

การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดพลิทผ้าในการอัดกลีบผ้าทำชุดนาฏศิลป์ไทย

Design and Development of Compressed Air Pleats in Fabric Petals to Make Thai Dance Costume

อุดมพงษ์ เกศศรีพงษ์ศา* และ พิพัฒน์ ประจวบสานต์

Udompong Ketsripongsas* and Pipat Prajongsarn

อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ถนนจิระ ตำบลในเมือง
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

Lecturer in major of Industrial Management Technology of Industrial Technology Faculty, Buriram Rajabhat University, Jira Rd.,
Muang, Buriram, Thailand 31000

*Corresponding author, E mail: udompong.jo@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดพลิทผ้าในการอัดกลีบผ้าทำชุดนาฏศิลป์ไทย และเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องอัดพลิทผ้าแบบเดิมและเครื่องที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ เครื่องอัดพลิทผ้านี้ อาศัยหลักการของการอบไอน้ำ โดยใช้พลังงานความร้อนจากแก๊สต้มน้ำให้เดือดเกิดเป็นไอน้ำที่ใช้การอัดกลีบผ้าผืน โดยจะต้องนำสื่อกกลีบซึ่งทำจากกระดาษมาประกบด้านบนและล่างของผ้าผืน แล้วใช้เชือกมัดก่อนที่จะทำการอบไอน้ำเพื่อให้กลีบหรือจีบผ้าคงรูปเป็นชั้นๆก่อนการนำไปใช้งาน ทางทีมผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดพลิทผ้าขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการทำงานจริงเพื่อลดต้นทุนในการอัดพลิทผ้า

ผลจากการวิจัยพบว่า การออกแบบและพัฒนาชุดโครงสร้างของเครื่องอัดพลิทผ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) ชุดโครงสร้างเครื่องอัดพลิทผ้า 2) ชุดโครงสร้างฐานรองรับน้ำหนักเครื่อง และมีล้อฐานเหล็ก 3) ชุดควบคุมความปลอดภัย ชุดควบคุมความปลอดภัยสำหรับเครื่องอัดพลิทผ้า ได้แก่ เวลาในการอบไอน้ำ ความดันไอน้ำ และอุณหภูมิในการอบไอน้ำ ส่วนประสิทธิภาพของเครื่องอัดพลิทผ้า พบว่า สามารถลดเวลาการอบไอน้ำลงเหลือ 16.66 % ของเวลาที่ใช้เดิม ใช้แก๊สลดลงเหลือ 33.32 % ต่อการอบ 1 ครั้ง และสามารถเพิ่มจำนวนผ้าอัดกลีบต่อการอบ 1 ครั้งได้มากเป็น 3 เท่าของเครื่องเดิม

คำสำคัญ : การออกแบบและพัฒนา เครื่องอัดพลิทผ้า การอัดพลิทผ้า

Abstract

This research aims to design and develop Compressed Air Pleats to make traditional Thai dance costume, and to compare the physical features of a traditional pleated fabric and new developed series of pleated fabric. This research relies on the principle of steam by using heat from a gas boiler to boil water, steam is used for pressing fabric block petals made of paper sandwiched between the top and bottom of the fabric. Then the ropes before making steam or pleated fabric petals formed a stable layer before deployment. The research team has designed and developed a new pleated fabric for practicality and reduce production costs.

Results showed that the design and development of a series of pleated fabric structure are divided into three parts: 1) structure pleated fabric, 2) set the base load machine, and 3) safety controls set for air-pleated fabrics are steam in the steam pressure and temperature steam. For the performance of pleated fabric, it was found that steaming time can be reduced by 16.66 % of the original time, and gas consumption was reduced by 33.32 % per steaming time. Lastly, pressing can increase the number of boards per one steaming time for as much as three times than the original.

Keywords: design and development, Compressed Air Pleats, fabric petals

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่เข้ามาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตงานเป็นสิ่งสำคัญ ทำให้เพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น มีความรวดเร็วและทันสมัยมากขึ้น ซึ่งก็ต้องใช้เงินลงทุนที่สูง สำหรับในอุตสาหกรรมทางด้านทำเครื่องประดับและชุดนาฏศิลป์ไทยเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนหรือครอบครัวเป็นส่วนมาก ถือว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยทักษะความชำนาญ ความละเอียดถี่ถ้วนของคนทำงานด้านนี้อย่างยิ่ง ไม่ว่าจะเป็น การทำกลีบผ้าหรืออัดจีบผ้า ซึ่งเรียกว่า การอัดพลีทผ้า (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2558) ซึ่งสถานประกอบการเหล่านี้ไม่มีเงินลงทุนมากพอที่จะซื้อเครื่องมือเครื่องจักร จึงต้องใช้กรรมวิธีดั้งเดิมหรือภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดจากบรรพบุรุษหรือคิดค้นขึ้นมาเอง ซึ่งเป็นวิธีที่ยังใช้การทำงานโดยคนเป็นหลัก เนื่องจากต้นทุนการผลิตส่วนมากในการทำชุด

นาฏศิลป์ไทย จะเกิดจากการสั่งทำจีบผ้าหรือกลีบผ้า (การอัดพลีทผ้า) จากโรงงานหรือบริษัทภายนอกซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงและระยะเวลาในการส่งจนกระทั่งได้รับสินค้าค่อนข้างนาน (วัชรระ วชิรภัทรกุล และคณะ, 2553) จากการใช้เครื่องอัดพลีทผ้าแบบเดิมที่ทางกลุ่มสร้างขึ้นมาใช้เองโดยการลองผิดลองถูก ใช้วัสดุสร้างเครื่องที่ทำได้ในท้องถิ่นหรือวัสดุเหลือใช้มาทำเป็นโครงสร้าง ทำให้ประสิทธิภาพของการอัดกลีบผ้าที่ออกมายังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร มีความผิดพลาดบ่อยๆ ใช้เวลานาน และทำได้ในปริมาณน้อย ลักษณะเครื่องแบบเดิม ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องอัดพลีทผ้า (เตาอบไอน้ำ) แบบเดิม

ส่วนทางทีมผู้วิจัย ได้มีส่วนร่วมในการบูรณาการการทำงานร่วมกับชุมชน ณ ศูนย์ทำเครื่องประดับ

นาฏศิลป์ไทย (เทพสถิต) ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยได้เข้าไปพบปะพูดคุยกับเจ้าของสถานประกอบการอย่างต่อเนื่องและทำการศึกษาขั้นตอนและการทำงานของเครื่องอัดฟลิตผ้า (เตาอบไอน้ำ) นี้ จากการสังเกตการสาธิตกระบวนการทำงานของคนและเครื่องอัดฟลิตผ้า ซึ่งถือได้ว่าเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่เจ้าของสถานประกอบการคิดขึ้นเองโดยอาศัยทั้งจากประสบการณ์ในการทำงานจริง การลองผิดลองถูก ไม่มีอุปกรณ์ความปลอดภัยใดๆ สำหรับผู้ใช้งานเครื่องเลย ส่วนเครื่องอัดฟลิตผ้านี้อาศัยหลักการของการอบไอน้ำ โดยใช้พลังงานความร้อนจากแก๊สต้มน้ำให้เดือดเกิดเป็นไอน้ำที่ใช้การอัดกลีบผ้าผืน โดยจะต้องนำปลอกกลีบซึ่งทำจากกระดาษมาประกบด้านบนและล่างของผ้าผืน แล้วใช้เชือกมัดก่อนที่จะทำการอบไอน้ำเพื่อให้กลีบหรือจีบผ้าคงรูปเป็นชั้นๆ ก่อนการนำไปใช้งาน (สุรัตน์ อัดฟลิต, 2555) ซึ่งจากการสังเกตและเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้พบปัญหาในการอัดกลีบผ้าเพื่อทำชุดนาฏศิลป์ไทยหลายๆ อย่าง



รูปที่ 2 การอัดจีบกระโปรงเป็นพื้นฐานทำชุดนาฏศิลป์ไทย

สิ่งที่ทางทีมผู้วิจัยพบว่าเป็นประเด็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งในการอัดกลีบผ้าเพื่อทำชุดนาฏศิลป์ไทยคือ รูปแบบโครงสร้างเครื่องอัดฟลิตผ้า ยังขาดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานอย่างมากเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ง่าย เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ยังไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากความร้อนกระจายทั่วตัวเครื่องโดยตรงไม่มีฉนวนกันความร้อน ไม่มีมาตรวัดแรงดันไอน้ำ วัดอุณหภูมิความร้อน และวัดเวลา เป็นต้น และประสิทธิภาพในการอัดกลีบผ้า ยังได้ปริมาณน้อย

ขนาดความยาวของผ้าจำกัดเพราะเครื่องมีขนาดเล็ก ทางผู้วิจัยจึงคิดว่า ถ้าทางสถานประกอบการมีเครื่องอัดฟลิตผ้าเอง จะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายลงได้มาก ทางทีมงานผู้วิจัยจึงพิจารณาและตัดสินใจที่จะแก้ปัญหานี้ โดยการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตผ้าต้นแบบขึ้นเพื่อใช้ในการทำงานจริง พร้อมทั้งศึกษาข้อดีและข้อเสียของการนำเครื่องนี้ไปใช้งานจริงเพื่อเป็นประโยชน์ต่อชุมชน วิสาหกิจชุมชน ร้านค้าสถานประกอบการ และบุคคลทั่วไปที่สนใจต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตผ้าในการอัดกลีบผ้าทำชุดนาฏศิลป์ไทย
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องอัดฟลิตผ้าแบบเดิมและเครื่องอัดฟลิตผ้าที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในการอัดกลีบผ้าทำชุดนาฏศิลป์ไทย

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 ขอบเขตการวิจัย

3.1.1 ขอบเขตของการออกแบบและสร้างเครื่อง

3.1.1.1 ศึกษาการอัดฟลิตผ้าหรืออัดกลีบผ้าภายในเครื่องอัดฟลิตผ้า (อบไอน้ำ) เท่านั้น

3.1.1.2 ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นแก๊สหุงต้มในการต้มน้ำในตู้อบให้เดือดและเกิดไอน้ำขึ้นเท่านั้น

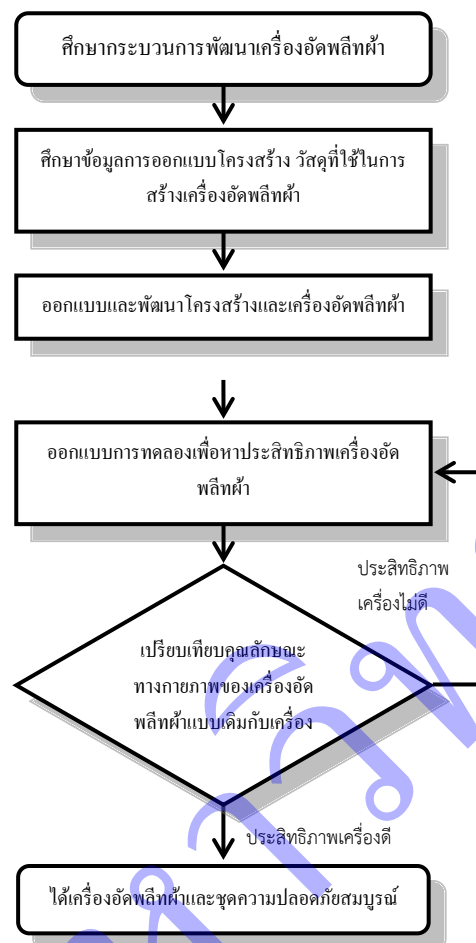
3.1.1.3 ศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องอัดฟลิตผ้าแบบเดิมและเครื่องอัดฟลิตผ้าที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในการอัดกลีบผ้าทำชุดนาฏศิลป์ไทย

3.1.1.4 สถานที่ทำการทดลอง เก็บข้อมูลทดลองเครื่อง ณ ศูนย์ศิลปหัตถกรรมทำเครื่องประดับนาฏศิลป์ไทย (เทพสถิต) อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

3.1.1.5 เก็บข้อมูลจากการสุ่มเลือกสถานประกอบการ ร้านค้าที่ทำหรือให้เช่าชุดนาฏศิลป์ไทยในอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 5 แห่ง เท่านั้น

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 กรอบแนวคิด



รูปที่ 3 กรอบแนวคิดงานวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตผ้าในการอัดกลีบผ้าทำชุดนาฏศิลป์ไทย และเป็นการหาประสิทธิภาพที่เหมาะสมในการอัดกลีบผ้าของเครื่องอัดฟลิตผ้า โดยผู้วิจัยได้เข้าไปสำรวจศึกษาพื้นที่กลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มชุมชน วิสาหกิจชุมชน ร้านค้า สถานประกอบการ ที่ประกอบอาชีพทำเครื่องประดับและชุดนาฏศิลป์ใน จังหวัดบุรีรัมย์

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรึกษากับทีมวิจัยเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตผ้า มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

3.2.2 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตผ้าในการอัดกลีบผ้าทำชุดนาฏศิลป์ไทย

ทางทีมผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องให้มีรูปแบบการทำงานในลักษณะดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาข้อมูลและกำหนดกรอบงานวิจัย ได้แก่ วิธีการอัดฟลิตผ้าหรืออัดกลีบผ้าทั้งแบบวิธีดั้งเดิมและวิธีใหม่ พร้อมศึกษาชุดความปลอดภัยเกี่ยวกับหม้อไอน้ำแต่ละแบบ

3.2.2.2 วิเคราะห์ประเด็นปัญหาจากวิธีการอัดฟลิตผ้าหรืออัดกลีบผ้า และปัญหาจากการใช้เครื่องอัดฟลิตผ้า พร้อมวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เครื่องอัดฟลิตผ้า

3.2.2.3 ศึกษารายละเอียด ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตผ้า และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตผ้า พร้อมชุดความปลอดภัยที่ติดตั้งบนตัวเครื่อง

3.2.2.4 กำหนด ร่างแบบเครื่องอัดฟลิตผ้า และชุดความปลอดภัย ที่จะสร้างใหม่พร้อมขนาด (dimension) พร้อมปรึกษาผู้ช่วยวิจัยและทีมงานวิจัยก่อนการสร้างจริง

3.2.2.5 ศึกษาข้อมูลการออกแบบโครงสร้าง, วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดฟลิตผ้า ดำเนินการสร้างเครื่องอัดฟลิตผ้าตามแบบที่ร่างและออกแบบไว้ พร้อมกับการออกแบบพัฒนาสร้างชุดความปลอดภัยของเครื่องอัดฟลิตผ้า

3.2.2.6 ออกแบบและพัฒนาโครงสร้างเครื่องอัดฟลิตผ้า ทดลองและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องอัดฟลิตผ้าและตรวจสอบชุดความปลอดภัยร่วมกัน ก่อนนำไปทดลองใช้ในงานจริง

3.2.2.7 วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของ
เครื่องอัดฟลิตฟ้าที่พัฒนา และสรุปผล

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง
(Experimental Research) โดยการศึกษาลักษณะ,
คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติอื่นๆของเครื่อง
อัดฟลิตฟ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่ ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 คุณสมบัติความแข็งแรงของวัสดุ

3.2.3.2 คุณสมบัติความแข็งแรงในการเชื่อม ประกอบตัวเครื่อง

3.2.3.3 ความคุ้มค่าในการใช้งาน

3.2.3.4 การประหยัดพลังงาน

3.2.3.5 การประหยัดเวลา

3.2.4 เปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพ
เครื่องอัดฟลิตฟ้าที่ออกแบบไว้ ทั้ง 3 รูปแบบเพื่อเลือก
แบบที่จะนำไปสร้างเครื่องจริง

3.2.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติและ
ประสิทธิภาพเครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิมและแบบใหม่

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยใช้แบบ
สัมภาษณ์เชิงลึกโดยให้เจ้าของศูนย์ศิลปหัตถกรรมทำ
เครื่องประดับนาฏศิลป์ไทย (เทพสถิต) อำเภอเมือง
จังหวัดบุรีรัมย์ ตอบแบบสัมภาษณ์ในเรื่องคุณสมบัติ
หรือคุณลักษณะต่างๆของเครื่องอัดฟลิตฟ้าที่ออกแบบ
และพัฒนาใหม่ ดังต่อไปนี้

3.2.5.1 คุณสมบัติความแข็งแรงของวัสดุทำ ตัวเครื่องและฐานเครื่อง

3.2.5.2 คุณสมบัติความแข็งแรงในการเชื่อม ประกอบตัวเครื่องและฐานเครื่อง

3.2.5.3 ความคุ้มค่าในการใช้งาน

3.2.5.4 การประหยัดพลังงาน

3.2.5.5 การประหยัดเวลา

4. ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติเครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิม
และเครื่องที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มา
วิเคราะห์ถึงลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปเครื่องอัด
ฟลิตฟ้า เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของ
เครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิมและเครื่องอัดฟลิตฟ้าที่
พัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยเปรียบเทียบเครื่องอัดฟลิตฟ้าที่
ออกแบบไว้ ทั้ง 3 รูปแบบ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติทั้ง 5
ด้านที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง
พบว่า เครื่องอัดฟลิตฟ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่ ซึ่ง
เหมาะสมกับผู้ใช้ คือ เครื่องแบบที่ 3 ซึ่งจากการเก็บ
ข้อมูลการใช้งานของสถานประกอบการ พบว่าเครื่อง
อัดฟลิตฟ้าแบบเดิมจะมีคุณสมบัติความปลอดภัยต่อ
การใช้งานน้อย เนื่องจากไม่มีฉนวนป้องกันความร้อน
ไม่มีอุปกรณ์หรือชุดควบคุมความปลอดภัยของเวลา
การอบไอน้ำ ระดับความดันไอน้ำ และระดับอุณหภูมิ
การอบไอน้ำ โครงสร้างภายนอกยังไม่แข็งแรง ขนาด
รูปทรงไม่เหมาะสมกับปริมาณงานที่เพิ่มมากขึ้น และเสี่ยง
ต่อการเกิดสนิมตามมา ส่วนเครื่องอัดฟลิตฟ้าที่
พัฒนาขึ้นมาใหม่จะพิจารณาถึงการเลือกใช้วัสดุที่
นำมาผลิตโครงสร้าง รูปทรงขนาดสัดส่วนของเครื่อง
และรูปแบบชิ้นชิ้นในการวางผ้าในการอัดกลีบผ้า
รวมถึงอุปกรณ์ชุดความปลอดภัยต่างๆ ของเครื่องอัด
ฟลิตฟ้า โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ลักษณะทางด้านกายภาพ
ดังต่อไปนี้

ส่วนการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติ
ข้อดี-ข้อเสีย ของเครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิมและเครื่องที่
ออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่ ดูได้จากตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของเครื่องอัดฟลิต
ผ้าแบบเดิมและเครื่องที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใหม่

คุณสมบัติ/ คุณลักษณะเครื่อง	เครื่องแบบเดิม	เครื่องที่ออกแบบและพัฒนา ขึ้นมาใหม่
1. การควบคุมอุณหภูมิเครื่อง	ไม่มี	มี สามารถเพิ่ม-ลดอุณหภูมิได้ มีสัญญาณและตัวเลขบอกค่าอุณหภูมิ - ช่วงอุณหภูมิเครื่อง -5 ถึง 400°C
2. การควบคุมความดันเครื่อง	ไม่มี	มี สามารถเพิ่ม-ลดความดันได้ มีสัญญาณเตือนและตัวเลขบอกค่าความดัน - ช่วงความดันเครื่อง 0 ถึง 5 บาร์
3. การควบคุมเวลา	ไม่มี	มี สามารถเพิ่ม-ลดความดันได้ มีสัญญาณเตือนเมื่อครบเวลาที่ใช้และมีตัวเลขบอก - ช่วงเวลาสูงสุดเครื่อง 99 นาที
4. น้ำหนักของเครื่อง (ไม่รวมน้ำหนักฐาน)	15 กิโลกรัม	70 กิโลกรัม
5. ฐานเครื่องสำหรับเคลื่อนย้าย	ไม่มี ต้องใช้คนยก	มี ใช้ล้อเลื่อนสำหรับเคลื่อนที่
6. ความสะดวกในการเปิด-ปิดเครื่อง	ต้องโยกฝาเดาอบเปิด-ปิดขึ้นลงด้านบน	เปิด-ปิดฝาเดาอบด้านหน้า
7. พื้นที่และจำนวนชั้นในการวางผ้าในการอัดกลีบผ้า	พื้นที่วางงานแคบและวางซ้อนกันโดยใช้ไม้คั่น วางได้จำนวนจำกัด	พื้นที่วางงานกว้างและแบ่งชั้นวางเป็น 4 ชั้นโดยใช้ดาข่ายเหล็กแทนการใช้ไม้คั่น
8. วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดฟลิตผ้า	ทำจากแผ่นเหล็กบางและแผ่นเหล็กบางทำตัวเดาอบ	ทำจากเหล็กแผ่นหนาและใช้สแตนเลสทำตัวเดาอบ
9. ชุดควบคุมความปลอดภัย	ไม่มี	มี
10. ฉนวนป้องกันความร้อนเครื่องอัดฟลิตผ้า	ไม่มี เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ง่าย	มี

ใน ส่วน การ วิเคราะห์ คุณสมบัติ หรือ คุณลักษณะของเครื่องอัดฟลิตผ้าทั้ง 5 ด้านที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ซึ่งผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาใหม่ สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 2

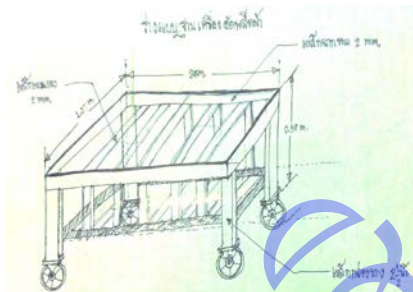
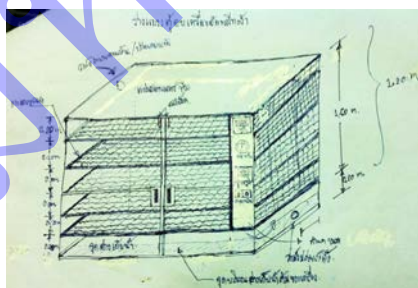
ตารางที่ 2 คุณสมบัติหรือคุณลักษณะ 5 ด้าน ของเครื่องอัดฟลิต
ผ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่

หัวข้อ คุณสมบัติ	คุณสมบัติ/คุณลักษณะ เครื่องที่ออกแบบและ พัฒนาใหม่	ข้อจำกัด/ปัญหา
1. คุณสมบัติความแข็งแรงของวัสดุทำตัวเครื่องและฐานเครื่อง	- แผ่นสแตนเลสที่บะเก็บความร้อนได้ดีและนาน - แผ่นสแตนเลสมีความทนทาน ไม่เป็นสนิม - ชั้นตะแกรงเหล็กวางผ้าสำหรับอัดกลีบมีความแข็งแรงและยาวเพียงพอ - ใช้ล้อเหล็กเลื่อนสำหรับเคลื่อนที่มีความแข็งแรง	- ราคาค่อนข้างสูง
2. คุณสมบัติความแข็งแรงในการเชื่อมประกอบตัวเครื่องและฐานเครื่อง	- เชื่อมประกอบแผ่นสแตนเลสด้วยเครื่องเชื่อมทิก ทำให้รอยเชื่อมความแข็งแรงสูง ทนต่อแรงกระแทก ป้องกันรอยร้าวได้ดี - ฐานเครื่องใช้เหล็กกล่องและเหล็กแผ่นแบน มีคานรองรับน้ำหนักทั้งตัวฐาน มีความแข็งแรง รองรับน้ำหนักได้มาก	- ต้องใช้คนที่มีความทักษะชำนาญในการเชื่อมแผ่นสแตนเลส
3. ความคุ้มค่าในการใช้งาน	- เครื่องสามารถเพิ่ม-ลดความดันได้ มีสัญญาณเตือนและตัวเลขบอกค่าความดันได้ - เครื่องสามารถเพิ่ม-ลดอุณหภูมิได้ มีสัญญาณและตัวเลขบอกค่าอุณหภูมิได้ - เครื่องสามารถเพิ่ม-ลดเวลาได้ มีสัญญาณและตัวเลขบอกค่าเวลา	- ช่วงความดันเครื่อง 0 ถึง 5 บาร์ - ช่วงอุณหภูมิเครื่อง -5 ถึง 400 °C - ช่วงเวลาสูงสุดเครื่อง 99 นาที

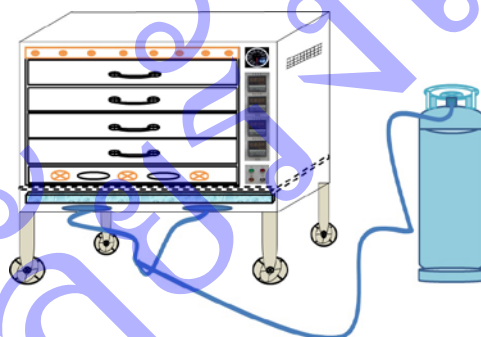
หัวข้อ คุณสมบัติ	คุณสมบัติ/คุณลักษณะ เครื่องที่ออกแบบและ พัฒนาใหม่	ข้อจำกัด/ปัญหา
4. การ ประหยัด พลังงาน	- เปิดและปิดฝาเตาอบ ด้านหน้า ตู้อบไอน้ำปิด สนิทลดการสูญเสียปริมาณ ไอน้ำขนาดอบชิ้นงาน - ตู้อบสเตนเลสจะถ่ายเท และกระจายพลังงานความ ร้อนได้ดี ทำให้ตู้อบไอน้ำ ใช้เวลาเร็วขึ้น พลังงานแก๊ส ที่ใช้ลดลงกว่าปกติ - จำนวนชิ้นงานต่อรอบการ อัดกลีบผ้าได้ปริมาณ มากกว่าปกติ 2 เท่า ในขณะที่ พลังงานแก๊สที่ใช้เท่าเดิม	- ต้องทดสอบใน จุดที่ไม่มีลมผ่าน เพื่อให้อัตราความ ร้อนพลังงานแก๊ส คงที่
5. การ ประหยัด เวลา	- จำนวนชิ้นงานต่อรอบการ อัดกลีบผ้าได้ปริมาณ มากกว่าปกติ 2 เท่า เป็นการ ลดรอบการอบไอน้ำได้ ลดลง 1 รอบ	-

4.2 ผลจากการออกแบบและพัฒนาแบบ (Drawing) ของเครื่องอัดฟลิตผ้าที่ออกแบบไว้

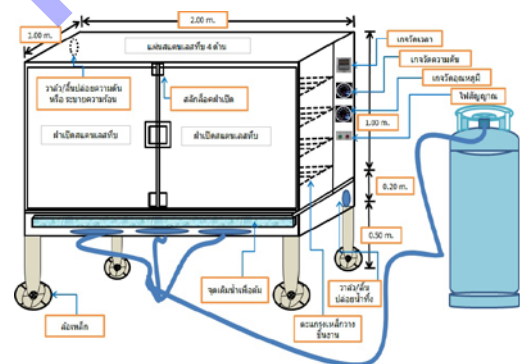
โดยทีมผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องอัดฟลิตผ้า
ทั้ง 3 รูปแบบ และคัดเลือกรูปแบบเครื่องที่เหมาะสม
กับผู้ใช้ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติทั้ง 5 ด้านที่ส่งผลต่อ
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ดังรูปที่ 4 – 6



รูปที่ 4 แบบเครื่องอัดฟลิตผ้าและชุดความปลอดภัย (แบบที่ 1)



รูปที่ 5 แบบเครื่องอัดฟลิตผ้าและชุดความปลอดภัย (แบบที่ 2)



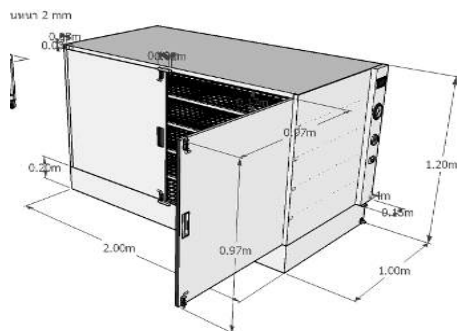
รูปที่ 6 แบบเครื่องอัดฟลิตผ้าและชุดความปลอดภัย (แบบที่ 3)

จากการคัดเลือกเครื่องอัดฟลิตผ้าที่ออกแบบ
ไว้ ทั้ง 3 รูปแบบ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติทั้ง 5 ด้านที่
ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง พบว่า
เครื่องอัดฟลิตผ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่ ซึ่ง
เหมาะสมกับผู้ใช้ คือ เครื่องแบบที่ 3

4.3 ผลจากการออกแบบและพัฒนาชุดโครงสร้างของ เครื่องอัดฟลิตผ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่

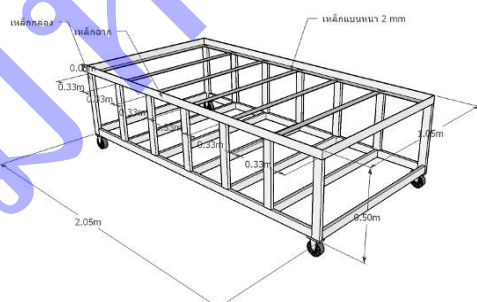
ในส่วนของชุดโครงสร้างของเครื่องอัดฟลิต
ผ้าใหม่นี้ ประกอบด้วย 3 ส่วน ด้วยเหตุผล ดังต่อไปนี้

4.3.1 ชุดแบบ โครงสร้างเครื่องอัดฟลิตผ้า เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของตู้อบ สามารถทนแรงดันได้สูง และไม่เปราะหัก ซึ่งทำจากแผ่นสแตนเลสทึบหนา 3 มม. มีขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร และสูง 1.20 เมตร แผ่นสแตนเลสทึบจะเก็บความร้อนได้ดีและนาน มีตะแกรงภายในเป็นเหล็กตาข่ายสี่เหลี่ยมใช้สำหรับวางชิ้นผ้าที่ต้องการอัดกลับเรียงเป็นชั้นเพื่ออบไอน้ำ สามารถเลื่อนเข้าออกได้ มีขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 2.00 เมตร และสูง 0.05 เมตร จำนวน 4 ชั้น ดังรูปที่ 7

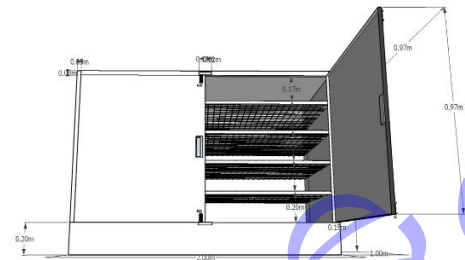


รูปที่ 7 ร่างแบบและเครื่องอัดฟลิตผ้าและชุดความปลอดภัย สมบูรณ์ (ตัวเครื่อง)

4.3.2 ชุดโครงสร้างฐานรองรับน้ำหนักเครื่อง เพื่อรองรับน้ำหนักได้ดี มีความแข็งแรง และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ซึ่งขนาดโครงสร้างฐานรองทำจากเหล็กกล่องและแผ่นเหล็กแบน มีขนาด กว้าง 1.05 เมตร ยาว 2.05 เมตร และสูง 50 เมตร และมีล้อฐานเหล็กขนาด 4 นิ้ว จำนวน 4 ล้อ ดังรูปที่ 8 - 9



รูปที่ 8 ร่างแบบและเครื่องอัดฟลิตผ้าและชุดความปลอดภัย สมบูรณ์ (ส่วนฐานเครื่อง)



รูปที่ 9 ร่างแบบและแบบตาข่ายสำหรับวางชั้นของผ้าที่ต้องการอัดกลับผ้าเรียงเป็นชั้น (ด้านในเครื่อง)

4.3.3 ชุดควบคุมความปลอดภัยสำหรับเครื่องอัดฟลิตผ้า เพื่อเพิ่มความปลอดภัย และเพิ่มตัวควบคุมความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งาน สามารถระบุเวลาที่ชัดเจน ในการอัดฟลิตผ้าแต่ละครั้งได้ ซึ่งจะประกอบด้วย ตัวควบคุมเวลาในการอบไอน้ำ ความดันไอน้ำ และอุณหภูมิการอบไอน้ำ โดยข้อจำกัดชุดความปลอดภัยแต่ละตัวจะมี ช่วงความดันของเครื่อง 0 ถึง 5 บาร์, ช่วงอุณหภูมิของเครื่องตั้งแต่ -5 ถึง 400 °C, และ ช่วงเวลาสูงสุดของเครื่องอยู่ที่ 99 นาที

ซึ่งชุดควบคุมความปลอดภัยสำหรับเครื่องอัดฟลิตผ้า สามารถดูได้ดังรูปที่ 10 - 11





รูปที่ 10 ร่างแบบ โครงสร้างเครื่องอัดฟลิตฟ้าและชุดความปลอดภัยสมบูรณ์ (ตัวเครื่อง+ฐานเครื่อง)



รูปที่ 11 ชุดควบคุมความปลอดภัยเครื่องอัดฟลิตฟ้าจริง ได้แก่ อุณหภูมิ ความดันไอน้ำ และระยะเวลาการอบไอน้ำ

ในส่วนการเปรียบเทียบการตั้งค่าชุดความปลอดภัยของเครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิม และพัฒนาขึ้นใหม่ โดยใช้การเปรียบเทียบทั้ง 3 ค่า ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน และ เวลาในการอัดกลีบผ้า นอกจากนี้จะมีการวัดค่าชุดความปลอดภัยของเครื่องอัดฟลิตฟ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่ และผลการทดลองลดเวลาการอัดกลีบเครื่องอัดฟลิตฟ้า ผลที่ได้ดังตารางที่ 3 – 5

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการตั้งค่าชุดความปลอดภัยของเครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิม และพัฒนาขึ้นใหม่

ค่าที่วัด	เครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิม	เครื่องอัดฟลิตฟ้าที่สร้างใหม่
1. ช่วงเวลาที่จ่ายแก๊ส	1 ชั่วโมง	ตั้งเวลาที่ 1 ชั่วโมง
2. อุณหภูมิ	80 – 100 °C	ตั้งไว้ที่ ≥ 100 °C ให้เดือด
3. ความดันภายในที่เกิดขึ้น	1 bar	ตั้งไว้ที่ ≥ 2 bar ให้เดือด
4. สภาพผ้าหลังการอัดกลีบ	ดี	-

ตารางที่ 4 การวัดค่าชุดความปลอดภัยของเครื่องอัดฟลิตฟ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่

ค่าที่วัด	เครื่องอัดฟลิตฟ้าที่สร้างใหม่		
	รอให้เวลาครบตามที่ตั้งเดือน	รอให้อุณหภูมิแรงเดือน	รอให้ความดันแรงเดือน
1. ช่วงเวลาที่จ่ายแก๊ส	ครบ 1 ชั่วโมง	80 นาที	100 นาที
2. อุณหภูมิ	90 °C	100 °C	110 °C
3. ความดันภายในที่เกิดขึ้น	0.85 bar	0.90 bar	1 bar (ขึ้นนี้)
4. สภาพผ้าหลังการอัดกลีบ	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก

ตารางที่ 5 แสดงการทดลองลดเวลาการอัดกลีบของเครื่องอัดฟลิตฟ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่

ค่าที่วัด	เครื่องอัดฟลิตฟ้าที่สร้างใหม่ กรณีทดลองลดเวลาการอัดกลีบ		
1. ช่วงเวลาที่จ่ายแก๊ส	ครบ 30 นาที	40 นาที	50 นาที
2. อุณหภูมิ	80 °C	83 °C	87 °C
3. ความดันภายในที่เกิดขึ้น	0.75 bar	0.80 bar	0.85 bar
4. สภาพผ้าหลังการอัดกลีบ	ดี	ดีมาก	ดีมาก

5. อภิปรายผล

5.1 อภิปรายผล

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตฟ้าในการอัดกลีบผ้าทำชุดนาฏศิลป์ไทย ถือเป็นนวัตกรรมใหม่ที่ทางทีมผู้วิจัยคิดค้นและพัฒนาขึ้นมา ซึ่งในเมืองไทยหรือต่างประเทศพบการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ค่อนข้างน้อยมาก งานวิจัยนี้ต้องการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิมและเครื่องอัดฟลิตฟ้าที่

พัฒนาขึ้นมาใหม่ในการอัดก๊อปปี้ทำชุดนาฏศิลป์ไทย ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากสถานประกอบการ ร้านค้าที่ทำขาย หรือให้เช่าชุดนาฏศิลป์ไทยในอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ งานวิจัยนี้อาศัยหลักการของการอบไอน้ำ โดยใช้พลังงานความร้อนจากแก๊สต้มน้ำให้เดือด เกิดเป็นไอน้ำที่ใช้การอัดก๊อปปี้ผ้าฝ้าย โดยจะต้องนำบล็อกลูกกลิ้งทำจากกระดาษมาประกบด้านบนและล่างของผ้าฝ้าย แล้วใช้เชือกมัดก่อนที่จะทำการอบไอน้ำ เพื่อให้ลูกกลิ้งหรือจับผ้าคงรูปเป็นชั้นๆก่อนการนำไปใช้งาน ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดก๊อปปี้ผ้าฝ้ายใหม่เพื่อใช้ในการทำงานจริง พร้อมทั้งศึกษาข้อดีและข้อเสียก่อนนำไปใช้ในงานจริงเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้กับสถานประกอบการหรือร้านค้าได้ (คลฤดี ใจสุทธิ์, 2543) ผลจากการวิจัยพบว่า การออกแบบและพัฒนาชุดโครงสร้างของเครื่องอัดก๊อปปี้ผ้าที่ออกแบบและพัฒนาใหม่นี้ มีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1) ชุดโครงสร้างเครื่องอัดก๊อปปี้ผ้า มีเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของตู้อบ สามารถทนแรงดันได้สูง และไม่เป็นสนิม ส่วนที่ 2) ชุดโครงสร้างฐานรองรับน้ำหนักเครื่อง และตาข่ายสำหรับวางชั้นของผ้าที่ต้องการอัดก๊อปปี้จำนวน 4 ชั้น มีเพื่อรองรับน้ำหนักได้ดี มีความแข็งแรง และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ส่วนที่ 3) ชุดควบคุมความปลอดภัย มีเพื่อเพิ่มความปลอดภัย และเพิ่มตัวควบคุมความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งาน สามารถระบุเวลาที่ชัดเจนในการอัดก๊อปปี้ผ้าแต่ละครั้งได้ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีชุดควบคุมความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งาน ได้แก่ ชุดควบคุมเวลาในการอบไอน้ำ มีตัวเลขบอกค่าเวลาหรือจับเวลาในการอบไอน้ำได้ ชุดควบคุมความดันไอน้ำ มีสัญญาณเตือนและตัวเลขบอกค่าความดันได้ และชุดควบคุมอุณหภูมิในการอบไอน้ำ มีสัญญาณเตือนและตัวเลขบอกค่าอุณหภูมิได้ ซึ่งจากการศึกษาคุณสมบัติหรือคุณลักษณะเครื่องอัดก๊อปปี้ผ้าที่ออกแบบและพัฒนา

ใหม่สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติ 5 ด้าน คือ 5.1.1 คุณสมบัติความแข็งแรงของวัสดุทำตัวเครื่องและฐานเครื่อง

5.1.2 คุณสมบัติความแข็งแรงในการเชื่อมประกอบตัวเครื่องและฐานเครื่อง

5.1.3 ความคุ้มค่าในการใช้งาน

5.1.4 การประหยัดพลังงาน

5.1.5 การประหยัดเวลา

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ผู้วิจัยควรนำความรู้ไปถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างเครื่องอัดก๊อปปี้ผ้าและวิธีการใช้เครื่องอัดก๊อปปี้ผ้าที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในการอัดก๊อปปี้ทำชุดนาฏศิลป์ไทยให้กับสถานประกอบการหรือร้านค้าได้

5.2.2 ผู้ประกอบการหรือร้านค้าบางแห่งที่ต้องการใช้เครื่องอัดก๊อปปี้ผ้า จำเป็นต้องได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานและชุดควบคุมความปลอดภัยของเครื่องอัดก๊อปปี้ผ้านี้ ให้ครอบคลุม เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง

สิ่งที่เห็นเด่นชัดที่สุดในงานวิจัยนี้คือ เครื่องอัดก๊อปปี้ผ้าที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใหม่นี้ จะเพิ่มความปลอดภัย และเพิ่มตัวควบคุมความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งาน สามารถระบุเวลาที่ชัดเจนในการอัดก๊อปปี้ผ้าแต่ละครั้งได้ โดยมีชุดควบคุมความปลอดภัยของการตั้งเวลาการอบไอน้ำ ระดับความดันไอน้ำ และระดับอุณหภูมิการอบไอน้ำ มีเซ็นเซอร์และสัญญาณไฟเตือนเมื่อระดับความปลอดภัยเกินขอบเขตที่ตั้งไว้ แต่เครื่องเดิมใช้การประมาณการระยะเวลาการอบไอน้ำเองใช้การลองผิดลองถูกทำให้คุณภาพอัดก๊อปปี้ผ้าไม่ค่อยสม่ำเสมอ ส่วนโครงสร้างภายนอกมีความแข็งแรงทนทาน ไม่เป็นสนิม ทำจากสแตนเลส ขนาดรูปทรงเหมาะสมกับปริมาณงานที่เพิ่มมากขึ้นได้ สามารถซ่อนมัดผ้าที่จะอัดก๊อปปี้ด้วยการอบไอน้ำได้หลายชั้นทำให้

สามารถลดรอบการอบไอน้ำลดลงได้ เคลื่อนที่ได้ง่าย เนื่องจากติดตั้งล้อเลื่อน 4 ล้อ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอัดฟลิตฟ้าแบบเดิม และยังพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการอัดฟลิตฟ้าด้วยการอบไอน้ำได้เพิ่มขึ้น 2 เท่า ผ้าที่อัดกลับมีคุณภาพงานสม่ำเสมอกว่า และมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานมากกว่าเครื่องแบบเดิม

6. บทสรุป

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดฟลิตฟ้าใหม่ ที่ทีมวิจัยสร้างขึ้นนี้ จะช่วยให้ผู้ใช้มีความสะดวก ใช้งานได้ง่ายขึ้น และสิ่งสำคัญ คือ ช่วยให้ผู้ใช้งานเกิดความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น (วิฑูรย์ สิมะโชติ, 2538) เนื่องจากมีชุดควบคุมความปลอดภัยติดตั้งบนตัวเครื่อง ได้แก่ ชุดควบคุมเวลาในการอบไอน้ำ ชุดควบคุมความดันไอน้ำ และ ชุดควบคุมอุณหภูมิในการอบไอน้ำ มีสัญญาณเตือนและตัวเลขบอกค่าได้ แต่เครื่องจะมีข้อจำกัดในเรื่องชุดความปลอดภัยแต่ละตัว จะมีช่วงความดันของเครื่อง 0 ถึง 5 บาร์, ช่วงอุณหภูมิของเครื่องตั้งแต่ -5 ถึง 400 °C, และ ช่วงเวลาสูงสุดของเครื่องอยู่ที่ 99 นาที ปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อคุณภาพของผ้าที่อัดกลับด้วย ได้แก่ ปริมาณน้ำสำหรับต้มในถังพักน้ำด้านล่าง บริเวณพื้นที่สำหรับตั้งตู้อบไอน้ำหรือทิศทางลม ก็ส่งผลต่อปริมาณไอน้ำที่เกิดจากการต้มโดยใช้แก๊สหุงต้มด้วย ถ้าพลังงานความร้อนที่ใช้ต้มน้ำคงที่ อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้มก็จะคงที่หรือลดลงได้ (เกรียงศักดิ์ นักผูก และ ชวนชื่น เดี่ยววิไล, 2555) ดังนั้น ผู้ใช้เครื่องอัดฟลิตฟ้านี้ จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานและชุดควบคุมความปลอดภัยของเครื่อง เพื่อการใช้งานเครื่องอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดเวลาการอบไอน้ำลงเหลือ 16.66 % ของเวลาที่ใช้เดิม ใช้แก๊สลดลงเหลือ 33.32 % ต่อการอบ 1 ครั้ง และสามารถเพิ่มจำนวนผ้าอัดกลับต่อ

การอบ 1 ครั้งได้มากเป็น 3 เท่าของเครื่องเดิม (ของเดิมอบผ้าได้ 4 มัด เพิ่มเป็น 12 มัดต่อการอบ 1 ครั้ง)

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้ และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ความคำแนะนำทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผ้าอัดฟลิต (มผช.253/2558) สืบค้นเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2557. จาก <http://tcps.tisi.go.th/public/>
- วัชร วัชรภัทรกุล และคณะ. (2553). การพัฒนาต่อ ยอดและถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำเครื่องประดับนาฏศิลป์ไทย. บุรีรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สุรัตน์ อัดฟลิต. (2555). การอัดฟลิตผ้า. สืบค้นเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2558, จาก <http://ฟลิต.com/>
- คลฤดี ใจสุทธิ. (2543). การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อน ขวดอิง. กรุงเทพฯ.
- วิฑูรย์ สิมะโชติ. (2538). วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น.
- เกรียงศักดิ์ นักผูก และ ชวนชื่น เดี่ยววิไล. (2555). การวิจัยและพัฒนาเครื่องอบไอน้ำชาเขียว. เชียงใหม่ : การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13.