

ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก มีดลมสำหรับการเป่าแห้ง (Blower Driven Air Knife for Drying)

1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี

ในระบบการทำให้แห้งเดิมในอุตสาหกรรมนั้นมีการใช้ลมอัด (Compressed Air) ที่ผลิตจากเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) มาใช้เป่าชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์เพื่อให้แห้ง เป็นที่ทราบว่าในการผลิตลมอัดนั้นต้องใช้พลังงานสูง ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานจึงได้มีการออกแบบระบบมีดลม (Air Knife) เพื่อทำหน้าที่ในการเป่าแห้ง (Drying) แทน

หลักการทำงานของระบบมีดลม

ระบบมีดลมประกอบด้วยเครื่องเป่าลมแบบหอยโข่งซึ่งสร้างลมที่มีความดันต่ำแต่อัตราการไหลสูงส่งผ่านท่อลมและกล่องรับลมไปยังหัวพ่นลมซึ่งออกแบบเป็นพิเศษ เป็นช่องเปิดเล็กๆตามแนวกล่องรับลมที่พ่นออกมามีความเร็วสูงมาก เหมาะสำหรับการใช้ในการเป่าแห้งหรือในการทำความสะอาด





ลมพ่นความเร็วสูงที่ได้จากระบบมีดลมโดยทั่วไป สามารถใช้งานในลักษณะการเป่าแห้งเพื่อไล่ความชื้นหรือฟิล์มบางของเหลวออกจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ หรือใช้ในการเป่าเศษผงออกจากผิวหน้าผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทดแทนการใช้ความร้อนในการทำให้แห้งหรือการใช้อากาศอัดในการเป่าซึ่งใช้พลังงานสูงกว่า

ส่วนประกอบของระบบมีดลม

1. มีดลม (Air knife)
2. ตัวยึดมีดลม
3. ท่อต่อลม (Connecting hose or tube to connect to blower)
4. พัดลม (Blower)
5. กรองฝุ่น (Filter to protect blower and product) ขนาด 10 ไมครอน - HEPA
6. มอเตอร์



2. การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม

ระบบมีดลมสามารถนำมาใช้ได้ใ้ในอุตสาหกรรมทั่วไป สำหรับกระบวนการเป่าแห้ง ไล่ความชื้น ลดอุณหภูมิ หรือสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ โดยทดแทนการเป่าโดยใช้อากาศหรือการให้ความร้อนเพื่อให้แห้ง ซึ่งใช้พลังงานมากกว่า รูปแบบการติดตั้งของมีดลมจะขึ้นอยู่กับลักษณะและรูปร่างของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

ประโยชน์ของระบบมีดลม

ระบบมีดลมเหมาะสำหรับการใช้งานในการเป่าไล่ความชื้น ฟิล์มของเหลวที่เกาะอยู่บนผิววัสดุเช่น แผ่นโลหะ พลาสติก กระป๋อง แก้ว ผ้า หรืออาหาร โดยมีข้อดีในการนำไปใช้งานดังนี้

- ทำงานทันทีที่เดินเครื่องและทำงานได้อย่างรวดเร็ว
- สามารถประหยัดพลังงาน ได้ 30-50% เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการเป่าแห้งด้วยลมอัด
- ค่าลงทุนและการบำรุงรักษาต่ำ
- ประหยัดพื้นที่และง่ายต่อการติดตั้ง
- มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน
- เพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากการลดความชื้นและสิ่งสกปรก
- ในบางระบบสามารถนำสารเคลือบที่ถูกเป่าไล่ออกไปกลับมาใช้ใหม่ได้
- สามารถใช้กับรูปร่างซับซ้อนได้

ตัวอย่างของระบบมีดลมที่มีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

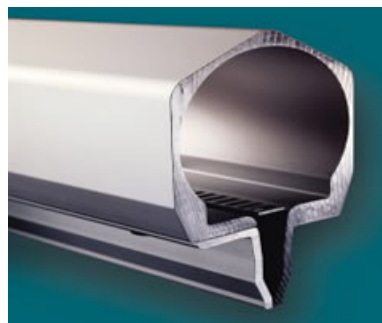


ตัวอย่างของระบบมีดลมที่มีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์



ลักษณะของมีดลม (Air knife)

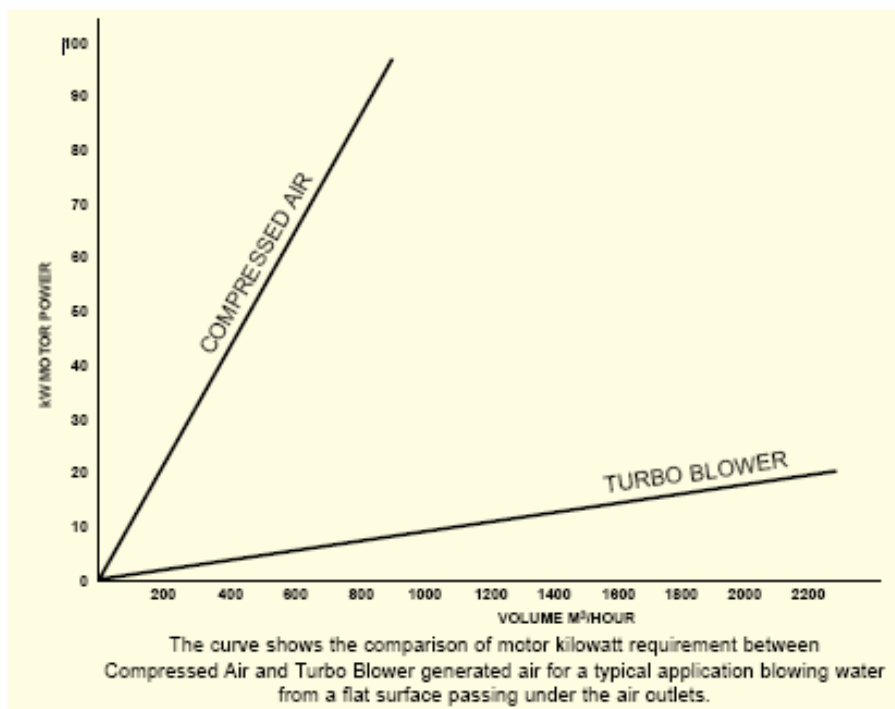
รูปร่างและลักษณะของมีดลมมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ โดยสามารถแสดงไว้ดังนี้



รูปร่างต่างๆของมีดลมที่มีการผลิต

3. ศักยภาพการประหยัดพลังงาน

ศักยภาพการประหยัดพลังงานของมีดลมโดยทั่วไปจะใช้แทนการเป่าลมระบบเดิมโดยใช้ลมอัด สำหรับการเปรียบเทียบผลประหยัดพลังงานระหว่างการใช้ลมอัดกับมีดลมสามารถแสดงได้ดังนี้



กราฟข้างต้นแสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างการเป่าลมโดยใช้ลมอัดจากเครื่องอัดอากาศ (Compressed Air) และการใช้ระบบมีดลม (Blower driven Air Knife) สำหรับชิ้นงานรูปทรงแบนราบ ซึ่งจะพบว่ายิ่งปริมาณการใช้ลมมากเท่าไร ปริมาณผลประหยัดที่ได้จากระบบมีดลมจะยิ่งมีสูงขึ้น

การใช้พลังงานสำหรับการเป่าลมโดยใช้อากาศอัดโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับความดันและขนาดของรูซึ่งสามารถแสดงได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงปริมาณอากาศอัดที่รั่วและการสูญเสียพลังงานต่อชั่วโมง

ปริมาณอากาศที่รั่วที่ความดัน 700 kPa หรือ 7 bar, 100 psig (ลิตร/วินาที)	เทียบเท่าขนาดรู (mm)	พลังงานสูญเสีย (kWh)
0.2	0.4	133
0.8	0.8	532
3.2	1.6	2,128
12.8	3.2	8,512

ปริมาณอากาศที่รั่วที่ความดัน 700 kPa หรือ 7 bar, 100 psig (ลิตร/วินาที)	เทียบเท่าขนาดรู (mm)	พลังงานสูญเสีย (kWh)
51.2	6.4	34,080
204.8	12.7	136,192

โดยทั่วไป การผลิตลมอัดที่ความดันประมาณ 7 บาร์และจ่ายให้กับหัว Nozzle เพื่อเป่าแห้งชิ้นงานที่ความดันประมาณ 2-5 บาร์สามารถทดแทนได้ด้วยระบบมีดลมที่ผลิตลมด้วยพัดลม (Blower) ที่ความดันประมาณ 0.3 บาร์และจ่ายผ่านมีดลม (Air Knife) ที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถเป่าแห้งชิ้นงานได้ตามคุณภาพที่ต้องการ

ดังนั้นในการประยุกต์ใช้มีดลมหากทราบปริมาณการใช้ลมอัดและปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ของระบบเดิม แล้วนำมาเปรียบเทียบกับระบบมีดลมที่สามารถใช้ทดแทนในขณะที่ยังคงไว้ซึ่งคุณภาพเหมือนเดิม ก็จะเกิดผลประหยัดพลังงานซึ่งมีค่าประมาณ 30-50% เป็นอย่างน้อย

4. สภาพที่เหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี

โดยทั่วไปสามารถแบ่งประเภทของมีดลมตามความเร็วของลมที่ใช้ได้กว้างๆ ออกเป็น 3 ประเภทคือ

- ความเร็วลมต่ำ (ความเร็ว 5,000 - 18,000 ฟุต/นาที) เหมาะสำหรับ
 - เป่าฝุ่น หรือเม็दनน้ำบนผิวที่เรียบ
 - เป่าป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตย์ (Static)
 - ควบคุมความหนาในการเคลือบผิว (Coating)
 - กระบวนการผลิตที่เดินอย่างช้าๆ
- ความเร็วลมปานกลาง (ความเร็ว 16,000 - 32,000 ฟุต/นาที) เหมาะสำหรับ
 - ไล่หยดน้ำออกจากขวดหรือกระป๋อง
 - เป่าแห้งของหมักพิมพ์
 - ควบคุมความหนาในการเคลือบผิว (Coating)
 - ไล่น้ำ 80-95% จากกระบวนการผลิต
- ความเร็วลมสูง (ความเร็ว 30,000 - 40,000 ฟุต/นาที) เหมาะสำหรับ
 - กระบวนการผลิตที่เดินอย่างรวดเร็ว
 - เป่าชิ้นส่วนที่รูปร่างซับซ้อน (Complex shaped parts)
 - เป่าเศษชิ้นส่วนในรู (Clearing holes of debris)

5. กลุ่มเป้าหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

กลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้แก่

- โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม
- โรงงานผลิตชิ้นส่วนโลหะ
- โรงพิมพ์
- ฯลฯ

6. ราคาของเทคโนโลยี

ราคาของระบบมีดลมสำหรับการเป่าแห้งหรือไล่ความชื้น จะขึ้นอยู่กับขนาดติดตั้งของระบบ โดยจากข้อมูลที่อ้างอิงจาก DOE ประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า ราคาของระบบจะอยู่ประมาณ 375 บาทต่อ CFM

Case Applications	Technology Replaced	Investment
Metal can, metal sheet drying	Gas convection oven	6,000 USD for 600 CFM air blow capacity
Fruit dewatering	Compressed air dry blow	7,500 USD for 600 CFM air blow capacity

Reference : USDOE 2000

7. ระยะเวลาคืนทุนของเทคโนโลยี

จากข้อมูลจากการศึกษาการติดตั้งในประเทศสหรัฐอเมริกา เทคโนโลยีการใช้มีดลมสำหรับการเป่าแห้งและไล่ความชื้นในอุตสาหกรรมโลหะและอุตสาหกรรมอาหารจะมีระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่า 1 ปี สำหรับกรณีที่มีการใช้งานประมาณ 5,000 ชั่วโมงต่อปี

8. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีการใช้มีดลมไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

9. ความแพร่หลายและศักยภาพการขยายผลในประเทศไทย

จากการตรวจสอบกับผู้จำหน่ายและฐานข้อมูลโรงงานอาคารควบคุมของ พพ. ประมาณการว่ามีการนำเทคโนโลยีการเป่าแห้งหรือลดความชื้นโดยใช้มีดลมไปประยุกต์ใช้แล้วกับสถานประกอบการประมาณไม่เกิน 3% ของจำนวนสถานประกอบการที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้ (ประมาณ 100 แห่งจาก 3,606 แห่ง)

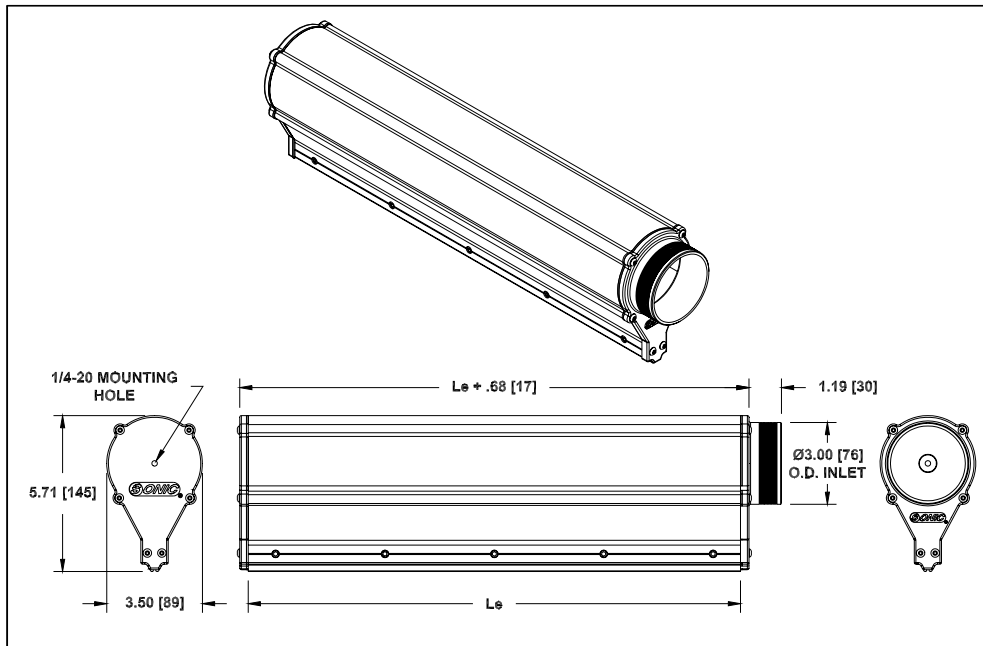
โดยเมื่อพิจารณากลุ่มเป้าหมายการใช้เทคโนโลยีนี้ในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพแล้วพบว่า เทคโนโลยีนี้สามารถขยายผลในสถานประกอบการที่มีการใช้พลังงานรวมกันประมาณ 17,917 ktoe ตามข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศ

ในปี 2553 ⁽³⁾ และจากการประมาณการในกรณีที่ 20% ของสถานประกอบการที่มีศักยภาพเหล่านี้เทคโนโลยีไป
ประยุกต์ใช้จะทำให้เกิดผลประหยัดพลังงานให้กับประเทศได้ปีละประมาณ 451 ล้านบาท

10. ตัวอย่างกรณีศึกษา⁽³⁾

ตัวอย่างข้อมูลด้านเทคนิคของ Air knife ยี่ห้อ Sonic ขนาด 3" รุ่น

High Velocity 3" XE Air knife



Component Specifications

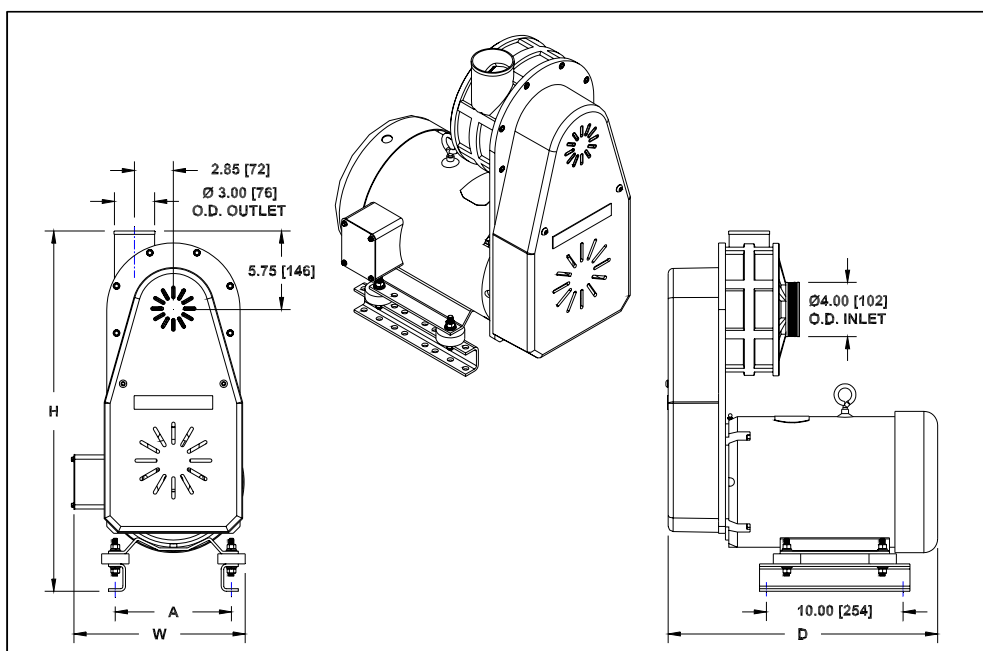
<i>Description</i>	Airknife-3" XE %%.%%"LG Hard Anodized Aluminum
<i>Sonic Part Number</i>	12852-%%.%% ⁽¹⁾
Stock Slot Lengths (L_s) [in (mm)]	2.0 (51), 6.0 (153), 12.0 (305), 18.0 (458), 20.0 (508), 24.0 (610), 30.0 (762), 36.0 (915), 42.0 (1,067), 48.0 (1,220), 60.0 (1,524), 72.0 (1,829), 84.0 (2,134), 96.0 (2,439)
Maximum Custom Slot Length (L_s)	196.0 inches (4,880 mm)
Inlet Orientations	View Orientations
Air Flow Rate	3.5 cfm/in (1.7 lps/m) to 16.9 cfm/in (8.0 lps/m)
Maximum Air Discharge Velocity	38,000 fpm (11,580 mpm)
Temperature Range	-40°F (-40°C) to 275°F (135°C)

Material	6063-T6 Aluminum
Finish	Hard Anodize
Approximate Weight	2.75 lbs/ft (4.1 kg/m)

(1) %%.%% denotes effective slot length in inches

ส่วนประกอบของระบบมีดลม

พัดลมความเร็วสูง (Blower)



Component Specifications

<i>Description</i>	Blower – Sonic 70				Blower –Sonic 70 Water Cooled			
	<i>Sonic P/N</i>	19108	19123	19135	19150	19162	19177	19189
Output Flow Rate	50 cfm (24 lps) to 700 cfm (331 lps)				50 cfm (24 lps) to 700 cfm (331 lps)			
Ambient Temperature	10°F (-12°C) to 105°F (40°C)				10°F (-12°C) to 105°F (40°C)			
Air Temperature Range	< 125°F (52°C)				125°F (52°C) to 400°F (205°C)			
Motors Available	3 Hp	5 Hp	7.5 Hp	10 Hp	3 Hp	5 Hp	7.5 Hp	10 Hp
Width (W)	11.00 in (280 mm)	11.00 in (280 mm)	11.00 in (280 mm)	12.50 in (318 mm)	11.00 in (280 mm)	11.00 in (280 mm)	11.00 in (280 mm)	12.50 in (318 mm)
Depth (D)	16.56 in (421 mm)	18.0 in (458 mm)	19.63 in (499 mm)	21.00 in (534 mm)	16.56 in (421 mm)	18.0 in (458 mm)	19.63 in (499 mm)	21.00 in (534 mm)
Height (H)	25.0 in (635	25.0 in (635	25.0 in (635	25.56 in (650	25.0 in (635	25.0 in (635	25.0 in (635	25.56 in (650 mm)

	mm)	mm)	mm)	mm)	mm)	mm)	mm)	
Mounting Pattern (A)	7.5 in (191 mm)	7.5 in (191 mm)	7.5 in (191 mm)	8.5 in (216 mm)	7.5 in (191 mm)	7.5 in (191 mm)	7.5 in (191 mm)	8.5 in (216 mm)
Approximate Weight	103 lbs (46.8 kg)	119 lbs (54.1 kg)	133 lbs (60.5 kg)	161 lbs (73.2 kg)	103 lbs (46.8 kg)	119 lbs (54.1 kg)	133 lbs (60.5 kg)	161 lbs (73.2 kg)
Replacement Belt P/N								
Pulley 1.50 to 2.20 Diameter	12235	12235	12235	12235	12235	12235	12235	12235
Pulley 2.70 Only	12626	12626	12626	12626	12626	12626	12626	12626

ค่าใช้จ่ายในการผลิตลมอัด	Blow-off* Coverage			ความดันอากาศ		ค่าคำนวณ	ค่าใช้จ่ายรายปี (บาท)		
	ความยาว	จำนวน	ขนาดรู	บาร์เกจ	SCFM	กิโลวัตต์	1 กะ	2 กะ	3 กะ
ท่อเจาะรูและหัวฉีด	304.8	6	3.175	4.76	115	21.48	93,948	187,897	281,846
หัวฉีดแบบหวี	304.8	6	N/A	4.76	167.3	41.8	136,639	273,278	409,916
ตัวเพิ่มปริมาณลม (Air Amplification Knife)		N/A	0.0508	4.76	31.2	7.8	25,485	50,969	76,454

ค่าใช้จ่ายในการผลิตลมจากพัดลมความเร็วสูง	Blow-off* Coverage	ความดันอากาศ		ค่าคำนวณ	ค่าใช้จ่ายรายปี		
		บาร์เกจ	SCFM	กิโลวัตต์	1 กะ	2 กะ	3 กะ
Sonic Blower w/ Sonic XE Air Knife	12	0.14	120	1.4174	6,093	12,186	18,278

ผลประหยัด (เทียบจากตารางข้างบน)	ค่าใช้จ่ายในการผลิตลมอัด	ค่าใช้จ่ายในการผลิตลมจากพัดลมความเร็วสูง	ผลประหยัด
ต่อชั่วโมงการทำงาน	45	3	42
8 ชม./วัน, 5 วัน/สัปดาห์	1,807	117	1,689
8 ชม./วัน, 22 วัน/เดือน	7,950	516	7,434

หมายเหตุ

การคำนวณในตารางเป็นการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการใช้ชุด Blower driven Air Knife for Drying ของ Sonic ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศและหัวฉีดมีดังนี้

- ข้อมูลหัวฉีดและรู (Nozzle & Orifice Data) - Ingersoll Rand
- ข้อมูลหัวฉีดแบบหวี (Air Comb Data) - Spraying Systems Co. WindJet AA727-15
- Sonic Data = Sonic 70 Blower w/ 3" Sonic XE Air Knife

11. แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- [1] ข้อมูลจาก Web site ของ บริษัท Sonic Air System; http://www.sonicairsystems.com/air_knives.php
- [2] ข้อมูลจาก Web site ของ บริษัท Secomak; <http://www.secomak.com/index.htm>
- [3] ข้อมูลจาก Web site ของบริษัท Air Control Industry ; <http://www.aircontrolindustries.com>
- [4] รายงานพลังงานประเทศไทย ปี 2553