมีความแตกต่างไม่เกิน 2.6% ซึ่งค่าประสิทธิภาพที่ได้นี้จะใกล้เคียงกับผลการทดสอบในต่างประเทศ โดยที่ในบางครั้งถึงแม้ขนาดของเครื่องดูดฝุ่นต่างกัน แต่ด้วยวิธีการทดสอบเดียวกันพบว่าค่าประสิทธิภาพที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน รายงานฉบับนี้ยังได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการทดสอบที่สามารถพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต รวมถึงแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องดูดฝุ่นอีกด้วย

คำหลัก: เครื่องดูดฝุ่น, ค่าประสิทธิภาพ, การทดสอบ, มาตรฐาน

Abstract

An electric vacuum cleaner is a household device which uses a suction fan to create vacuum pressure in order to lift dust or dirt from the floor. Based on the current market trend, the most commonly used vacuum cleaner is a so-called “canister type”. This report is the result of a study to determine the energy efficiency standards of this canister type vacuum cleaner in Thailand. 79 samples covering most of the canister vacuum cleaner sold in Thai’s market were tested. The testing methodology followed the IEC 60312 which is the international standard for the performance measure of a vacuum cleaner. The testing results included the recorded pressure and vacuum flow rate which were used to calculate the suction power. This suction power was then compared with the utilized electrical power in order to

determine the efficiency of the vacuum cleaner of interest. Based on the test results, it was found that the averaged efficiency of the samples as a whole is 16.30% with the standard deviation of 3.47%, and the uncertainty of the testing results (calculated by the method of uncertainty analysis) did not exceed 2.6%. These numbers are similar to results in other countries. It was also found that the efficiency of the vacuum cleaner does not depend on its size which is defined by the size of a motor used to drive the fan.

***Keywords**:* Vacuum Cleaner, Energy Efficiency, Standards, Testing

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่นอย่างเป็นทางการ มีเพียงข้อกำหนดด้านความปลอดภัยในการใช้งานเท่านั้น [1] การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่นในประเทศไทยถือเป็นแนวทางหนึ่งที่ภาครัฐสามารถนำมาใช้ผลักดันให้เกิดการประหยัดพลังงานจากเครื่องดูดฝุ่น ประโยชน์จากการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานจะมีผลต่อการรณรงค์ให้เกิดการประหยัดและอนุรักษ์พลังงานในหลายทาง โดยในทางมุมมองของผู้บริโภคมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานจะมีส่วนช่วยในการให้ข้อมูลแก่ประชาชนเพื่อเลือกใช้เครื่องดูดฝุ่นที่มีประสิทธิภาพสูง หรือในทางมุมมองของผู้ผลิต มาตรฐานดังกล่าวจะมีส่วนในการผลักดันให้เกิดการปรับปรุงพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องดูดฝุ่นอย่างต่อเนื่อง

บทความนี้กล่าวถึงผลจากการศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่นในประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องดูดฝุ่น การทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ นอกจากนี้ยังได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการทดสอบที่สามารถพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต รวมถึงแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องดูดฝุ่นอีกด้วย

2. ปริมาณการใช้พลังงานจากเครื่องดูดฝุ่น

การศึกษาปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องดูดฝุ่นจะนำไปใช้ในการประเมินว่าหลังจากการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่นในประเทศไทยแล้ว จะสามารถลดการใช้พลังงานมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานนั้นจะต้องอาศัยข้อมูลปริมาณการจำหน่าย กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องดูดฝุ่น และชั่วโมงการใช้งานต่อวัน ในส่วนของปริมาณการจำหน่ายนั้น จากการศึกษาข้อมูลการตลาด [2] พบว่าในประเทศไทยมีผู้ประกอบการเกี่ยวกับเครื่องดูดฝุ่นอยู่ประมาณ 20 ราย ซึ่งในการนำข้อมูลการตลาดมาวิเคราะห์นั้น ได้ศึกษาปริมาณการจำหน่ายของทั้งกลุ่มผู้ผลิตภายในประเทศ และกลุ่มผู้ประกอบการนำเข้าและตัวแทนจำหน่ายจากต่างประเทศ เพราะในที่สุดแล้วสินค้าจากทั้งสองกลุ่มก็จะไปถึงผู้บริโภคที่อยู่ในประเทศ และใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศ สำหรับกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องดูดฝุ่นนั้นจากการศึกษาพบว่าเครื่องดูดฝุ่นมีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.63 kW [3] และจากรายงานโครงการแนวทางการใช้พลังงานในสาขาบ้านอยู่อาศัยของประเทศ [4] พบว่าชั่วโมงการใช้งานต่อวันของเครื่องดูดฝุ่นคือ 0.24 ชั่วโมงต่อวัน ผลการศึกษาปริมาณการจำหน่ายและปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องดูดฝุ่นระหว่างปี พ.ศ. 2546 – 2552 มีข้อมูลดังตารางที่ 1 และสามารถประมาณการแนวโน้มการจำหน่ายและปริมาณการใช้พลังงานระหว่างปี พ.ศ. 2553 – 2557 ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1ปริมาณการจำหน่ายและปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องดูดฝุ่นระหว่างปี พ.ศ. 2546 – 2552

ปี	ปริมาณการจำหน่าย (เครื่อง)	ปริมาณการใช้พลังงาน(kW-h/y)
2546	98,490	14,063,190
2547	133,902	19,119,599
2548	175,392	25,043,873
2549	195,755	27,951,465
2550	215,496	30,770,243
2551	252,567	36,063,465
2552	282,153	40,288,063

ตารางที่ 2 แนวโน้มการจำหน่ายและปริมาณการใช้พลังงานระหว่างปี พ.ศ. 2553 – 2557

ปี	ปริมาณการจำหน่าย (เครื่อง)	ปริมาณการใช้พลังงาน(kW-h/y)
2553	311,740	44,512,660
2554	341,326	48,737,257
2555	370,913	52,961,854
2556	400,499	57,186,451
2557	430,086	61,411,048

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่ามีการใช้พลังงานจากเครื่องดูดฝุ่นค่อนข้างสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่น จะสามารถลดการใช้พลังงานในส่วนนี้ลงได้

3. การทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน

3.1 มาตรฐานการทดสอบ

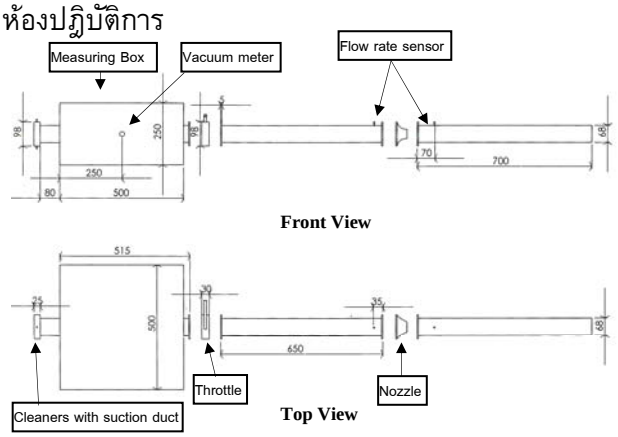
มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบคือมาตรฐาน IEC 60312 [5] เนื่องจากเป็นมาตรฐานสากลที่หลายประเทศนิยมนำมาใช้อ้างอิงในการทดสอบเครื่องดูดฝุ่น ซึ่งมาตรฐานนี้มีข้อกำหนดวิธีทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องดูดฝุ่น โดยทดสอบที่สภาวะห้องทดสอบอุณหภูมิ เท่ากับ 23 ± 2 °C, ความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 50 ± 5 % และความดันบรรยากาศ อยู่ระหว่าง 86 ถึง 106 kPa [6] ส่วนแรงดันไฟฟ้าให้ขึ้นอยู่กับประเทศนั้นๆ ทั้งนี้จะมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 10 ความถี่มีค่าเท่ากับ 50Hz หรือ 60Hz (หรืออาจมีค่าตามที่ประเทศนั้นๆ ใช้) อย่างไรก็ตามหลักการในการทดสอบประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการทดสอบประสิทธิภาพพลังงานของปั๊ม[7]

3.2 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ

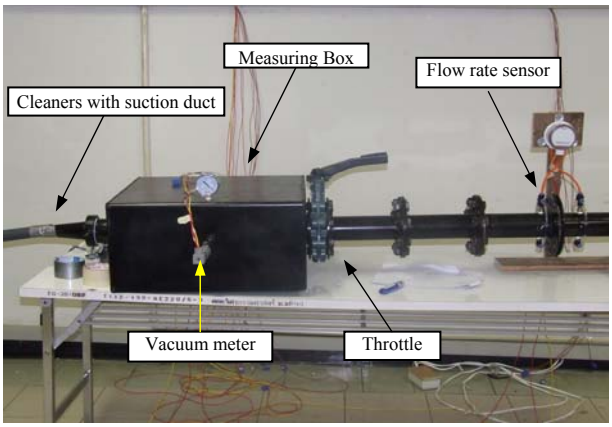
เครื่องมือวัดที่สำคัญในการทดสอบประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์(Power Meter) มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าที่ระบุในมาตรฐาน IEC class 0.5 ใช้ในการวัดปริมาณไฟฟ้าที่เครื่องดูดฝุ่นใช้ในการทำงาน [8] ส่วนความดันสุญญากาศที่เกิดขึ้นในระบบจะถูกวัดโดยเครื่องวัดความดันสุญญากาศ(Vacuum meter) [9] มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.4 % นอกจากนี้การวัดความดันแตกต่างคร่อม nozzle [10] เพื่อใช้ในการคำนวณอัตราการไหลของอากาศจะถูกวัดโดยเครื่องวัดความดันแตกต่าง(Differential Pressure) มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 %

3.3 การติดตั้งชุดทดสอบ

ชุดทดสอบประกอบด้วยกล่องทดสอบ(Measuring Box) มีขนาด 500*500*250 มิลลิเมตร ด้านหนึ่งต่อกับวาล์วปรับอัตราการไหล (Throttle) อีกด้านหนึ่งต่อกับท่อดูดของเครื่องดูดฝุ่น โดยมีเครื่องวัดความดันสุญญากาศติดตั้งตรงกึ่งกลางด้านข้างของกล่องทดสอบ ส่วนเครื่องวัดความดันแตกต่างจะติดตั้งบนท่อลม [11] รูปที่ 1 แสดงขนาดของชุดทดสอบ และรูปที่ 2 แสดงลักษณะการติดตั้งชุดทดสอบในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 1 ขนาดของชุดทดสอบ(หน่วย : มิลลิเมตร)



รูปที่ 2 ลักษณะการติดตั้งชุดทดสอบในห้องปฏิบัติการ

3.4 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบจะต้องเตรียมเครื่องดูดฝุ่นก่อนการทดสอบโดยต่ออุปกรณ์ให้ครบตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ยกเว้นหัวดูดหรือแปลงดูด การทดสอบครั้งแรกต้องเดินเครื่องอย่างน้อย 2 ชม. ก่อนการทดสอบโดยไม่มีสิ่งกีดขวางการไหล และการทดสอบครั้งต่อไปต้องเดินเครื่องอย่างน้อย 10 นาที จากนั้นจึงต่อเครื่องดูดฝุ่นเข้ากับกล่องทดสอบโดยไม่ให้ท่อบิดงอ ยกเว้นส่วนของท่อที่ผู้ผลิตออกแบบมาเป็นท่อโค้งให้ต่อตามที่ผู้ผลิตออกแบบมา แล้วจึงเปิดเครื่องดูดฝุ่นแล้วบันทึกค่ากำลัง ไฟฟ้าในหน่วยวัตต์ ความดันสุญญากาศในหน่วยกิโลปาสคาล และ อัตราการไหลในหน่วยลิตรต่อวินาที โดยค่าต่างๆ ที่บันทึกนั้น ต้องเป็นค่าที่คงที่อย่างน้อย 1 นาที จากนั้นจึงปรับอัตราการไหลแล้วรอ 1 นาที จึงทำการบันทึกค่าอีกครั้งโดยจำนวนครั้งของการปรับอัตราการไหล ให้ปรับอย่างน้อย 10 ครั้ง

4. ผลการทดสอบ

4.1 เครื่องดูดฝุ่นที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องดูดฝุ่นที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องดูดฝุ่นชนิดลากพื้น(Canister type) เพราะเป็นเครื่อง ดูดฝุ่นที่มีการใช้งานมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ นับเป็นเครื่องดูดฝุ่นที่มีการใช้งานมากที่สุด ในการทดสอบได้ทำการทดสอบเครื่องดูดฝุ่นชนิดลากพื้นจำนวน 79 ตัวอย่าง แยกตามขนาดกำลังไฟฟ้าเป็น ขนาดกำลังไฟฟ้ามากกว่า 900 - 1300 วัตต์ จำนวน 7 ตัวอย่าง ขนาดกำลังไฟฟ้ามากกว่า 1300 - 1700 วัตต์ จำนวน 43 ตัวอย่างและขนาดกำลังไฟฟ้ามากกว่า 1700 วัตต์ จำนวน 29 ตัวอย่าง

4.2 ผลการทดสอบ

การทดสอบเครื่องดูดฝุ่น ได้ดำเนินการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง ซึ่งการทดสอบแต่ละครั้งจะทำการบันทึกค่าความดันสุญญากาศ(h,kPa) อัตราการไหล (q,l/s) เพื่อคำนวณกำลังลมดูด(P2,Watt) ดังสมการ (1) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (P1,Watt) เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องดูดฝุ่น (η,%) ดังสมการ(2)

$$P2 = q \times h \times 98 \qquad (1)$$

$$\eta = (P2/P1) \times 100 \qquad (2)$$

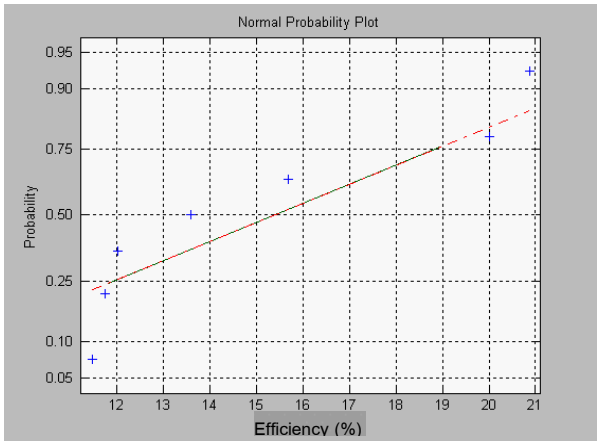
ทั้งนี้ความดันสุญญากาศมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)เท่ากับ 0.57 อัตราการไหลมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.95 และกำลังไฟฟ้ามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 184.41 ได้ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยดังตารางที่ 3 ซึ่งจากตารางจะพบว่าค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย รวมถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องดูดฝุ่นแต่ละขนาดจะใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าค่าประสิทธิภาพของเครื่องดูดฝุ่นไม่ขึ้นอยู่กับขนาดที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเครื่องดูดฝุ่นทุกขนาด ถูกทดสอบภายใต้ชุดทดสอบขนาดเดียวกัน ดังนั้นหากมีการปรับขนาดชุดทดสอบให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องดูดฝุ่น ผลการศึกษาอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยของเครื่องดูดฝุ่นชนิดลากพื้น

ขนาด(วัตต์)	ผลการทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน (%)			Standard Deviation
	Max	Min	Average	
มากกว่า 900-1300	20.88	11.47	15.06	3.96
มากกว่า 1300-1700	25.98	5.11	16.53	4.11
มากกว่า 1700	22.26	9.47	16.29	3.21
รวมทุกขนาด	**25.98**	**5.11**	**16.30**	**3.47**

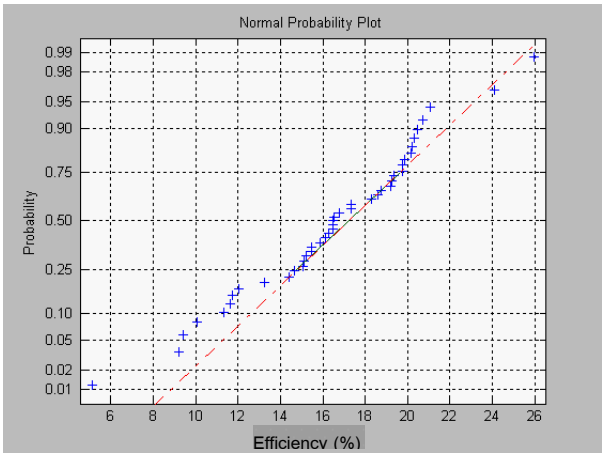
4.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการกระจายตัวของข้อมูล [12] เพื่อวิเคราะห์ลักษณะแนวโน้มและการกระจายตัวของข้อมูลผลการทดสอบ พบว่าผลการทดสอบแต่ละขนาดมีลักษณะแนวโน้มเข้าใกล้เส้น normal ดังรูปที่ 3 - 5 (แกนนอนคือค่าประสิทธิภาพ แกนตั้งคือร้อยละของจำนวนข้อมูล) กล่าวคือค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทดสอบเครื่องดูดฝุ่นแต่ละเครื่องจะมีแนวโน้มเป็นไปในลักษณะเดียวกัน เช่นลักษณะแนวโน้มและการกระจายตัวของข้อมูลผลการทดสอบขนาดมากกว่า 900– 1300 วัตต์ ในรูปที่ 3 ซึ่งถึงแม้จะมีตัวอย่างที่ใช้ทดสอบน้อยแต่การกระจายตัวของข้อมูลไม่แตกต่างจากแนวโน้มโดยรวมของข้อมูลทั้งหมดในช่วงขนาดกำลังไฟฟ้านี้ ส่วนลักษณะแนวโน้มและการกระจายตัวของข้อมูลผลการทดสอบขนาดมากกว่า 1300 – 1700 วัตต์ และขนาดมากกว่า 1700 วัตต์ในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีข้อมูลเพียงบางส่วนที่กระจายตัวออกห่างจากแนวโน้มโดยรวม ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแนวโน้มเข้าใกล้เส้น normal

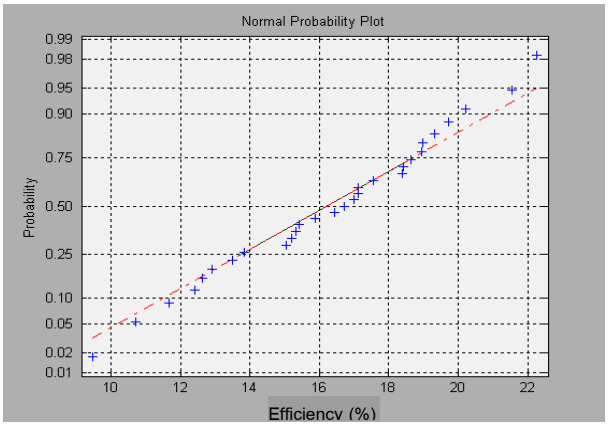


รูปที่ 3 ลักษณะแนวโน้มของข้อมูลผลการทดสอบขนาดมากกว่า 900 – 1300 วัตต์

นอกจากนี้การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ (Uncertainty Analysis) [13] เพื่อตรวจสอบถึงระดับความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนทางการวัดและปัจจัยอื่นๆ จะพบว่าภายใต้สมมุติฐานในการ-

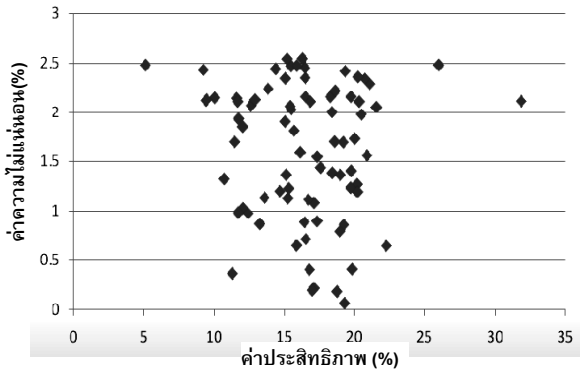


รูปที่ 4 ลักษณะแนวโน้มของข้อมูลผลการทดสอบขนาดมากกว่า 1300-1700 วัตต์



รูปที่ 5 ลักษณะแนวโน้มของข้อมูลผลการทดสอบขนาดมากกว่า 1700 วัตต์

วิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอนที่พิจารณาทั้งความไม่แน่นอนที่เกิดจากการชดเชยค่า (Bias Uncertainties) ของเครื่องมือวัด และความไม่แน่นอนจากความแม่นยำจากการวัด (Precision Uncertainty) และให้การวัดค่าของแต่ละตัวแปรแต่ละตัวนั้นไม่มีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน (Uncorrelated Measurement) ความไม่แน่นอนของผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้งจะมีความแตกต่างกันไม่เกิน 2.6% ดังรูปที่ 6 (กล่าวคือ จากการทดสอบเครื่องดูดฝุ่นแต่ละเครื่องนั้น จะทำการทดสอบ 3 ครั้ง โดยค่าประสิทธิภาพที่คำนวนได้ในแต่ละครั้งควรมีความแตกต่างกันไม่เกิน 2.6%)



รูปที่ 6 ค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ

4.4 การพัฒนาวิธีการทดสอบ

การทดสอบเครื่องดูดฝุ่นตามมาตรฐาน IEC 60312 ยังอาจพัฒนาให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นอีกเช่น การพัฒนาชุดทดสอบให้มีความเหมาะสมกับขนาดของเครื่องดูดฝุ่น เพราะเนื่องจากข้อกำหนดตามมาตรฐาน IEC นั้น การทดสอบเครื่องดูดฝุ่นทุกขนาดถูกทดสอบภายใต้ชุดทดสอบขนาดเดียวกัน ทำให้บางครั้งการไหลของอากาศของเครื่องดูดฝุ่นที่มีกำลังลมดูดสูงเป็นไปอย่างไม่เต็มที่ กำลังลมดูดที่วัดได้จึงอาจไม่ใช่ค่าที่แท้จริงของเครื่องดูดฝุ่นขนาดนั้นๆ ดังนั้นการเปลี่ยนขนาดของชุดทดสอบตามกำลังลมดูดที่แตกต่างกัน อาจสามารถวัดกำลังลมดูดที่แท้จริงของเครื่องดูดฝุ่นที่มีขนาดต่างกันได้ การศึกษาและวิเคราะห์หาขนาดชุดทดสอบที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดูดฝุ่นขนาดต่างๆ จะทำให้การทดสอบมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้แนวทางการพัฒนาชุดทดสอบอีกประการหนึ่งคือ การพัฒนาชุดทดสอบให้สามารถวัดค่าประสิทธิภาพของเครื่องดูดฝุ่นที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด ซึ่งอาจทำได้โดยการกำหนดชุดทดสอบให้สามารถทดสอบเครื่องดูดฝุ่นที่ประกอบอย่างสมบูรณ์ตามการใช้งานจริง เช่นการทดสอบโดยมีหัวดูดหรือแปรงดูด รวมถึงการพัฒนาวิธีการทดสอบให้สอดคล้องตามลักษณะการใช้งาน

4.5 การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องดูดฝุ่น

ส่วนสำคัญที่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพของเครื่องดูดคือประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ใช้สร้างกำลังลมดูดให้กับเครื่องดูดฝุ่น ดังนั้นหากมีการพัฒนาเทคโนโลยีของมอเตอร์ จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับเครื่องดูดฝุ่นได้ จากการศึกษาพบว่าในปัจจุบันเครื่องดูดฝุ่นส่วนใหญ่ใช้มอเตอร์แบบแยกเฟส (Split Phase Motor) ที่มีคาปาซิสเตอร์สำหรับเพิ่มแรงบิดขณะสตาร์ทให้สูงขึ้นและใช้กระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทน้อย แต่สำหรับในอนาคตมอเตอร์ของเครื่องดูดฝุ่นอาจถูกเปลี่ยนเป็น มอเตอร์แบบ Brushless ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน ในปัจจุบันเริ่มมีการผลิตและจำหน่ายเครื่องดูดฝุ่นที่ใช้กับมอเตอร์ดังกล่าวในต่างประเทศแล้ว ในขณะที่ในประเทศไทยอยู่ในระหว่างการพัฒนา ซึ่งหากมีการใช้มอเตอร์ชนิดนี้อาจทำให้เครื่องดูดฝุ่นมีประสิทธิภาพสูงขึ้น 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การปรับปรุงประสิทธิภาพของท่อดูดและแปรงดูดยังอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นได้อีกด้วย

5. สรุป

การศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องดูดฝุ่นในประเทศไทยได้ดำเนินการทดสอบตัวอย่างเครื่องดูดฝุ่นชนิดลากพื้นจำนวน 79 ตัวอย่างครอบคลุมตลาดเครื่องดูดฝุ่นชนิดลากพื้นของประเทศไทย โดยใช้มาตรฐานสากล IEC 60312 เป็นมาตรฐานในการทดสอบ ในการทดสอบจะบันทึกค่าความดันสุญญากาศ อัตราการไหลเพื่อคำนวณกำลังลมดูด แล้วนำไปเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องดูดฝุ่น จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องดูดฝุ่นมีค่าประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยร้อยละ 16.30 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)เท่ากับ 3.47 และความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ(Uncertainty Analysis) ที่ได้จากการทดสอบมีความแตกต่างไม่เกิน 2.6% โดยที่ในบางครั้งถึงแม้ขนาดของเครื่องดูดฝุ่นต่างกัน แต่ด้วยวิธีการทดสอบเดียวกันพบว่าค่าประสิทธิภาพที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ข้อเสนอแนะจากการศึกษาคือแนวทางการพัฒนาชุดทดสอบให้มีความเหมาะสมกับขนาดของเครื่องดูดฝุ่น รวมทั้งสามารถวัดค่าประสิทธิภาพของเครื่องดูดฝุ่นที่ใกล้เคียงกับการ

ใช้งานจริง นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องดูดฝุ่นที่เน้นในเรื่องการพัฒนาประสิทธิภาพของมอเตอร์อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนบางส่วนของงานวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] มอก.1522-2541 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและงานที่มีลักษณะคล้ายกัน ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับเครื่องดูดฝุ่นและเครื่องทำความสะอาดโดยการดูดน้ำ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

[2] โครงการที่ปรึกษาทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2553). รายงานฉบับสุดท้าย, โครงการศึกษาจัดทำร่างกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดเครื่องดูดฝุ่นประสิทธิภาพสูง, หน้า 3-3

[3] โครงการที่ปรึกษาทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2552). รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2, โครงการศึกษาจัดทำร่างกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดเครื่องดูดฝุ่นประสิทธิภาพสูง, หน้า 2-22

[4] โครงการที่ปรึกษาทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2546). รายงานฉบับสุดท้าย, โครงการแนวทางการใช้พลังงานในสาขาบ้านอยู่อาศัยของประเทศ, หน้า 5-21

[5] IEC 60312-2007, Vacuum cleaners for household use – Methods of measuring the performance, International Electrotechnical Commission.

[6] ISO 554-1976, Standard atmospheres for conditioning and/or testing: Specifications, International Organization for Standardization.

[7] Kaya D, Yagmur EA,Yigit KS, Kilic FC, Eren AS, Celik C. Energy efficiency in pumps, *Energy Conversion and Management,* Volume 49, Issue 6, June 2008, Pages 1662-1673.

[8] IEC 60044-1996, Instrument transformers, International Electrotechnical Commission.

[9] GB/T 1226 2001, General pressure gauge, China State Bureau of Quality and Technical Supervision.

[10] ISO 5167-2003, Measurement of fluid flow by mean of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full, International Organization for Standardization.

[11] BSR/ASHRAE 41.2-1987 RA, Standard Methods for Laboratory Air-Flow Measurement, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc.

[12] สรชัย พิศาลบุตร (2553). สถิติวิศวกรรม, กรุงเทพฯ: บริษัท วิทยพัฒน์ จำกัด

[13] Ernest O. Doebelin (1989). *Measurement Systems: Application and Design*, McGraw-Hill Education.

[14] M. Naimi, and F. B. Gessner. Calculation of fully developed turbulent flow in rectangular ducts with two opposite roughened walls. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, Volume 18, Issue 5, October 1997, Pages 471-481.

[15] Suat Canbazoglu, Oguz Bozkir. Analysis of pressure distribution of turbulent asymmetric flow in aflat duct symmetric sudden expansion with small aspect ratio. *Fluid Dynamics Research*, Volume 35, Issue 5, November 2004, Pages 341-355.

[16] Jinping Zhang, Angui Li. Study on particle deposition in vertical square ventilation duct flows by different models. *Energy Conversion and Management*, Volume 49, Issue 5, May 2008, Pages 1008-1018.