

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU QUẠT Mixed Flow & HỆ THỐNG

Nhằm nâng cao hiệu suất, giảm ồn

Nguyễn Hùng Tâm

Giảng viên Khoa Cơ khí và Công nghệ E-mail: hungtamng66@gmail.com

ABSTRACT

Noise from grain drying fans is a frequent concern for people who own, operate or live near grain handling facilities. Axial fans (AF), the noisiest type of fan, are the most common type used at many grain drying facilities. For reducing noise and improving efficiency, the *mixed flow fans* were designed, fabricated and tested. The results show that: the mixed flow fans is quiet and more compact than AF, the total efficiency is about 50 – 55%, and with the silencer the fans noise can reduce more than 6dB(A). The mixed flow fans were used for agro product flatbed dryer, food tray dryer, grains cleaner.

DẪN NHẬP

Quạt là máy dùng vận chuyển không khí từ nơi này sang nơi khác được sử dụng nhiều trong các lĩnh vực khác nhau như thông thoáng nhà xưởng chuồng trại, các hệ thống nung nóng làm lạnh, trong các máy sấy... Quạt có thể tạm chia thành 2 loại chính: quạt li tâm (LT) và quạt hướng trục (HT). Quạt LT với những ưu điểm như hiệu suất cao; có nhiều dạng cánh khác nhau đáp ứng tùy theo yêu cầu sử dụng; ít ồn nhưng công kênh khó chế tạo lắp đặt. Quạt HT có lưu lượng lớn, nhỏ gọn dễ lắp đặt hơn nhưng ồn và có hiệu suất thấp hơn so với quạt LT cùng cỡ. Ngoài ra dựa trên hệ số quay nhanh n_s (phụ thuộc vào lưu lượng, cột áp và số vòng quay của quạt) mà người ta có thể chọn quạt LT hay HT tương ứng. Một vấn đề đặt ra là làm sao có được dạng quạt có các ưu điểm của cả quạt HT và LT, và khắc phục được các nhược điểm trên.

Từ những năm 80, Khoa Cơ khí Công nghệ trường đại học Nông Lâm tp HCM đã thiết kế chế tạo các mẫu quạt HT có lưu lượng 4, 6, 8m³/s ở mức tĩnh áp 30-40 mmH₂O khá tốt: hiệu suất khoảng 40%, gọn, và đã chuyển giao công nghệ chế tạo cho nhiều cơ sở sản xuất. Tuy nhiên loạt quạt này có hiệu suất trung bình và khá ồn (> 94dB(A)); vì vậy việc tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện nhằm nâng cao hiệu suất và giảm độ ồn đã được lưu ý và liên tục cải tiến.

Trong nhiều năm qua, một số viện nghiên cứu, công ty trên thế giới như Cimbria (Đan mạch), Eraba (Nhật), Greenheck (Mỹ)... đã nghiên cứu dạng quạt mixedflow (MF) nhằm kết hợp các ưu điểm của quạt LT có hiệu suất cao, ít ồn và ưu điểm của quạt HT có lưu lượng lớn, nhỏ gọn dễ chế tạo và lắp đặt, và đã được sử dụng nhiều trên các lĩnh vực khác nhau.

Tuy nhiên cho đến nay cũng chưa có tài liệu thông tin cụ thể nào để tính toán thiết kế quạt MF này, nếu có thì chỉ một ít về bơm MF, hơn nữa đây cũng là bí quyết của các công ty lớn với doanh thu và lợi nhuận cao. Vì vậy trên cơ sở các tài liệu liên quan về tính toán thiết kế quạt LT, HT và bơm MF; và các kinh nghiệm về thiết kế chế tạo khảo nghiệm quạt LT, HT chúng tôi đã mạnh dạn cố gắng nỗ lực tổng hợp tài liệu, thiết kế chế tạo khảo nghiệm dạng quạt MF này nhằm nâng cao hiệu suất chung, giảm độ ồn, tăng độ nhỏ gọn để phục vụ sản xuất trong nước tốt hơn.

MỤC ĐÍCH ĐỀ TÀI

Dựa trên nhiều kinh nghiệm, và các kết quả thiết kế, khảo nghiệm quạt HT, LT, mẫu quạt MF được chọn thiết kế cần đạt các yêu cầu sau:

- Hiệu suất chung phải cao hơn 40%.
- Ít ồn hơn và nhỏ gọn, và
- Có thể kết hợp với các bộ tiêu âm (TA) giảm độ ồn để hệ thống sử dụng quạt có độ ồn chung thấp nhất.

CÁC THÔNG TIN, TÀI LIỆU LIÊN QUAN.

Đề tài được thực hiện từng bước chặt chẽ gồm tra cứu tổng hợp phân tích chọn lọc:

- Các thông tin kỹ thuật về quạt HT, MF của các công ty Cimbria, Greenheck, Trane: lưu ý cụ thể về kích thước chung, hiệu suất và độ ồn.
- Các tài liệu tính toán, sổ tay thiết kế quạt LT, HT và bơm MF.
- Các kết quả, kinh nghiệm về thiết kế chế tạo khảo nghiệm quạt LT, HT của tác giả

PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

Các bước thực hiện

- 1) Tra cứu, tổng hợp các tài liệu liên quan.
- 2) Thiết kế chế tạo quạt MF.
- 3) Thiết kế các bộ phận làm giảm ồn.
- 4) Khảo nghiệm quạt, quạt và hệ thống.
- 5) Sử dụng quạt MF vào một số hệ thống máy.

Phương pháp tính toán thiết kế.

Các số liệu tính toán ban đầu được chọn dựa vào các thông tin về quạt MF của các công ty kể trên. Dạng Quạt MF này và bộ giảm ồn đã được thiết kế trên cơ sở mô hình lựa chọn các thông số hợp lý, có kế thừa kinh nghiệm thiết kế quạt LT và HT, chế tạo và khảo nghiệm nhằm xác định ảnh hưởng của các thông số tới hiệu suất và độ ồn, theo phương pháp thử và loại dần sai số khi thiết kế.

Phương pháp khảo nghiệm quạt

Quạt sau khi được thiết kế chế tạo sẽ được khảo nghiệm dựa vào tiêu chuẩn khảo nghiệm quạt JIS 8330-B của Nhật nhằm xác định lưu lượng, cột áp, công suất tiêu thụ, hiệu suất và độ ồn.

Dụng cụ và Phương pháp đo:

Các số liệu thu thập được dựa theo tiêu chuẩn JIS 8330-B.

Nhằm đạt độ chính xác cao, tĩnh áp và lưu lượng được đo bằng các dụng cụ đo như áp kế chữ U, áp kế giếng (Cistern), áp kế nghiêng (inclined) với đơn vị đo là mmH₂O, và áp kế điện tử với đơn vị đo là Pa. Số vòng quay, công suất tiêu thụ, độ ồn được bằng các dụng cụ đo hiện số tương ứng, với các thang đo phù hợp.

Bảng tính Excels đã được sử dụng để tính toán các kết quả thông qua các công thức trung gian.

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ QUẠT

Nhằm có thể đáp ứng nhu cầu sử dụng quạt MF vào các máy sấy nông sản thực phẩm, máy làm sạch, thông thoáng.. các thông số ban đầu đã được chọn như sau:

Lưu lượng: với các mức 0,5; 1; 2, 4 và 6 m³/s

Tĩnh áp: với 2 mức 30 - 40 và 70 - 80 mmH₂O.

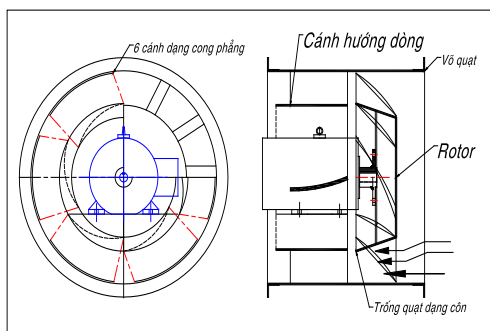
Độ ồn: < 85dB(A)

Nhằm chuẩn hóa mẫu quạt và có thể sử dụng lắp trực tiếp trên mô tơ điện, số vòng quay quạt được chọn ở 2 mức 1450 và 2900 v/ph.

Có thể kết hợp với bộ giảm âm (TA) nhằm giảm độ ồn cho hệ thống máy có sử dụng quạt.

KẾT QUẢ THIẾT KẾ KHẢO NGHIỆM QUẠT:

1/ Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của quạt MF:



Hình 1a: Bản vẽ chung quạt MF.

Hình 1b: Quạt MF.

Quạt MF đã được thiết kế chế tạo như (H.1a – 1b), có cấu tạo gần giống như quạt HT, bao gồm vỏ quạt dạng hình trụ, bên trong có rotor được lắp trực tiếp trên mô tơ điện hoặc trên trục được kéo thông qua bộ truyền đai. Điểm khác với quạt HT là trống quạt có dạng hình trụ côn với độ dốc thay đổi tăng dần theo hướng gió đi vào, với tỷ số $\varphi = d_{tr}/D_{ro}$ (đường kính trống/ đường kính rotor) từ 0,6-0,7 nhằm có thể nâng cao tĩnh áp. Số cánh ít hơn (từ 6-8 cánh) nhằm có thể nâng cao hiệu suất và giảm ồn. Dạng cánh cong xoắn, với bề rộng cánh ở phần đầu cánh lớn hơn ở chân cánh để giảm ồn.

2/ Một số kết quả khảo nghiệm quạt MF:

Một loạt quạt MF có đường kính rotor từ 320, 380, 500, 640, 700, 750, và 900mm đã được thiết kế chế tạo và khảo nghiệm. Các kết quả thu được khá khả quan, một số kết quả được trình bày tóm tắt dưới đây.



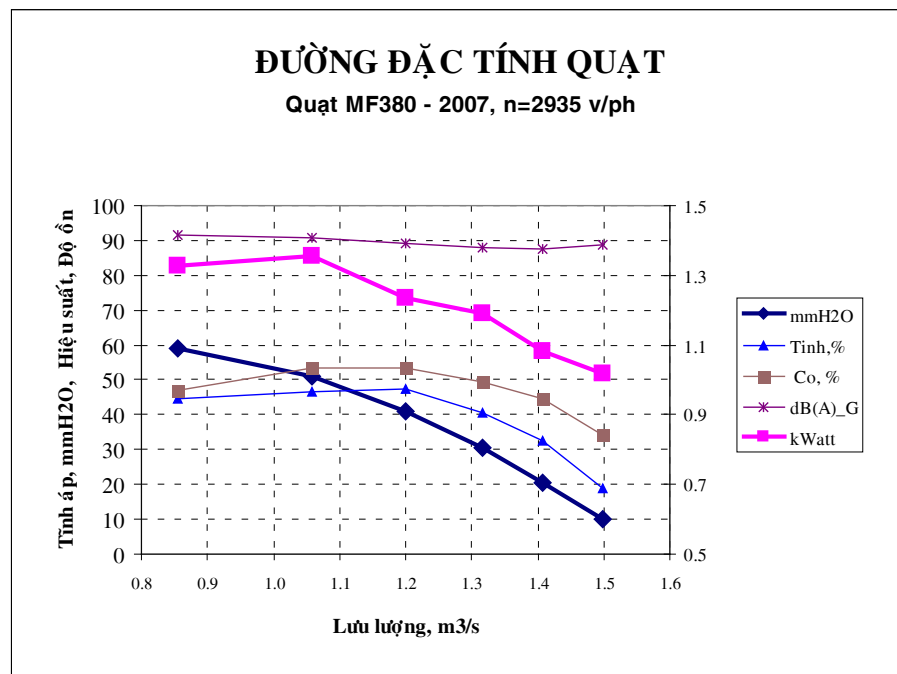
Hình 2: Các quạt MF với đường kính roto từ 320 – 900mm

2.1 Kết quả khảo nghiệm quạt MF 1-40-2900

Bảng 1: Kết quả khảo nghiệm quạt MF 1-40-2900

M ³ /s	mmH ₂ O	kWatt	Tinh, %	Co, %	dB(A)_G
0.86	59.1	1.33	44.77	46.84	91.6
1.06	51.0	1.36	46.53	53.61	90.6
1.20	40.8	1.23	47.37	53.61	89.3
1.32	30.6	1.19	40.64	49.23	87.9
1.41	20.4	1.08	32.66	44.51	87.7
1.50	10.2	1.02	18.77	34.20	88.7

Với M³/s, mmH₂O, kWatt, tinh %, Co %, dB(A)_G là lưu lượng, tĩnh áp, công suất tiêu thụ, hiệu suất tĩnh, hiệu suất chung, và độ ồn trên trục tâm quạt.



Hình 3: Đường đặc tính quạt MF 1-40-2900

Quạt MF 1-40-2900 có đường kính 380mm, số vòng quay n= 2950 v/ph với $\phi = 0,7$ cho thấy: ở mức tĩnh áp 40-50 mmH₂O quạt có lưu lượng 1 - 1,2m³/s, có hiệu suất chung khá cao > 50%. Do quạt quay nhanh 2950 v/ph độ ồn ở mức 90dB(A) và độ ồn ở vị trí bên phải và trái quạt đều nhỏ hơn ở giữa khoảng 4-5dB(A). Độ ồn này hơi cao nhưng thấp hơn nhiều so với quạt HT cùng cỡ (> 94dB(A)), so sánh với quạt HT cùng cỡ quạt MF này có kích thước gọn hơn, sẽ được so sánh tiếp tục ở các khảo nghiệm sau. Nhằm giảm độ ồn hơn nữa với dạng quạt quay nhanh này một thiết bị giảm âm (TA) cũng đã được chế tạo lắp đặt và khảo nghiệm các kết quả thu được trình bày trong bảng 1b và hình 3b.

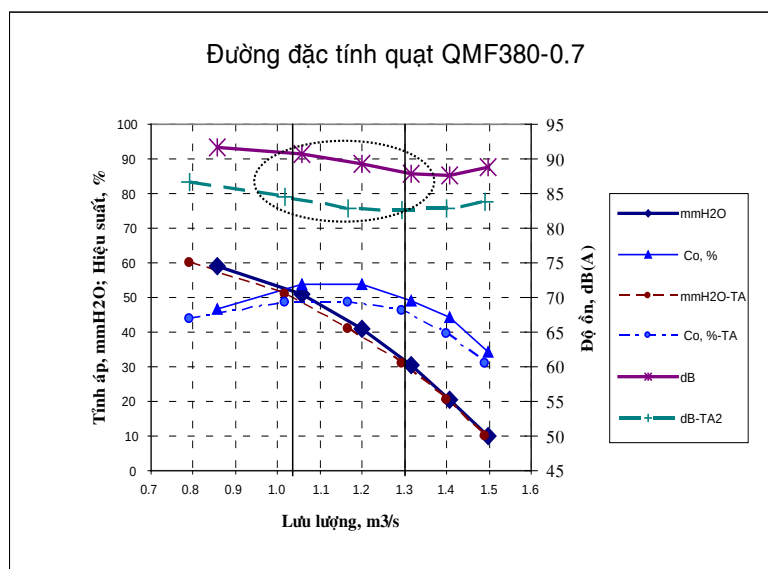
Bảng 1b: Kết quả khảo nghiệm quạt MF 1-40-2900 có lắp bộ TA

M ³ /s	mmH ₂ O-TA	kWatt	Tinh, %	Co, %-TA	dB(A)-TA
0.79	60.0	1.32	42.11	43.75	86.7
1.02	51.0	1.35	44.78	48.56	84.6
1.17	41.0	1.31	43.19	48.56	82.9
1.29	30.8	1.24	38.26	46.00	82.6
1.40	20.4	1.18	29.09	39.49	82.8
1.49	10.2	1.09	17.20	31.17	83.8

Qua các khảo nghiệm cho thấy, bộ TA có thể lắp trước quạt, sau quạt và lắp cả trước và sau. Tuy nhiên các kết quả cho thấy khi lắp TA sau quạt, hiệu quả giảm ồn không rõ rệt. Khi lắp TA trước quạt độ ồn giảm rõ rệt từ 89 – 90 xuống còn 83-84 dB(A), Tuy nhiên bộ TA này làm hiệu suất chung giảm từ 53% xuống 48%.

2.2 Kết quả khảo nghiệm quạt MF 1-30-1450:

Quạt MF 1-30-1450 có đường kính 500mm, $n = 1450$ v/ph với $\phi = 0,7$ cho thấy: ở mức tĩnh áp 25-30 mmH₂O quạt có lưu lượng 1 - 1,2m³/s ứng với hiệu suất tĩnh và chung khá cao > 50%. Độ ồn khá thấp từ 80 – 82dB(A) được trình bày cụ thể dưới đây.



Hình 3b: Đường đặc tính quạt MF 1-40-2900 có bộ TA trước quạt

Bảng 2: Kết quả khảo nghiệm quạt MF 1-30-1450.

M ³ /s	mmH ₂ O	kWatt	Tĩnh, %	Co, %	dB(A)-G
0.85	35.9	0.95	44.39	45.74	81.4
1.04	30.3	0.89	50.42	53.17	80.3
1.21	25.5	0.87	51.18	55.64	82.3
1.38	20.8	0.84	49.83	56.77	82.2
1.58	15.3	0.78	47.25	58.91	81.9

Các kết quả cho thấy quạt có hiệu suất khá cao và độ ồn thấp khoản 80-82dB(A). Qua kết quả trên rút ra nhận xét nếu lưu ý đến độ ồn có thể thiết kế quạt ở số vòng quay 1450 v/ph .

2.3 Kết quả khảo nghiệm Quạt MF 4-40-1450.

Nhằm so sánh độ nhỏ gọn, hiệu suất, và độ ồn của quạt MF so với quạt HT, một quạt HT nhập ngoại đã được sử dụng để so sánh. Quạt HT 700 có đường kính roto 700mm, có 14 cánh dạng khí động được đúc bằng nhôm, có tỷ số $\phi = 0,61$ lắp trực tiếp trên mô tơ điện 5,5kW, $n=1450$ v/ph; và một roto quạt MF 700 (H.4) cũng có cùng đường kính 700mm, 6 cánh dạng cong xoắn, có tỷ số $\phi = 0,60$ cũng đã được thiết kế chế tạo để thay thế roto HT700 lắp trên quạt này. Các kết quả khảo nghiệm được trình bày dưới đây:

Bảng 3a: Kết quả khảo nghiệm quạt HT 700 zin-nhôm

M ³ /s	mmH ₂ O	kWatt	Tinh, %	Co, %
1.47	37.9	3.23	23.30	24.16
1.90	33.6	3.03	29.23	31.27
2.99	30.1	3.44	33.44	39.88
3.53	25.0	3.63	30.60	40.52
3.94	19.9	3.56	27.85	41.95

Nhận xét: ở mức tĩnh áp 30mm, quạt HT 700 có lưu lượng (Q) là 3m³/s với hiệu suất khoảng 40%, độ ồn 93-97 dB(A).

Bảng 3b: Kết quả khảo nghiệm quạt MF 700.

M ³ /s	mmH ₂ O	kWatt	Tinh, %	Co, %	dB(A)_G
2.00	69.9	5.15	31.39	32.55	93.3
2.49	61.7	4.81	37.30	39.71	92.5
3.43	51.5	4.79	43.14	49.48	92.4
3.98	41.7	4.60	42.59	53.01	92.6
4.22	30.0	4.50	33.35	46.13	93.1

Bảng 3c: Kết quả khảo nghiệm quạt MF 700 và TA lắp trước quạt.

M ³ /s	mmH ₂ O	kWatt	Tinh, %	Co, %	dB(A)_TA
1.96	70.2	5.29	29.96	31.03	87.1
2.55	60.6	4.93	36.54	39.07	87.5
3.45	51.6	4.89	42.40	48.69	86.4
4.08	41.3	4.77	41.44	52.22	84.7
4.41	30.1	4.44	35.55	50.37	84.8

Qua số liệu bảng 3b, 3c cho thấy quạt MF 700 có hiệu suất khá cao và độ ồn thấp so với quạt HT cùng cỡ. Ở mức tĩnh áp 30mm quạt HT có Q=3m³/s so với quạt MF có Q= 4,2m³/s hay nói cách khác nếu cùng mức Q và tĩnh áp quạt MF đã được thiết kế có đường kính nhỏ gọn hơn so với quạt HT. Quạt MF có độ ồn thấp hơn 2dB(A) nhưng vẫn còn cao khoảng 92-93dB(A) do đó 1 bộ TA có kích thước dài bằng đường kính và có đường kính trong bằng 1,05 đường kính roto cũng đã được chế tạo và khảo nghiệm với quạt. Với bộ TA lắp trước quạt độ ồn giảm rõ rệt xuống còn 85-87 dB(A) và ở mức tĩnh áp 40 – 50 mm H₂O, hiệu suất giảm không đáng kể. Các kết quả trên cho thấy các thông số thiết kế khá hợp lý, đã nâng cao rõ rệt lưu lượng và hiệu suất quạt; độ ồn có giảm và giảm nhiều hơn nếu có sử dụng bộ TA.

KẾT QUẢ ỨNG DỤNG

Từ năm 2003, các mẫu quạt MF đã được chế tạo và khảo nghiệm, và liên tục cải tiến khá hoàn chỉnh, và đã được đưa vào sử dụng. Các quạt MF này đã được lắp cho các máy sấy nông sản, thực phẩm và máy làm sạch lúa giống 600kg/h.

Quạt MF 1.2-40-1450 + TA (H. 5) đã được lắp với máy sấy nhãn trái nhằm giảm độ ồn đạt dưới 80dB(A), 5 máy sấy này đã được lắp tại cơ sở chế biến nhãn Hai Mật, Cai lậy tỉnh Tiền Giang đã được chủ cơ sở đánh giá cao.

Quạt MF 1.0-30-1450 +TA (H. 6) liên hợp với lò đốt than đá và bộ trao đổi nhiệt đã được lắp cho máy sấy cơm nhãn, khô cá, khoai mỡ, mì trứng, nui tại các tỉnh Tiền Giang, Kiên Giang và TP HCM. Nhằm giảm tối đa độ ồn, quạt đã được lắp với bộ TA ở phía trên lò đốt với miệng hút hướng lên trên.

Các quạt MF 1-40-2900, MF 2-40-1450, MF 4-40-1450 cũng đã được sử dụng để sấy nông sản.

Quạt MF 0.5-100-2900 (H. 7) cũng đã được chế tạo nhằm thay thế quạt li tâm sử dụng trong máy làm sạch lúa. Quạt MF này liên hợp với cyclone hướng trục đã cho thấy mức nhỏ gọn và dễ lắp đặt của hệ thống quạt.

KẾT LUẬN

Mẫu quạt MF đã được nghiên cứu chế tạo hoàn chỉnh dựa trên nhiều kinh nghiệm tích lũy, có kết quả khá tốt, đã từng bước được đưa vào phục vụ sản xuất. Quạt MF có hiệu suất khá cao, ít ồn và nhỏ gọn đáp ứng được yêu cầu đề ra. Việc giảm ồn đã góp phần nâng cao điều kiện làm việc cho công nhân vận hành máy, đảm bảo sức khỏe công nhân và cộng đồng chung quanh khu vực lắp máy.



Hình 4: quạt HT 700 và thay thế bằng RotoMF 700



Hình 5: quạt MF 1,2-40-1450 sử dụng cho máy sấy nhãn trái.



Hình 6: Quạt MF 1-30-1450 + TA với miệng hút lắp hướng lên trên nhằm giảm độ ồn. <80dB(A)



Hình 7: Quạt MF 0.5-100-2900 liên hợp với cyclone HT dùng cho máy làm sạch lúa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

NGUYỄN HÙNG TÂM, 2006 *Giáo trình bơm quạt dùng trong nhiệt lạnh*. Sử dụng nội bộ.

TCVN 3985-1999. Âm học, mức ồn cho phép tại các vị trí làm việc.

TCVN 5965-1995. Âm học và đo tiếng ồn môi trường, áp dụng các biện pháp giới hạn.

Tiếng Anh

ASAE (American Society of Agricultural Engineers).1995. *Yearbook 1994*

ASHRAE handbook, 2004. *Systems and Equipment*

BLEIER, FRANK P. 1997. *Fan Handbook: selection, application, and design*. McGraw-Hill 1998.

CENGEL Y. A. 2006. *Fluid mechanics: Fundamentals and Applications*. McGraw-Hill. Singapore.

ECK B. 1973. *Fans: Designs and operation of centrifugal, axial-flow, and cross-flow fans*. Pergamon Press, Oxford, England.

JAPANESE MINISTRY OF TRADE AND INDUSTRY. 1968. *Japanese Industrial Standards: Testing methods for fans and blowers*. Tokyo, Japan.

US Department of Energy, 2003. *Improving Fan system performance*. A sourcebook for industry.