

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบไซโคลน

นาย ปณตสรณ์ สุจายนนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541
ISBN 974-331-811-7
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

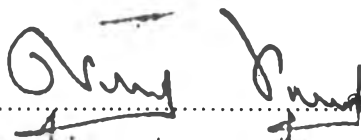
A COMPUTER PROGRAM FOR CYCLONE DESIGN

Mr. Panotson Sujayanont

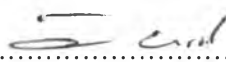
**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Mechanical Engineering
Department of Mechanical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1998
ISBN 974-331-809-7**

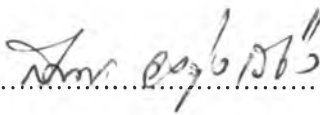
หัวข้อวิทยานิพนธ์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบไซโคลน
โดย นายปณตสรณ์ สุทยานนท์
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จรุงเรือง

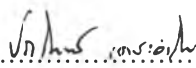
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

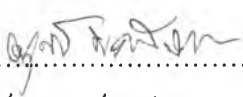

.....บัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จรุงเรือง)


.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ เดชะอำไพ)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ตูลย์ มณีวัฒนา)

ปณตสรรค สุจนานนท์ : โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบไซโคลน
(A COMPUTER PROGRAM FOR CYCLONE DESIGN) อ.ที่ปรึกษา :
รศ.ดร. สมศรี จรุงเรือง ; 118 หน้า. ISBN 974-331-811-7.

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะออกแบบไซโคลนให้เหมาะสมกับสภาวะเข้าไซโคลนที่แตกต่างกัน และใช้ผลที่ได้เป็นข้อมูลทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับการออกแบบไซโคลน ในการศึกษาจะพิจารณาถึงค่าความเข้มข้นของอนุภาคที่ออกจากไซโคลนสู่บรรยากาศให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพอากาศ ความเร็วของแก๊สตกตรงทางเข้าจะต้องไม่ทำให้อนุภาคของแข็งตกตะกอนก่อนเข้าสู่ไซโคลนและความเร็วของการไหลเข้าจะต้องทำให้อนุภาคของแข็งตกตะกอนลงมาก่อนออกจากไซโคลน ผลการคำนวณที่ได้จากโปรแกรมจะถูกเปรียบเทียบกับบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารและผลจากการทดลองของไซโคลนชนิด high efficiency, medium throughput

ผลที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์และบทความของ Koch W.H. and Licht W.L., Coker A.K. จะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ผลที่ได้จากการทดลองจะมีความแตกต่างสูงสุดจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์อยู่ 20.2% สำหรับความดันลด

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิติต ปณตสรรค สุจนานนท์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

3970938921, MAJOR
KEY WORD: CYCLONE

MECHANICAL ENGINEERING

PANOTSON SUJAYANONT : A COMPUTER PROGRAM FOR CYCLONE DESIGN.
: THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SOMSRI CHONGRUNGREONG, Ph.D. 118 pp.
ISBN 974-331-811-7.

The objective of this research is to write a computer program for cyclone design suitable for various inlet conditions of cyclone, and to use the outcome as engineering information for cyclone design. The study is conducted by considering the concentration of particles emitted from cyclone to atmosphere which complying with air quality standard. The inlet contaminated gas velocity must not cause the solid particles settling down before entering the cyclone, and the inflow velocity must cause the solid particles settling down before leaving from the cyclone. Calculated results from the computer program will be compared with articles published in journals and results from the experiment of high efficiency, medium throughput cyclone.

Results from the computer program and the articles by Koch W.H. and Licht W.L., Coker A.K. are closely but the results from the experiment are maximum difference from the computer program by 20.2% for pressure drop.

ภาควิชา..... วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา..... วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา..... 2541

ลายมือชื่อนิสิต..... ปณตสรณ์ สุจิตานนท์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของ รศ.ดร.สมศรี จรุงเรือง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ ศ.ดร.ปราโมทย์ เดชะอำไพ และดร.ตุลย์ มณีวัฒนา ซึ่งได้ให้คำแนะนำ แนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยด้วยดีตลอดมา จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อความกรุณาจากคณะอาจารย์ และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณพี่ๆและเพื่อนๆนิสิตปริญญาโททุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยเหลือมาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยและคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ประโยชน์และคุณค่าอันใดที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นกตัญญูตราบูชาคุณแต่บิดามารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์.....	ฐ
บทที่1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
บทที่3 ทฤษฎี.....	8
3.1 หลักการทำงานของไซโคลน.....	8
3.2 ประสิทธิภาพของไซโคลน.....	12
3.3 ความเร็วฉับพลัน.....	14
3.4 การคำนวณค่าความดันสูญเสีย.....	16
3.5 ทฤษฎีสำหรับพัดลม.....	18
3.6 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับพัดลม.....	23
3.7 การเลือกออกแบบไซโคลน.....	23
บทที่4 มลภาวะอากาศ.....	26
4.1 ผลกระทบของมลภาวะทางอากาศ.....	26
4.2 หน่วยการวัดมลภาวะอากาศ.....	26

	หน้า
4.3 มาตรฐานมลภาวะทางอากาศ	27
4.4 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาค.....	28
บทที่ 5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์และการเปรียบเทียบ	31
5.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์	31
5.2 การเปรียบเทียบผลการคำนวณ	41
บทที่ 6 อภิปราย สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ	54
6.1 อภิปราย.....	54
6.2 สรุปผลงานวิจัย	60
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	60
รายการอ้างอิง.....	61
ภาคผนวก.....	62
ภาคผนวก ก. Source Code สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	63
ภาคผนวก ข. Input File สำหรับโปรแกรม.....	80
ภาคผนวก ค. การเลือกออกแบบไซโคลนตามประเภทของฝุ่น	84
ภาคผนวก ง. มาตรฐานคุณภาพอากาศ.....	88
ภาคผนวก จ. ตารางแสดงค่าความหนาแน่นของอนุภาค.....	94
ภาคผนวก ฉ. ชนิดของอนุภาคกับอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาค.....	97
ภาคผนวก ฉ. ชุดข้อมูลพัฒน YORK (DB DWDI)	107
ประวัติผู้เขียน.....	118

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงผลการทดลองการเผาผลาญย่อยประเภทใบไม้แห้ง, กิ่งไม้ และมูลฝอยประเภทกระดาษ สำหรับอัตราการไหลต่างๆ 4
2.2	แสดงสัดส่วนการออกแบบไซโคลนตามคุณสมบัติของเนตต่างๆ 6
3.1	ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์โมเมนต์ของพัดลม 21
3.2	แสดงสัดส่วนไซโคลนและอัตราส่วนของตัวประกอบรูปร่างกับการสูญเสียเนื่องจากความเร็ว..... 24
5.1	ตารางแสดงการกระจายอนุภาคของซีเมนต์..... 41
5.2	ตารางการเปรียบเทียบการคำนวณ 42
5.3	ตารางการเปรียบเทียบการคำนวณ 43
5.4	ตารางแสดงผลการทดลองสำหรับไซโคลนขนาด 32 cm จำนวน 1 ตัวและการเปรียบเทียบ..... 43
5.5	แสดงผลของความเข้มข้นของซีเมนต์ที่ออกสู่บรรยากาศ..... 46
5.6	ตารางชุดข้อมูลพัดลม 48
5.7	ชุดข้อมูลพัดลมและผลการคำนวณของ David K. Eads..... 49
5.8	ตารางชุดข้อมูลพัดลมและผลการคำนวณของโปรแกรม 49
5.9	แสดงผลการเปรียบเทียบการคำนวณของชุดข้อมูลพัดลม 50
5.10	แสดงผลการเปรียบเทียบของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 12.25" 51
5.11	แสดงผลการเปรียบเทียบของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 13.5" 51
5.12	แสดงผลการเปรียบเทียบของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 15.0" 52
5.13	แสดงผลการเปรียบเทียบของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 16.5" 52
5.14	แสดงผลการเปรียบเทียบของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 18.25" 50
ง.1	มาตรฐานการแพร่กระจายสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม..... 83
ง.2	มาตรฐานการแพร่กระจายสำหรับโรงงานไฟฟ้าใหม่ 84
ง.3	มาตรฐานการแพร่กระจายสำหรับโรงงานไฟฟ้าที่มีอยู่แล้ว..... 84
ง.4	มาตรฐานการแพร่กระจายสำหรับโรงงานไม่หิน..... 85
ง.5	มาตรฐานการแพร่กระจายสำหรับเตาเผา..... 86

ตารางที่	หน้า
ง.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ.....	87
จ.1 แสดงค่าความหนาแน่นของอนุภาค.....	89
ฉ.1 ชนิดของอนุภาคกับอุปกรณ์ดักเก็บอนุภาค.....	92
ฅ.1 ชุดข้อมูลพัลลม YORK (BI DWDI) ขนาด 12.25".....	103
ฅ.2 ชุดข้อมูลพัลลม YORK (BI DWDI) ขนาด 13.5".....	105
ฅ.3 ชุดข้อมูลพัลลม YORK (BI DWDI) ขนาด 15.0".....	107
ฅ.4 ชุดข้อมูลพัลลม YORK (BI DWDI) ขนาด 16.5".....	109
ฅ.5 ชุดข้อมูลพัลลม YORK (BI DWDI) ขนาด 18.25".....	111

รูปที่	หน้า
5.11 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นที่ออกสู่บรรยากาศของจีเอ็มบีจากการเผาไหม้ไบโอดีเซล, กังไม้แห้งกับมาตรฐานอากาศ.....	46
5.12 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นที่ออกสู่บรรยากาศของจีเอ็มบีจากการเผาไหม้กระดาษกับมาตรฐานอากาศ	47
6.1 ความสัมพันธ์ของความเร็วเข้าไซโคลนกับประสิทธิภาพย่อย	54
6.2 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นจริงของอนุภาคกับประสิทธิภาพย่อย	55
6.3 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเข้าไซโคลนกับประสิทธิภาพย่อย.....	56
6.4 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความเร็วกับขนาดของไซโคลน	57
6.5 กราฟเปรียบเทียบชนิดไซโคลนของ Stairmand กับประสิทธิภาพ.....	58
6.6 กราฟเปรียบเทียบชนิดไซโคลนของ Stairmand กับความดันสูญเสีย.....	58
6.7 แสดงปริมาณไฟฟ้าสำหรับการเผาผลาญประเภทไบโอดีเซล, กังแห้ง.....	59
6.7 แสดงปริมาณไฟฟ้าสำหรับการเผาผลาญประเภทกระดาษ	59
ค.2 กราฟแสดงการเลือกออกแบบไซโคลนของ Stairmand สำหรับประเภทฝุ่นหยาบ	84
ค.2 กราฟแสดงการเลือกออกแบบไซโคลนของ Stairmand สำหรับประเภทฝุ่นละเอียด	85
ค.2 กราฟแสดงการเลือกออกแบบไซโคลนของ Stairmand สำหรับประเภทฝุ่นละเอียดมาก	86
ฉ.1 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 12.25"	102
ฉ.2 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 13.5"	104
ฉ.3 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 15.0"	106
ฉ.4 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 16.5"	108
ฉ.5 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 18.25"	110

รูปที่	หน้า
5.11 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นที่ออกสู่อุบัติภัยของก๊าซพิษที่ปล่อยจากการเผาไหม้ไบโอดีเซล, ก๊าซพิษที่ปล่อยกับมาตรฐานอากาศ.....	46
5.12 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นที่ออกสู่อุบัติภัยของก๊าซพิษที่ปล่อยจากการเผาไหม้กระดาศกับมาตรฐานอากาศ	47
6.1 ความสัมพันธ์ของความเร็วเข้าไซโคลนกับประสิทธิภาพย่อย	54
6.2 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นจริงของอนุภาคกับประสิทธิภาพย่อย	55
6.3 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเข้าไซโคลนกับประสิทธิภาพย่อย.....	56
6.4 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความเร็วกับขนาดของไซโคลน	57
6.5 กราฟเปรียบเทียบชนิดไซโคลนของ Stairmand กับประสิทธิภาพ.....	58
6.6 กราฟเปรียบเทียบชนิดไซโคลนของ Stairmand กับความดันสูญเสีย.....	58
6.7 แสดงปริมาณไฟฟ้าสำหรับการเผาผลาญประเภทไบโอดีเซล, ก๊าซพิษ.....	59
6.7 แสดงปริมาณไฟฟ้าสำหรับการเผาผลาญประเภทกระดาศ	59
ฉ.1 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 12.25"	102
ฉ.2 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 13.5"	104
ฉ.3 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 15.0"	106
ฉ.4 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 16.5"	108
ฉ.5 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 18.25"	110

รูปที่	หน้า
5.11 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นที่ออกสู่บรรยากาศของซีดีเอ็นบีจากการเผาไหม้ไบโอดีเซล, กังไบโอดีเซลกับมาตรฐานอากาศ.....	46
5.12 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นที่ออกสู่บรรยากาศของซีดีเอ็นบีจากการเผาไหม้กระดาศกับมาตรฐานอากาศ.....	47
6.1 ความสัมพันธ์ของความเร็วเข้าไซโคลนกับประสิทธิภาพย่อย	54
6.2 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นจริงของอนุภาคกับประสิทธิภาพย่อย	55
6.3 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเข้าไซโคลนกับประสิทธิภาพย่อย.....	56
6.4 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความเร็วกับขนาดของไซโคลน	57
6.5 กราฟเปรียบเทียบชนิดไซโคลนของ Stairmand กับประสิทธิภาพ.....	58
6.6 กราฟเปรียบเทียบชนิดไซโคลนของ Stairmand กับความดันสูญเสีย.....	58
6.7 แสดงปริมาณไฟฟ้าสำหรับการเผาผลาญประเภทไบโอดีเซล, กังไบโอดีเซล	59
6.7 แสดงปริมาณไฟฟ้าสำหรับการเผาผลาญประเภทกระดาศ	59
จ.1 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 12.25"	99
จ.2 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 13.5"	101
จ.3 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 15.0"	103
จ.4 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 16.5"	105
จ.5 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลม YORK (BI DWDI) ขนาด 18.25"	107

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่ขาออกของพัดลม	m ²
d _{pi}	ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคในช่วงอนุภาค i	μm
d _p	เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค	m
D	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพัดลม	m
D _c	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลน	m
ΔE	พลังงานที่ใส่เข้าไปต่อหนึ่งหน่วยมวลของแก๊สแล้ว เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน	J / kg
ΔE _k	พลังงานจลน์ที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยมวลของแก๊ส	J / kg
ΔE _p	พลังงานความดันที่ได้รับมาต่อหนึ่งหน่วยมวลของแก๊ส	J / kg
ΔE _t	พลังงานรวมที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยมวลของแก๊ส	J / kg
f _t	Correction Factor สำหรับอุณหภูมิต	
f _p	Correction Factor สำหรับความหนาแน่นของอนุภาค	
F	แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของอนุภาคในแนวรัศมี	N
F _c	แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของอนุภาค	N
g	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง	m / s ²
G	Cyclone Configuration factor	
l	ความยาวธรรมชาติ	m
m	มวลของอนุภาค	kg
m̄	อัตราการไหลเชิงมวลรวม	kg / s
m _i	สัดส่วนมวล	
n	ตัวเลขยกกำลัง	
N	ความเร็วรอบ	rpm
N _H	การสูญเสียเนื่องจากความเร็วเข้าไซโคลน	
p	กำลังงานเพลลา	W
(Power)	พลังงานไฟฟ้าที่พัดลมใช้	Watt
ΔP	ค่าความดันสูญเสีย	cm H ₂ O

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
Q	อัตราการไหลเชิงปริมาตรที่เข้าไซโคลน	m^3 / s
r	รัศมีการหมุนวนของอนุภาค	m
r	รัศมีของพัดลม	m
R	รัศมี	m
R_{ip}	รัศมีของตัวไซโคลน	m
t	อุณหภูมิ	$^{\circ}C$
u_t	เป็นความเร็วของใบพัด	m / s
\bar{u}_r	ความเร็วสัมพัทธ์ในแนวรัศมีระหว่างอนุภาคกับแก๊ส	m / s
v_{abs}	ความเร็วลัพธ์ในแนวสัมผัส	m / s
v_i	ความเร็วเข้าไซโคลน	m / s
v_p	ความเร็วในแนวสัมผัสของอนุภาค	m / s
v_r	ความเร็วในแนวรัศมีของของไหล	m / s
v_t	ความเร็วในแนวเส้นสัมผัสของแก๊สที่รัศมี	m / s
v_{tp}	ความเร็วในแนวเส้นสัมผัสของอนุภาคที่รัศมี(ผนังของตัวไซโคลน)	m / s
v_u	ความเร็วในแนวสัมผัสของของไหล	m / s
V	ปริมาตรของแก๊ส	m^3
V_H	ปริมาตรข้างใต้ท่อทางออกส่วนบนของแก๊สสะอาด	m^3
V_{nl}	ปริมาตรของความยาวธรรมชาติ	m^3
V_S	ปริมาตรของวงแหวนเหนือท่อออกของแก๊สสะอาดส่วนล่างถึงกึ่งกลางทางเข้าแก๊สสกปรก	m^3
W	ความกว้างของใบพัด	m
W_{si}	พลังงานเพลตต่อหนึ่งหน่วยมวล	J / kg
สัญลักษณ์กรีก		
ρ_f	ความหนาแน่นของของไหล	g / cm^3
ρ_p	ความหนาแน่นของอนุภาค	kg / m^3
β	มุมของของไหลที่ออกจากใบพัด	องศา
η_i	ประสิทธิภาพย่อย	%

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
η_{fan}	ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลม	%
η_T	ประสิทธิภาพการทำงานรวมของไซโคลน	%
η_{motor}	ประสิทธิภาพของมอเตอร์	%
μ	ความหนืดของแก๊ส	N / m · s
v	ปริมาตรจำเพาะ	m ³ / kg
ω	ความเร็วเชิงมุม	rad / s
τ	แรงที่มากทำให้พัดลมหมุน	N · m
τ_r	Relaxation time	s
φ	การสูญเสียงานเพลลา	