ไซโคลนดักฝุ่นจากกระบวนการหัตถกรรมกะลามะพร้าวของกลุ่มคนพิการ
ศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช

นายวีรพล ปานศรีนวล คศ.ม. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม)
นายพงศ์เทพ วีระพงศ์ วศ.ม. (วิศวกรรมกระบวนการขึ้นรูปพอลิเมอร์)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ชื่อเรื่อง ไซโคลนดักฝุ่นจากกระบวนการหัตถกรรมกะลามะพร้าวของกลุ่มคนพิการ ศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช

ชื่อผู้วิจัย นายวีรพล ปานศรีนวล
นายพงศ์เทพ วีระพงศ์

หน่วยงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปีงบประมาณ 2555

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการออกแบบและสร้างไซโคลนดักฝุ่นจากการขัดผิวจากงานหัตถกรรมกะลามะพร้าวของกลุ่มฝึกอาชีพคนพิการ ณ ศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อลดปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายในขั้นตอนการขัดผิวกะลามะพร้าวที่อาจส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของคนพิการในอนาคต ตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ ขนาดมิติของไซโคลนดักฝุ่น จากผลการทดลองพบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไซโคลนที่เหมาะสมกับการดักฝุ่นที่เกิดในขั้นตอนการขัดผิวจากงานหัตถกรรมกะลามะพร้าวเท่ากับ 250 มิลลิเมตร ขนาดมิติส่วนประกอบต่างๆ ของไซโคลนคำนวณตามระยะมาตรฐานที่ใช้ออกแบบไซโคลนของ Stairmand ผลการทดลองไซโคลนดักฝุ่นในสภาวะการทำงานจริง พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของไซโคลนดักฝุ่นได้น้อยกว่า ร้อยละ 50 เนื่องจากข้อจำกัดของสถานที่ทำงานของกลุ่มคนพิการเป็นที่โล่ง ฝุ่นที่เกิดจึงเคลื่อนที่ฟุ้งกระจายไม่มีทิศทาง ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของไซโคลนจึงมีการปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ช่วยควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของฝุ่นและลดการฟุ้งกระจาย จากผลการศึกษาผลการหาประสิทธิภาพการดักฝุ่นซึ่งมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 75 ไมโครเมตรที่ความหนาแน่นฝุ่นในช่วง 4-10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าไซโคลนดักฝุ่นสามารถทำงานได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดที่ความหนาแน่น 10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตรและความเร็วลม 15 เมตรต่อวินาที เท่ากับร้อยละ 96.34

คำสำคัญ : ไซโคลนดักฝุ่น, คนพิการ, หัตถกรรมกะลามะพร้าว

Thesis Title The Cyclone Dust Collectors of Products Processed from Coconut Shell Crafts for People with Disabilities in Special Education Center, Nakhon Si Thammarat

Candidate Mr. Weeraphol Pansrinual

Mr. Pongtep Weerapong

Organization Faculty of Industrial Technology,

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

Fiscal Year 2012

Abstract

This research of the study was to design and fabricate the cyclone dust collectors of coconut shell crafts people with disabilities group in Special Education Center, Nakhon Si Thammarat. To reduce quantity of dust from the coconut shell crafts, resulting in public health concern. In this cyclone study, theoretical methods for computing cyclone dimensions. The results show that the appropriate diameter 250 mm and the various components were calculated based on theoretical methods. In addition, the collection efficiencies of cyclones with particles of dust in the gas outlet and cone were measured in this study. The performance evaluation results of a cyclone in capturing dust less than 50 percent when it was tested in actual operating conditions. Therefore, the search for ways to improve the cyclone performance, while retaining basic features and the simplicity of operation, continues. A new system using assistive equipment for control the particles motion was developed and combined with the cyclone for collection dust. It was found that the collection dust could increase an effective performance. Finally, the study of the effectiveness of trapping dust particles less than 75 micrometers, the dust density in the range of 4-10 grams per cubic meter, the cyclone dust traps work the best performance at a density of 10 grams per cubic meter Meters and 15 meters per second wind speed 96.34 percent.

Keywords : the cyclone dust collectors, people with disabilities, coconut shell crafts

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ในโครงการเบญจวิจัย และใคร่ขอขอบพระคุณกลุ่มฝึกอาชีพคนพิการ ณ ศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ให้ความร่วมมือและสละเวลาในการดำเนินการทดลองไซโคลนดักฝุ่นที่พัฒนาขึ้นกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ประโยชน์อันใดที่ก่อเกิดจากการวิจัยนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ฌ
รายการรูปประกอบ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	**1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 ทฤษฎีฝุ่น (Dust)	4
2.1.1 ความหมายของฝุ่นละออง	4
2.1.2 แหล่งที่มาของฝุ่นละออง	4
2.1.2.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ	4
2.1.2.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์	5
2.1.3 อุปกรณ์ดักจับฝุ่นละออง	5
2.1.3.1 ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น	5
2.1.3.2 ระบบไซโคลน	6
2.1.3.3 เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำ	6
2.1.3.4 ถุงกรอง	7

หน้า

2.1.3.5	เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์	8
2.2	ทฤษฎีไซโคลนดักฝุ่น	8
2.2.1	หน้าที่ของไซโคลนดักฝุ่น	9
2.2.2	หลักการทำงานของไซโคลน	10
2.2.3	กลไกการดักฝุ่นภายในไซโคลน	13
2.2.4	ลักษณะการออกแบบไซโคลน	16
2.2.4.1	ไซโคลนแบบอากาศไหลเข้าตามแนวแกน	16
2.2.4.2	ไซโคลนแบบอากาศไหลเข้าตามแนวเส้นสัมผัส	17
2.2.5	วัสดุที่ใช้ทำไซโคลน	19
2.2.6	ส่วนประกอบของไซโคลน	19
2.2.6.1	ท่อลำเลียงแก๊ส	19
2.2.6.2	ท่อทางเข้าสัมผัส	19
2.2.6.3	ท่อทรงกระบอก	19
2.2.6.4	กรวยไซโคลน	19
2.2.6.5	ที่รองรับฝุ่น	19
2.2.6.6	ท่อทางออกแก๊ส	19
2.2.7	อุปกรณ์ประกอบ	20
2.2.7.1	อุปกรณ์นำอนุภาคฝุ่นออกจากไซโคลน	20
2.2.7.2	พัดลมดูดอากาศ	20
2.2.7.3	ฉนวนกันความร้อน	21
2.2.7.4	อุปกรณ์ให้ความร้อนที่ฮอปเปอร์	21
2.2.7.5	อุปกรณ์เคาะหรืออุปกรณ์สั่นสะเทือนที่ฮอปเปอร์	21
2.3	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากกะลามะพร้าว	22
2.3.1	วัสดุ อุปกรณ์ ในการทำงานหัตถกรรมจากกะลามะพร้าว	22
2.3.2	วัตถุดิบในการทำงานหัตถกรรมจากกะลามะพร้าว	24
2.3.3	ขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์จากกะลามะพร้าว	26
2.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30

หน้า

2.5 สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย 36

3. การออกแบบและวิธีการทดลอง **38**

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย38

3.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 39

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทำไซโคลนดักฝุ่น 40

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบไซโคลนดักจับฝุ่น 40

3.3.2 การออกแบบไซโคลนดักฝุ่น 41

3.3.2.1 การคำนวณหาขนาดพื้นที่ทางเข้าของไซโคลน 41

3.3.2.2 การคำนวณหาขนาดทางออกของก๊าซสะอาด 41

3.3.2.3 การคำนวณหาขนาดความสูงของไซโคลน 42

3.3.2.4 การคำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 42

3.3.3 การสร้างไซโคลนดักฝุ่น 44

3.3.4 วัสดุที่ใช้ทำไซโคลน 45

3.3.5 ส่วนประกอบของไซโคลน 45

3.3.6 อุปกรณ์ประกอบ 46

3.3.6.1 อุปกรณ์นำอนุภาคฝุ่นออกจากไซโคลน 46

3.3.6.2 พัดลมดูดอากาศ 47

3.3.6.3 ฉนวนกันความร้อน 47

3.3.6.4 อุปกรณ์ให้ความร้อนที่ฮอปเปอร์ 47

3.3.6.5 อุปกรณ์เคาะหรืออุปกรณ์สั่นสะเทือนที่ฮอปเปอร์ 48

3.4 ขั้นตอนและวิธีการสร้างไซโคลนดักฝุ่นจากกระบวนการหัตถกรรมกะลามะพร้าว 48

3.4.1 การทำโครสร้างของเครื่องไซโคลนดักฝุ่น 48

3.4.2 ขั้นตอนการสร้างไซโคลน 48

3.5 การทดลองการดักฝุ่นของไซโคลนที่อัตราความหนาแน่นฝุ่นต่างๆ 50

3.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 50

3.5.2 ขั้นตอนการทดลอง 51

หน้า

3.6 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่อง 51
3.6.1 การทดลองชุดไซโคลนดักฝุ่น 51
3.6.2 การทดลองหาขีดความสามารถในการดักฝุ่นของไซโคลน 51
3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ 52

4. ผลการทดลองและการอภิปรายผลการทดลอง 53
4.1 การทดลองการนำไปใช้งาน 53
4.2 ผลการทดลอง 54
4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 57

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 58
5.1 สรุปผลการทดลอง 58
5.2 ข้อเสนอแนะ 59

เอกสารอ้างอิง 60

ภาคผนวก 62
ก แบบของไซโคลนดักฝุ่น 63
ข ไซโคลนดักฝุ่น 67

ประวัติผู้วิจัย 70

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	อายุการใช้งานของใบพัด	17
3.1	ระยะมาตรฐานที่ใช้ออกแบบไซโคลน	40
4.1	ผลการทดลองไซโคลนดักฝุ่นแบบเดิม ที่อัตราความหนาแน่นฝุ่น 4-10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเร็วลม 15 เมตรต่อวินาที	54
4.2	ผลการทดลองไซโคลนดักฝุ่นที่พัฒนาโดยติดอุปกรณ์ช่วยควบคุมการกระจายของฝุ่น ที่อัตราความหนาแน่นฝุ่น 4-10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเร็วลม 15 เมตรต่อวินาที	55

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
1.1	ปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดจากขั้นตอนการขัดผิวกะลามะพร้าว	2
2.1	ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น (Gravity Settling Chambers)	6
2.2	เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำ (Wet Collector)	7
2.3	ถุงกรอง (Baghouse Filter)	7
2.4	เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator)	8
2.5	ลักษณะของไซโคลนดักฝุ่น	9
2.6	ลักษณะการไหลของกระแสหลักภายในไซโคลน	11
2.7	กลไกการดักฝุ่นของไซโคลน	13
2.8	ไซโคลนแบบอากาศไหลเข้าตามแนวแกน	16
2.9	ไซโคลนแบบอากาศไหลเข้าตามแนวเส้นสัมผัส	18
2.10	แสดงขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์จากกะลามะพร้าว	26
2.11	แสดงขั้นตอนที่ 1-9 ของผลิตภัณฑ์จากกะลามะพร้าว	27
2.12	รูปในการคำนวณเพื่อหาขนาดของ cyclone	32
2.13	แผนภาพระบบการทำงานเครื่องไซโคลนสครับเบอร์	35
2.14	อุปกรณ์จับเก็บฝุ่นต้นแบบชนิดไซโคลนสครับเบอร์	36
2.15	กรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัย	37
3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยการสร้างไซโคลนดักฝุ่น	38
3.2	ตัวอย่างฝุ่นจากกระบวนการหัตถกรรมกะลามะพร้าว	39
3.3	การวัดขนาดฝุ่นโดยใช้กล้องจุลทรรศน์	39
3.4	รูปตัวอย่างฝุ่นถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์	39
3.5	แสดงลักษณะของไซโคลนและขนาดต่างๆ ของไซโคลน	40
3.6	สัดส่วนและขนาดของตัวเครื่องไซโคลนดักฝุ่น	43
3.7	แบบเครื่องไซโคลนดักฝุ่นที่ออกแบบเสร็จแล้ว	43
3.8	ภายในตัวเครื่องไซโคลนดักฝุ่น	44
3.9	ด้านข้างตัวเครื่องไซโคลนดักฝุ่น	44

รูป (ต่อ) **หน้า**

3.10 ส่วนประกอบของไซโคลนดักฝุ่น 44
3.11 การทำโครสร้างของเครื่องไซโคลนดักฝุ่น 48
3.12 ขั้นตอนการสร้างไซโคลนดักฝุ่น 49
3.13 วงจรการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการดักฝุ่นของไซโคลน 50
3.14 การต่อชุดทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของไซโคลน 52
3.15 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของการดักฝุ่นของไซโคลน 50
4.1 ทดลองการดูดฝุ่นจากขั้นตอนการขัดผิวกะลามะพร้าว 53
4.2 ฝุ่นที่ได้จากขั้นตอนการขัดผิวกะลามะพร้าว 53
4.3 ผลการทดลองน้ำหนักของฝุ่นที่เก็บได้ (g) ที่อัตราความหนาแน่นฝุ่น 4-10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร 56
4.4 ผลการทดลองหาขีดความสามารถ (%) ที่อัตราความหนาแน่นฝุ่น 4-10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร 56
4.5 ฝุ่นที่ดักจับได้จากการขัดกะลามะพร้าว 57
ก.1 แบบส่วนประกอบของไซโคลนดักฝุ่น 64
ก.2 แบบโครงสร้างภายในของไซโคลนดักฝุ่น 65
ก.3 แบบโครงสร้างภายนอกของไซโคลนดักฝุ่น 66
ข.1 ไซโคลนดักฝุ่น 68
ข.2 ด้านข้างของไซโคลนดักฝุ่น 68
ข.3 ด้านหน้าของไซโคลนดักฝุ่น 69
ข.4 แบบจริงของไซโคลนดักฝุ่น 69