การพัฒนาโฟมยางดูดซับเสียงโดยใช้ซัลโฟนิลไฮดราไซด์

Development of Sound Absorption of Rubber Foam using Sulfonyl Hydrazide

นาซีเราะห์ แวดอเลาะ[1] รอฮานีย์ เปาะเยะ[1] ซูไวบะห์ กาเซ็ง[1] และดาริกา จาเอาะ[1]*

[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

*อีเมล์ darika.j@yru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโฟมยางดูดซับเสียงโดยใช้ซัลโฟนิลไฮดราไซด์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณรูพรุนในยางธรรมชาติ หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารซัลโฟนิลไฮดราไซด์ กับลักษณะรูพรุนและปริมาณช่องว่างด้านหลังของโฟมยางธรรมชาติกับความสามารถในการดูดซับเสียง โดยทำการผสมน้ำยางข้น สารเคมีสำหรับน้ำยางและสารทำให้เกิดฟองในปริมาณ 0, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 phr ทำการทดสอบสมบัติทางกล ความสามารถในการดูดซับเสียง พบว่าวัสดุดูดซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติที่ใส่สารทำให้เกิดฟองในปริมาณ 0.5 phr มีลักษณะรูพรุนขนาดเล็กและสม่ำเสมอ ส่งผลให้มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงและความสามารถในการลดระดับเสียงสูงสุด และยังสามารถใช้งานได้ดีที่ช่วงความถี่กว้าง

คำสำคัญ: ยางธรรมชาติ การดูดซับเสียง สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การลดระดับเสียง

ABSTRACT

This research is to develop the sound absorption rubber foam using sulfonyl hydrazide. The objective of this work is to find the optimal condition to increase porousness in natural rubber. The relations between the sulfonyl hydrazide volume and feather of cavity in the natural rubber matrix are investigated. Latexes and their chemical solution are mixed with a blowing agent with the quantity of 0, 0.3, 0.5, 0.7 and 0.9 phr, respectively, in order to observe mechanical properties and sound absorption ability. The results show that the latex foam mixed 0.5 phr of sulfonyl hydrazide is the best one of small and stable porous samples. It affects the maximum sound absorption coefficient and noise reduction. Moreover, this porous samples have a wide frequency range ability.

Keywords: natural rubber, sound absorption, sound absorption coefficient, noise reduction

บทนำ

เสียงรบกวนหรือเสียงที่ไม่พึงประสงค์ จัดว่าเป็นมลพิษทางสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในสังคมเมือง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อสังคมมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันกระบวนการควบคุมเสียงรบกวนได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากประชาชนเกิดความตื่นตัวทางด้านสุขภาพและต้องการสภาพแวดล้อมที่ดี การสัมผัสกับระดับเสียงสูงเป็นระยะเวลานานจะนำไปสู่ผลลัพธ์ทางสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ปัญหาการได้ยิน ปัญหาเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด รบกวนการนอนหลับ การสื่อสารและปัญหาสุขภาพจิต เป็นต้น [1] ในปัจจุบันวัสดุดูดซับเสียงที่นิยมใช้ในการควบคุมเสียงรบกวนผลิตจากวัสดุสังเคราะห์ เช่น โฟมพอลิสไตรีน โฟมพอลิยูรีเทน เป็นต้น แม้จะมีคุณสมบัติด้านเสียงดีแต่เป็นวัสดุที่ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม วัสดุในธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นรูพรุนจึงเป็นวัสดุทางเลือกที่นำมาใช้ในการควบคุมเสียงรบกวนของอาคาร ยานพาหนะ อากาศยาน ฯลฯ เพราะนอกจากจะมีกลไกในการดูดซับเสียงที่ดีแล้ว ยังเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ยางพาราจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย อุตสาหกรรมยางพาราเป็นอุตสาหกรรมสำคัญที่มีผลกระทบต่อประชากรของประเทศไทยไม่น้อยกว่า 6 ล้านคน หรือร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศ [2] ดังนั้นการพัฒนาและเติบโตของอุตสาหกรรมยางพาราจึงมีบทบาทอย่างสูงต่อการพัฒนาประเทศ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำยางพาราในปัจจุบันจัดเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการพัฒนาและมีศักยภาพในการขยายปริมาณการผลิตเพื่อการส่งออกและทดแทนการนำเข้ามาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลิตภัณฑ์แปรรูปประเภทดังกล่าวได้แก่ ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย และอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์อื่นๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำยางพาราที่มีศักยภาพหลายอีกชนิดยังขาดการพัฒนาในการเพิ่มมูลค่าและปริมาณการใช้งาน ได้แก่ เส้นยางยืดและยางฟองน้ำเป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งยางฟองน้ำจัดเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำยางพาราที่น่าสนใจ เนื่องจากการนำยางฟองน้ำมาใช้ในปัจจุบันยังอยู่ในขอบเขตที่จำกัด เช่นการนำมาใช้เป็นวัสดุเพื่อทำที่นอน หมอน เบาะรองนั่ง และตุ๊กตา เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางฟองน้ำให้มีรูปแบบการใช้งานที่กว้างขวางขึ้น จะเป็นการส่งเสริมให้เกิดการนำน้ำยางพารามาใช้มากขึ้น อันจะช่วยผลักดันให้อุตสาหกรรมยางพาราในประเทศเติบโตยิ่งขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาโฟมยางธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงสูงจึงจัดเป็นงานวิจัยที่สำคัญเพื่อหาแนวทางในการนำโฟมยางธรรมชาติมาประยุกต์ใช้งานในการควบคุมและลดระดับเสียง นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าน้ำยางพาราได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารซัลโฟนิลไฮดราไซด์ ในสัดส่วน 0, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 phr กับลักษณะรูพรุนและปริมาณช่องว่างด้านหลังของโฟมยางธรรมชาติกับความสามารถในการดูดซับเสียง

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการวิจัย คือ การเตรียมโฟมยางธรรมชาติ ตรวจสอบลักษณะรูพรุน ทดสอบความหนาแน่น ทดสอบสมบัติทางกล ทดสอบสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง และวิเคราะห์ค่าการลดระดับเสียงของชิ้นทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 การเตรียมโฟมยางธรรมชาติ

เริ่มต้นกวนน้ำยางข้นด้วยเครื่องกวนสาร 8 นาที เพื่อกำจัดแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำยางข้น เติม Potassium Oleate ลงในน้ำยางข้น เพื่อให้เกิดเซลล์โฟมขนาดเล็ก จากนั้นกวนน้ำยางอย่างต่อเนื่องจนมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 2 เท่า ทำการเติม KOH, Sulphur, ZDEC, ZMBT และ Wingstay® L จากนั้นกวนต่อ 7 นาที เพื่อให้สารเคมีกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เติม ZnO และ DPG ลงในน้ำยางและกวนน้ำยางต่อ 7 นาที เพื่อให้สารเคมีกระจายตัวอย่างทั่วถึง จากนั้นทำการเติม Sulfonyl Hydrazide ลงในน้ำยางตามสัดส่วนการผสมดังตารางที่ 1 และกวนน้ำยางอย่างต่อเนื่องอีก 5 นาที เพื่อให้สารเคมีกระจายและทำให้เกิดฟอง นำน้ำยางคอมปาวด์มาขึ้นรูปด้วยเบ้าพิมพ์รูปทรงสี่เหลี่ยม ปาดหน้าเบ้าพิมพ์ ปล่อยให้ยางคงรูป 7 นาที นำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการอบให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยน้ำออกเป็นเวลา 19 ชั่วโมง นำออกจากเบ้าพิมพ์เพื่อนำไปทดสอบ

ตารางที่ 1 สูตรน้ำยางคอมปาวด์เพื่อขึ้นรูปโฟมยางธรรมชาติ

Materials	Dry weight (phr)[a]				
	Sample 1	sample 2	sample 3	sample 4	sample 5
60% High ammonia (HA) Latex	100	100	100	100	100
10% Potassium Oleate	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
10% KOH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
50% Sulphur	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
50% ZDEC	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
50% ZMBT	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
50% Wingstay® L	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
50% ZnO	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
33% DPG	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12.5% Sulfonyl Hydrazide	0	0.3	0.5	0.7	0.9

[a] phr: part per hundred rubber

ตอนที่ 2 การทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบลักษณะรูพรุนของโฟมยางธรรมชาติด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้กำลังขยาย 40 เท่า ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดชิ้นทดสอบแล้วนำมาคำนวณค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ดังสมการที่ (1)

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์} = \frac{W_a - W_w}{W_a} \quad (1)$$

เมื่อ W_a คือ น้ำหนักในอากาศ (กรัม)

W_w คือ น้ำหนักในน้ำ (กรัม)

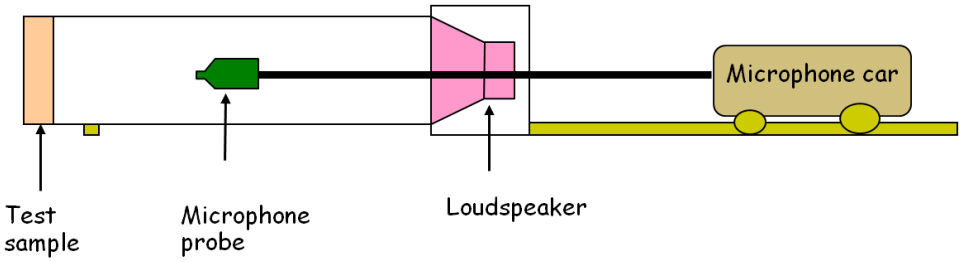
สมบัติการดูดซับเสียงของโฟมยางธรรมชาติ ทดสอบโดยตัดชิ้นทดสอบเป็นแผ่นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร ติดตั้งกับฝาครอบที่อยู่ปลายสุดของท่อ โดยใช้ชุดทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงด้วยเทคนิคท่อคลื่นนิ่งตามมาตรฐานทดสอบ ASTM C384-03 ดังภาพที่ 1 เพื่อหาค่าความดันเสียงสูงสุดและต่ำสุดค่าแรก แล้วนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ทำการทดสอบโดยนำชิ้นทดสอบติดตั้งที่ฝาครอบปลายท่อด้านขวา ให้ชิ้นทดสอบตั้งฉากกับความยาวท่อ แล้วเปิดเครื่องกำเนิดความถี่เสียง ตั้งค่าความถี่เสียงที่ 250 เฮิรตซ์ วัดค่าระดับความดันเสียงต่ำสุดและสูงสุดค่าแรก ทำการทดสอบซ้ำที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงดังสมการที่ (2) และวิเคราะห์ค่าการลดระดับเสียงของชิ้นทดสอบ (NRC; Noise reduction coefficient)

$$\alpha = 1 - R^2 = 1 - \frac{(SWR - 1)^2}{(SWR + 1)^2} \quad (2)$$

เมื่อ SWR (Standing Wave Ratio) คือ อัตราส่วนความดันสูงสุดต่อความดันต่ำสุด

R (Sound Reflection Coefficient) คือ สัมประสิทธิ์การสะท้อนเสียง

α คือ สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง



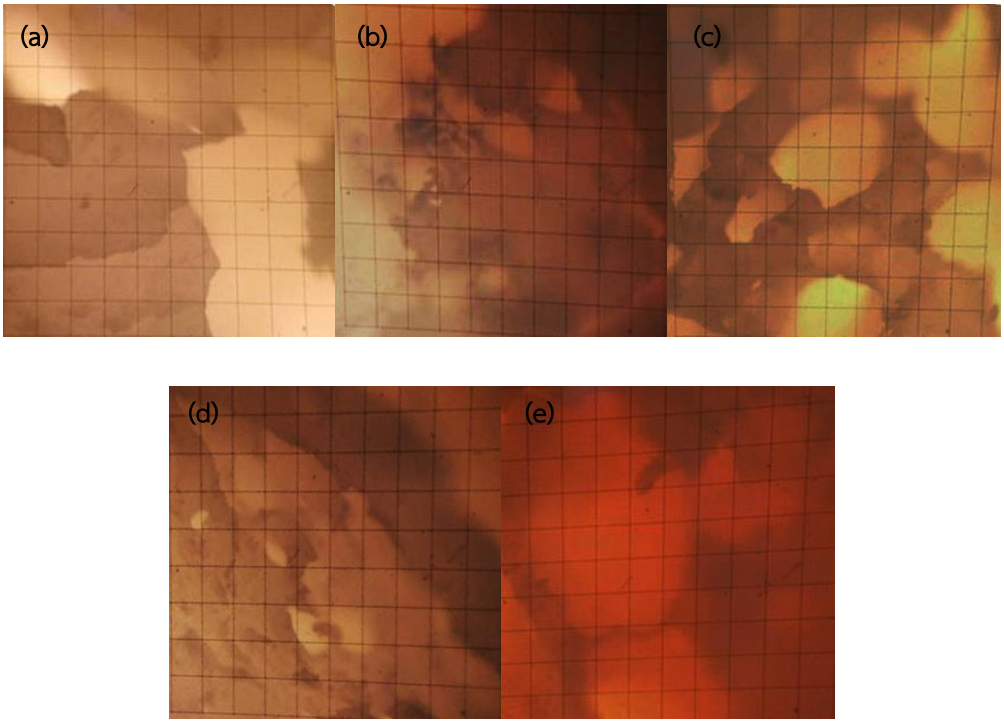
ภาพที่ 1 ชุดทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงด้วยเทคนิคท่อคลื่นนิ่ง

ผลการวิจัยและอภิปราย

การพัฒนาโฟมยางดูดซับเสียงโดยใช้ซัลโฟนิลไฮดราไซด์ ในปริมาณ 0, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 phr โดยการตรวจสอบลักษณะรูพรุน ทดสอบความหนาแน่น ทดสอบสมบัติทางกล ทดสอบสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง และวิเคราะห์ค่าการลดระดับเสียงของชิ้นทดสอบ มีผลการวิจัยดังนี้

1. ลักษณะรูพรุนของโฟมยางธรรมชาติ

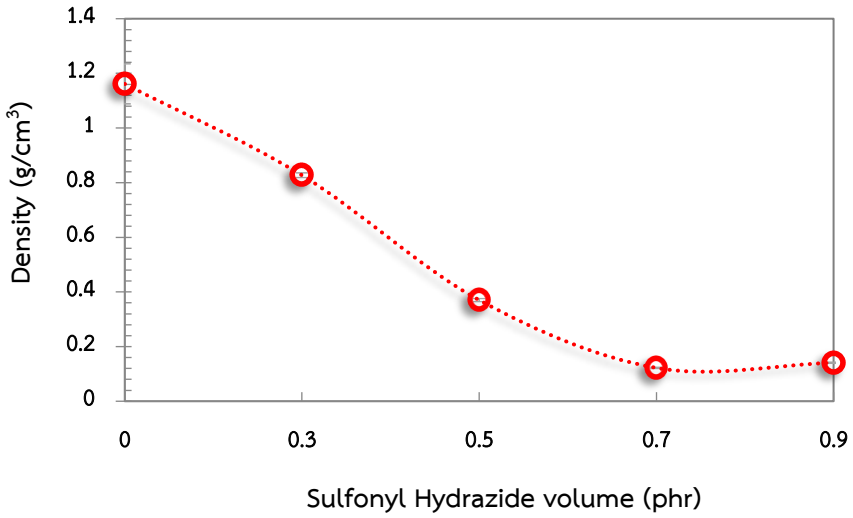
จากการศึกษาเรื่องขนาดและการกระจายตัวของรูพรุนของวัสดุดูดซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติ ถูกตรวจสอบโดยการส่องกล้องจุลทรรศน์มีลักษณะดังภาพที่ 2 จากภาพเมื่อเพิ่มสารซัลโฟนิลไฮดราไซด์ในปริมาณ 0.5 phr เกิดรูพรุนแบบเซลล์ปิดขนาดเล็กจำนวนมากและมีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ แต่เมื่อเติมสารซัลโฟนิลไฮดราไซด์ในปริมาณมากขึ้นจนถึง 0.9 phr จะสังเกตเห็นรูพรุนในลักษณะเซลล์ปิดขนาดใหญ่ และมีบางส่วนต่อกันจนกลายเป็นเซลล์เปิด



ภาพที่ 2 ลักษณะรูพรุนของโฟมยางธรรมชาติที่ผสมซัลโฟนิลไฮดราไซด์ในปริมาณ (a) 0 phr (b) 0.3 phr (c) 0.5 phr (d) 0.7 phr และ (e) 0.9 phr (ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิด 2 ตา ยี่ห้อ Carton ทำการศึกษาขนาดรูพรุนที่ปรากฏในกรอบตารางสี่เหลี่ยมทั้งหมด (100 ช่องย่อยต่อ 1 กรอบ และ 1 กรอบมีค่าเท่ากับ 1 มิลลิเมตร)

2. ความหนาแน่น

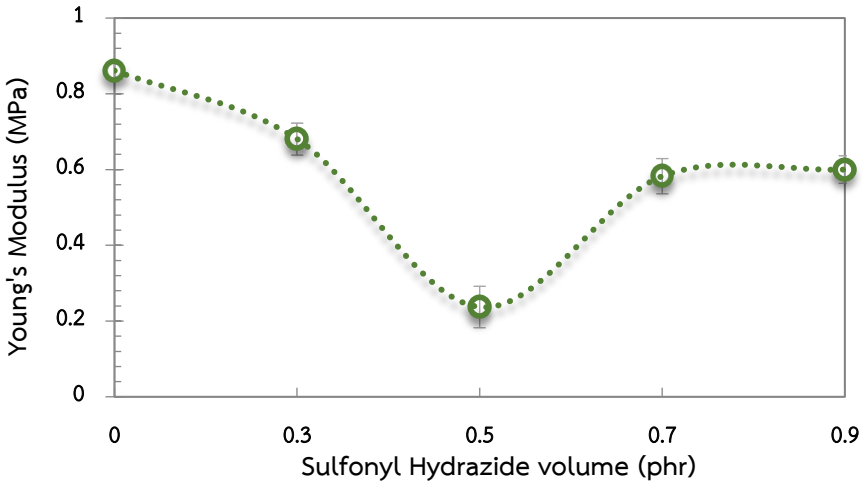
ความหนาแน่นของวัสดุดูดซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติในปริมาณสารซัลโฟนิลไฮดราไซด์ 0, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 phr แสดงดังภาพที่ 3 วัสดุดูดซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติที่ไม่เติมซัลโฟนิลไฮดราไซด์มีค่าความหนาแน่นสูงกว่าวัสดุดูดซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติในปริมาณสารเพิ่มฟอง 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 phr และชิ้นทดสอบมีความหนาแน่นลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารเพิ่มฟองซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ชิ้นทดสอบเกิดรูพรุนจึงส่งทำให้ความหนาแน่นลดลง และยังสอดคล้องกับลักษณะรูพรุนในภาพที่ 2 คือรูพรุนมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีลักษณะเป็นเซลล์เปิดทะลุต่อถึงกันมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณสารซัลโฟนิลไฮดราไซด์



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับปริมาณสาร Sulfonyl Hydrazide

3. สมบัติทางกลของโฟมยางธรรมชาติ

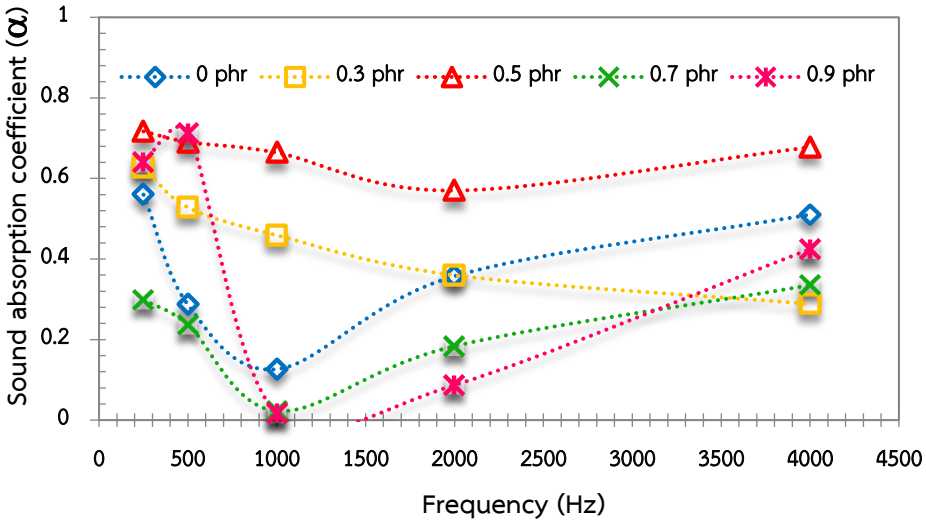
จากการทดสอบสมบัติทางกลโดยการวิเคราะห์ค่ายังมอดุลัสของวัสดุดูดซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติในปริมาณสารเพิ่มฟอง 0 phr มีความต้านทานต่อการฉีดขาดสูงกว่าปริมาณสารเพิ่มฟอง 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 phr ในการทดสอบของงานวิจัยนี้ได้ทำการเพิ่มปริมาณของเพิ่มฟองที่ใช้ในการเสริมแรง จากการทดลอง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารเพิ่มฟองเพิ่มขึ้นค่ายังมอดูลัสต่ำลง ยางธรรมชาติที่ไม่มีการเจือปนจะมีความยืดเหนียวได้ดีและทนต่อแรงดึงสูง แต่เมื่อผสมสารเพิ่มฟองในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้เกิดรพรุนขนาดใหญ่ขึ้นทำให้ความทนต่อแรงดึงต่ำลง แสดงให้เห็นว่าวัสดุดูดซับเสียงในโฟมยางธรรมชาติที่เตรียมขึ้นจากยางธรรมชาติเจือปนด้วยสารเพิ่มฟอง มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้สมบัติเชิงกลของวัสดุดูดซับเสียงในโฟมยางธรรมชาติต่ำลง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ายังมอดุลัสกับปริมาณสาร Sulfonyl Hydrazide

4. สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

วัสดุดูดซับเสียงในโฟมยางธรรมชาติผสมปริมาณสารเพิ่มฟอง Sulfonyl Hydrazide 0, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 phr ถูกทดสอบที่ความถี่ 250 - 4,000 Hz ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงแสดงดังภาพที่ 5 ผลการทดสอบพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารเพิ่มฟองจนถึง 0.5 phr ชิ้นทดสอบมีค่าสัมประสิทธ์การดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นทั้งในช่วงความถี่ต่ำจนถึงความถี่สูง แต่เมื่อเติมสารเพิ่มฟองมากขึ้นส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงลดลง เนื่องจากลักษณะชิ้นทดสอบที่มีสาร Sulfonyl Hydrazide มากขึ้น ทำให้มีลักษณะรูพรุนขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอ โอกาสในการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานเสียงเป็นพลังงานความร้อนน้อยลง จึงมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงต่ำลง

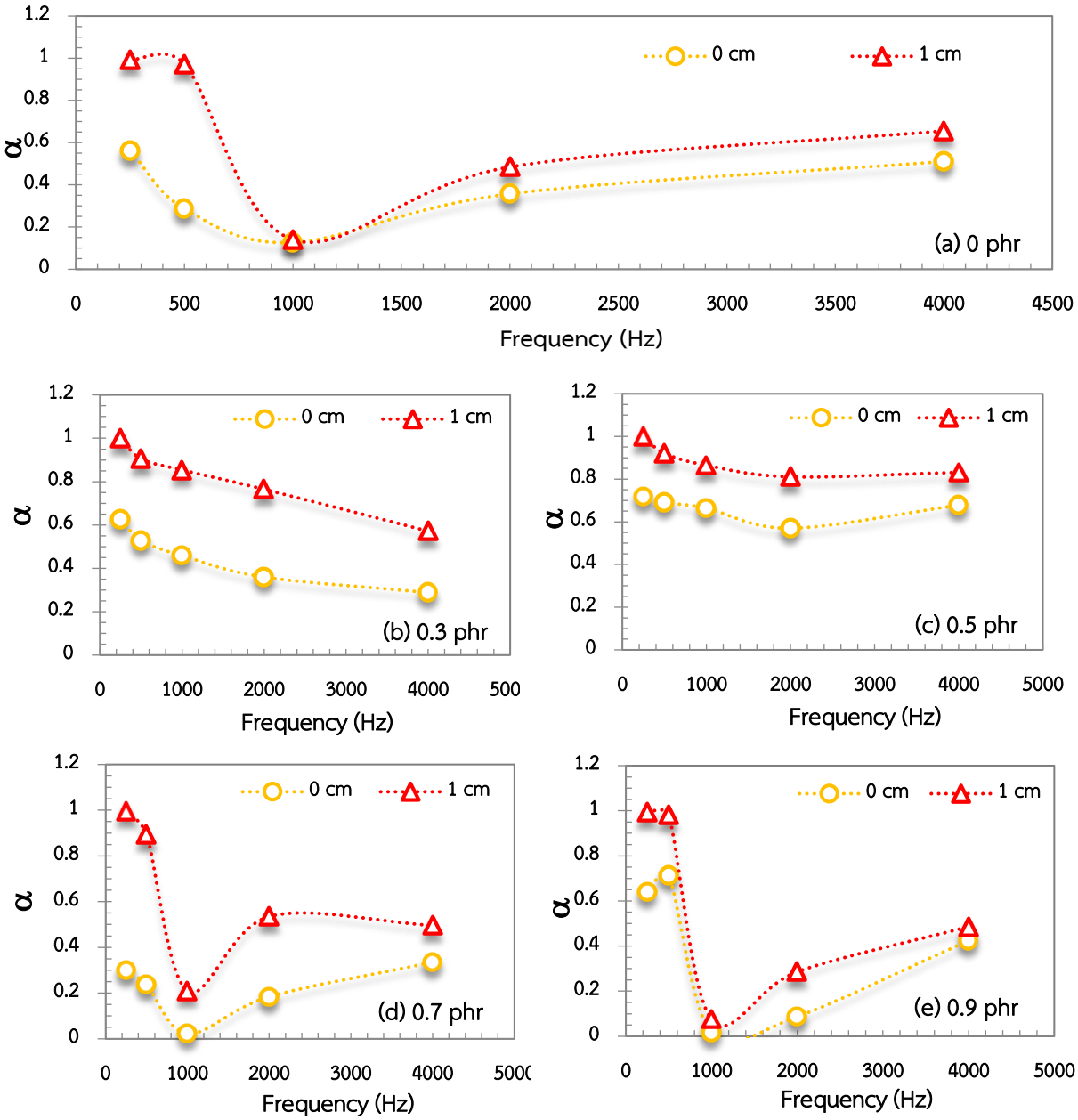


ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

5. ปริมาณช่องว่างด้านหลังโฟมยางธรรมชาติ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณช่องว่างด้านหลังโฟมยางในขณะทดสอบกับสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ แสดงดังภาพที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบวัสดุซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติที่ไม่มีช่องว่างด้านหลังกับการทดสอบโดยเพิ่มพื้นที่ว่างด้านหลังชิ้นทดสอบในระยะ 1 cm พบว่าเมื่อเพิ่มช่องว่างด้านหลังให้กับชิ้นทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมีค่าสูงขึ้นใน

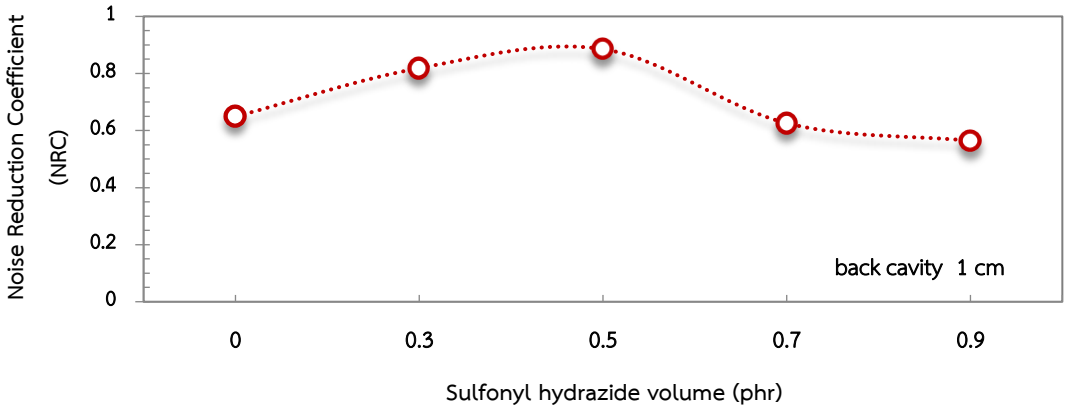
ทุกสัดส่วนการผสม เนื่องจากเมื่อเสียงตกกระทบชิ้นทดสอบที่มีความพรุน พลังงานเสียงบางส่วนหักเหออกจากพื้นหลังของผิววัสดุและมีโอกาสสะท้อนเข้าไปในเนื้อวัสดุซึ่งมีรูพรุน ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงานเสียงอีกครั้งทำให้พลังงานเสียงที่เหลือและสะท้อนกลับเข้าสู่เซนเซอร์วัดเสียงลดลง ชิ้นทดสอบจึงมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงกับความถี่ที่เติม Sulfonyl Hydrazide ในปริมาณ (a) 0 phr (b) 0.3 phr (c) 0.5 phr (d) 0.7 phr และ (e) 0.9 phr เมื่อเปรียบเทียบปริมาณช่องว่างด้านหลังโฟมยางธรรมชาติ

6. ค่าการลดระดับเสียง

ค่าการลดระดับเสียงคำนวณจากค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่ 250, 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 Hz พบว่าวัสดุดูดซับเสียงในโฟมยางธรรมชาติที่ผสมสาร Sulfonyl Hydrazide ในปริมาณ 0.5 phr จะมีความสามารถในการลดระดับเสียงได้ดีที่สุดดังภาพที่ 7 เพราะเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปโฟมยางให้มีรูพรุนขนาดเล็กและสม่ำเสมอ



ภาพที่ 7 ค่าการลดระดับเสียงของโฟมยางธรรมชาติในแต่ละสัดส่วนการผสม

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาโฟมยางดูดซับเสียงโดยใช้ซัลโฟนิลไฮดราไซด์ในปริมาณ 0, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 phr สามารถสรุปผลการวิจัย และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ลักษณะของรูพรุนของโฟมยางธรรมชาติเมื่อเติมสารซัลโฟนิลไฮดราไซด์จะทำให้เกิดรูพรุนขึ้นในเนื้อยาง โดยเมื่อเติมในปริมาณ 0.5 phr ชิ้นทดสอบจะเกิดรูพรุนขนาดเล็กและสม่ำเสมอ แต่เมื่อเติมสารซัลโฟนิลไฮดราไซด์ในปริมาณมากขึ้น รูพรุนจะมีขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอจนเกิดเป็นเซลล์เปิดที่ช่องว่างทะลุถึงกัน เมื่อรูพรุนมีจำนวนมากและมีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้ความหนาแน่นของโฟมยางธรรมชาติลดลง แต่ค่ายังมอดุลัสของวัสดุดูดซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติในปริมาณสารเพิ่มฟอง 0.5 phr มีค่ายังมอดุลัสน้อยที่สุดเนื่องจากลักษณะรูพรุนที่เล็กและสม่ำเสมอจึงมีค่าความยืดหยุ่นสูงและสามารถกลับคืนรูปร่างเดิมได้อย่างรวดเร็ว

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุดูดซับเสียงจากโฟมยางธรรมชาติที่ถูกดัดแปลงให้มีรูพรุนขนาดเล็กและสม่ำเสมอสามารถดูดซับเสียงได้ดีในช่วงความถี่กว้าง และเมื่อเพิ่มช่องว่างด้านหลังในขณะทดสอบจะเป็นการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงให้สูงขึ้นได้ และโฟมยางที่มีความพรุนสม่ำเสมอมีความสามารถในการลดระดับเสียงสูงสุด

การทดสอบสมบัติทางเสียงในงานวิจัยนี้อ้างอิงใช้ทฤษฎีท่อคลื่นนิ่งโดยกำหนดให้มีเฉพาะหน้าคลื่นที่มีระนาบตั้งฉากกับชิ้นทดสอบเท่านั้น แต่ยังมีวิธีการทดสอบทางเสียงอีกหลายวิธีและมีพารามิเตอร์อีกหลายค่าที่ส่งผลต่อการดูดซับเสียงของวัสดุเมื่อนำไปใช้งาน ในการต่อยอดงานวิจัยอาจนำตัวแปรที่ส่งผลต่อสมบัติทางเสียงมาพิจารณาเพิ่มเติม

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากงานวิจัยนี้ทำให้ได้แผ่นดูดซับเสียงมาใช้ในห้องต่างๆ เช่น ห้องโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้เครื่องจักร ห้องดนตรี และโรงหนัง เป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ และยังสามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยนี้ไปใช้ต่อยอดในงานวิจัยทางด้านเสียงต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาโฟมยางดูดซับเสียงโดยใช้ซัลโฟนิลไฮดราไซด์ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลดังต่อไปนี้ อาจารย์ปัทมา พิศภักดิ์ คณะกรรมการที่ปรึกษา ที่คอยให้ความรู้ ข้อแนะนำต่างๆ และความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน และขอขอบคุณบริษัทอุตสาหกรรมน้ำยางยะลาจำกัดที่อนุเคราะห์น้ำยางที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คุณนัสรีนา เจะมะ และคุณฮูเซ็ง ชายดานา นักวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่คอยอำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือและสถานที่ทำการทดลอง จนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] S.A. Stansfeld , M.P.Matheson, Noise pollution: non-auditory effects on health. Br Med Bull; 68:243–57. [PubMed: 14757721], 2003

[2] กรมวิชาการเกษตร. (ออนไลน์). จาก: http://www.dao.go.th, 2561.

[3] กมล กาญจนนรุจี, โสภาพพรรณ แสงศัพท์, สิงห์ อินทรชูโต, การใช้โฟมร่วมกับผนังเซลล์ยิปซัมบอร์ดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันเสียง.ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 187-194. 2550.

[4] จุฬาลักษณ์ ไพบูลย์ฟุ้งเฟื่อง, ชัชชติภัช เดชจิรมณี, พรชัย ขันทะวงค์. . *การผลิตอิฐบล็อกสำหรับผนังดูดซับเสียงโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมคอนกรีต*.นวัตกรรมอาคาร, น.156-162, 2559.

[5] รัฐวุฒิ ยอดแก้ว, โสภาพพรรณ แสงศัพท์, สิงห์ อินทรชูโต, “การดูดซับเสียงของแผ่นฝ้าเพดานแกลบ,” การ*ประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, กรุงเทพฯ, น. 217-225, 2551 .

[6] สมบัติ พุทธจักร, ธรณิศ นาวารัตน์, ดาริกา จาเอาะ, “การดูดซับเสียงในยางธรรมชาติผสมดินขาว”.*วารสารวิทยาศาสตร์*, มข, ปีที่ 36, ฉบับที่ 4, 338-347, 2551.

[7] อภิชาต เฉลิมวงค์, “การศึกษากำลังรับแรงและการดูดซับเสียงของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่ากรณีผสมสารน้ำปริมาณมาก,” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.

[8] Feng wang, el. at, Porous si 3N4 fabrication via volume – controlled foaming and their sound, 2558.

[9] Ju Hyuk Park et. al., “Cell openness manipulation of low density polyurethane-foam for efficient sound absorption,” *Journal of sound and Vibration*, pp. 224-236, 2017

[10] P.S Liu,H.B. Qing , H.L.Hou, “Primary investigation on sound absorption performance of highly porous titanium foams”, *Materials & Design*, pp. 275-281, 2015.

[11] Umberto Berardi, Gino lannace, Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications, *building and environment*, pp.840-852, 2015.

[12] Z.Y. Lim et al, *Sound absorption performance of natural kenaf fibres*, Applied Acoustics, pp. 107-114, 2018.