

ฉบับนี้ส่งมอบให้
จำนวน 1 เล่ม



รายงานการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัณฐานวิทยาของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพ

ในการดูดซับเสียง

The Study on the Relationship between Foam Morphology
and Efficiency of Sound Absorption



มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

พัชรินทร์ ศรีขวัญ

อาริยา แก้วหนู

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

โปรแกรมวิทยาศาสตรบัณฑิตสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัณฐานวิทยาของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

The Study on the Relationship between Foam Morphology and Efficiency of Sound Absorption

ผู้วิจัย นางสาวพัชรินทร์ ศรีขวัญ รหัส 534292027

นางสาวอารียา แก้วหนู รหัส 534292049

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้อบ)

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวงเจริญ)

.....กรรมการ
(ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

.....กรรมการ
(ดร.สิริพร บริรักษ์วิสุทธิศักดิ์)

.....กรรมการ
(นายกมลนาวัน อินทจุติ)

.....กรรมการ
(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้อบ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวงเจริญ)

เลข Bib# 1142479
วันที่ 17 S.A. 2561
เลขเรียกหนังสือ 668.203
94112ก

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชชนะ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัณฐานวิทยาของแผ่นโพน กับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง
ชื่อผู้วิจัย	นางสาวพัชรินทร์ ศรีขวัญ นางสาวอาริยา แก้วหนู
โปรแกรมวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวมเจริญ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัณฐานวิทยาของแผ่นโพนกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง เนื่องด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาของโพนที่ประกอบด้วยรูพรุนจำนวนมากทำให้สามารถป้องกันเสียงได้ดี จึงสนใจในการใช้ประโยชน์จากแผ่นโพนมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแผ่นดูดซับเสียง เพื่อใช้ทดแทนแผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากวัสดุใยหิน แผ่นยิปซัมบอร์ด หรือวัสดุใยแก้ว งานวิจัยนี้ได้ศึกษาโพนทั้งแบบเซลล์เปิด จำนวน 5 ชนิด และเซลล์ปิด จำนวน 5 ชนิด โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโพนโดยการส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อสังเกตลักษณะรูปร่างของเซลล์ ขนาด และการนับจำนวนเซลล์ จากนั้นจึงหาค่าประสิทธิภาพของแผ่นโพนในการดูดซับเสียง พบว่า เซลล์โพนแบบเปิด O2 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงสุด ที่ ร้อยละ 34.49 ในความถี่ 8000 Hz สำหรับเซลล์โพนแบบปิด พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซับเสียงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเซลล์โพนแบบปิดแต่ละชนิด เซลล์โพนชนิด C2 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงสุดที่ร้อยละ 41.61 ในความถี่ 8000 Hz นอกจากนี้ในการศึกษาหาสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงกับโครงสร้าง พบว่า เซลล์โพนแบบปิดมีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงกว่าเซลล์โพนแบบเปิด ซึ่งจากการศึกษา ลักษณะโครงสร้างของโพนแต่ละชนิด พบว่า เซลล์โพนแบบปิดจะมีลักษณะของเซลล์ที่มีขนาดเล็ก และขนาดเซลล์ค่อนข้างใกล้เคียงกัน เมื่อทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงกับขนาดเซลล์ พบว่าเซลล์โพนแบบปิดให้ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติสูงกว่าเมื่อเทียบกับเซลล์โพนแบบเปิด ดังนั้นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของการดูดซับเสียง คือ ขนาด และโครงสร้างของเซลล์

StudyTitle	The Study on the Relationship between Foam Morphology and Efficiency of Sound Absorption
Authors	Miss Patcharin Sirkhwan Miss Ariya Kaewnoo
Study Program	Science and Technology
Major Program	Environmental Science
Academic year	2017
Advisor	Dr.Suchheewan Yoyrurob
Co-Advisor	Asst. prof. Dr.Polphat Ruamcharoen

Abstract

This study investigated the relationship between foam morphology and efficiency sound absorption. Due to a lot of foams porosity, it can absorb the sound well. On the basic of this principle, it is interesting to apply foam sheet to the absorbent produce to the absorbent sheets on the replacement of the sound absorbing sheet made of asbestos materials including gypsum board or fiberglass materials. This study was conducted on five foams with open cells and five foams with closed cells. The study was conducted on the foam using morphology to technique cell size and number of cell. Then, the efficiency of the foam sheet to absorb sound and the correlation between sound absorption efficiency and cell size was studied. The results showed that the O2 of open foam cell was higher sound absorption efficiency with 34.49 percentages at 8,000 Hz. Moreover, the closed foam cell showed that the C2 was higher sound absorption efficiency with 41.61 percetages at 8,000 Hz. Thus, the results showed higher sound absorption efficiency than the open foam cell. From the study of the structure of any cell foams, it was found that the closed foam cell was characterized by small cells and the cell size was quite similar. Further study was conducted to determine the correlation between the sound absorption efficiency and the cell size (R^2). The closed foam cell showed a statistically significant higher correlation between cell size and sound efficiency. Thus, factors involved in the efficiency of sound absorption is the size and structure of the cell foam.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาวิจัยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (4003002) รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวมเจริญ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการทำวิจัยนี้ รวมทั้ง ขอขอบพระคุณ อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์ อาจารย์นันทดา โปดำ อาจารย์กมลนาวิน อินทนุจิตร ดร.สายสิริ ไชยชนะ ดร.สิริพร บริรักษ์วิสิฐศักดิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิจัยขอบคุณ นายสอแหละ บางสัน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณปริญญา ทับเที่ยง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่สละเวลาในการให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการใช้กล้องจุลทรรศน์

ขอบคุณนักศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือทำให้งานวิจัยสำเร็จราบรื่นเป็นอย่างดี คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอเป็นสิ่งบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่านที่ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจ และให้การอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัยเสมอมา

พัชรินทร์ ศรีขวัญ

อารียา แก้วหนู

5 ตุลาคม 2560

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 เสี่ยงและมลภาวะทางเสียง	5
2.2 กลไกการได้ยิน และผลกระทบของมลพิษทางเสียง	7
2.3 หลักการควบคุมมลพิษทางเสียง	10
2.4 โฟม	13
2.5 การดูดซับเสียง	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	23
3.1 ขอบเขตการวิจัย	23
3.2 วัสดุและอุปกรณ์	23
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	25

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	28
4.1 การศึกษาโครงสร้างของเซลล์โฟม	28
4.2 การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง	32
4.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการ ดูดซับเสียง	37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผลการวิจัย	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก โครงร่างวิจัย	ก-1
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย	ข-1



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7-1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
2.1-1	สถานการณ์มลพิษทางเสียงในปี พ.ศ. 2552 เมื่อเปรียบเทียบกับ พ.ศ. 2547 ในทุกพื้นที่ทั้งในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลและต่างจังหวัด	7
4.2-1	การเปรียบเทียบระดับเสียงกรณีมีแผ่นโพนแบบเปิดและไม่มีแผ่นโพน	33
4.2-2	การเปรียบเทียบระดับกรณีมีแผ่นโพนแบบปิดและไม่มีแผ่นโพน	35
4.2-3	ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงของแผ่นโพนแบบเปิด (Open cell) และแบบปิด (Closed cell)	37



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1-1	6
2.2-1	8
2.3-1	11
2.3-2	11
2.3-3	13
2.4-1	14
2.5-1	17
2.5-2	17
2.5-3	18
2.5-4	18
2.5-5	19
3.2-1	24
3.2-2	24
3.3-1	25
3.3-2	26
3.3-3	26
4.1-1	29
4.1-2	30
4.1-3	31
4.1-4	32
4.2-1	33
4.2-2	34

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.2-3	ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงจากการมีแผ่นดูดซับเสียงของแผ่นโพรแบบเปิด (Open cell)	35
4.2-4	ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงจากการมีแผ่นดูดซับเสียงของแผ่นโพรแบบปิด (Closed cell)	36
4.3-1	ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโพรกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง	38



บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมวิทยาของแผ่นโพนัมกับประสิทธิภาพการดูดซับเสียง ซึ่งประกอบด้วย ความสำคัญและที่มาของปัญหา วัตถุประสงค์ ตัวแปร นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย สมมติฐาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และระยะเวลาที่ทำการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เสียงเป็นส่วนประกอบร่วมในชีวิตประจำวันของเรา มนุษย์ต้องมีความสัมพันธ์กับเสียงอยู่ตลอดเวลา เช่น เสียงพูด เสียงสัญญาณการติดต่อ เสียงดนตรี เป็นต้น ซึ่งในโลกของวิวัฒนาการและการพัฒนา การเพิ่มขึ้นของประชากร และการเติบโตด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วได้ก่อให้เกิดแนวโน้มการพัฒนาของเครื่องจักรกลตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากมาย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถึงแม้สร้างประโยชน์กับมนุษย์ แต่ก็กำลังเป็นภัยร้ายที่อาจทำร้ายมนุษย์ได้เช่นเดียวกัน ถ้าหากเปรียบเทียบถึงปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง เป็นต้น มลพิษทางเสียงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะสังคมเมืองใหญ่ และเมืองอุตสาหกรรม พบปัญหาเรื่องความดังเสียงมากขึ้นจนกระทั่งเป็นเสียงที่ดังเกินความต้องการของมนุษย์ และเกิดปัญหาขึ้น เช่น เสียงที่เกิดจากรถยนต์ เครื่องยนต์ เครื่องบิน เครื่องจักรเสียงตอกเสาเข็มในการก่อสร้าง เสียงระเบิด เสียงจากการจราจร เสียงจากเรือยนต์ แต่ปัจจุบันบุคคลโดยทั่วไปมักไม่เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาทางเสียง ทั้งนี้เพราะมลพิษทางเสียงไม่แสดงให้เห็นผลกระทบอย่างรุนแรงในทันทีทันใด แต่ถ้าพิจารณาแล้วมลพิษทางเสียงเริ่มมีบทบาทมากขึ้นทุกขณะตามความเจริญอย่างรวดเร็วของวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี สังเกตได้จากผู้ป่วยที่แสดงอาการผิดปกติอันเกิดจากผลของมลพิษทางเสียงที่เพิ่มมากขึ้น เช่น หูตึง หูหนวก ซึ่งผู้ป่วยส่วนมากเป็นบุคคลที่ต้องคลุกคลีอยู่กับการได้รับฟังเสียงดังมากเกินไปในระยะเวลาอันยาวนาน ผลที่เกิดจากเสียงนั้นนอกจากจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน แล้วยังอาจจะมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอีกด้วย ระดับเสียงที่จะก่อให้เกิดอันตรายแต่มนุษย์ได้นั้นทางองค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ว่า เสียงที่เป็นอันตรายคือเสียงที่มีความดังเกินกว่า 85 dB(A) ที่ทุก ๆ ความถี่เสียง โดยอันตรายของเสียงอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ อันตรายของเสียงต่อระบบการได้ยิน และอันตรายของเสียงต่อสุขภาพทั่วไป และต่อจิตใจ

อันตรายของเสียงต่อระบบการได้ยิน ส่วนใหญ่เป็นอันตรายที่เกิดกับหูในอวัยวะรับเสียง ส่วนที่อยู่ในกระดูกกันหอย (Cochlea) ซึ่งเป็นอวัยวะที่ละเอียดอ่อน และเปราะบางมากจะมีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลาที่ได้ยินเสียง หรือเมื่อคลื่นเสียงมากระทบยิ่งเสียงดังมากก็จะยิ่งทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของอวัยวะรับเสียง อันเป็นสาเหตุให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ หรือเกิดการทำลายเซลล์ประสาท และปลายประสาท ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของคน เช่น ทำให้ให้เกิดหูตึง หรือหูอื้อชั่วคราว ผลกระทบถาวรต่อระบบการได้ยินการเกิดผลเสียต่อระบบการได้ยินนั้น ส่วนใหญ่เป็นการสูญเสียการได้ยินจากงานอาชีพ ผลจากการทำงานในที่เสียงดังมาก ๆ จะทำให้การได้ยินเสื่อมลง

อันตรายของเสียงต่อสุขภาพทั่วไป และต่อจิตใจ ได้แก่ การรบกวนการนอนหลับ การรบกวนการทำงานและประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และการป่วยทางร่างกาย เสียงที่ดังมีส่วนทำให้เกิดความตึงเครียดมากขึ้นซึ่งอาจมีผลทำให้เกิดโรคทางกาย เช่น โรคต่อมไทรอยด์เป็นพิษ หรือโรคแผลในกระเพาะ (สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ, 2546)

จากปัญหามลพิษทางด้านเสียงทำให้เกิดการคิดค้น และการผลิตวัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการดูดซับเสียงได้ แต่อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยเองต้องมีการนำเข้าสู่ตลาดดูดซับเสียงที่มีประสิทธิภาพจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันแผ่นดูดซับเสียงเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากพอลิเมอร์ ที่มีเป็นรูพรุน เรียกว่าโฟม ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแผ่นดูดซับเสียง มีผลทำให้ดูดซับเสียงที่เกิดขึ้นภายในห้อง และยังช่วยลดระดับเสียงที่เกิดจากนอกห้อง อีกทั้งยังช่วยลดเสียงสะท้อนที่เกิดขึ้นภายในห้องได้อีกด้วย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพการดูดซับเสียง เพื่อประโยชน์ในการในการนำแผ่นโฟมมาใช้เป็นวัสดุดูดซับเสียงต่อไป (สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ, 2546)

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

1.3 ตัวแปร

1.3.1 ตัวแปรต้น : ขนาดเซลล์โฟม

1.3.2 ตัวแปรตาม : ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

1.3.3 ตัวแปรควบคุม : แหล่งกำเนิดเสียง ระดับความดังของเสียง และความหนาของแผ่นโฟม

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 แผ่นโฟม คือ พลาสติกที่ฟูหรือขยายตัว ซึ่งพลาสติกมีอยู่มากมายหลายประเภท หากผ่านกระบวนการที่ใช้สารขยายตัว ก็จะทำให้พลาสติกนั้นกลายเป็นโฟมโดยเรียกกันทั่วไปว่า โฟมพลาสติก เช่น ฟองน้ำ กล่องโฟมใส่อาหาร โฟมแผ่น โฟมฉีดยาเพื่อเป็นฉนวน เป็นต้น (สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ, 2546)

1.4.2 ประสิทธิภาพการดูดซับเสียง คือ ค่าที่แสดงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุ ถ้าหากใช้วัสดุที่ดูดซับเสียงไม่ดีจะทำให้เกิดเสียงก้องภายในห้องนั้น ๆ ได้ (สมศิริ มาลีแก้ว, 2535)

1.4.3 โฟมแบบเซลล์เปิด คือ โฟมที่มีโพรงของเซลล์ต่อถึงกันจนทำให้ก๊าซหรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ภายในหมุนเวียนถึงกันได้

1.4.4 โฟมแบบเซลล์ปิด คือ โฟมที่มีโพรงของช่องว่าง หรือเซลล์ไม่ต่อถึงกันทำให้ก๊าซ หรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ภายในแต่ละเซลล์ไม่สามารถหมุนเวียนถึงกันได้

1.4.5 สันฐานวิทยา คือ การศึกษาโครงสร้างของเซลล์โฟม ในด้านขนาดของเซลล์โฟม

1.5 สมมติฐาน

ขนาดของเซลล์โฟมลดลงส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับเสียงเพิ่มขึ้น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงของแผ่นโฟม

1.6.2 เพื่อเป็นทางเลือกในการเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียง

1.6.3 สามารถใช้เป็นวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสันฐานวิทยาของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 รายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 1.7-1

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย																	
	2559		2560												2561			
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
1. ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบเอกสาร	_____																	
2. จัดทำโครงร่างและเสนอโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง				_____														
3. ดำเนินการวิจัยเฉพาะทาง						_____												
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง							_____											
5. สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล								_____										
6. สอบความก้าวหน้าวิจัย									_____									
7. สอบจบวิจัยเฉพาะทาง											_____							
8. จัดทำเล่มวิจัยเฉพาะทาง												_____						

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณวิทยาของแผ่นโพนัมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง มีเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 เสียง และมลภาวะทางเสียง

2.1.1 เสียง (Sound)

เสียงเป็นคลื่นกลหรือพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุผ่านตัวกลาง เช่น อากาศเกิดการอัด และขยายของโมเลกุลอากาศ เกิดเป็นคลื่นเสียงขึ้นทำให้มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่เกิดจากการสั่นของวัตถุ นอกจากอากาศแล้วนั้นยังมีสสารอื่น ๆ ที่อยู่ในสถานะก๊าซ ของเหลว และของแข็ง สามารถเป็นตัวกลางให้เสียงเดินทางได้ แต่เสียงไม่สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้ มนุษย์สามารถได้ยินเสียงในคลื่นความถี่ 20-20,000 Hz โดยเสียงที่มีความถี่ต่ำหรือสูงกว่านี้ มนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ (เกษม จันทรแก้ว, 2541)

2.1.2 มลภาวะทางเสียง (Noise pollution)

มลภาวะทางเสียงเกิดจากการที่มนุษย์ได้ยินเสียงดังเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยระดับของความรุนแรงของเสียงขึ้นอยู่กับสภาพลักษณะของเสียง และระดับความดังของเสียงที่มนุษย์สัมผัสประกอบกับระยะเวลาในการสัมผัสเสียงนั้น ๆ

เสียงรบกวนหรือมลพิษทางเสียง คือ เสียงที่ไม่พึงปรารถนา และมีผลกระทบต่อสภาพร่างกายหรือจิตใจรบกวนต่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การสื่อสาร การทำงาน การพักผ่อน และการนอน อย่างไรก็ตามระดับเสียงรบกวนขึ้นอยู่กับรสนิยมของแต่ละบุคคลด้วย เช่น บางคนชอบฟังเพลงร็อค ชอบร้องเพลงคาราโอเกะหรือเข้าไปฟังเพลงในสถานบันเทิงที่มีเสียงดังเพื่อการผ่อนคลาย ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้โดยทั่วไปจัดเป็นเสียงรบกวน เป็นต้น แหล่งกำเนิดเสียงรบกวนมีความหลากหลาย ซึ่งเราสามารถจำแนกแหล่งกำเนิดเสียงเป็น 4 กลุ่ม (ประธาน อารีพล, 2541) ดังต่อไปนี้

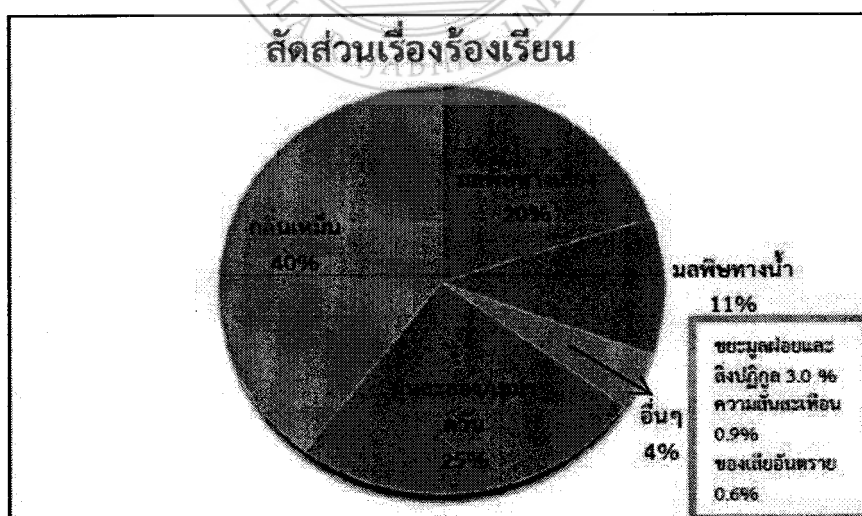
- 1) เสียงรบกวนจากการคมนาคม เช่น เสียงที่เกิดขึ้นจากรถ เรือ และอากาศยาน
- 2) เสียงรบกวนจากอุตสาหกรรมคือ เสียงที่เกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม รวมทั้งอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น เสียงโลหะกระทบกัน เสียงจากการทำงานของเครื่องจักร ฯลฯ

3) เสียงรบกวนภายในชุมชน เช่น เสียงสุนัขเห่า เสียงรถขายของชำในหมู่บ้าน เสียงจอบแจนในตลาดสด ฯลฯ

4) เสียงรบกวนเพื่อความบันเทิง เช่น เสียงไมโครโฟนจากเครื่องขยายเสียง เสียงพลุ เสียงประทัดจากงานรื่นเริง เสียงดังภายในสถานบันเทิง ห้างสรรพสินค้า ร้านเกมส์คอมพิวเตอร์ เสียงดังจากภาพยนตร์ทั้งในโรงภาพยนตร์ที่บ้าน เสียงดังที่เกิดจากเครื่องเสียงเคลื่อนที่

2.1.3 สถานการณ์มลพิษทางเสียง

จากรายงานของกรมควบคุมมลพิษที่ได้รายงานข้อมูลเรื่องร้องเรียนในปี 2552 พบว่า มลพิษทางเสียงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในประเทศไทย ดังแสดงในภาพที่ 2.1-1 โดยมีสัดส่วนเรื่องร้องเรียนประมาณร้อยละ 20 จากจำนวนเรื่องร้องเรียนทั้งหมด 394 เรื่อง จากรายงานผลการตรวจสอบวัดระดับเสียงบริเวณริมถนน และพื้นที่ทั่วไประหว่างปี 2552-2554 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ระดับเสียงบริเวณริมถนนในเขตกรุงเทพ และปริมณฑล ได้แก่ นนทบุรี และสมุทรสาคร มีค่าเกินมาตรฐาน (มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไปกำหนดระดับเสียงเฉลี่ย leq 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 70 dB(A) แต่ระดับเสียงมีแนวโน้มที่ลดลง แหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียงที่สำคัญมาจากการจราจร ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และเรือยนต์ ส่วนในพื้นที่ริมถนน และพื้นที่ทั่วไปในต่างจังหวัด พบว่า ระดับเสียงส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน อนึ่งข้อมูลข้างต้นได้จากการตรวจวัดระดับเสียงของสถานีตรวจวัด 30 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ 13 จังหวัด และจุดตรวจชั่วคราว จำนวนร้อยละ 20 ในกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นตัวอย่างของเสียงในสิ่งแวดล้อมได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)



ภาพที่ 2.1-1 สัดส่วนเรื่องร้องเรียน (จากจำนวน 394 เรื่อง) ในปี 2552

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2552

จากการตรวจสอบ พบว่า สถานการณ์มลพิษทางเสียงในปี 2552 มีระดับเสียงลดลง เมื่อเทียบกับปี 2547 ในทุกพื้นที่ทั้งในกรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และต่างจังหวัด อย่างไรก็ตาม ระดับเสียงบริเวณริมถนนกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลจะมีค่าลดลง ดังแสดงในตารางที่ 2.1-1 แต่ยังมีระดับที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน ซึ่งควรมีการดำเนินการติดตามอย่างต่อเนื่องและเฝ้าระวังต่อไป

ตารางที่ 2.1-1 สถานการณ์มลพิษทางเสียงในปี พ.ศ. 2552 เมื่อเปรียบเทียบกับ พ.ศ 2547 ในทุกพื้นที่ทั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและต่างจังหวัด

พื้นที่		พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2552
		ค่าเฉลี่ย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) dB(A)	ค่าเฉลี่ย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) dB(A)
กรุงเทพฯ และปริมณฑล	ริมถนน	72 (64-81)	69.6 (62.0-84.8)
	ทั่วไป	61 (54-77)	59.3 (48.9-83.9)
ต่างจังหวัด	ริมถนน	64 (49-85)	62.9 (54.0-76.6)
	ทั่วไป	59 (52-76)	57.0 (43.9-73.8)
มาตรฐาน		70	

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2552

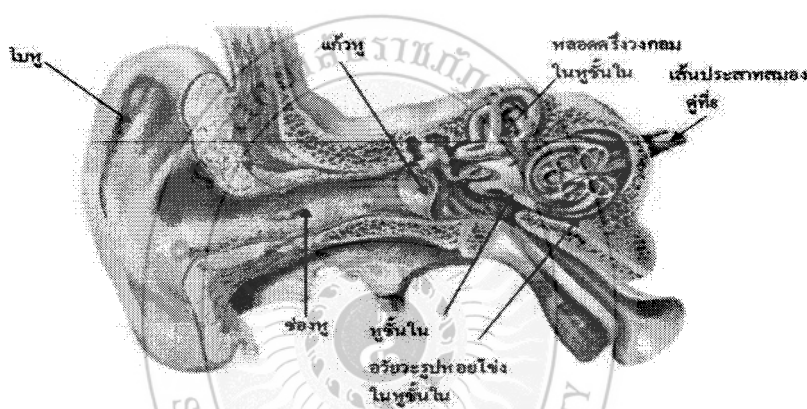
2.2 กลไกการได้ยิน และผลกระทบของมลพิษทางเสียง

เนื่องจากเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดเสียง และในการทำให้วัตถุสั่นต้องใช้พลังงาน ถ้าพลังงานที่ใช้มีค่ามาก แอมพลิจูดของการสั่นจะมีค่ามาก แต่ถ้าพลังงานที่ใช้มีค่าน้อยแอมพลิจูดของการสั่นจะมีค่าน้อย พลังงานในการสั่นของต้นกำเนิดเสียงจะถ่ายโอนให้กับอนุภาคของอากาศต่อกันเป็นทอด ๆ มายังหูผู้ฟังทำให้แก้วหูเกิดการสั่นผู้ฟังจึงรับรู้เสียงนั้น การได้ยินครั้งหนึ่งจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ ต้นกำเนิดเสียง ตัวกลาง และประสาทรับเสียงในหูขณะได้ยินเสียงหนึ่ง ๆ ความรู้สึกในการได้ยินของมนุษย์โดยทั่วไปแยกออกเป็นลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ความรู้สึก-ค้อยเสียง ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่น และความเข้มเสียง
- 2) ความรู้สึกทึม-แหลมของเสียง ขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง
- 3) ความไพเราะของเสียง ขึ้นอยู่กับคุณภาพเสียง

2.2.1 กลไกการได้ยินเสียง

ช่องหูจะทำให้คลื่นเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 2,000 – 5,000 Hz มีพลังงานสูงขึ้นเนื่องจากเกิด Resonance ในช่องหู ถ้าความถี่ต่ำกว่า 400 Hz การรับคลื่นเสียงไม่ค่อยดีทั้งใบหู และช่องหูทำให้เกิดการขยายเสียง เมื่อคลื่นเสียงไปกระทบแก้วหูซึ่งต่ออยู่กับกระดูก 3 ชิ้น ซึ่งประกอบกันแบบคานติดคานงัด จึงมีการได้เปรียบเชิงกลเกิดขึ้นทำให้มีแรงเพิ่มขึ้นกระดูกโกลนซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งสุดท้ายมีความแตกต่างระหว่างพื้นที่กับหน้าต่างรูปไข่มาก เมื่อมีแรงมากจะทำให้ความดันเพิ่มขึ้นจึงเกิดการขยายเสียงขึ้นประมาณ 3 เท่า จากนั้นเสียงก็จะเดินทางเข้าสู่หูส่วนใน สัญญาณเสียงก็จะเกิดการขยายอีก เมื่อคลื่นเสียงผ่านหูส่วนในก็จะทำให้เยื่อเบซิลาร์สั่น ปลายประสาทที่เยื่อเบซิลาร์ก็ส่งสัญญาณต่อไปยังสมอง ทำให้เกิดความรู้สึกในการได้ยินเสียง ดังแสดงในภาพที่ 2.2-1



ภาพที่ 2.2-1 หูและลักษณะภายในของหู

ที่มา: เกษม จันทรแก้ว, 2541

2.2.2 ผลกระทบของมลพิษทางเสียง

เสียงที่ดังเกินไปหรือมีความถี่สูงเกินไปเป็นอันตรายต่อการได้ยิน ซึ่งเป็นอันตรายที่เกิดขึ้นกับหูโดยตรง เนื่องจากอวัยวะรับเสียงซึ่งเป็นอวัยวะที่ละเอียดอ่อนมาก มีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลา เมื่อมีเสียงมากระทบไม่ว่าเสียงนั้นจะดังมากน้อยเพียงใด ถ้าเสียงดังมากก็จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของอวัยวะรับเสียงมาก หากได้ยินเสียงดังเป็นเวลานานก็จะส่งผลให้การทำงานของหูชั้นในค่อย ๆ เสื่อมสภาพลงจนเกิดอาการที่เรียกว่า หูอื้อ และถ้าปล่อยให้เป็นแบบนี้เรื่อย ๆ จะทำให้เกิดอาการหูตึง ประสาทหูเสื่อม หูพิการ จนกระทั่งถึงขั้นที่ไม่สามารถได้ยินเสียงอีกเลยที่เรียกว่า หูหนวก ซึ่งการที่เซลล์ประสาท และปลายประสาทถูกทำลายก่อให้เกิดผลกระทบดังนี้

1) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงต่อการได้ยิน

ก) การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว (Temporary hearing loss) จะเกิดขึ้นในกรณีได้รับเสียงดังระดับสม่ำเสมอ และต่อเนื่องกันมีระดับความเข้มสูงถึง 100 dB(A) หรือสูงกว่านี้ ทำให้อวัยวะรับเสียงเสียการทำงานชั่วคราว เกิดอาการหูอื้อ หรือหูตึงชั่วคราวโดยทั่วไปแล้วการสูญเสียการได้ยินแบบนี้จะเกิดขึ้นใน 2-3 ชั่วโมง แรกที่สัมผัสกับเสียง การสูญเสียการได้ยินชั่วคราวเป็นส่วนใหญ่ คือ ที่ความถี่ระหว่าง 4,000 – 6,000 Hz ซึ่งพบว่า การกลับคืนเดิมนั้นในคนที่เป็นใหม่จะกลับคืนเร็ว แต่ถ้าเป็นซ้ำหลาย ๆ หนแล้วการกลับคืนจะช้าลง

ข) การสูญเสียการได้ยินแบบถาวร (Permanent hearing loss) เกิดจากกรณีที่ได้รับเสียงที่ดังมากเวลานาน ๆ หรือเป็นประจำ ลักษณะการสูญเสียการได้ยินแบบนี้ จะไม่มีโอกาสกลับคืนมาสู่สภาพการได้ยินเป็นปกติ และไม่มีทางรักษาให้หายได้ ทั้งนี้เนื่องจากเซลล์ประสาทถูกทำลายช่วงความถี่ของเสียงที่ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินแบบถาวรอยู่ระหว่าง 3,000 – 6,000 Hz และส่วนใหญ่จะพบที่ความถี่ 4,000 Hz ที่ระดับความเข้ม 65 dB(A) หรือสูงกว่า

ค) การสูญเสียการได้ยินแบบเฉียบพลัน (Acoustic trauma) เกิดจากการที่ได้รับเสียงที่ดังมากในระยะเวลาดสั้น ๆ หรือเสียงดังเพียงครั้งเดียว เช่น เสียงระเบิด เสียงประทัด เนื่องจากเสียงที่ดังทันทีทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนภายในอวัยวะรับเสียงอย่างมากจนเกิดการฉีกขาด ในบางกรณีอาจทำให้แก้วหูฉีกขาดไปด้วย ทำให้บุคคลนั้นสูญเสียการได้ยินโดยทันที (กรมอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2545)

2) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงต่อสุขภาพทั่วไป และผลกระทบทางด้านอื่น ๆ

ก) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงต่อสุขภาพ เสียงดังทำให้เกิดความรำคาญ หงุดหงิด เกิดความตึงเครียดทางระบบประสาทอาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของชีพจร ทำให้การเต้นของหัวใจช้าลง ความดันโลหิตสูง เกิดแผลในกระเพาะอาหารมีการหดตัวของหลอดเลือดขนาดเล็ก เช่น ที่มือ หรือเท้าอาจมีอาการชาได้ ขณะเดียวกันเสียงดังจะส่งผลต่อการพักผ่อนนอนหลับ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพจิตตามมา

ข) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงรบกวนการสื่อสาร เสียงดังจะเป็นอุปสรรคต่อการสื่อสารที่ใช้เสียงเป็นสื่อ เช่น รบกวนเสียงสนทนาเสียงพูดทางโทรศัพท์ หรือ สัญญาณเตือนภัยต่าง ๆ ทำให้การสื่อสารผิดพลาดอาจเกิดความผิดพลาดและเกิดอุบัติเหตุได้โดยง่าย

ค) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงลดประสิทธิภาพการทำงาน เสียงที่ดังติดต่อกันตลอดเวลาจะรบกวนประสิทธิภาพการทำงานลง เสียงสูงจะรบกวนประสิทธิภาพการทำงานมากกว่าเสียงต่ำ โดยเฉพาะเมื่อเสียงดังเกิน 90 dB(A) จะมีผลเสียโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงาน โดยไม่ทำให้การทำงานช้าลงแต่จะทำให้ความถูกต้องลดลง เพราะเสียงจะมีผลต่อกระบวนการทางความคิด (ประธาน อารีพล, 2541)

2.3 หลักการควบคุมมลพิษทางเสียง

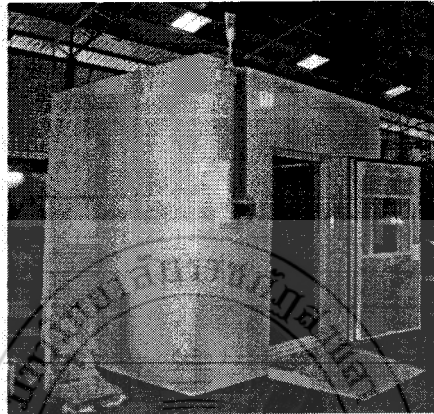
หลักการควบคุมมลพิษทางเสียง มี 3 ประการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การควบคุมมลพิษทางเสียงที่แหล่งกำเนิด

การควบคุมมลพิษทางเสียงที่แหล่งกำเนิด เป็นเทคนิคที่แนะนำให้พิจารณาเป็นลำดับแรก และถ้าจะให้ผลในการควบคุมที่ดีควรใช้วิธีหรือเทคนิคด้านวิศวกรรม ตั้งแต่การออกแบบ การเลือกใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องจักร วิธีการนี้ควรเป็นสิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึง ซึ่งหากแก้ไขได้ผลก็ไม่ต้องพิจารณาถึงวิธีการอื่น โดยจะเน้นการลดพลังงานของเสียงที่เกิดขึ้น เช่น การใช้อุปกรณ์ครอบเสียงดัง แสดงในภาพที่ 2.3-1 ซึ่งหลักการควบคุมมลพิษที่แหล่งกำเนิดเสียง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน (ประธาน อารีพล, 2541) คือ

- 1) การลดพลังงานเสียงที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อระดับเสียงที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้ววิธีการนี้จะเป็นการลดความกว้าง ของระดับเสียงทำให้เสียงมีระดับลดลง
- 2) การเปลี่ยนแปลงจุดเชื่อมต่อระหว่างจุดกำเนิดของพลังงาน และระบบที่ทำให้เกิดการกระจายของเสียง การเปลี่ยนแปลงระบบเชื่อมต่อ ส่วนใหญ่จะหมายถึงการเสริมระบบกันสะเทือน ระบบดูดกลืนเสียง หรืออาจรวมถึงการขันให้แน่น หรือคลายให้หลวมก็ได้ หรือทำให้ระบบเชื่อมต่อมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น แล้วแต่กรณีสำหรับโครงสร้างที่แข็งแรงไม่พอ อาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดเสียงที่เรียกว่า การสั่นพ้องที่โครงสร้าง (Resonance structure) ได้ซึ่งสาเหตุที่เกิดขึ้น อาจมีสาเหตุมาจากโครงสร้างของเครื่องจักรเอง หรือโครงสร้างที่พื้น หรือผนัง สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขการสั่นพ้องที่เกิดขึ้นได้ โดยเสริมความแข็งแรงที่โครงสร้าง หรือลดการสั่นพ้องลงโดยการเพิ่มวัสดุดูดกลืนความสั่นสะเทือน เช่น เสริมแผ่นยางกันสะเทือนเข้าไปที่ฐานของเครื่องจักร สำหรับเครื่องสันดาปภายใน มักจะใช้การเก็บเสียงในระบบท่อไอดี และไอเสีย เช่น ในการลดระดับเสียงการที่เกิดจากรถยนต์ จะต้องทำการออกแบบควบคุมเสียงในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องยนต์ของรถยนต์ที่ส่วนผนังของเครื่องให้มีคุณสมบัติในการลดเสียงที่เกิดจากขบวนการสันดาป การออกแบบระบบท่อไอเสีย การติดตั้งวัสดุดูดกลืนเสียงภายใน และการติดตั้งแผ่นยางเพื่อลดความสั่นสะเทือน เป็นต้น
- 3) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ทำให้เกิดการกระจายเสียง ซึ่งหมายถึงการลดพื้นที่ของส่วนที่สั่นสะเทือนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาจเป็นการเจาะรู หรือทำเป็นช่องว่างเพื่อลดประสิทธิภาพของการกระจายเสียง การคลายให้หลวมขึ้นเล็กน้อย อาจช่วยลดการกระจายของเสียงได้ คือ ยอมให้บางชิ้นส่วนขยับได้บ้างในเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อป้องกันการเกิดการสั่นพ้อง ในการออกแบบนั้นควรหลีกเลี่ยงการมีชิ้นส่วนที่มีพื้นที่กว้างอยู่ใกล้กับส่วนที่เป็นแหล่งกำเนิดของความ

สั้นสะท้อน เนื่องจากพื้นผิวเหล่านี้อาจเพิ่มประสิทธิภาพของการกระจายเสียงของชิ้นส่วนที่สั้นสะท้อนได้ วิธีการอื่น ๆ ที่มีความเป็นไปได้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุม ได้แก่ การเปลี่ยนทิศทางการกระจายเสียงหรือการปรับเปลี่ยนระบบท่อ ซึ่งกระแสของอากาศหรือก๊าซอื่น ๆ ที่ไหลออกมาจากช่องระบายอากาศ แล้วทำให้เกิดเสียงที่ตรงไปยังผู้รับ และมีความถี่สูงการเปลี่ยนทิศทางของเสียงสามารถลดระดับความดังลงได้



ภาพที่ 2.3-1 ห้องเก็บเสียงเครื่องจักร
ที่มา: เกษม จันทรแก้ว, 2541

2.3.2 ควบคุมที่ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้รับ

มีการควบคุมเสียงแนวทางนี้เป็นการเน้นไปที่การเปลี่ยนแปลงเส้นทางกระจาย หรือการดูดกลืนพลังงานของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้รับ เช่น วัสดุดูดซับเสียง และกำแพงกันเสียง เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.3-2



ภาพที่ 2.3-2 กำแพงกันเสียง
ที่มา: พิพัฒน์ ละอองศรี, 2556

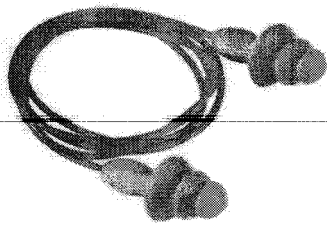
หลักการควบคุมมลพิษทางเสียงที่ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้รับจะมีอยู่ 2 อย่าง คือ (ประธาน อารีพล, 2541)

1) การควบคุมเสียงที่ส่งไปให้ผู้รับโดยตรงจะเป็นการแยกแหล่งกำเนิดเสียง และผู้รับออกจากกัน โดยการสร้างเป็นห้องควบคุม หรือกำแพงกันขึ้นมา การแยกแหล่งกำเนิดเสียง และผู้รับนี้สามารถทำได้ในขั้นตอนการวางแผนของการสร้างโรงงาน การออกแบบอาคาร หรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2) การควบคุมเสียงจากการสะท้อน จะใช้ในกรณีที่ไม่สามารถทำการแยกแหล่งกำเนิด และผู้รับออกจากกันได้ และที่สำคัญรองลงมา ก็เนื่องจากส่วนใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง แต่ไม่ได้ผลมากนักในทางปฏิบัติโดยเฉพาะในระยะที่ทางไกลกับแหล่งกำเนิด โดยทั่วไปแล้วในทางปฏิบัติจะสามารถลดลงได้ระหว่าง 0-6 dB(A) เท่านั้น ซึ่งได้แก่ การเลือกใช้ผนังที่มีการสะท้อนเสียงต่ำ การติดตั้งวัสดุดูดกลืนเสียงที่ผนังห้อง หรือห้อยลงมาจากหลังคาในกรณีที่ระยะห่างแหล่งกำเนิดเสียง และผู้รับมีระยะห่างกันไม่มากนัก เช่น ประมาณ 1-2 เมตร กำแพงกันเสียงมีประสิทธิภาพในการลดเสียงน้อยกว่าระบบควบคุมเสียงแบบปิดคลุม แต่กำแพงกันเสียงสามารถช่วยในการลดเสียงที่มีความถี่สูงลงได้ 2-3 dB(A) สำหรับเสียงในช่วงความถี่ต่ำกำแพงกันเสียงจะช่วยลดได้บ้าง แต่จะลดได้มากขึ้น ถ้ากำแพงมีขนาดใหญ่มากขึ้น และควรทำการบุด้วยวัสดุดูดกลืนเสียงที่กำแพงด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเพิ่มระดับเสียงจากการสะท้อนที่กำแพง

2.3.3 การควบคุมมลพิษทางเสียงที่ผู้รับ

ในกรณีที่สถานประกอบการไม่สามารถดำเนินการใด ๆ พนักงาน และเจ้าหน้าที่มีความจำเป็นที่ต้องทำงานอยู่ในภาวะที่มีเสียงดัง ทางสถานประกอบการจำเป็นต้องทำการป้องกันพนักงานของตนเอง โดยจัดหาอุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคล ได้แก่ ที่อุดหรือครอบหู ดังแสดงในภาพที่ 2.3-3 ให้แก่พนักงานที่ต้องทำงานในบริเวณที่มีเสียงดัง โดยอุปกรณ์เหล่านี้สามารถลดระดับของเสียงต่อการได้ยินของหูได้ไม่น้อยกว่า 10 dB(A) แล้วแต่วัสดุการออกแบบสำหรับการใช้ และการใช้อย่างถูกวิธี ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคลเหล่านี้ จะใช้ได้ผลดีกับเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 2,000 - 6,000 Hz โดยทั่วไปการควบคุมมลพิษทางเสียงที่ผู้รับเสียงแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้



(ก) ที่อุดหู (Ear plugs)



(ข) ที่ครอบหู (Ear muffs)

ภาพที่ 2.3-3 ปลั๊กลดเสียง และครอบหูลดเสียง

ที่มา: เกษม จันทรแก้ว, 2541

1) อุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคลแบบสอดในช่องหู (Ear plugs) ดังภาพที่ 2.3-3 (ก) ที่อุดหูที่ทำมาจากเส้นใยต่าง ๆ ของทั้งพืช และสัตว์ บางอุปกรณ์ได้ทำการเปลี่ยนแปลงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยการนำไปชุบซีผึ้ง วิธีการใช้ก็นำไปอุดหู และควรจะเปลี่ยนใช้ของใหม่ทุกวันเพื่อความสะอาด และประสิทธิภาพ ที่อุดหูที่ทำจากวัสดุประเภทพลาสติกยาง ซึ่งอ่อนนุ่ม มีขนาดที่เหมาะสม สามารถทำความสะอาดได้ง่าย รวมทั้งอุปกรณ์มีราคาถูก มีหลายขนาดให้เลือกง่ายต่อการใช้ และเก็บรวมถึงการพกพา นอกจากนั้น ในขณะที่ใช้จะไม่มีอุปสรรคต่อการสวมแว่น หรือหมวก

2) อุปกรณ์ป้องกันเสียงแบบครอบหู (Ear muffs) ดังภาพที่ 2.3-3 (ข) มีลักษณะคล้ายถ้วย 2 อันทำจากพลาสติก และต่อเป็นชุดเดียวกันด้วยแผ่นสปริงโค้ง เป็นตัวเพิ่มแรงกดทับที่หู ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะกับผู้ใช้ได้ ทำให้มีคุณสมบัติที่แข็งแรง และมีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงดีขึ้น ส่วนที่สัมผัสกับหูทำด้วยแผ่นยางนุ่ม ภายในอาจเป็นโฟม ช่องว่าง ซิลิโคน หรือของเหลวเพื่อดูดกลืนเสียง และมีโครงสร้างเป็นตัวเพิ่มแรงกดทับอีกชั้นหนึ่งซึ่งสะดวกต่อผู้ใช้ในการถอดเข้า-ออก

2.4 โฟม

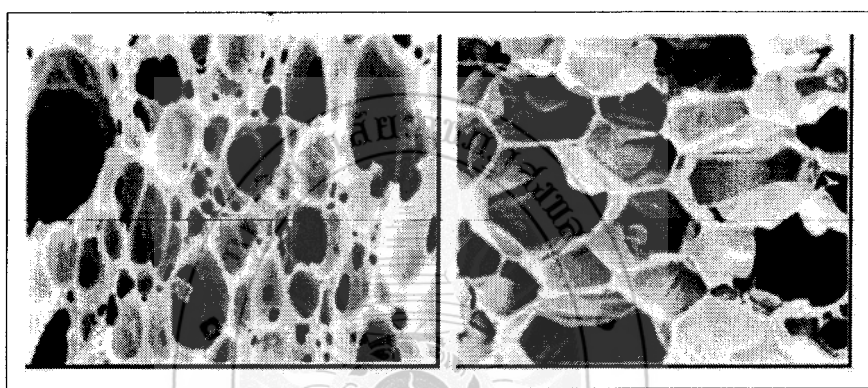
โฟม หมายถึง วัสดุที่มีฟองก๊าซจำนวนมากแทรก และกระจายตัวอยู่ในเนื้อของวัสดุนั้น ซึ่งโดยทั่วไปวัสดุโฟมจะมีส่วนประกอบอย่างน้อย 2 วัสดุ ได้แก่ วัสดุที่เป็นของแข็งหรือของเหลว และวัสดุก๊าซ ซึ่งวัสดุที่เป็นก๊าซจะทำการแทรกตัวอยู่ในวัสดุของแข็งหรือของเหลว ทำให้คุณสมบัติของวัสดุนั้นเปลี่ยนไป เช่น ความหนาแน่นลดลงความแข็งแรงเชิงกลลดลง หรือคงที่เป็นต้น สำหรับวัสดุที่เรียกว่าพอลิเมอร์โฟมนั้น ส่วนที่เป็นวัสดุของแข็งอาจประกอบด้วยพอลิเมอร์หนึ่งชนิดหรือมากกว่า เช่นในกรณีที่ผสมพอลิเมอร์สองชนิดเข้าด้วยกัน โฟมพอลิเมอร์ อาจมีลักษณะยืดหยุ่นหรือแข็งก็ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว องค์ประกอบของสารเคมีที่ใช้ในการผลิตโฟม ระดับของการเกิดผลึก และปริมาณการเชื่อมโยงของพอลิเมอร์

2.4.1 การแบ่งประเภทโฟมตามโครงสร้างของเซลล์

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) โฟมแบบเซลล์เปิด (Open cell) หมายถึง โฟมที่มีโพรงของเซลล์ต่อถึงกันจนทำให้ก๊าซหรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ในหมุนเวียนถึงกันได้ดังภาพที่ 2.4-1 (ก)

2) โฟมแบบเซลล์ปิด (Closed cell) หมายถึง โฟมที่มีโพรงของช่องว่าง หรือเซลล์ไม่ต่อถึงกันทำให้ก๊าซ หรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ในแต่ละเซลล์ไม่สามารถหมุนเวียนถึงกันได้ ลักษณะของเซลล์แสดงได้ดังภาพที่ 2.4-1 (ข)



(ก) โฟมแบบเซลล์เปิด

(ข) โฟมแบบเซลล์ปิด

ภาพที่ 2.4-1 โครงสร้างภายในของโฟม

ที่มา: Cannedo et al. (1993)

2.4.3 การแบ่งประเภทโฟม

1) การแบ่งประเภทโฟมตามประเภทของพลาสติก สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก) โฟมชนิดเทอร์โมเซตติง (Thermosetting foam) คือ พลาสติกโฟมที่ไม่สามารถผ่านกระบวนการนำกลับมาใหม่ได้ โฟมประเภทนี้ที่รู้จักกันดีคือพอลิยูรีเทนโฟม (Polyurethane foam) ซึ่งเป็นโฟมที่เกิดจากสารเคมี 2 ชนิด ซึ่งมีลักษณะเป็นสารผสมของเหลว ได้แก่ โฟมคงรูป และโฟมยืดหยุ่น เป็นต้น

ข) โฟมชนิดเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic foam) คือ พลาสติกโฟมที่สามารถผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น พอลิเอทิลีนโฟม พอลิพรอพิลีนโฟม และพอลิสไตรีนโฟม เป็นต้น

2) การแบ่งประเภทโฟมตามลักษณะของการทำให้เกิดฟองก๊าซ

การทำให้เกิดฟองก๊าซในกระบวนการผลิตโฟมสามารถทำได้ 2 วิธี (Cannedo et al.,1993) คือ

ก) วิธีทางกายภาพ (Physical method) คือ ใช้ก๊าซความดันสูงอัดให้เกิดก๊าซแทรกในเนื้อพอลิเมอร์ที่อ่อนตัวเนื่องจากความร้อน เมื่อลดความดันลงอย่างรวดเร็วก๊าซที่แทรกตัวอยู่ในพอลิเมอร์จะเกิดการขยายตัว ทำให้เกิดรูพรุนกระจายในพอลิเมอร์ หรือการใช้กระบวนการเชิงกล เช่น การใช้เครื่องปั่นให้อากาศแทรกตัวในพอลิเมอร์ ก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการให้พอลิเมอร์คงรูปเพื่อกักอากาศไว้ในโครงสร้างของเซลล์เกิดเป็นโฟมในที่สุด

ข) วิธีทางเคมี (Chemical method) คือ ใช้ปฏิกิริยาของสารเคมีตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ทำให้เกิดโฟมวัตถุดิบที่ใช้มักประกอบด้วยสารเคมีเหลวสองชนิดหรือมากกว่านั้น โดยชนิดหนึ่งเป็นมอนอเมอร์ หนึ่งหรือสองตัวซึ่งพร้อมจะเกิดเป็นพอลิเมอร์ อีกชนิดหนึ่งเป็นสารที่ทำปฏิกิริยาเคมีเพื่อให้เกิดก๊าซ และก๊าซที่เกิดจะถูกกักไว้ในโครงสร้างของพอลิเมอร์ในขณะที่โครงสร้างของพอลิเมอร์เริ่มอยู่ตัว เช่น พอลิยูรีเทนโฟม (Polyurethane foam) หรือการใช้สารเคมีที่สลายตัวเมื่อได้รับความร้อนผสมลงในพอลิเมอร์ก่อนนำไปขึ้นรูปโดยใช้ความร้อน ก๊าซซึ่งอยู่ภายในจะขยายตัวทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อพอลิเมอร์

2.4.4 หลักการของการเกิดโฟม (Principles of foam formation)

การเกิดโฟม เป็นปรากฏการณ์ของการเกิดวัฏภาคใหม่ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านฟิสิกส์และทางด้านเคมี เมื่อพิจารณาปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์นั้น การเกิดวัฏภาคใหม่ สามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการเกิดนิวเคลียส (Nucleation) ซึ่งสามารถเกิดได้จากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายในตัวเองหรือจากสารอื่นที่เข้ามา พื้นฐานของการเกิดโฟมเกี่ยวข้องกับการเกิดฟองก๊าซ (Bubble formation) และการเจริญเติบโตของฟองก๊าซ (Bubble growth) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โฟม ซึ่งการเกิดโฟมมีหลักการสำคัญคือ โมเลกุลของก๊าซจะแพร่กระจายในวัฏภาคของพอลิเมอร์ และมีพลังงานเพียงพอที่จะเอาชนะแรงดันภายนอกเพื่อขยายขนาด จึงมองเห็นโฟมที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นฟองฟองออกมา หากความไม่เสถียรทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamic instability) เกิดขึ้นมาก ก็จะไปกระตุ้นการเกิดนิวเคลียส ทำให้เกิดกลุ่มของฟองจำนวนมากภายในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งวิธีการในการทำให้เกิดความไม่เสถียรทางเทอร์โมไดนามิกส์อย่างเพียงพอ สำหรับการเกิดนิวเคลียสมี 2 วิธีการ คือ การลดความดัน และการเพิ่มอุณหภูมิ กระบวนการเกิดโฟม จะประกอบด้วยขั้นตอนพื้นฐาน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเกิดฟองก๊าซ (Bubble formation) การเจริญเติบโตของฟองก๊าซ และการคงสภาพของฟองก๊าซ (Bubble stability) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเกิดฟองก๊าซ การเกิดฟองก๊าซเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเกิดโฟม โดยเมื่อมีการรบกวนระบบ หรือก่อให้เกิดความไม่เสถียรทางเทอร์โมไดนามิกส์ กระบวนการดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้เกิดนิวเคลียส หรือฟองก๊าซขนาดเล็ก ๆ จำนวนมากกระจายตัวอยู่ในเนื้อของพอลิเมอร์นิวเคลียส

2) การเจริญเติบโตไปเป็นฟองก๊าซขนาดใหญ่ต่อไปการเจริญเติบโตของฟองก๊าซ (Bubble growth) หลังจากเกิดนิวเคลียสของฟองก๊าซขึ้นแล้วและนิวเคลียสเหล่านี้มีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น โดยเป็นผลจากการแพร่ของก๊าซจากพอลิเมอร์เข้าไปในฟองก๊าซ และผลจากการรวมตัวกันของฟองก๊าซมากกว่า 2 ฟอง

3) การคงสภาพของฟองก๊าซ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการเกิดโฟมฟองก๊าซในขั้นนี้จะมีการคงสภาพ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด ซึ่งอาจเกิดจากสมดุลใหม่ของระบบ หรือเกิดจากการคงรูปของพอลิเมอร์

2.5 การดูดซับเสียง

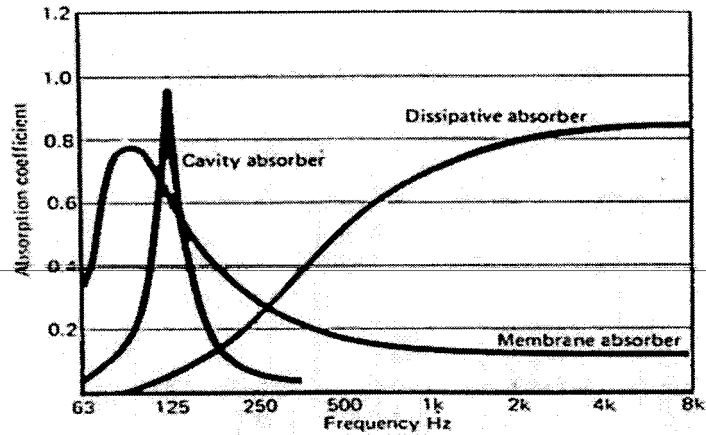
การดูดซับเสียง (Sound absorption) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงผลรวมของพลังงานเสียงที่ลดน้อยลงเมื่อผ่านตัวกลางใด ๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการดูดกลืนเสียง คือ ความสามารถของวัสดุในการดูดกลืนพลังงานเสียง และเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน โดยวัสดุที่สามารถดูดซับคลื่นเสียงได้ดี จะเป็นวัสดุจำพวกเส้นใย (Fibrous) และวัสดุพรุน (Porous) เมื่อเสียงกระทบวัสดุใด ๆ เสียงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืน และส่งผ่านเข้าไปในวัสดุนั้น ทั้งนี้จะมาก หรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ และคุณลักษณะของวัสดุนั้นเป็นสำคัญ (ทวิสุข พันธุ์เพ็ง, 2549)

2.5.1 ประเภทของวัสดุดูดซับเสียง

แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามกลไกการดูดซับเสียง ดังนี้

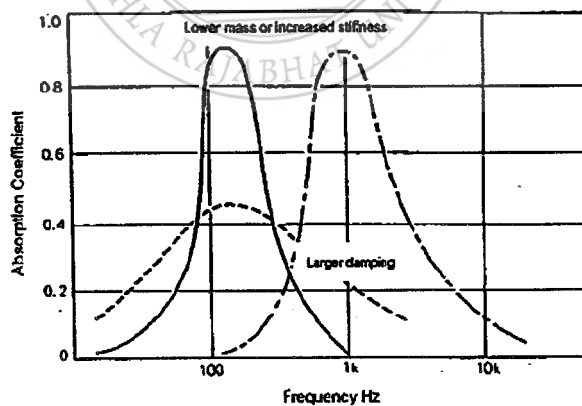
1. วัสดุดูดซับเสียงประเภทเมมเบรน (Membrane absorber) ได้แก่ แผ่นโลหะบาง ไม้อัดพลาสติก กระดาษ ยิปซัมบอร์ด เป็นต้น โดยวัสดุเหล่านี้จะเกิดการสั่นตัวด้วยความถี่เดียวกับความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ และเนื่องจากวัสดุเหล่านี้ไม่สามารถยืดหยุ่นได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไป เนื่องจากการถ่ายเทพลังงานจากคลื่นเสียงไปเป็นพลังงานความร้อนให้แก่วัสดุนั้น ๆ ซึ่งวัสดุชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่ต่ำ ดังแสดงในภาพที่

2.5-1



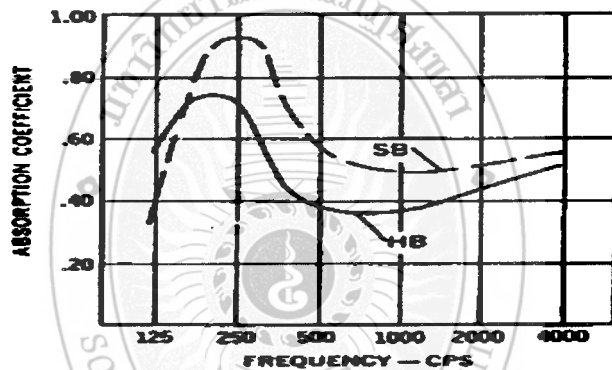
ภาพที่ 2.5-1 การดูดซับเสียงของวัสดุที่มีกลไกในการดูดซับเสียงแบบต่างๆ ตามช่วงของความถี่
ที่มา : Sound Research Laboratories Ltd., 1991

เนื่องจากที่ความถี่ต่ำพลังงานเสียงจะทำให้เมมเบรนเคลื่อนที่ได้ดีกว่าที่ความถี่สูง ในขณะที่คลื่นความถี่สูงมักจะถูกสะท้อนออกจากเมมเบรนทำให้มีการสูญเสียพลังงานให้กับเมมเบรนน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตาม หากนำวัสดุที่เป็นเมมเบรนมาใช้ร่วมกับวัสดุพรุน ก็จะทำให้สามารถดูดกลืนคลื่นเสียงที่มีช่วงความถี่กว้างได้ดีมากขึ้น นอกจากนี้ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงสูงสุดของเมมเบรนยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการถ่ายเทพลังงานจากคลื่นเสียงไปเป็นพลังงานความร้อนของวัสดุอีกด้วย กล่าวคือ ถ้าความสามารถในการถ่ายเทพลังงานความร้อนของวัสดุมีค่าสูงขึ้นจะทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงสูงสุดของเมมเบรนมีค่าลดลง แต่จะครอบคลุมช่วงความถี่ได้กว้างมากขึ้น (Sound Research Laboratories Ltd., 1991) ดังแสดงในภาพที่ 2.5-2



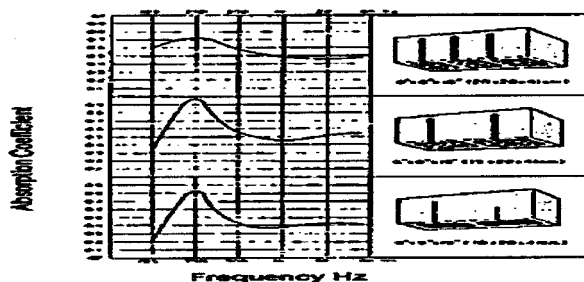
ภาพที่ 2.5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการดูดซับเสียงกับความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานความร้อนของวัสดุพรุนเมื่อนำมาใช้ร่วมกับเมมเบรน
ที่มา : Sound Research Laboratories Ltd, 1991

2) วัสดุดูดซับเสียงประเภทเป็นโพรง หรือ ช่อง (Resonator or cavity absorber) เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นช่อง หรือโพรงที่ขนาดแตกต่างกันในผนังหรือโครงสร้างของวัตถุ ซึ่งแต่ละช่อง เรียกว่า “Soundbox” ดังแสดงใน ภาพที่ 2.5-3 โดยถ้าโพรงอากาศมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับความยาวของคลื่นเสียงที่ตกกระทบบนช่องเปิดเรโซเนเตอร์ (Resonator) ก็จะทำให้มีความจำเพาะกับความถี่นั้น ทำให้การสั่นตัวของปริมาตรอากาศในโพรงอากาศเป็นจังหวะตามการเคลื่อนที่เข้าออกของอากาศผ่านรูของโพรงอากาศ โดยวัสดุประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 1,000 Hz โดยจะสามารถดูดซับเสียงได้สูงสุดในช่วงความถี่ 100-300 Hz และประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น (Sound Research Laboratories Ltd, 1991) แต่หากมีการผสมวัสดุดูดซับเสียงชนิดอื่น เช่น โยแกว หรือใยหิน ลงไปในช่องว่างภายใน “Soundbox” ก็จะทำให้มีความสามารถในการดูดซับเสียงในช่วงความถี่ที่กว้างขึ้น (Yerges LF, 1969) ดังแสดงในดังภาพที่ 2.5-4



ภาพที่ 2.5-3 ลักษณะวัสดุดูดซับเสียงประเภทโพรงช่อง (HB คือ ไม่มีใยแกว และ SB คือมีใยแกว)

ที่มา: Doelle and Arch, 1992

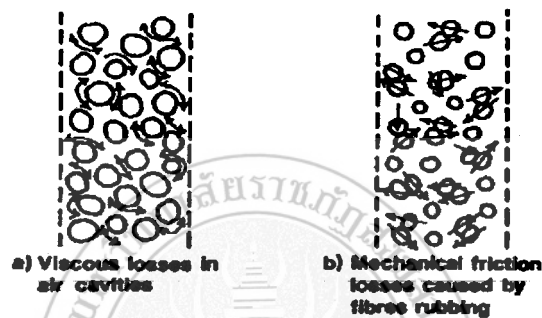


ภาพที่ 2.5-4 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุโพรง (Cavity absorber)

ที่มา: Yerges, 1969

3) วัสดุดูดซับเสียงประเภทเส้นใย (Fiber) หรือวัสดุที่มีรูพรุน (Porous or dissipative absorber) ซึ่งวัสดุชนิดนี้สามารถหาได้ง่ายราคาถูก และมีอยู่มากในประเทศไทย เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น กาบมะพร้าว ฟางข้าว ต้นข้าวโพด โดยวัสดุเหล่านี้จะมีช่องว่างภายใน ซึ่งมีขนาดเส้น

ผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่าขนาดความยาวของคลื่นเสียงมาก ดังนั้นวัสดุชนิดนี้จึงเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยกลไกการเปลี่ยนแปลงพลังงานของวัสดุพรุณ คือ เมื่อเสียงตกกระทบบนวัสดุเหล่านี้ โมเลกุลของอากาศจะเกิดการสั่นตัวภายในช่องว่างของวัสดุพรุณ โดยมีความถี่ของการสั่นเท่ากับกับความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ การสั่นตัวของโมเลกุลของอากาศนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเสียดทาน และความหนืด โดยมีลักษณะการสูญเสียพลังงาน ดังแสดงในภาพที่ 2.5-5



ภาพที่ 2.5-5 กลไกการสลายตัวของพลังงานเสียงเนื่องจากความหนืด และแรงเสียดทาน

ที่มา: Crocker and Frederick Kessler, 1982

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นพองน้ำจากชานอ้อยในการดูดซับเสียงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ (2546) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ของยางธรรมชาติมาผลิตแผ่นดูดซับเสียงมี 6 แบบ ได้แก่ A B C E และ F โดยทำการศึกษาอิทธิพลของสารลดแรงตึงผิว ขนาดรูพรุณ ชนิดของสารตัวเติมและรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง จากการทดลองพบว่าในการทดลองความดังของเสียงที่ความดังต่าง ๆ นั้น ปริมาณลดแรงตึงผิวที่เพิ่มขึ้นมากรกว่า 1.5 ส่วน จะทำให้ร้อยละการดูดซับเสียงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับความพรุณที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยความพรุณจะลดกับปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่เพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในการใช้สารตัวเติมในแผ่นดูดซับเสียง พบว่าซิลิกาจะสามารถลดแรงตึงผิวได้ดีที่สุด โดยรองลงมาจะเป็นพวก เขม่าดำ และแคลเซียมคาร์บอเนต ตามลำดับ สำหรับรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงนั้น พบว่า แบบ C ซึ่งเป็นแบบที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากที่สุด จะทำให้ได้แผ่นดูดซับเสียงดี สำหรับการดูดซับเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ นั้นพบว่าที่ความถี่ต่ำ กลาง และสูง ปริมาณสารลดแรงตึงผิว 1.5 ส่วน สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด ความหนาของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นจะทำให้ดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นทั้งที่ความถี่ต่ำ กลาง และสูง ในการใช้สารตัวเติมที่ความถี่ต่ำ และสูง ซิลิกาสามารถดูดซับเสียงได้ดี แต่ที่ความถี่กลาง เขม่าดำ สามารถดูดซับเสียงได้ดี โดยแผ่นดูดซับเสียง

รูปแบบ C สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุดทั้งความถี่ต่ำ กลาง และสูง ดังนั้นจากการศึกษา สรุปได้ว่ายางธรรมชาติสามารถทำเป็นแผ่นดูดซับเสียงได้ โดยเฉพาะที่ความถี่สูง แผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติสามารถดูดซับเสียงได้ดี การใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมการเพิ่มความหนา และเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของแผ่นดูดซับเสียง สามารถเพิ่มความสามารถในการดูดซับเสียงได้ดี

Cuiyun et al. (2012) ได้ทำการศึกษาลักษณะการดูดซับเสียงของเส้นใยซีโอไลท์ประเภทมีรูโดยผ่านขบวนการเผาเถ้า (Sintering Process) วัสดุซีโอไลท์ประเภทมีรูถูกนำมาผลิตใหม่โดยทำให้มีรู 3 ขนาด แล้วนำมาใช้เป็นตัวอย่างอย่างทดลองในครั้งนี้ โดยงานวิจัยชิ้นนี้อาศัย 2 รูปแบบจำลองของ 'Delany-Bazley Model' และ 'Johnson-Allard Model' ช่วยในการวิเคราะห์ผลแบบจำลองทั้ง 2 ช่วยในการประมาณค่าและนำมาเปรียบเทียบจนได้เป็นผลการทดลองชิ้นนี้ โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองของ 'Johnson-Allard Model' ให้ค่าที่เหมาะสม ซึ่งดีที่สุดสำหรับลักษณะเสียงของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ การทดสอบความหนา ค่าความพรุน และขนาดของรูพรุนถูกนำมาใช้ในการพิจารณาด้วยเช่นกัน การเพิ่มความหนาจากเดิม 15 มิลลิเมตร เป็น 25 มิลลิเมตร ช่วยให้การดูดซับเสียงมีเพิ่มมากขึ้น (ในช่วงความถี่ต่ำ) ได้ค่าสูงที่สุดลดลงจาก 0.99 เป็น 0.95 การเพิ่มความพรุนช่วยพัฒนาความสัมพันธ์ในการดูดซับเสียง ค่าดูดซับเสียงของกลุ่มตัวอย่างที่มีความพรุน คือ ร้อยละ 59.89 ซึ่งค่าที่ได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 76.05 ในช่วงความถี่ 1600 Hz ความถี่เรโซแนนท์ (Resonance frequency) มีอนุภาค 3-5 มิลลิเมตร ซึ่งสังเกตได้ชัดผ่านอนุภาคขนาด 1-2 มิลลิเมตร นอกจากนี้ผลการศึกษาเปรียบเทียบซีโอไลท์ประเภทมีรูพรุนกับค่าความหนาใกล้เคียงกัน คือ 15 มิลลิเมตร และ 25 มิลลิเมตร พบว่าการดูดซับเสียงยิ่งดีขึ้นเมื่อรูพรุนมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวอย่างที่มีความหนาไม่มาก

Najib et al. (2011) ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิการเกิดโฟมที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงในยางโฟมธรรมชาติ โดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate) เป็นสารเพิ่มฟอง และทำการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิการเกิดโฟมที่ 140-160 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้อุณหภูมิการเกิดโฟมที่ 140 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิต่ำมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่สูงกว่าที่อุณหภูมิการเกิดโฟมสูง (150 และ 160 องศาเซลเซียส) เนื่องจาก ณ อุณหภูมิการเกิดโฟมต่ำขนาดเซลล์ของโฟมที่มีขนาดเล็ก มีส่วนช่วยเสริมการดูดซับเสียงเพราะขนาดรูที่เล็กช่วยกระจายเสียงได้ดีกว่ารูที่มีขนาดใหญ่และอุณหภูมิการเกิดโฟมต่ำมีผลทำให้เนื้อยางบริเวณผนังเซลล์โฟมมีความหนาเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้วัสดุมีความเป็นออสติติกมากขึ้น ช่วยทำให้การดูดซับเสียงได้มากขึ้น

กัลทิมา เชาวชาญชัยกุล และวัลลภ หาญณรงค์ชัย (2558) ศึกษาผลของการปรับปรุงผิวเส้นใยธรรมชาติ และผลของชนิด และปริมาณของเส้นใยธรรมชาติต่อการพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุยางโฟมธรรมชาติ และเส้นใยธรรมชาติ วิธีการการปรับผิวเส้นใยธรรมชาติที่ถูกเลือกใช้ในงานวิจัยนี้ คือ การปรับปรุงผิวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โดยปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของ

โซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0-15 โดยน้ำหนัก และเวลาที่ใช้ในการปรับปรุงผิว 0-30 นาที และชนิดเส้นใยธรรมชาติ ที่ถูกใช้คือ เส้นใยชานอ้อย และเส้นใยปาล์มน้ำมัน และทำการประเมินหาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิวจากค่าอัตราส่วนระหว่างความยาว และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (L/D) ของเส้นใยธรรมชาติ และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเส้นใยธรรมชาติจากผลการทดลอง พบว่า ค่า L/D มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพิ่มสูงขึ้น หรือเวลาในการปรับปรุงผิวเพิ่มสูงขึ้น ยกเว้น ณ ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก ค่า L/D ของเส้นใยปาล์มน้ำมัน ภายหลังการปรับปรุงผิวมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากรณีของเส้นใยชานอ้อย สภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิว คือ สำหรับเส้นใยชานอ้อย ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และเวลาในการปรับปรุงผิว 30 นาที และสำหรับเส้นใยปาล์มน้ำมัน ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และเวลาในการปรับปรุงผิว 10 นาที สำหรับผลของชนิด และปริมาณเส้นใยธรรมชาติที่มีต่อสมบัติการดูดซับเสียงของวัสดุผสมยางโฟมธรรมชาติ และเส้นใยธรรมชาติ ทั้งชานอ้อยและเส้นใยปาล์มน้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยสภาวะการปรับปรุงที่เหมาะสมถูกปรับเปลี่ยนปริมาณ ตั้งแต่ ร้อยละ 0.0 ถึง 10.0 โดยน้ำหนัก และทำการตรวจสอบผลด้วยการวิเคราะห์ลักษณะของเซลล์โฟม ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การวิเคราะห์สมบัติทางกลเชิงไดนามิก (DMA) และค่าความหนาแน่น จากผลการทดลอง พบว่า ขนาดของเซลล์โฟมมีขนาดลดลง ขณะที่จำนวนของเซลล์โฟมต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีปริมาณขึ้น เมื่อเติมเส้นใยธรรมชาติ แต่หลังจากปริมาณเส้นใยธรรมชาติมากกว่าร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก พบว่า ขนาดของเซลล์โฟมและจำนวนของเซลล์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงกันข้าม การเติมเส้นใยธรรมชาติในยางธรรมชาติช่วยในการปรับปรุงสมบัติการดูดซับเสียง กรณีการเติมชานอ้อยในวัสดุผสมได้ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมากกว่ากรณีเส้นใยปาล์มน้ำมัน การเติมเส้นใยธรรมชาติมีความแข็งแรง และช่วยทำให้ความเป็นออสติกของวัสดุผสมเพิ่มสูงขึ้น และช่วยเสริมประสิทธิภาพการดูดซับเสียง การปรับปรุงผิวเส้นใยธรรมชาติด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีส่วนช่วยทำให้การยึดเกาะระหว่างเฟสของเส้นใยธรรมชาติ และยางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียง ค่าความหนาแน่นของวัสดุผสมยางโฟมธรรมชาติมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

กมล กาญจนรุจี โสภภาพรณ แสงศัพท์ และสิงห์ อินทรชูโต (2549) ศึกษาการนำโฟมชนิดโพลีสไตรีน ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน มีน้ำหนักเบา และราคาถูก มาใช้ร่วมกับผนังยิปซัมบอร์ดเพื่อลดการรบกวนของเสียงโดยกล่องเก็บเสียงกล่องที่ 1 ติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียงในกล่อง กล่องเก็บเสียงกล่องที่ 2 ติดตั้งไมโครโฟนทำการส่งคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง ให้ผ่านผนังยิปซัมบอร์ดเข้าสู่เครื่องรับที่อยู่ในกล่องเก็บเสียงกล่องที่ 2 รับค่าคลื่นเสียงที่ได้ตัวแปรที่นำมาใช้ในการทดลองประกอบไปด้วยโฟมที่มีความหนา 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว โฟมเม็ด และฉนวนใยแก้วโฟมที่ความหนา 1 นิ้ว จะสามารถป้องกันเสียงได้ดีกว่าโฟมที่ความหนา 2 นิ้ว 3 นิ้ว

ภูษิต เลิศพัฒนารักษ์ และกนกวรรณ มะสุวรรณ (2558) ศึกษาสมบัติในการกันเสียงของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เส้นใยธรรมชาติ ซึ่งได้มาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีสมบัติในการกันเสียงที่ดีขึ้น โดยส่วนผสมของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ผงหินปูน น้ำทราย เส้นใยธรรมชาติได้แก่ เส้นใยกาบมะพร้าวและกากเยื่อไผ่ปาล์ม ที่อัตราส่วนร้อยละ 5 10 15 และ 20 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน และสารลดปริมาณน้ำ เพื่อให้เส้นใยกระจายตัวได้อย่างสม่ำเสมอ แล้วทำการผลิตตัวอย่างแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งมีความหนา 8 12 และ 16 มิลลิเมตร ผลการศึกษา พบว่า การแทนที่ของเส้นใยธรรมชาติในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้วัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์มีความหนาแน่นกำลังรับแรงอัด และกำลังรับแรงดัดลดลง โดยที่วัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ผสมเส้นใยมะพร้าวมีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลดีกว่าแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ผสมเส้นใยปาล์ม นอกจากนี้ สมบัติในการกันเสียง เมื่อเพิ่มความหนาของแผ่นทดสอบ และคุณสมบัติในการกันเสียงที่ดี การแทนที่ของเส้นใยธรรมชาติ ส่งผลให้แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์มีประสิทธิภาพในการกันเสียงดีขึ้น ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ผสมเส้นใยจากการเกษตรให้มีสมบัติเชิงกลตามมาตรฐาน และมีสมบัติในการกันเสียงที่ดี



บทที่ 3

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำแผ่นโฟมมาศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ เป็นแผ่นโฟมดูดซับเสียง เพื่อใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ ได้ ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง โดยใช้แผ่นโฟมตามท้องตลาดเพื่อประยุกต์ใช้เป็นวัสดุดูดซับเสียงจากแผ่นโฟม

3.1 ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาแผ่นโฟม 2 ชนิด ได้แก่ แผ่นโฟมแบบ O (Open cell) ได้แก่ ฟองน้ำล้างจาน และแผ่นโฟมแบบ C (Close cell) ได้แก่ โฟมลอยกระทง โดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

3.1.1) ศึกษาโครงสร้างของแผ่นโฟม ได้แก่ รูปร่างของเซลล์ ขนาด และจำนวนของเซลล์โฟม โดยการส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และถ่ายรูปประกอบ

3.1.2) ศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นโฟมในการดูดซับเสียง ในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาแผ่นโฟม 2 ชนิด ได้แก่

1) แผ่นโฟมแบบเซลล์เปิด ได้แก่ ฟองน้ำล้างจาน จำนวน 5 แบบ ได้แก่ O1 O2 O3 O4 และ O5

2) แผ่นโฟมแบบเซลล์ปิด ได้แก่ โฟมลอยกระทง จำนวน 5 แบบ ได้แก่ C1 C2 C3 C4 และ C5

3) การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง โดยตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย (Leq) 1 นาที ที่ความถี่ 125 250 500 1,000 2,000 4,000 และ 8,000 Hz

4) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

1) แผ่นโฟม (Open cell) ได้แก่ ฟองน้ำล้างจาน จำนวน 5 แบบ แบ่งเป็น O1 O2 O3 O4 และ O5 (ดังภาพที่ 3.2-1)



ภาพที่ 3.2-1 แผ่นฟองน้ำ

- 2) แผ่นโฟม (Close cell) ได้แก่ โฟมลอยกระทง จำนวน 5 แบบ แบ่งเป็น C1 C2 C3 C4 และ C5 (ดังภาพที่ 3.2-2)



ภาพที่ 3.2-2 แผ่นโฟม

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) เครื่องกำเนิดเสียง คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก 1 ตัว ยี่ห้อ Asus
- 2) เครื่องมือวัดเสียง (Sound level meter NL-62)
- 3) ลำโพง รุ่น WS-887 ขนาด 50 วัตต์ ยี่ห้อ Lenyes
- 4) กัลลิ่งจุลทรรศน์แบบใช้แสง รุ่น DC 7.4V



3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการนำแผ่นโฟมมาทำเป็นแผ่นวัสดุดูดซับเสียง เพื่อใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ ได้ งานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาโครงสร้างของแผ่นโฟม ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ขั้นตอนที่ 3 คำนวณประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง 4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพของแผ่นโฟมในการดูดซับเสียง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การศึกษาโครงสร้างของเซลล์โฟม

1) ศึกษาโครงสร้างลักษณะของเซลล์โฟมแบบ O (Open cell) และเซลล์โฟมแบบ C (Close cell) โดยการส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อศึกษาลักษณะรูปร่างของเซลล์ ขนาด และการนับจำนวนเซลล์

2) นำแผ่นโฟมแต่ละชนิด มาส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อศึกษาลักษณะรูปร่าง ของเซลล์ ขนาดและการนับจำนวนเซลล์โฟม โดยใช้ขนาดของโฟมกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตร และหนา 0.5 มิลลิเมตร (สเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ, 2546)



(ก) แผ่นโฟม

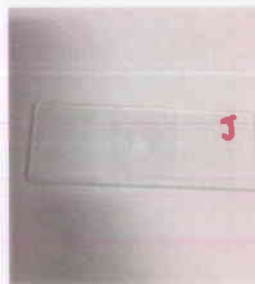


(ข) ตัดแผ่นโฟมให้มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร



(ง) นำแผ่นโฟมแต่ละชนิดมา

ส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง



(ค) นำแผ่นโฟมใส่ลงในแผ่นสไลด์

ภาพที่ 3.3-1 ศึกษาโครงสร้างลักษณะของเซลล์โฟมโดยการส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

๖
668.A93
พ.11271

3.3.2 ศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง โดยการนำแผ่นโพรโมดูดซับเสียงที่ได้มาศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง โดยทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างกรณีแบบมีแผ่นโพรโมดูดซับเสียง และกรณีไม่มีแผ่นโพรโมดูดซับเสียง มีรายละเอียดดังนี้

1) ติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง และอุปกรณ์วัดระดับเสียงโดยวัดที่ติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง และอุปกรณ์วัดระดับเสียงโดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากปากกล่องเก็บเสียง 1.5 เมตร แต่ละตำแหน่งสูงจากพื้น 1.2 เมตร



ภาพที่ 3.3-2 ติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2) ติดตั้งแผ่นโพรโมดูดซับเสียงที่ทำการศึกษาที่ปากกล่องเก็บเสียง



ภาพที่ 3.3-3 ติดตั้งแผ่นโพรโมดูดซับเสียงที่ทำการศึกษา

3) เปิดสัญญาณเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง และปรับระดับความดังเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงให้ดังที่สุดเป็นค่าอ้างอิงระดับความดังของแหล่งกำเนิดเสียง

4) อ่านค่าระดับความดังเสียงจากเครื่องวัดทำการทดลอง 3 ครั้ง และบันทึกผล

5) ทำการทดลองซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2-4 ดำเนินการตรวจวัดระดับเสียงแบบแยกความถี่ที่ 125 250 500 1,000 2,000 4,000 และ 8,000 Hz ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2-4 โดยเปรียบเทียบกรณีที่มีแผ่นโพรโมดูดซับเสียง และไม่มีแผ่นโพรโมดูดซับเสียง

6) ศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงของแผ่นโฟมดูดซับเสียง

$$\text{ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง (\%)} = \frac{\text{ระดับเสียงกรณีไม่มีแผ่นโฟม} - \text{ระดับเสียงกรณีมีแผ่นโฟม}}{\text{ระดับเสียงกรณีไม่มีแผ่นโฟม}} \times 100$$



บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัณฐานวิทยาแผ่นโพลีเมอร์กับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง โดยมีรายละเอียดดังนี้

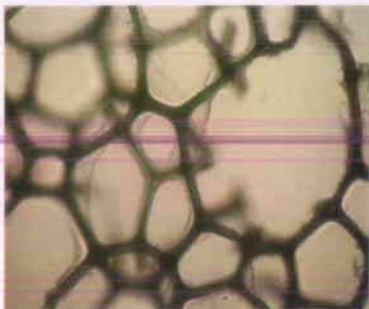
4.1 การศึกษาโครงสร้างของเซลล์โพลีเมอร์

ศึกษาโครงสร้างของเซลล์โพลีเมอร์ในด้านขนาดของเซลล์โพลีเมอร์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้ขนาดหัวกำลังขยาย 10 เท่า พร้อมถ่ายรูปภาพประกอบการศึกษา

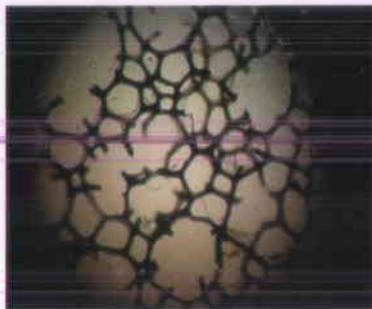
4.1.1 การศึกษาโครงสร้างลักษณะของเซลล์โพลีเมอร์แบบเปิด (Open cell)

โดยศึกษาแผ่นโพลีเมอร์แบบเปิด (Open cell) จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เซลล์โพลีเมอร์เปิดชนิด O1 O2 O3 O4 และ O5 ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

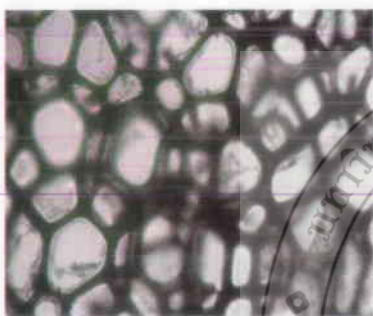
จากการศึกษาลักษณะรูปร่างโพลีเมอร์แบบเซลล์เปิด จะพบว่า มีโพรงของเซลล์ต่อกันจนทำให้ก๊าซหรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ภายในหมุนเวียนถึงกันได้ โดยขนาดของเซลล์จะมีความหลากหลาย คือ มีทั้งเซลล์ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่กระจายทั่วทั้งเซลล์ ซึ่งลักษณะของโพลีเมอร์แบบเซลล์เปิดแต่ละชนิด O1 O2 O3 O4 และ O5 ก็มีขนาดที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.1-1



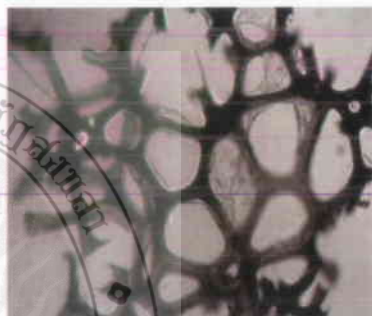
(ก) เซลล์โคมเปิดชนิด O1



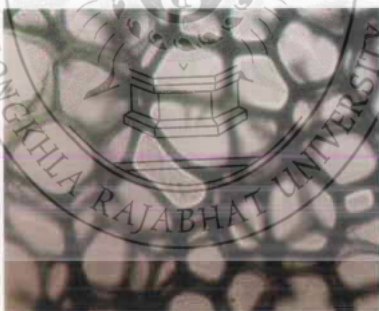
(ข) เซลล์โคมแบบเปิดชนิด O2



(ค) เซลล์โคมเปิดชนิด O3



(ง) เซลล์โคมเปิดชนิด O4



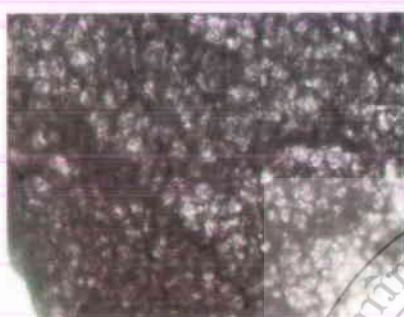
(จ) เซลล์โคมเปิดชนิด O5

ภาพที่ 4.1-1 ลักษณะรูปร่างและขนาดของเซลล์โคมแบบเปิด (Open cell)

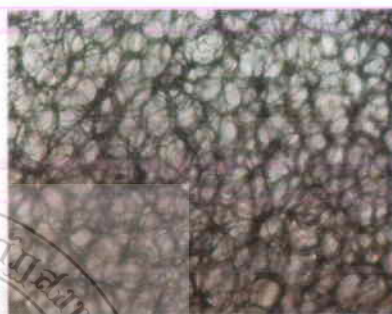
4.1.2 การศึกษาโครงสร้างลักษณะของเซลล์โคมแบบปิด (Closed cell)

จากการศึกษาโครงสร้างของเซลล์โคมในด้านรูปร่าง และขนาดของเซลล์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ขนาดหัวกำลังขยาย 10 เท่า พร้อมถ่ายภาพประกอบโดยศึกษาแผ่นโคมแบบปิดจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เซลล์โคมปิดชนิด C1 C2 C3 C4 และ C5 ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

จากการศึกษา ลักษณะรูปร่างโฟมแบบเซลล์ปิด พบว่า มีโพรงของช่องว่าง หรือ เซลล์ไม่ต่อกัน ทำให้ก๊าซหรือ อากาศที่แทรกตัวอยู่ในแต่ละเซลล์ไม่สามารถหมุนเวียนถึงกันได้ โดยขนาดของเซลล์จะขนาดใกล้เคียงกัน โดยเซลล์ส่วนใหญ่จะมีขนาดค่อนข้างเล็กกระจายทั่วทั้งเซลล์ ซึ่งลักษณะของโฟมแบบเซลล์ปิดแต่ละชนิด C1 C2 C3 C4 และ C5 ก็มีขนาดและรูปร่างที่ต่างกัันดังแสดงในภาพที่ 4.1-2



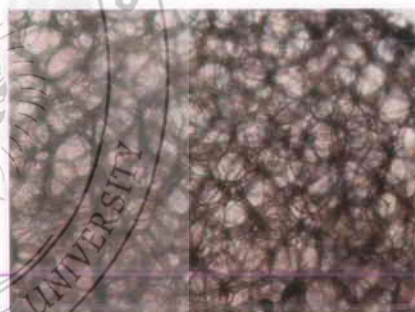
(ก) เซลล์โฟมปิดชนิด C1



(ข) เซลล์โฟมปิดชนิด C2



(ค) เซลล์โฟมปิดชนิด C3



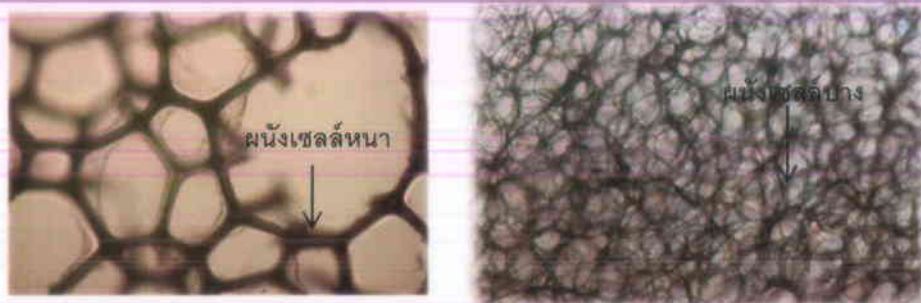
(ง) เซลล์โฟมปิดชนิด C4



(จ) เซลล์โฟมปิดชนิด C5

ภาพที่ 4.1-2 ลักษณะรูปร่างและขนาดของเซลล์โฟมแบบปิด (Closed cell)

เมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะรูปร่าง และความหนาของผนังเซลล์ พบว่า เซลล์โฟมแบบเปิดมีลักษณะผนังเซลล์หนา ขณะที่โฟมแบบปิดจะมีลักษณะเซลล์บาง ดังแสดงในภาพที่ 4.1-3



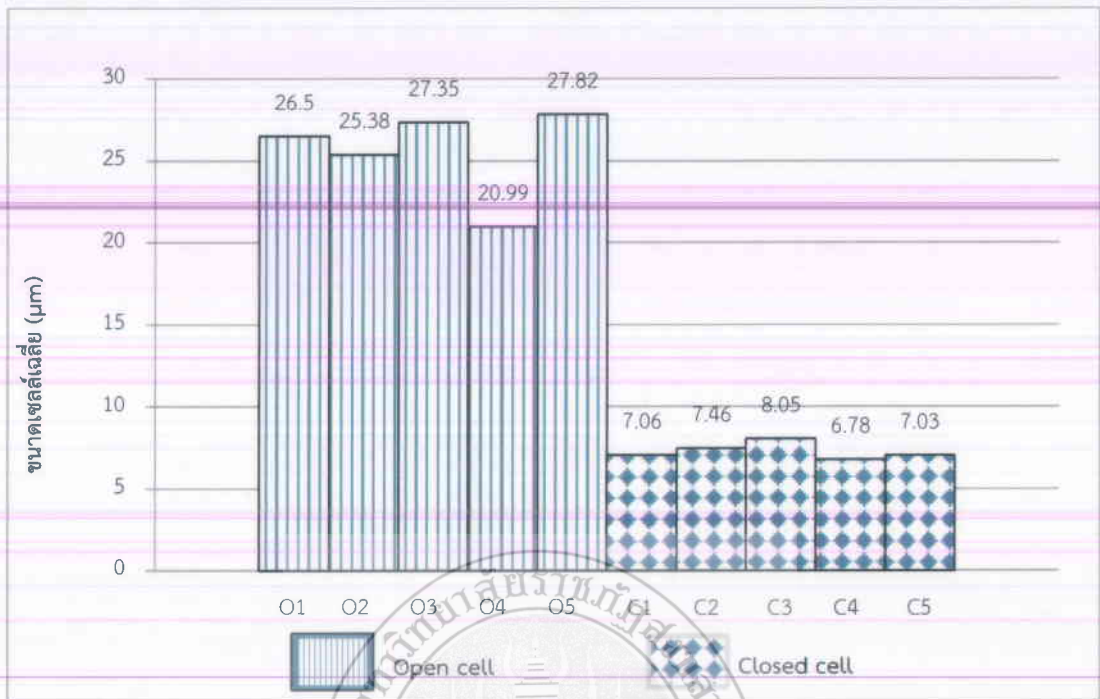
(ก) เซลล์โฟมแบบเปิด

(ข) เซลล์โฟมแบบปิด

ภาพที่ 4.1-3 ลักษณะรูปร่างและความหนาของเซลล์โฟมแบบเปิด (Open cell) และเซลล์โฟมแบบปิด (Closed cell)

4.1.3 การวิเคราะห์โครงสร้างและขนาดเซลล์โดยใช้โปรแกรม Image J

จากการศึกษาโครงสร้างของเซลล์โฟมในด้านรูปร่าง และขนาดของเซลล์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์หัวกำลังขยาย 10 เท่า พร้อมถ่ายรูปประกอบโดยศึกษาแผ่นโฟมการศึกษา ลักษณะรูปร่าง และขนาดของเซลล์โฟมแบบเปิด จำนวน 5 ชนิด และเซลล์โฟมปิด จำนวน 5 ชนิด เมื่อนำภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงมาทำการวิเคราะห์โครงสร้างและขนาดของเซลล์โดยใช้โปรแกรม Image J เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขนาดของเซลล์เฉลี่ย (ไมครอน) ของเซลล์โฟมเปิดทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เซลล์โฟมเปิดชนิด O1 O2 O3 O4 และ O5 และเซลล์โฟมแบบปิด (Closed cell) ทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เซลล์โฟมปิดชนิด C1 C2 C3 C4 และ C5 ดังแสดงในภาพที่ 4.1-3 ขนาดเซลล์เฉลี่ยของเซลล์โฟมแบบเปิดอยู่ในช่วงระหว่าง 20-30 ไมครอน โดยที่ขนาดเซลล์ของโฟมชนิด O1 O2 O3 O4 และ O5 เท่ากับ 26.5 25.38 27.35 20.99 และ 27.82 ไมครอน ตามลำดับ โดยเซลล์โฟมชนิด O5 มีขนาดใหญ่ที่สุด และเซลล์โฟมชนิด O4 มีขนาดเล็กที่สุด และขนาดเซลล์โฟมเฉลี่ยของเซลล์โฟมแบบปิดอยู่ในระหว่าง 6-8 ไมครอน โดยที่ขนาดของเซลล์โฟมชนิด C1 C2 C3 C4 และ C5 เท่ากับ 7.06 7.46 8.05 6.78 และ 7.03 ไมครอน ตามลำดับ โดยเซลล์โฟมชนิด C3 มีขนาดใหญ่ที่สุด และเซลล์โฟมชนิด C4 มีขนาดเล็กที่สุด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบขนาดของเซลล์โฟมแบบเปิด และเซลล์โฟมแบบปิด พบว่า ขนาดของเซลล์โฟมแบบเปิดมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์โฟมแบบปิดประมาณ 2 เท่า

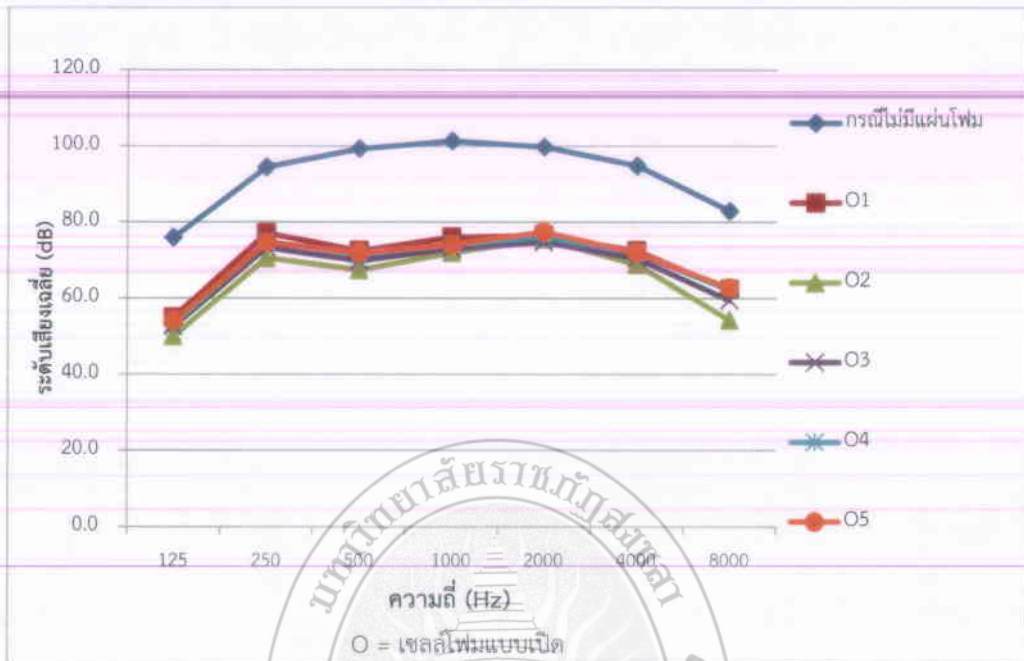


ภาพที่ 4.1-4 ขนาดเซลล์เฉลี่ย (μm) ของเซลล์โฟมแบบเปิด (Open cell : O) และแบบปิด (Closed cell : C)

4.2 การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

4.2.1 การเปรียบเทียบระดับเสียงกรณีมีแผ่นโฟมและไม่มีแผ่นโฟมของเซลล์โฟมชนิดเปิด (Open cell)

จากการทดสอบระดับเสียงกรณีการมีแผ่นโฟมทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ โฟม O1 O2 O3 O4 และ O5 เปรียบเทียบกับการไม่มีแผ่นโฟม โดยทดสอบเสียงในช่วงความถี่ตั้งแต่ 125 Hz 250 Hz 500 Hz 1,000 Hz 2,000 Hz 4,000 Hz และ 8,000 Hz ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกรณีมีแผ่นโฟมของเซลล์โฟมเปิดทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เซลล์โฟมเปิดชนิด O1 O2 O3 O4 และ O5 มีค่าระดับเสียงลดลงเมื่อเทียบกับไม่มีแผ่นโฟม ค่าระดับเสียงที่ลดลงได้มากที่สุด คือเซลล์โฟม O2 ที่ความถี่ 8,000 Hz โดยมีค่าระดับเสียงลดลงจาก 82.90 dB เป็น 54.30 dB ดังแสดงในภาพที่ 4.2-1 และตารางที่ 4.2-1



ภาพที่ 4.2-1 การเปรียบเทียบระดับเสียงกรณีมีแผ่นโฟมแบบเปิดและไม่มีแผ่นโฟม

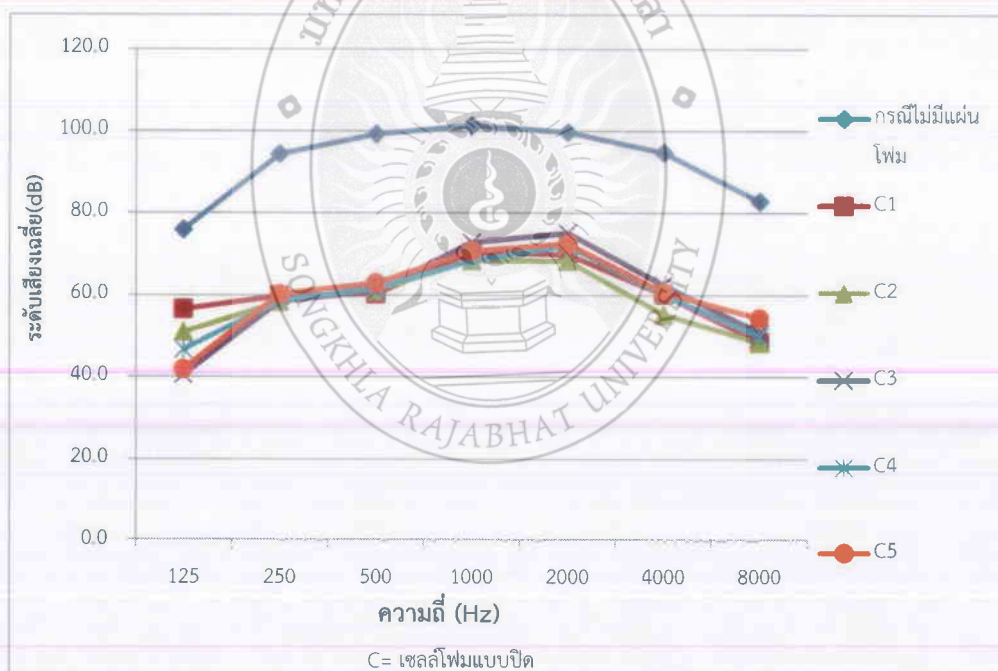
ตารางที่ 4.2-1 การเปรียบเทียบระดับเสียงกรณีมีแผ่นโฟมแบบเปิดและไม่มีแผ่นโฟม

ความถี่ (Hz)	กรณีไม่มีแผ่นโฟม	กรณีมีเซลล์โฟมแบบเปิด (Open cell)				
		O1	O2	O3	O4	O5
125	76.0	55.0	50.1	52.6	53.3	54.1
250	94.5	77.1	70.7	73.4	75	74.8
500	99.3	72.5	67.5	69.9	71.5	72
1000	101.4	76.1	72.1	73.1	74.2	74.2
2000	99.8	76.6	75.6	74.8	76	77.5
4000	94.8	72.5	68.9	70.5	72	72
8000	82.9	62.4	54.3	59.5	62.2	62.8

หมายเหตุ O1-O5 หมายถึง เซลล์โฟมแบบเปิด

4.2.2 การเปรียบเทียบระดับเสียงกรณีมีแผ่นโพนเปรียบเทียบและไม่มีแผ่นโพนของเซลล์โพนชนิดปิด (Closed cell)

จากการทดสอบระดับเสียงกรณีการมีแผ่นโพนทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ โพน C1 C2 C3 C4 และ C5 เปรียบเทียบกับการไม่มีแผ่นโพน โดยทดสอบเสียงในช่วงความถี่ตั้งแต่ 125 Hz 250 Hz 500 Hz 1,000 Hz 2,000 Hz 4,000 Hz และ 8,000 Hz ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า ค่าระดับเสียงค่าเฉลี่ยกรณีมีแผ่นโพนของเซลล์โพนปิดทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เซลล์โพนปิด ชนิด C1 C2 C3 C4 และ C5 มีค่าระดับเสียงลดลงเมื่อเทียบกับไม่มีแผ่นโพน ค่าระดับเสียงที่ลดลงได้มากที่สุดคือ ค่าระดับเสียงโพน C5 ที่ความถี่ 125 Hz โดยมีค่าระดับเสียงลดลงจาก 76.0 dB เป็น 42.0 dB ดังแสดงในภาพที่ 4.2-2 และตารางที่ 4.2-2



ภาพที่ 4.2-2 การเปรียบเทียบกรณีมีแผ่นโพนแบบปิดและไม่มีแผ่นโพน

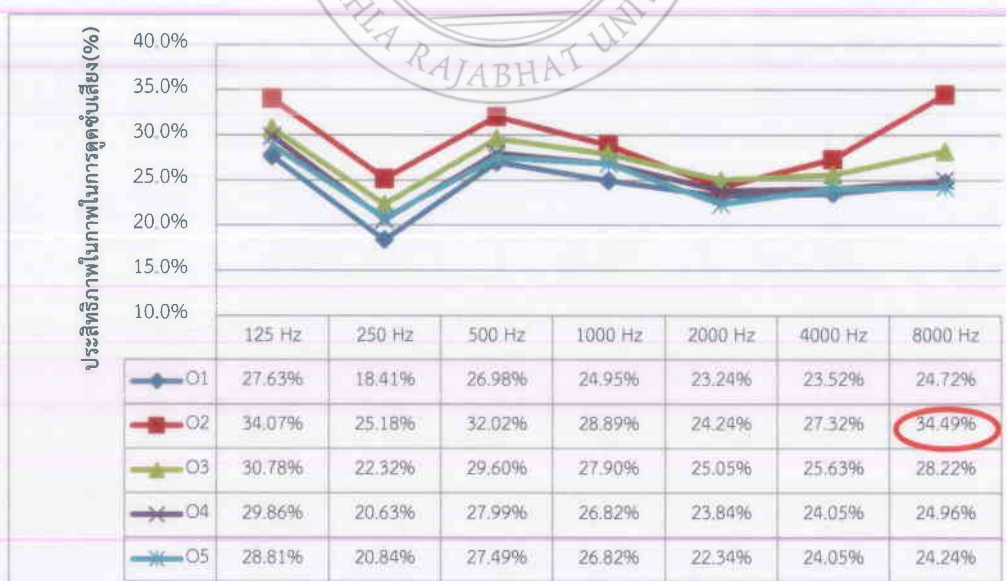
ตารางที่ 4.2-2 การเปรียบเทียบระดับเสียงกรณีมีแผ่นโฟมแบบปิดและไม่มีแผ่นโฟม

ความถี่(Hz)	กรณีไม่มีแผ่นโฟม	ระดับเสียง(dB)				
		กรณีมีเซลล์โฟมแบบปิด (Closed cell)				
		C1	C2	C3	C4	C5
125	76.0	56.6	51.0	40.6	46.7	42.0
250	94.5	59.9	58.4	58.6	58.7	60.3
500	99.3	60.3	61.2	61.1	61.7	63.0
1,000	101.4	70.4	68.5	72.9	68.4	70.8
2,000	99.8	70.0	68.3	75.2	72.1	72.6
4,000	94.8	60.2	55.3	62.5	60.1	60.7
8,000	82.9	48.6	48.4	50.9	50.0	54.5

หมายเหตุ C1-C5 หมายถึง เซลล์โฟมแบบปิด

4.2.3 การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการดูดซับเสียงของเซลล์โฟมแบบเปิด

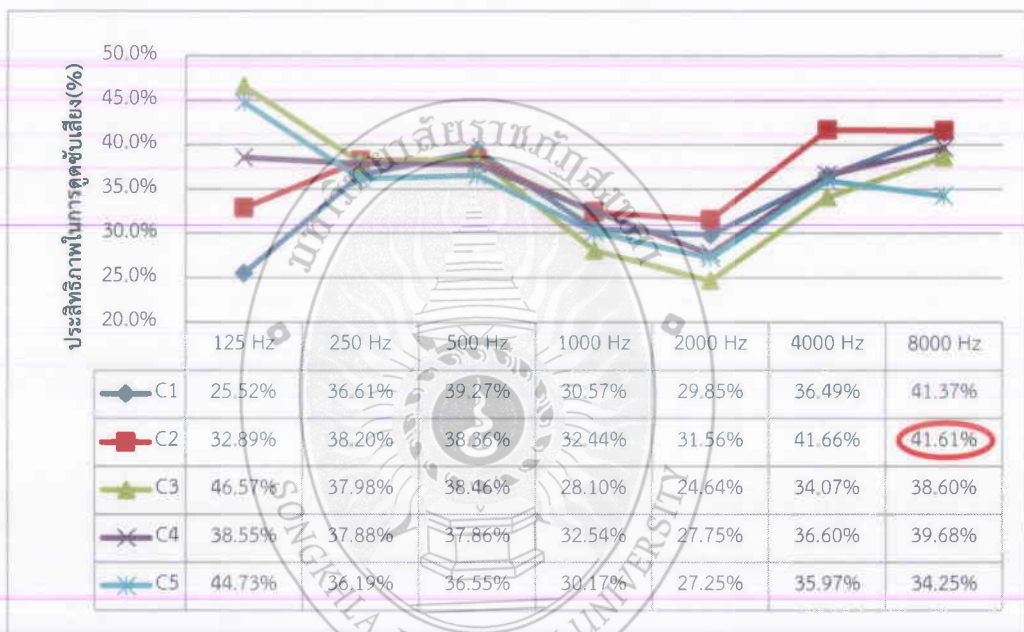
เมื่อทำการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 125 Hz 250 Hz 500 Hz 1,000 Hz 2,000 Hz 4,000 Hz และ 8000 Hz พบว่า จากภาพที่ 4.2-3 เซลล์โฟมชนิด O2 จะเห็นว่าที่ความถี่ 8000 Hz มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงดีที่สุดคือ ร้อยละ 34.49 รองลงมาคือ เซลล์โฟมชนิด O3 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงร้อยละ 28.22



ภาพที่ 4.2-3 ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงจากการมีแผ่นดูดซับเสียงของแผ่นโฟมแบบเปิด (Open cell)

4.2.4 การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการดูดซับเสียงของเซลล์โฟมแบบปิด

เมื่อทำการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 125 Hz 250 Hz 500 Hz 1,000 Hz 2,000 Hz 4,000 Hz และ 8,000 Hz ตามลำดับ พบว่า จากกราฟ ภาพที่ 4.2-4 เซลล์โฟมชนิด C2 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงดีที่สุดคือ ร้อยละ 41.61 ที่ความถี่ 8,000 Hz รองลงมาคือ เซลล์โฟมชนิด C1 มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ร้อยละ 41.37 ที่ความถี่ 8,000 Hz



ภาพที่ 4.2-4 ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงจากการมีแผ่นดูดซับเสียงของแผ่นโฟมแบบปิด (Closed cell)

เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของเซลล์โฟมเปิด และเซลล์โฟมปิดที่ ช่วงความถี่ต่าง ๆ ได้แก่ 125 Hz 250 Hz 500 Hz 1,000 Hz 2,000 Hz 4,000 Hz และ 8,000 Hz พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของเซลล์โฟมแบบเปิดมีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงอยู่ในช่วงประมาณ ร้อยละ 18-34 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟมเปิดแต่ละชนิด พบว่า เซลล์โฟมชนิด O2 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงสุดที่ ร้อยละ 34.49 ตามด้วยเซลล์โฟมชนิด O3 (ร้อยละ 28.22) O4 (ร้อยละ 24.96) O1 (ร้อยละ 24.72) O5 (ร้อยละ 24.24) ตามลำดับ สำหรับเซลล์โฟมแบบปิด พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซับเสียงอยู่ในช่วงประมาณ ร้อยละ 24-46 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟมแบบปิด แต่ละชนิด พบว่า เซลล์โฟมชนิด C2 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

สูงสุด ที่ร้อยละ 41.61 รองลงมา ได้แก่ เซลล์โฟมชนิด C1 (ร้อยละ 41.37) C4 (39.68 ร้อยละ) C3 (ร้อยละ 38.60) C5 (ร้อยละ 34.25) ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของเซลล์โฟมแบบเปิด และเซลล์โฟมแบบปิด พบว่า โดยเฉลี่ยเซลล์โฟมแบบปิดจะมีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงกว่าเซลล์โฟมแบบเปิด ดังนั้น เซลล์โฟมชนิดC2 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงดีที่สุดใน เนื่องจากขนาดและโครงสร้างของเซลล์โฟมที่ประกอบด้วยรูพรุนจำนวนมากมีโพรงของช่องว่างหรือเซลล์ไม่ต่อถึงกัน ทำให้อากาศที่แทรกตัวอยู่ภายในแต่ละเซลล์ไม่สามารถทำให้อากาศแทรกตัวเข้าไปได้ ทำให้เซลล์แบบปิดมีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงได้ดีกว่าเซลล์แบบเปิด

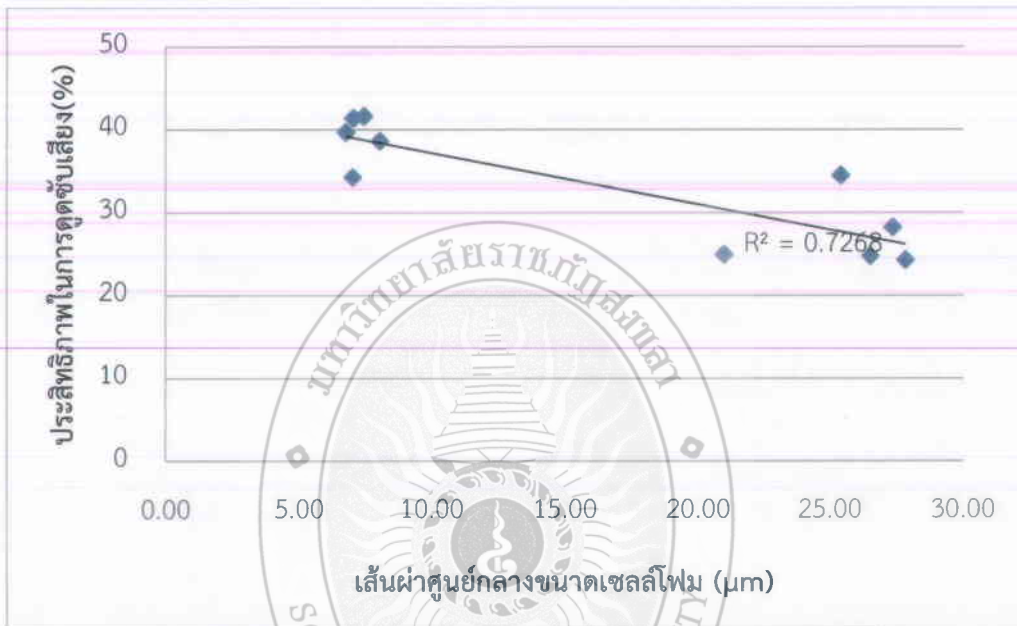
ตารางที่ 4.2-3 ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงของแผ่นโฟมแบบเปิด (Open cell) และแบบปิด (Closed cell)

ความถี่ (Hz)	ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง (%)	
	เซลล์โฟมแบบเปิด (Open cell)	เซลล์โฟมแบบปิด (Closed cell)
125	27.63 -34.07	25.52-46.57
250	18.41-25.18	36.19-38.20
500	26.98-32.02	36.55-39.27
1,000	24.95-28.89	28.10-32.54
2,000	22.34-25.05	24.64-31.56
4,000	23.52-27.32	35.97-41.66
8,000	24.24-34.49	34.25-41.61

4.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

จากการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมในด้านขนาดเซลล์โฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ดังแสดงในภาพที่ 4.3-1 พบว่า ขนาดเซลล์โฟมเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงลดลง โดยมีค่า $R^2 = 0.7268$ ในช่วงความถี่ 8,000 Hz จากผลการศึกษาพบว่าขนาดเซลล์โฟมมีการกระจายตัวค่อนข้างมาก และขนาดของเซลล์โฟมแบบเปิด และเซลล์โฟมแบบปิดมีขนาดแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จะเห็นได้ว่าเซลล์โฟมแบบปิดมีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเซลล์โฟมประมาณ 5.0 – 10.0 μm ในขณะที่เซลล์โฟมแบบเปิด มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20.0 – 30.0 μm จะพบว่า ขนาดของเซลล์โฟมแบบเปิด และเซลล์โฟมแบบปิดมีขนาดค่อนข้างแตกต่างกัน จึงทำให้ค่า

ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงต่างกัน และเมื่อทำการศึกษาหาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟม (ขนาดของเซลล์โฟม) กับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงพบว่าค่า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นว่า ขนาดของเซลล์มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในภาพที่ 4.3-1



ภาพที่ 4.3-1 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ซึ่งเป็นการศึกษาในเซลล์โฟม 2 แบบ คือ เซลล์โฟมแบบเปิด O (Opencell:O) จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โฟม O1 O2 O3 O4 และ O5 และเซลล์โฟมชนิดปิด C (Closed cell:C) จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โฟม C1 C2 C3 C4 และ C5 เมื่อทำการศึกษาสัณฐานวิทยา ลักษณะของเซลล์โฟมปิดและเซลล์เปิด พบว่า ลักษณะของโฟมแต่ละชนิด มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งในส่วนของ ขนาดเซลล์ รูปร่างเซลล์ และสัณฐานวิทยาของเซลล์ โดยลักษณะของโฟมแบบเปิดจะพบเซลล์มีหลากหลายขนาด และขนาดของเซลล์ค่อนข้างใหญ่ เฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 20-27 ไมครอน ในขณะที่ลักษณะของโฟมแบบปิด พบว่า ขนาดของเซลล์ค่อนข้างใกล้เคียงกัน และมีขนาดค่อนข้างเล็ก เฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 6-8 ไมครอน

เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของเซลล์โฟมแบบเปิด และเซลล์โฟมแบบปิดในช่วงความถี่ต่างๆ ได้แก่ 125 250 500 1,000 2,000 4,000 และ 8,000 Hz เสียงซึ่งเป็นการศึกษาในเซลล์โฟม 2 แบบ คือเซลล์โฟมแบบเปิด O (Open cell) จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โฟม O1 O2 O3 O4 และ O5 และเซลล์โฟมแบบปิด C (Closed cell) จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โฟม C1 C2 C3 C4 และ C5 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟมแบบเปิด แต่ละชนิด พบว่า เซลล์โฟมแบบเปิด O2 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงสุด ที่ ร้อยละ 34.49 ในความถี่ 8,000 Hz สำหรับเซลล์โฟมแบบปิด พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซับเสียงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟมแบบปิดแต่ละชนิด พบว่า เซลล์โฟมชนิด C3 มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงสุดที่ร้อยละ 46.57 ในความถี่ 8,000 Hz ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของเซลล์โฟมแบบเปิด และเซลล์โฟมแบบปิด พบว่า เซลล์โฟมแบบปิด จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงกว่าเซลล์โฟมแบบเปิด เนื่องจากลักษณะสัณฐานวิทยาของโฟมที่ประกอบด้วยรูพรุนจำนวนมากมีโพรงของช่องว่างหรือเซลล์ไม่ต่อกัน ทำให้ก๊าซหรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ภายในแต่ละเซลล์ไม่สามารถหมุนเวียนถึงกันได้ ทำให้เซลล์แบบปิดมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงได้ดีกว่าเซลล์แบบเปิด

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมในด้านขนาดของเซลล์โฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง พบว่า ขนาดเซลล์โฟมเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงลดลง มีค่า $R^2 = 0.7268$ ในช่วงความถี่ 8,000 Hz พบว่า ขนาดเซลล์โฟมมีการกระจายตัวค่อนข้างมาก และขนาดของเซลล์โฟมแบบเปิด และเซลล์โฟมแบบปิดมีขนาดแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดและ เมื่อทำการศึกษา

หาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟม (ขนาดของเซลล์โฟม) กับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงพบว่าค่า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นว่า ขนาดของเซลล์มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การศึกษาครั้งต่อไปควรใช้แผ่นพองน้ำ และแผ่นโฟมที่มีขนาดใหญ่ที่เหมาะสม เพื่อง่ายต่อการทดสอบคุณสมบัติ และการนำไปใช้งาน

2) ควรจะมีการศึกษาโฟม และแผ่นพองน้ำชนิดอื่น เช่น แบบกึ่งเปิด และแบบกึ่งปิด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยครั้งนี้ ว่าแบบไหนจะลดเสียงได้ดีกว่ากัน



บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). **คู่มือมาตรฐานการวัดเสียงกรมควบคุมมลพิษ**. กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2552). **คู่มือวัดเสียงรบกวน**. สืบค้น 8 ตุลาคม 2559, จาก
http://www.pcd.go.th/info_serv/pol_stat2552.html
- กรมอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2545). **การป้องกันและวิธีลดความดังของเสียง**. สืบค้น 30 เมษายน
2559, จาก <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi3/soundpol/soundpol.htm>.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กัลทิมา เชาวน์ชาญชัยกุล และวัลลภ หาญณรงค์ชัย. (2558). **การผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุผสม
ยางโฟม** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). ม.ป.ป.
- เกษม จันทรแก้ว. (2541). **เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม** (โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา)
- กมล กาญจนรุจี. โสภภาพรรณ แสงศัพท์ และ สิงห์ อินทรชูโต. (2549). **การใช้โฟมร่วมกับผนัง
ยิปซัมบอร์ดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันเสียง**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ:
- ทวีสุข พันธุ์เพ็ง. (2549). **การพัฒนาแก้ปัญหาภาวะมลพิษทางเสียงการป้องกัน และการแก้ไข
รายงานการฝึกอบรมเรื่องการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม**. วันที่ 25 เมษายน 2529. กรุงเทพฯ: กอง
วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- ประธาน อารีพล. (2541). **การจัดการมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน** (วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พิพัฒน์ ละอองศรี. (2556). **การประเมินประสิทธิภาพของกำแพงกันเสียงตามแนวทางหลวง
พิเศษ** (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- ธีรภัทร์ ช่วยเกลี้ยง และภานุ อินทร์กันต์. (2547). **การเปรียบเทียบสัณฐานวิทยาและสมบัติทาง
กายภาพของโฟมพอลิยูรีเทนจากพอลิเอทิลีนแพรพแลตพอลิออกัลกับพอลิออกัลทาง
การค้า** (ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- ปรีชญา รังสิริรักษ์. (2541). **การควบคุมเสียงภายในอาคาร**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และกนกวรรณ มะสุวรรณ . (2558). **ศึกษาสมบัติในการกันเสียงของแผ่น
ไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.38 (1).**
- ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ . (2544). **การป้องกันและควบคุมมลพิษ**. กรุงเทพฯ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ. (2546). **ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ของยางธรรมชาติมาผลิตแผ่นดูดซับเสียง.** (ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
- สมศิริ มาลีแก้ว. (2535). **การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพีชแห้งและเส้นใยแก้ว คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . สาขาวิชาวิศวกรรม . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.**
- สุกานจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. (2550). **หลักการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน.** กรุงเทพฯ.
- Canedo, E.L., Favelukis, M., Talmon, Z. and Talmon, Y. (1993). **An experiment study of bubble deformation in viscous New York.**
- Harris, D.A. (1991). **Noise Control Manual.** New York. Van Nostrand Reinhold.
- Doelle, L.L and Arch, M. (1992). **Environmental Acoustic.** (n.p.) McGraw-Hill Book Company
- Cuiyun Duan, Guang Cui, Xinbang Xu, and Peisneng Liu. (2012). **Sound absorption Characteristics of porous ceramic materials at High temperature Sintering Porous Ceramic Material** (Research report). College of Nuclear Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing , China.
- Crocker, M.J. and Kessler, F.M. (1982). **Noise and Noise Control Volume 2.** Florida, CRC Press, Inc.
- Najib, N.N., Ariff, Z.M., Bakar, A.A. and Sipaut, C.S. (2011). **Correlation between the Acoustic and Dynamic Mechanical Properties of Natural Rubber Foam: Effect of Foaming Temperature, Materials and Design.**
- Sound Research, Laboratories Ltd. (1991) **Noise Control in Industry. 3rd.** London: E&FN Spon.
- Yerges, L.F. (1969). **Sound, Noise and Vibration Control.** New York: Van Nostrand Reinhold.



ภาควิชาการพยาบาล
ภาคผนวก ก
แบบเสนอโครงร่างวิจัย



โครงร่างวิจัยเฉพาะทาง

1. ชื่อโครงการวิจัย

ภาษาไทย การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัณฐานวิทยาของ
โฟมกับประสิทธิภาพการดูดซับเสียง

ภาษาอังกฤษ The study on the Relationship between
Foam Morphology and efficiency of sound
Absorption

2. สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

3. ประวัติของผู้วิจัย

นางสาวพัชรินทร์ ศรีขวัญ รหัสนักศึกษา 534292027

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาวอาริยา แก้วหนู รหัสนักศึกษา 534292049

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร. สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พลพัฒน์ รวมเจริญ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. ที่มาและความสำคัญ

เสียงเป็นส่วนประกอบร่วมในชีวิตประจำวันของเรา มนุษย์ต้องมีความสัมพันธ์กับเสียงอยู่ตลอดเวลา เช่น เสียงพูด เสียงสัญญาณการติดต่อ เสียงดนตรี เป็นต้น ซึ่งในโลกของวิวัฒนาการและการพัฒนา การเพิ่มขึ้นของประชากร และการเติบโตด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วได้ก่อให้เกิดแนวโน้มการพัฒนาของเครื่องจักรกลตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากมาย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถึงแม้สร้างประโยชน์กับมนุษย์ แต่ก็กำลังเป็นภัยร้ายที่อาจทำร้ายมนุษย์ได้เช่นเดียวกัน ถ้าหากเปรียบเทียบถึงปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง เป็นต้น มลพิษทางเสียงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะสังคมเมืองใหญ่ เมืองอุตสาหกรรมพบปัญหาเรื่องปริมาณความดังเสียงมากขึ้นทุกทีจนกระทั่งเป็นเสียงที่ดังเสียงเกินความต้องการของมนุษย์ และเกิดปัญหาขึ้น เช่น เสียงที่เกิดจากรถยนต์ เครื่องยนต์ เครื่องบิน เครื่องจักร เสียงตอกเสาเข็มในการก่อสร้าง เสียงระเบิด เสียงจากการจราจร เสียงจากเรือยนต์ แต่ปัจจุบันบุคคลโดยทั่วไปมักไม่เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาทางเสียง ทั้งนี้เพราะมลพิษทางเสียงไม่แสดงให้เห็นผลกระทบอย่างรุนแรงในทันทีทันใด แต่ถ้าพิจารณาแล้วมลพิษทางเสียงเริ่มมีบทบาทมากขึ้นทุกขณะตามความเจริญอย่างรวดเร็วของวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี สังเกตได้จากผู้ป่วยที่แสดงอาการผิดปกติอันเกิดจากผลของมลพิษทางเสียงที่เพิ่มมากขึ้น เช่น หูตึง หูหนวก ซึ่งผู้ป่วยส่วนมากเป็นบุคคลที่ต้องคลุกคลีอยู่กับการได้รับฟังเสียงดังมากเกินไปในระยะเวลาอันยาวนาน ผลที่เกิดจากเสียงนั้นนอกจากจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน แล้วยังอาจจะมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอีกด้วย ระดับเสียงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้นั้นทางองค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ว่า เสียงที่เป็นอันตรายคือเสียงที่มีความดังเกินกว่า 85 dB(A) ที่ทุก ๆ ความถี่เสียง โดยอันตรายของเสียงอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ อันตรายของเสียงต่อระบบการได้ยินและอันตรายของเสียงต่อสุขภาพทั่วไป และต่อจิตใจ

อันตรายของเสียงต่อระบบการได้ยิน ส่วนใหญ่เป็นอันตรายที่เกิดกับหูในอวัยวะรับเสียงส่วนที่อยู่ในกระดูกกันหอย (Cochlea) ซึ่งเป็นอวัยวะที่ละเอียดอ่อน และเปราะบางมากจะมีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลาที่ได้ยินเสียง หรือเมื่อคลื่นเสียงมากกระทบไม่ว่าเสียงนั้นจะดัง หรือเสียงดังมากก็จะยังทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของอวัยวะรับเสียง อันเป็นสาเหตุให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ หรือเกิดการทำลายเซลล์ประสาท และปลายประสาท ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของคน เช่น ทำให้เกิดหูตึงหรือหูอื้อชั่วคราว ผลกระทบถาวรต่อระบบการได้ยินการเกิดผลเสียต่อระบบการได้ยินนั้น ส่วนใหญ่เป็นการสูญเสียการได้ยินจากงานอาชีพ ผลจากการทำงานในที่เสียงดังมาก ๆ จะทำให้การได้ยินเสื่อมลง

อันตรายของเสียงต่อสุขภาพทั่วไป และต่อจิตใจ ได้แก่ การรบกวนการนอนหลับ การรบกวนการทำงานและประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และการป่วยทางร่างกาย เสียงที่ดังมีส่วน

ทำให้เกิดความตึงเครียดมากขึ้นซึ่งอาจมีผลทำให้เกิดโรคทางกาย เช่น โรคต่อมไทรอยด์เป็นพิษ หรือ โรคแผลในกระเพาะ (สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ, 2546)

จากปัญหามลพิษทางด้านเสียงทำให้เกิดการคิดค้น และการผลิตวัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการดูดซับเสียงได้ แต่อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยเองต้องมีการนำเข้าวัสดุดูดซับเสียงที่มีประสิทธิภาพจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันแผ่นดูดซับเสียงเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากพอลิเมอร์ที่มีเป็นรูพรุน เรียกว่าโฟม ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแผ่นดูดซับเสียงมีผลทำให้ดูดซับเสียงที่เกิดขึ้นภายในห้อง และยังช่วยลดระดับเสียงที่เกิดจากนอกห้องอีกด้วยยังช่วยลดเสียงสะท้อนที่เกิดขึ้นภายในห้องได้อีกด้วย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพการดูดซับเสียง เพื่อประโยชน์ในการในการนำแผ่นฟองน้ำมาใช้เป็นวัสดุดูดซับเสียงต่อไป (สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ, 2546)

6. วัตถุประสงค์

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

7. สมมติฐาน

ขนาดของเซลล์โฟมลดลงส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับเสียงเพิ่มขึ้น

8. ตัวแปร

7.1 ตัวแปรต้น : ขนาดเซลล์โฟม

7.2 ตัวแปรตาม : ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

7.3 ตัวแปรควบคุม : แหล่งกำเนิดเสียง ระดับความดังของเสียง และความหนาของแผ่นโฟม

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

9.1 ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงของแผ่นโฟม

9.2 เพื่อเป็นทางเลือกในการเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียง

9.3 สามารถใช้เป็นวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์

10. ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาแผ่นโฟม 2 ชนิด ได้แก่ แผ่นโฟมแบบ O (Open cell) ได้แก่ ฟองน้ำล้างจาน และ แผ่นโฟมแบบ C (Close cell) ได้แก่ โฟมลอยกระทง โดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

10.1 ศึกษาโครงสร้างของแผ่นโฟม ได้แก่ รูปร่างของเซลล์ ขนาด และจำนวนของเซลล์โฟม โดยการส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และถ่ายรูปประกอบ

10.2 ศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นโฟมในการดูดซับเสียง ในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาแผ่นโฟม 2 ชนิด ได้แก่

- แผ่นโฟมแบบเซลล์เปิด ได้แก่ ฟองน้ำล้างจาน จำนวน 5 แบบ ได้แก่ O1 O2 O3 O4 และ O5

- แผ่นโฟมแบบเซลล์ปิด ได้แก่ โฟมลอยกระทง จำนวน 5 แบบ ได้แก่ C1 C2 C3 C4 และ C5

- การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง โดยตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย (Leq) 1 นาทีที่ความถี่ 125 250 500 1,000 2,000 4,000 และ 8,000 Hz

- ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแผ่นโฟมกับประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

11. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

11.1 แผ่นโฟม คือ พลาสติกที่ฟูหรือขยายตัว ซึ่งพลาสติกมีอยู่มากมายหลายประเภท หากผ่านกระบวนการที่ใช้สารขยายตัว ก็จะทำให้พลาสติกนั้นกลายเป็นโฟมโดยเรียกกันทั่วไปว่า Foam plastic เช่น ฟองน้ำ กล่องโฟมใส่อาหาร โฟมแผ่น โฟมฉีดพ่นเพื่อเป็นฉนวน เป็นต้น (สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาฮามัด ดอเลาะ, 2546)

11.2 ประสิทธิภาพการดูดซับเสียง คือ ค่าที่แสดงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุ ถ้าหากใช้วัสดุที่ดูดซับเสียงไม่ดีจะทำให้เกิดเสียงก้องภายในห้องนั้น ๆ ได้ (สมศิริ มาลีแก้ว, 2535)

11.3 โฟมแบบเซลล์เปิด คือ โฟมที่มีโพรงของเซลล์ต่อถึงกันจนทำให้ก๊าซหรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ภายในหมุนเวียนถึงกันได้

11.4 โฟมแบบเซลล์ปิด คือ โฟมที่มีโพรงของช่องว่าง หรือเซลล์ไม่ต่อถึงกันทำให้ก๊าซ หรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ภายในแต่ละเซลล์ไม่สามารถหมุนเวียนถึงกันได้

11.5 สันฐานวิทยา คือ การศึกษาโครงสร้างของเซลล์โฟม ในด้านขนาดของเซลล์โฟม

12. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

12.1 เสียง (Sound)

เสียงเป็นคลื่นกลหรือพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุผ่านตัวกลาง เช่น อากาศเกิดการอัดและขยายของโมเลกุลอากาศ เกิดเป็นคลื่นเสียงขึ้นทำให้มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่เกิดจากการสั่นของวัตถุ นอกจากอากาศแล้วนั้นยังมีสารอื่น ๆ ที่อยู่ในสถานะก๊าซ ของเหลว

และของแข็ง สามารถเป็นตัวกลางให้เสียงเดินทางได้ แต่เสียงไม่สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้ มนุษย์สามารถได้ยินเสียงในคลื่นความถี่ 20-20,000 Hz โดยเสียงที่มีความถี่ต่ำหรือสูงกว่านี้ มนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ (เกษม จันทรแก้ว, 2541)

12.2 มลภาวะทางเสียง (Noise Pollution)

มลภาวะทางเสียงเกิดจากการที่มนุษย์ได้ยินเสียงดังเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยระดับของความรุนแรงของเสียงขึ้นอยู่กับสภาพลักษณะของเสียง และระดับความดังของเสียงที่มนุษย์สัมผัสประกอบกับระยะเวลาในการสัมผัสเสียงนั้น ๆ

เสียงรบกวน หรือ มลพิษทางเสียง คือ เสียงที่ไม่พึงปรารถนา และมีผลกระทบต่อสภาพร่างกายหรือจิตใจรบกวนต่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การสื่อสาร การทำงาน การพักผ่อน และการนอน อย่างไรก็ตามระดับเสียงรบกวนขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละบุคคลด้วย เช่น บางคนชอบฟังเพลงร็อค ชอบร้องเพลงคาราโอเกะ หรือเข้าไปฟังเพลงในสถานบันเทิงที่มีเสียงดังเพื่อการผ่อนคลาย ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้โดยทั่วไปจัดเป็นเสียงรบกวน เป็นต้น แหล่งกำเนิดเสียงรบกวนมีความหลากหลาย ซึ่งเราสามารถจำแนกแหล่งกำเนิดเสียงเป็น 4 กลุ่ม (ประธาน อารีพล , 2541) ดังต่อไปนี้

- 1) เสียงรบกวนจากการคมนาคม เช่น เสียงที่เกิดขึ้นจากรถ เรือ และอากาศยาน
- 2) เสียงรบกวนจากอุตสาหกรรมคือ เสียงที่เกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมรวมทั้งอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น เสียงโลหะกระทบกัน เสียงจากการทำงานของเครื่องจักร ฯลฯ
- 3) เสียงรบกวนภายในชุมชน เช่น เสียงสุนัขเห่า เสียงรถขายของชำในหมู่บ้าน เสียงจอบแจในตลาดสด ฯลฯ
- 4) เสียงรบกวนเพื่อความบันเทิง เช่น เสียงไมโครโฟนจากเครื่องขยายเสียง เสียงพลุเสียงประทัดจากงานรื่นเริง เสียงดังภายในสถานบันเทิง ห้างสรรพสินค้า ร้านเกมส์คอมพิวเตอร์ เสียงดังจากภาพยนตร์ทั้งในโรงภาพยนตร์ที่บ้าน เสียงดังที่เกิดจากเครื่องเสียงเคลื่อนที่

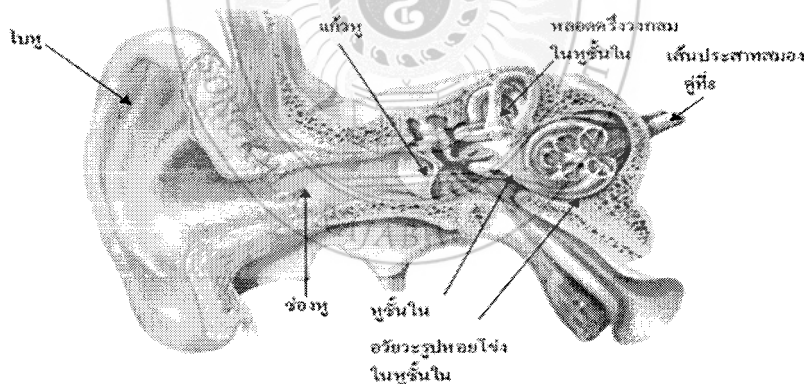
12.3 กลไกการได้ยิน และผลกระทบของมลพิษทางเสียง

เนื่องจากเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดเสียง และในการทำให้วัตถุสั่นต้องใช้พลังงานถ้าพลังงานที่ใช้มีค่ามาก แอมพลิจูดของการสั่นจะมีค่ามาก แต่ถ้าพลังงานที่ใช้มีค่าน้อย แอมพลิจูดของการสั่นจะมีค่าน้อย พลังงานในการสั่นของต้นกำเนิดเสียงจะถ่ายโอนให้กับอนุภาคของอากาศต่อกันเป็นทอด ๆ มายังหูผู้ฟังทำให้เกิดการสั่นผู้ฟังจึงรับรู้เสียงนั้น การได้ยินครั้งหนึ่งจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ ต้นกำเนิดเสียง ตัวกลาง และประสาทรับเสียงในหู ขณะได้ยินเสียงหนึ่ง ๆ ความรู้สึกในการได้ยินของมนุษย์โดยทั่วไปแยกออกเป็นลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ความรู้สึก-ค้อยเสียง ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่น และความเข้มเสียง
- 2) ความรู้สึกหุ่ม-แหลมของเสียง ขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง
- 3) ความไพเราะของเสียง ขึ้นอยู่กับคุณภาพเสียง

12.3.1 กลไกการได้ยินเสียง

ช่องหูจะทำให้คลื่นเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 2,000 – 5,000 Hz มีพลังงานสูงขึ้น เนื่องจากเกิด Resonance ในช่องหู ถ้าความถี่ต่ำกว่า 400 Hz การรับคลื่นเสียงไม่ค่อยดีทั้งใบหูและช่องหูทำให้เกิดการขยายเสียง เมื่อคลื่นเสียงไปกระทบแก้วหูซึ่งต่ออยู่กับกระดูก 3 ชิ้น ซึ่งประกอบกันแบบคานติคคานังด จึงมีการได้เปรียบเชิงกลเกิดขึ้นทำให้มีแรงเพิ่มขึ้นกระดูกโกลนซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งสุดท้ายมีความแตกต่างระหว่างพื้นที่กับหน้าต่างรูปไข่มาก เมื่อมีแรงมากกระทำจะทำให้ความดันเพิ่มขึ้น จึงเกิดการขยายเสียงขึ้นประมาณ 3 เท่า จากนั้นเสียงก็จะเดินทางเข้าสู่หูส่วนใน สัญญาณเสียงก็จะเกิดการขยายอีก เมื่อคลื่นเสียงผ่านหูส่วนในก็จะทำให้เยื่อเบซิลาร์สั่น ปลายประสาทที่เยื่อเบซิลาร์ก็ส่งสัญญาณต่อไปยังสมอง ทำให้เกิดความรู้สึกในการได้ยินเสียง ดังแสดงในภาพที่ ก1



ภาพที่ ก1 หูและลักษณะภายในของหู

ที่มา: (เกษม จันทรแก้ว, 2541)

12.3.2 ผลกระทบของมลพิษทางเสียง

เสียงที่ดังเกินไปหรือมีความถี่สูงเกินไปเป็นอันตรายต่อการได้ยิน ซึ่งเป็นอันตรายที่เกิดขึ้นกับหูโดยตรง เนื่องจากอวัยวะรับเสียงซึ่งเป็นอวัยวะที่ละเอียดอ่อนมาก มีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลา เมื่อมีเสียงมากกระทบไม่ว่าเสียงนั้นจะดังมากน้อยเพียงใด ถ้าเสียงดังมากก็จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของอวัยวะรับเสียงมาก

1) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงต่อการได้ยิน

ก็จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของอวัยวะรับเสียงมาก หากได้ยินเสียงดังเป็นเวลานานก็จะส่งผลให้การทำงานของหูชั้นในค่อย ๆ เสื่อมสภาพลงจนเกิดอาการที่เรียกว่า หูอื้อ และถ้าปล่อยให้เป็นแบบนี้เรื่อย ๆ จะทำให้เกิดอาการหูตึง ประสาทหูเสื่อม หูพิการ จนกระทั่งถึงขั้นที่ไม่สามารถได้ยินเสียงอีกเลยที่เรียกว่า หูหนวก ซึ่งการที่เซลล์ประสาท และปลายประสาทถูกทำลายก่อให้เกิดผลกระทบดังนี้

ก) การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว (Temporary hearing loss) จะเกิดขึ้นในกรณีได้รับเสียงดังระดับสม่ำเสมอ และต่อเนื่องกัน มีระดับความเข้มสูงถึง 100 dB(A) หรือสูงกว่านี้ ทำให้อวัยวะรับเสียงเสียหายการทำงานชั่วคราว เกิดอาการหูอื้อ หรือหูตึงชั่วคราวโดยทั่วไปแล้วการสูญเสียการได้ยินแบบนี้จะเกิดขึ้นใน 2-3 ชั่วโมงแรกที่สัมผัสกับเสียง การสูญเสียการได้ยินชั่วคราวเป็นส่วนใหญ่ คือ ที่ความถี่ระหว่าง 4,000 – 6,000 Hz ซึ่งพบว่า การกลับคืนเดิมนั้นในคนที่เป็นใหม่จะกลับคืนเร็ว แต่ถ้าเป็นซ้ำหลาย ๆ หนแล้วการกลับคืนจะช้าลง

ข) การสูญเสียการได้ยินแบบถาวร (Permanent hearing loss) เกิดจากกรณีที่ได้รับเสียงที่ดังมากเวลานาน ๆ หรือเป็นประจำ ลักษณะการสูญเสียการได้ยินแบบนี้ จะไม่มีโอกาสกลับคืนมาสู่สภาพการได้ยินเป็นปกติ และไม่มีทางรักษาให้หายได้ ทั้งนี้เนื่องจากเซลล์ประสาทถูกทำลายช่วงความถี่ของเสียงที่ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินแบบถาวรอยู่ระหว่าง 3,000 – 6,000 Hz และส่วนใหญ่จะพบที่ความถี่ 4,000 Hz ที่ระดับความเข้ม 65 dB(A) หรือสูงกว่า

ค) การสูญเสียการได้ยินแบบเฉียบพลัน (Acoustic trauma) เกิดจากการที่ได้รับเสียงที่ดังมากในระยะเวลาดสั้น ๆ หรือเสียงดังเพียงครั้งเดียว เช่น เสียงระเบิด เสียงประทัด เนื่องจากเสียงที่ดังทันทีทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนภายในอวัยวะรับเสียงอย่างมากจนเกิดการฉีกขาด ในบางกรณีอาจทำให้แก้วหูฉีกขาดไปด้วย ทำให้บุคคลนั้นสูญเสียการได้ยินโดยทันที (กรมอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2545)

2) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงต่อสุขภาพทั่วไป และผลกระทบทางด้านอื่น ๆ

ก) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงต่อสุขภาพ เสียงดังทำให้เกิดความรำคาญ หงุดหงิด เกิดความตึงเครียดทางระบบประสาทอาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของชีพจร ทำให้การเต้นของหัวใจช้าลง ความดันโลหิตสูง เกิดแผลในกระเพาะอาหารมีการหดตัวของหลอดเลือดขนาดเล็ก เช่น ที่มือ หรือเท้าอาจมีอาการชาได้ ขณะเดียวกันเสียงดังจะส่งผลต่อการพักผ่อนนอนหลับ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพจิตตามมา

ข) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงรบกวนการสื่อสาร เสียงดังจะเป็นอุปสรรคต่อการสื่อสารที่ใช้เสียงเป็นสื่อ เช่น รบกวนเสียงสนทนาเสียงพูดทางโทรศัพท์ หรือ สัญญาณเตือนภัยต่าง ๆ ทำให้การสื่อสารผิดพลาดอาจเกิดความผิดพลาดและเกิดอุบัติเหตุได้โดยง่าย

ค) ผลกระทบของมลพิษทางเสียงลดประสิทธิภาพการทำงาน เสียงที่ดังติดต่อกันตลอดเวลาจะรบกวนประสิทธิภาพการทำงานลง เสียงสูงจะรบกวนประสิทธิภาพการทำงาน

มากกว่าเสียงต่ำ โดยเฉพาะเมื่อเสียงดังเกิน 90 dB(A) จะมีผลเสียโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงาน โดยไม่ทำให้การทำงานช้าลงแต่จะทำให้ความถูกต้องลดลง เพราะเสียงจะมีผลต่อกระบวนการทางความคิด (ประธาน อารีพล, 2541)

2.4 หลักการควบคุมมลพิษทางเสียง

หลักการควบคุมมลพิษทางเสียง มี 3 ประการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

12.4.1 การควบคุมมลพิษทางเสียงที่แหล่งกำเนิด

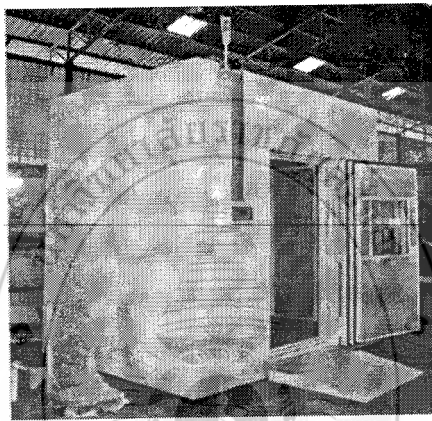
การควบคุมมลพิษทางเสียงที่แหล่งกำเนิด เป็นเทคนิคที่แนะนำให้พิจารณาเป็นลำดับแรก และถ้าจะให้ผลในการควบคุมที่ดีควรใช้วิธีหรือเทคนิคด้านวิศวกรรม ตั้งแต่การออกแบบ การเลือกใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องจักร วิธีการนี้ควรเป็นสิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึง ซึ่งหากแก้ไขได้ผลก็ไม่ต้องพิจารณาถึงวิธีการอื่น โดยจะเน้นการลดพลังงานของเสียงที่เกิดขึ้น เช่น การใช้อุปกรณ์ครอบเสียงดังแสดงในภาพที่ ก2 ซึ่งหลักการควบคุมมลพิษที่แหล่งกำเนิดเสียง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน (ประธาน อารีพล, 2541) คือ

1) การลดพลังงานเสียงที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อระดับเสียงที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้ววิธีการนี้จะเป็นการลดความกว้างของระดับเสียงทำให้เสียงมีระดับลดลง

2) การเปลี่ยนแปลงจุดเชื่อมต่อระหว่างจุดกำเนิดของพลังงาน และระบบที่ทำให้เกิดการกระจายของเสียง การเปลี่ยนแปลงระบบเชื่อมต่อ ส่วนใหญ่จะหมายถึงการเสริมระบบกันสะเทือน ระบบดูดกลืนเสียง หรืออาจรวมถึงการขันให้แน่น หรือคลายให้หลวมก็ได้ หรือทำให้ระบบเชื่อมต่อมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น แล้วแต่กรณีสำหรับโครงสร้างที่แข็งแรงไม่พอ อาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดเสียงที่เรียกว่า การสั่นพ้องที่โครงสร้าง (Resonance structure) ได้ซึ่งสาเหตุที่เกิดขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากโครงสร้างของเครื่องจักรเอง หรือโครงสร้างที่พื้น หรือผนัง สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขการสั่นพ้องที่เกิดขึ้นได้ โดยเสริมความแข็งแรงที่โครงสร้าง หรือลดการสั่นพ้องลงโดยการเพิ่มวัสดุดูดกลืนความสั่นสะเทือน เช่น เสริมแผ่นยางกันสะเทือนเข้าไปที่ฐานของเครื่องจักร สำหรับเครื่องสันดาปภายใน มักจะใช้การเก็บเสียงในระบบท่อไอเสีย และไอเสีย เช่น ในการลดระดับเสียงการที่เกิดจากรถยนต์ จะต้องทำการออกแบบควบคุมเสียงในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องยนต์ของรถยนต์ที่ส่วนผนังของเครื่องให้มีคุณสมบัติในการลดเสียงที่เกิดจากขบวนการสันดาป การออกแบบระบบท่อไอเสีย การติดตั้งวัสดุดูดกลืนเสียงภายใน และการติดตั้งแผ่นยางเพื่อลดความสั่นสะเทือน เป็นต้น

3) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ทำให้เกิดการกระจายเสียง ซึ่งหมายถึงการลดพื้นที่ของส่วนที่สั่นสะเทือนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาจเป็นการเจาะรู หรือทำเป็นช่องว่างเพื่อลดประสิทธิภาพของการกระจายเสียง การคลายให้หลวมขึ้นเล็กน้อย อาจช่วยลดการกระจายของเสียงได้

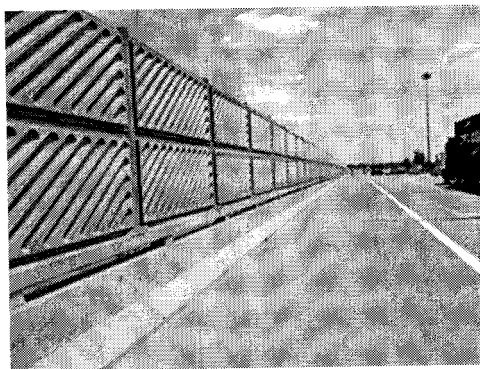
คือ ยอมให้บางชิ้นส่วนขยับได้บ้างในเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อป้องกันการเกิดการสั่นพ้อง ในการออกแบบนั้นควรหลีกเลี่ยงการมีชิ้นส่วนที่มีพื้นที่กว้างอยู่ใกล้กับส่วนที่เป็นแหล่งกำเนิดของความ สั่นสะเทือน เนื่องจากพื้นผิวเหล่านี้อาจเพิ่มประสิทธิภาพของการกระจายเสียงของชิ้นส่วนที่สั่นสะเทือนได้ วิธีการอื่น ๆ ที่มีความเป็นไปได้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุม ได้แก่ การเปลี่ยนทิศทางการกระจายเสียงหรือการปรับเปลี่ยนระบบท่อ ซึ่งกระแสของอากาศหรือก๊าซอื่น ๆ ที่ไหลออกมาจากช่องระบายอากาศ แล้วทำให้เกิดเสียงที่ตรงไปยังผู้รับ และมีความถี่สูงการเปลี่ยนทิศทางของเสียงสามารถลดระดับความดังลงได้



ภาพที่ ก3 ห้องเก็บเสียงเครื่องจักร
ที่มา: เกษม จันทร์แก้ว, 2541

12.6.2 ควบคุมที่ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้รับ

มีการควบคุมเสียงแนวทางนี้เป็นการเน้นไปที่การเปลี่ยนแปลงเส้นทางกระจาย หรือ การดูดกลืนพลังงานของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้รับ เช่น วัสดุดูดซับเสียง และกำแพงกันเสียง เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ ก4



ภาพที่ ก4 กำแพงกันเสียง
ที่มา: พิพัฒน์ ละอองศรี, 2556

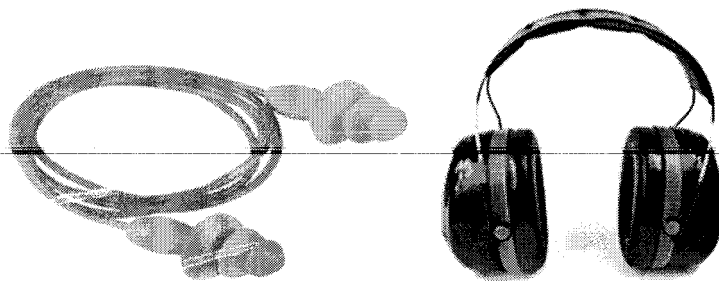
หลักการควบคุมมลพิษทางเสียงที่ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้รับจะมีอยู่ 2 อย่าง คือ (ประธาน อารีพล, 2541)

1) การควบคุมเสียงที่ส่งไปให้ผู้รับโดยตรงจะเป็นการแยกแหล่งกำเนิดเสียง และผู้รับออกจากกัน โดยการสร้างเป็นห้องควบคุม หรือกำแพงกันขึ้นมา การแยกแหล่งกำเนิดเสียง และผู้รับนี้สามารถทำได้ในขั้นตอนการวางแผนของการสร้างโรงงาน การออกแบบอาคาร หรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2) การควบคุมเสียงจากการสะท้อน จะใช้ในกรณีที่ไม่สามารถทำการแยกแหล่งกำเนิด และผู้รับออกจากกันได้ และที่สำคัญรองลงมา ก็เนื่องจากส่วนใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง แต่ไม่ได้ผลมากนักในทางปฏิบัติโดยเฉพาะในระยะที่ทางใกล้กับแหล่งกำเนิด โดยทั่วไปแล้วในทางปฏิบัติจะสามารถลดลงได้ระหว่าง 0-6 dB(A) เท่านั้น ซึ่งได้แก่ การเลือกใช้ผนังที่มีการสะท้อนเสียงต่ำ การติดตั้งวัสดุดูดกลืนเสียงที่ผนังห้อง หรือห้อยลงมาจากหลังคาในกรณีที่มีระยะห่างแหล่งกำเนิดเสียง และผู้รับมีระยะห่างกันไม่มากนัก เช่น ประมาณ 1-2 เมตร กำแพงกันเสียงมีประสิทธิภาพในการลดเสียงน้อยกว่าระบบควบคุมเสียงแบบปิดคลุม แต่กำแพงกันเสียงสามารถช่วยในการลดเสียงที่มีความถี่สูงลงได้ 2-3 dB(A) สำหรับเสียงในช่วงความถี่ต่ำ กำแพงกันเสียงจะช่วยลดได้บ้าง แต่จะลดได้มากขึ้นถ้ากำแพงมีขนาดใหญ่มากขึ้น และควรทำการบุด้วยวัสดุดูดกลืนเสียงที่กำแพงด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเพิ่มระดับเสียงจากการสะท้อนที่กำแพง

12.6.3 การควบคุมมลพิษทางเสียงที่ผู้รับ

ในกรณีที่สถานประกอบการไม่สามารถดำเนินการใด ๆ พนักงาน และเจ้าหน้าที่มีความจำเป็นที่ต้องทำงานอยู่ในภาวะที่มีเสียงดัง ทางสถานประกอบการจำเป็นต้องทำการป้องกันพนักงานของตนเอง โดยจัดหาอุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคล ได้แก่ ที่อุดหรือครอบหู ดังแสดงในภาพที่ 2.3-3 ให้แก่พนักงานที่ต้องทำงานในบริเวณที่มีเสียงดัง โดยอุปกรณ์เหล่านี้สามารถลดระดับของเสียงต่อการได้ยินของหูได้ไม่น้อยกว่า 10 dB(A) แล้วแต่วัสดุการออกแบบสำหรับการใช้ และการใช้อย่างถูกวิธี ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคลเหล่านี้ จะใช้ได้ผลดีกับเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 2,000 - 6,000 Hz โดยทั่วไปการควบคุมมลพิษทางเสียงที่ผู้รับเสียงแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้



(ก) ที่อุดหู (Ear plugs)

(ข) ที่ครอบหู (Ear muffs)

ภาพที่ ก5 ปลั๊กลดเสียง และครอบหูลดเสียง

ที่มา: เกษม จันทรแก้ว, 2541

1) อุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคลแบบสอดในช่องหู (Ear plugs) ดังภาพที่ (ก) ที่อุดหูที่ทำมาจากเส้นใยต่าง ๆ ของทั้งพืช และสัตว์ บางอุปกรณ์ได้ทำการเปลี่ยนแปลงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยการนำไปชุบซีฟิ่ง วิธีการใช้ก็นำไปอุดหู และควรจะเปลี่ยนใช้ของใหม่ทุกวันเพื่อความสะอาด และประสิทธิภาพ ที่อุดหูที่ทำจากวัสดุประเภทพลาสติกยาง ซึ่งอ่อนนุ่ม มีขนาดที่เหมาะสม สามารถทำความสะอาดได้ง่าย รวมทั้งอุปกรณ์มีราคาถูก มีหลายขนาดให้เลือกง่ายต่อการใช้ และเก็บรวมถึงการพกพา นอกจากนั้นในขณะที่ใช้จะไม่มีอุปสรรคต่อการสวมแว่น หรือหมวก

2) อุปกรณ์ป้องกันเสียงแบบครอบหู (Ear muffs) ดังภาพที่ (ข) มีลักษณะคล้ายถ้วย 2 อันทำจากพลาสติก และต่อเป็นชุดเดียวกันด้วยแผ่นสปริงโค้ง เป็นตัวเพิ่มแรงกดทับที่หูซึ่งสามารถปรับให้เหมาะกับผู้ใช้ได้ ทำให้มีคุณสมบัติที่แข็งแรง และมีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงดีขึ้น ส่วนที่สัมผัสกับหูทำด้วยแผ่นยางนุ่ม ภายในอาจเป็นโฟม ช่องว่าง ซิลิโคน หรือของเหลวเพื่อดูดกลืนเสียง และมีโครงสร้างเป็นตัวเพิ่มแรงกดทับอีกชั้นหนึ่งซึ่งสะดวกต่อผู้ใช้ในการถอดเข้า-ออก

12.7 โฟม

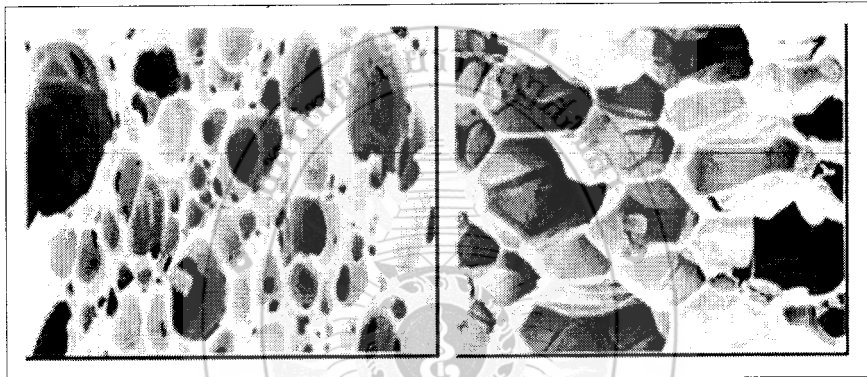
โฟม หมายถึง วัสดุที่มีฟองก๊าซจำนวนมากแทรกและกระจายตัวอยู่ในเนื้อของวัสดุนั้น ซึ่งโดยทั่วไปวัสดุโฟมจะมีส่วนประกอบอย่างน้อย 2 ภูมิภาค ได้แก่ ภูมิภาคที่เป็นของแข็ง หรือของเหลว และภูมิภาคก๊าซ ซึ่งภูมิภาคที่เป็นก๊าซจะทำการแทรกตัวอยู่ในภูมิภาคของแข็ง หรือของเหลว ทำให้คุณสมบัติของวัสดุนั้นเปลี่ยนไป เช่น ความหนาแน่นลดลงความแข็งแรงเชิงกลลดลง หรือคงที่เป็นต้น สำหรับวัสดุที่เรียกว่าพอลิเมอร์โฟมนั้น ส่วนที่เป็นภูมิภาคของแข็งอาจประกอบด้วยพอลิเมอร์หนึ่งชนิดหรือมากกว่า เช่น ในกรณีที่ผสมพอลิเมอร์สองชนิดเข้าด้วยกัน โฟมพอลิเมอร์อาจมีลักษณะยืดหยุ่นหรือแข็งก็ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว องค์ประกอบของสารเคมีที่ใช้ในการผลิตโฟม ระดับของการเกิดผลึก และปริมาณการเชื่อมโยงของพอลิเมอร์

12.7.1 การแบ่งประเภทโฟมตามโครงสร้างของเซลล์

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) โฟมแบบเซลล์เปิด (Open cell) หมายถึง โฟมที่มีโพรงของเซลล์ต่อถึงกันจนทำให้ก๊าซหรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ในทมนเวียนถึงกันได้ดังภาพที่ ก6 (ก)

2) โฟมแบบเซลล์ปิด (Closed cell) หมายถึง โฟมที่มีโพรงของช่องว่าง หรือเซลล์ไม่ต่อถึงกันทำให้ก๊าซ หรืออากาศที่แทรกตัวอยู่ในแต่ละเซลล์ไม่สามารถทมนเวียนถึงกันได้ ลักษณะของเซลล์แสดงได้ดังภาพที่ ก6 (ข)



(ก) โฟมแบบเซลล์เปิด

(ข) โฟมแบบเซลล์ปิด

ภาพที่ ก6 โครงสร้างภายในของโฟม

ที่มา: Cannedo et al. (1993)

12.7.2 การแบ่งประเภทโฟม

1) การแบ่งประเภทโฟมตามประเภทของพลาสติก สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก) โฟมชนิดเทอร์โมเซตติง (Thermosetting foam) คือ พลาสติกโฟมที่ไม่สามารถผ่านกระบวนการนำกลับมาใหม่ได้ โฟมประเภทนี้ที่รู้จักกันดีคือพอลิยูรีเทนโฟม (Polyurethane foam) ซึ่งเป็นโฟมที่เกิดจากสารเคมี 2 ชนิด ซึ่งมีลักษณะเป็นสารผสมของเหลว ได้แก่ โฟมคงรูป และโฟมยืดหยุ่น เป็นต้น

ข) โฟมชนิดเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic foam) คือ พลาสติกโฟมที่สามารถผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น พอลิเอทิลีนโฟม พอลิพรอพิลีนโฟม และพอลิสไตรีนโฟม เป็นต้น

2) การแบ่งประเภทโฟมตามลักษณะของการทำให้เกิดฟองก๊าซ

การทำให้เกิดฟองก๊าซในกระบวนการผลิตโฟมสามารถทำได้ 2 วิธี Cannedo et al. , (1993) คือ

ก) วิธีทางกายภาพ (Physical method) คือ ใช้ก๊าซความดันสูงอัดให้เกิดก๊าซแทรกในเนื้อพอลิเมอร์ที่อ่อนตัวเนื่องจากความร้อน เมื่อลดความดันลงอย่างรวดเร็วก๊าซที่แทรกตัวอยู่ในพอลิเมอร์จะเกิดการขยายตัว ทำให้เกิดรูพรุนกระจายในพอลิเมอร์ หรือการใช้กระบวนการเชิง เช่น การใช้เครื่องปั่นให้อากาศแทรกตัวในพอลิเมอร์ ก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการให้พอลิเมอร์คงรูปเพื่อกักอากาศไว้ในโครงสร้างของเซลล์เกิดเป็นโฟมในที่สุด

ข) วิธีทางเคมี (Chemical method) คือ ใช้ปฏิกิริยาของสารเคมีตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ทำให้เกิดโฟมวัตถุวิปริตซึ่งมักประกอบด้วยสารเคมีเหลวสองชนิดหรือมากกว่านั้น โดยชนิดหนึ่งเป็นมอนอเมอร์ หนึ่งหรือสองตัวซึ่งพร้อมจะเกิดเป็นพอลิเมอร์ อีกชนิดหนึ่งเป็นสารที่ทำปฏิกิริยาเคมีเพื่อให้เกิดก๊าซ และก๊าซที่เกิดจะถูกกักไว้ในโครงสร้างของพอลิเมอร์ในขณะที่โครงสร้างของพอลิเมอร์เริ่มอยู่ตัว เช่น พอลิยูรีเทนโฟม (Polyurethane foam) หรือการใช้สารเคมีที่สลายตัวเมื่อได้รับความร้อนผสมลงในพอลิเมอร์ก่อนนำไปขึ้นรูปโดยใช้ความร้อน ก๊าซซึ่งอยู่ภายในจะขยายตัวทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อพอลิเมอร์

12.7.3 หลักการของการเกิดโฟม (Principles of foam formation)

การเกิดโฟม เป็นปรากฏการณ์ของการเกิดวัฏภาคใหม่ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านฟิสิกส์และทางด้านเคมี เมื่อพิจารณาปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์นั้น การเกิดวัฏภาคใหม่ สามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการเกิดนิวเคลียส (Nucleation) ซึ่งสามารถเกิดได้จากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายในตัวเองหรือจากสารอื่นที่เข้ามา พื้นฐานของการเกิดโฟมเกี่ยวข้องกับการเกิดฟองก๊าซ (Bubble formation) และการเจริญเติบโตของฟองก๊าซ (Bubble growth) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โฟม ซึ่งการเกิดโฟมมีหลักการสำคัญคือ โมเลกุลของก๊าซจะแพร่กระจายในวัฏภาคของพอลิเมอร์ และมีพลังงานเพียงพอที่จะเอาชนะแรงดันภายนอกเพื่อขยายขนาด จึงมองเห็นโฟมที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นฟองฟองออกมา หากความไม่เสถียรทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamic instability) เกิดขึ้นมาก ก็จะไปกระตุ้นการเกิดนิวเคลียส ทำให้เกิดกลุ่มของฟองจำนวนมากภายในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งวิธีการในการทำให้เกิดความไม่เสถียรทางเทอร์โมไดนามิกส์อย่างเพียงพอ สำหรับการเกิดนิวเคลียสมี 2 วิธีการ คือ การลดความดันและการเพิ่มอุณหภูมิ กระบวนการเกิดโฟม จะประกอบด้วยขั้นตอนพื้นฐาน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเกิดฟองก๊าซ (Bubble formation) การเจริญเติบโตของฟองก๊าซ และการคงสภาพของฟองก๊าซ (Bubble stability) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเกิดฟองก๊าซ การเกิดฟองก๊าซเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเกิดโฟม โดยเมื่อมีการรบกวนระบบ หรือก่อให้เกิดความไม่เสถียรทางเทอร์โมไดนามิกส์ กระบวนการดังกล่าวจะไป

กระตุ้นให้เกิดนิวเคลียส หรือฟองก๊าซขนาดเล็ก ๆ จำนวนมากกระจายตัวอยู่ในเนื้อของพอลิเมอร์ นิวเคลียส

2) การเจริญเติบโตไปเป็นฟองก๊าซขนาดใหญ่ต่อไปการเจริญเติบโตของฟองก๊าซ (Bubble growth) หลังจากเกิดนิวเคลียสของฟองก๊าซขึ้นแล้ว และนิวเคลียสเหล่านี้มีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น โดยเป็นผลจากการแพร่ของก๊าซจากพอลิเมอร์เข้าไปในฟองก๊าซ และผลจากการรวมตัวกันของฟองก๊าซมากกว่า 2 ฟอง

3) การคงสภาพของฟองก๊าซ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการเกิดโฟมฟองก๊าซ ในขั้นนี้จะมีการคงสภาพและไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด ซึ่งอาจเกิดจากสมดุลใหม่ของระบบ หรือเกิดจากการคงรูปของพอลิเมอร์

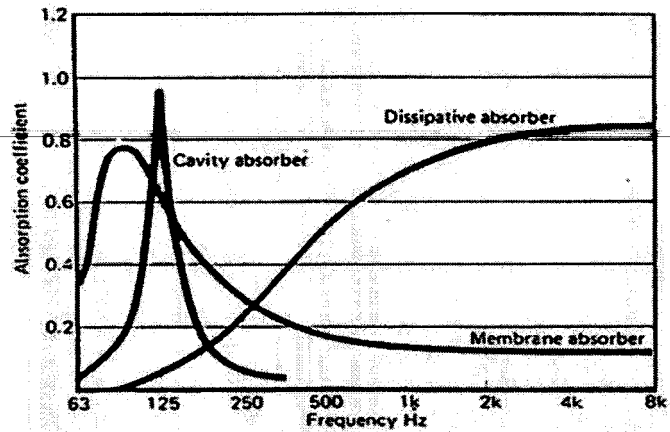
12.8 การดูดซับเสียง

การดูดซับเสียง (Sound absorption) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงผลรวมของพลังงานเสียงที่ลดน้อยลงเมื่อผ่านตัวกลางใด ๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการดูดกลืนเสียง คือ ความสามารถของวัสดุในการดูดกลืนพลังงานเสียง และเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน โดยวัสดุที่สามารถดูดซับคลื่นเสียงได้ดี จะเป็นวัสดุจำพวกเส้นใย (Fibrous) และวัสดุพรุน (Porous) เมื่อเสียงกระทบวัสดุใด ๆ เสียงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนและส่งผ่านเข้าไปในวัสดุนั้น ทั้งนี้จะมาก หรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ และคุณลักษณะของวัสดุนั้นเป็นสำคัญ (ทวีสุข พันธุ์เพ็ง, 2549)

12.8.1 ประเภทของวัสดุดูดซับเสียง

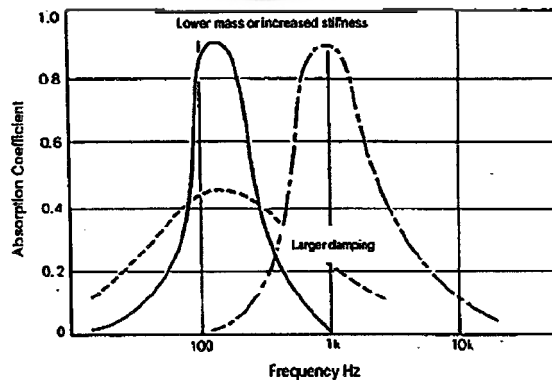
แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามกลไกการดูดซับเสียง ดังนี้

1. วัสดุดูดซับเสียงประเภทเมมเบรน (Membrane absorber) ได้แก่ แผ่นโลหะบาง ไม้อัดพลาสติก กระดาษ ยิปซัมบอร์ด เป็นต้น โดยวัสดุเหล่านี้จะเกิดการสั่นตัวด้วยความถี่เดียวกับความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ และเนื่องจากวัสดุเหล่านี้ไม่สามารถยืดหยุ่นได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไป เนื่องจากการถ่ายเทพลังงานจากคลื่นเสียงไปเป็นพลังงานความร้อนให้แก่วัสดุนั้น ๆ ซึ่งวัสดุนิตนี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่ต่ำ ดังแสดงในภาพที่ ก7



ภาพที่ ก7 การดูดซับเสียงของวัสดุที่มีกลไกในการดูดซับเสียงแบบต่างๆ ตามช่วงของความถี่
ที่มา : Sound Research Laboratories Ltd., 1991

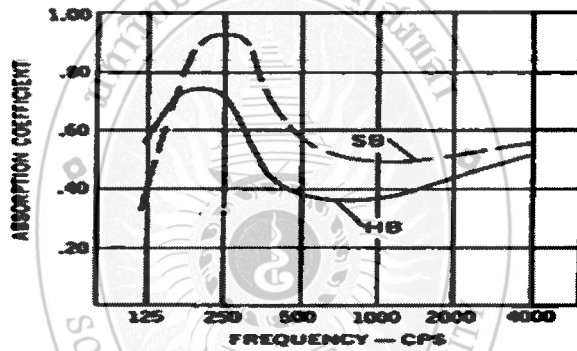
เนื่องจากที่ความถี่ต่ำพลังงานเสียงจะทำให้เมมเบรนเคลื่อนที่ได้ดีกว่าที่ความถี่สูง ในขณะที่คลื่นความถี่สูงมักจะถูกสะท้อนออกจากเมมเบรนทำให้มีการสูญเสียพลังงานให้กับเมมเบรนน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตาม หากนำวัสดุที่เป็นเมมเบรนมาใช้ร่วมกับวัสดุพรุน ก็จะทำให้สามารถดูดกลืนคลื่นเสียงที่มีช่วงความถี่กว้างได้ดีมากขึ้น นอกจากนี้ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงสูงสุดของเมมเบรนยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการถ่ายเทพลังงานจากคลื่นเสียงไปเป็นพลังงานความร้อนของวัสดุอีกด้วยกล่าวคือ ถ้าความสามารถในการถ่ายเทพลังงานความร้อนของวัสดุมีค่าสูงขึ้นจะทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงสูงสุดของเมมเบรนมีค่าลดลง แต่จะครอบคลุมช่วงความถี่ได้กว้างมากขึ้น (Sound Research Laboratories Ltd., 1991) ดังแสดงในภาพที่ ก8



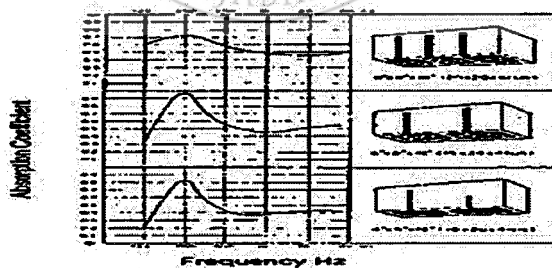
ภาพที่ ก8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการดูดซับเสียง กับความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานความร้อนของวัสดุพรุนเมื่อนำมาใช้ร่วมกับเมมเบรน

ที่มา: Sound Research Laboratories Ltd., 1991

2) วัสดุดูดซับเสียงประเภทเป็นโพรง หรือ ช่อง (Resonator or cavity absorber) เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นช่อง หรือโพรงที่ขนาดแตกต่างกันในผนังหรือโครงสร้างของวัตถุ ซึ่งแต่ละช่อง เรียกว่า “Soundbox” ดังแสดงใน **ภาพที่ ก9** โดยถ้าโพรงอากาศมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับความยาวของคลื่นเสียงที่ตกกระทบบนช่องเปิดเรโซเนเตอร์ (Resonator) ก็จะปรับให้มีความจำเพาะกับความถี่นั้น ทำให้การสั่นตัวของปริมาตรอากาศในโพรงอากาศเป็นจังหวะตามการเคลื่อนที่เข้าออกของอากาศผ่านรูของโพรงอากาศ โดยวัสดุประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 1,000 Hz โดยจะสามารถดูดซับเสียงได้สูงสุดในช่วงความถี่ 100-300 Hz และประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น (Sound Research Laboratories Ltd. 1991) แต่หากมีการผสมวัสดุดูดซับเสียงชนิดอื่น เช่น โยใยแก้ว หรือ โยใยหิน ลงไปในช่องว่างภายใน “Soundbox” ก็จะทำให้มีความสามารถในการดูดซับเสียงในช่วงความถี่ที่กว้างขึ้น (Yerges LF, 1969) ดังแสดงใน **ภาพที่ ก10**



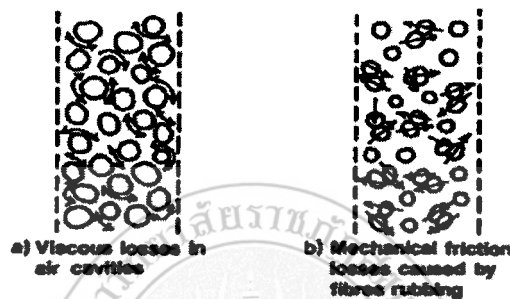
ภาพที่ ก9 ลักษณะวัสดุดูดซับเสียงประเภท โพรงช่อง(HB คือ ไม่มีใยแก้ว และ SB คือมีใยแก้ว)
ที่มา : (Doelle and Arch, 1992)



ภาพที่ ก10 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุโพรง (Cavity absorber)
ที่มา: Yerges LF, 1969

3) วัสดุดูดซับเสียงประเภทเส้นใย (Fiber) หรือวัสดุที่มีรูพรุน (Porous or dissipative absorber) ซึ่งวัสดุชนิดนี้สามารถหาได้ง่ายราคาถูก และมีอยู่มากในประเทศไทย เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น กาบมะพร้าว ฟางข้าว ต้นข้าวโพด โดยวัสดุเหล่านี้จะมีช่องว่างภายใน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่าขนาดความยาวของคลื่นเสียงมาก ดังนั้นวัสดุชนิดนี้จึงเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยกลไกการเปลี่ยนแปลงพลังงานของวัสดุพรุน

คือ เมื่อเสียงตกกระทบบนวัสดุเหล่านี้ โมเลกุลของอากาศจะเกิดการสั่นตัวภายในช่องว่างของวัสดุพรุน โดยมีความถี่ของการสั่นเท่ากับความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ การสั่นตัวของโมเลกุลของอากาศนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเสียดทาน และความหนืด โดยมีลักษณะการสูญเสียพลังงาน ดังแสดงในภาพที่ ก11



ภาพที่ ก11 กลไกการสลายตัวของพลังงานเสียงเนื่องจากความหนืด และแรงเสียดทาน
ที่มา: Crocker and Frederick Kessler, 1982

12.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นฟองน้ำจากขานอ้อยในการดูดซับเสียงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา และอาษาหมัด ดอเลาะ (2546) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ของยางธรรมชาติมาผลิตแผ่นดูดซับเสียง โดยทำการศึกษาอิทธิพลของสารลดแรงตึงผิว ขนาดรูพรุน ชนิดของสารตัวเติมและรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงมี 6 แบบ ได้แก่ A B C E และ F จากการทดลองพบว่า ในการทดลองความถี่ของเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ นั้น ปริมาณลดแรงตึงผิวที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 1.5 ส่วน จะทำให้อัตราการดูดซับเสียงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับความพรุนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยความพรุนจะลดกับปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่เพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในการใช้สารตัวเติมในแผ่นดูดซับเสียง พบว่าซิลิกาจะสามารถลดแรงตึงผิวได้ดีที่สุด โดยรองลงมาจะเป็นพวก เขม่าดำ และแคลเซียมคาร์บอเนต ตามลำดับ สำหรับรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงนั้น พบว่า แบบ C ซึ่งเป็นแบบที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากที่สุด จะทำให้ได้แผ่นดูดซับเสียงดี สำหรับการดูดซับเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ นั้นพบว่าที่ความถี่ต่ำ กลาง และสูง ปริมาณสารลดแรงตึงผิว 1.5 ส่วน สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด ความหนาของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นจะทำให้ดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นทั้งที่ความถี่ต่ำ กลาง และสูง ในการใช้สารตัวเติมที่ความถี่ต่ำ และสูง ซิลิกาสามารถดูดซับเสียงได้ดี แต่ที่ความถี่กลาง เขม่าดำ สามารถดูดซับเสียงได้ดี โดยแผ่นดูดซับเสียงรูปแบบ C สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุดทั้งความถี่ต่ำ กลาง และสูง ดังนั้นจากการศึกษา สรุปได้ว่ายางธรรมชาติสามารถทำเป็น

แผ่นดูดซับเสียงได้ โดยเฉพาะที่ความถี่สูง แผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติสามารถดูดซับเสียงได้ การใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมการเพิ่มความหนา และเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของแผ่นดูดซับเสียง สามารถเพิ่มความสามารถในการดูดซับเสียงได้ดี

Cuiyun et al. (2012) ได้ทำการศึกษาลักษณะการดูดซับเสียงของเส้นใยซีโอไลต์ ประเภท มีรูโดยผ่านขบวนการเผาเฝ้ม (Sintering Process) วัสดุซีโอไลต์ประเภทมีรูถูกนำมาผลิตใหม่โดยทำให้มีรู 3 ขนาด แล้วนำมาใช้เป็นตัวอย่างอย่างทดลองในครั้งนี้ โดยงานวิจัยชิ้นนี้อาศัย 2 รูปแบบจำลองของ 'Delany-Bazley Model' และ 'Johnson-Allard Model' ช่วยในการวิเคราะห์ผล แบบจำลองทั้ง 2 ช่วยในการประมาณค่าและนำมาเปรียบเทียบจนได้เป็นผลการทดลองชิ้นนี้ โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองของ 'Johnson-Allard Model' ให้ค่าที่เหมาะสม ซึ่งดีที่สุดสำหรับลักษณะเสียงของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ การทดสอบความหนา ค่าความพรุน และขนาดของรูพรุนถูกนำมาใช้ในการพิจารณาด้วยเช่นกัน การเพิ่มความหนาจากเดิม 15 มิลลิเมตร เป็น 25 มิลลิเมตร ช่วยให้การดูดซับเสียงมีเพิ่มมากขึ้น (ในช่วงความถี่ต่ำ) ได้ค่าสูงที่สุดลดลงจาก 0.99 เป็น 0.95 การเพิ่มความพรุน ช่วยพัฒนาความสัมพันธ์ในการดูดซับเสียง ค่าดูดซับเสียงของกลุ่มตัวอย่างที่มีความพรุน คือ ร้อยละ 59.89 ซึ่งค่าที่ได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 76.05 ในช่วงความถี่ 1600 เฮิรซ์ ความถี่เรโซแนนท์ (Resonance frequency) มีอนุภาค 3-5 มิลลิเมตร ซึ่งสังเกตได้ชัดผ่านอนุภาคขนาด 1-2 มิลลิเมตร นอกจากนี้ ผลการศึกษาเปรียบเทียบซีโอไลต์ประเภทมีรูพรุนกับค่าความหนาใกล้เคียงกัน คือ 15 มิลลิเมตร และ 25 มิลลิเมตร พบว่าการดูดซับเสียงยังดีขึ้นเมื่อรูพรุนมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวอย่างที่มีความหนาไม่มาก

กัททิมา เขาว์ชาญชัยกุล และวัลลภ หาญณรงค์ชัย (2558) ศึกษาผลของการปรับปรุงผิวเส้นใยธรรมชาติ และผลของชนิดและปริมาณของเส้นใยธรรมชาติต่อการพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุยางพาราธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ วิธีการการปรับผิวเส้นใยธรรมชาติที่ถูกเลือกใช้ในงานวิจัยนี้คือ การปรับปรุงผิวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โดยปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0-15 โดยน้ำหนัก และเวลาที่ใช้ในการปรับปรุงผิว 0-30 นาที และชนิดเส้นใยธรรมชาติที่ถูกใช้คือ เส้นใยชานอ้อย และเส้นใยปาล์มน้ำมัน และทำการประเมินหาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิวจากค่าอัตราส่วนระหว่างความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง(L/D) ของเส้นใยธรรมชาติและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเส้นใยธรรมชาติจากผลการทดลอง พบว่า ค่า L/D มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของ NaOH เพิ่มสูงขึ้น หรือเวลาในการปรับปรุงผิวเพิ่มสูงขึ้น ยกเว้น ณ ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ ร้อยละ 15 น้ำหนัก ค่า L/D ของเส้นใยปาล์มน้ำมัน ภายหลังจากปรับปรุงผิวมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากรณีของเส้นใยชานอ้อย สภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิว คือ สำหรับเส้นใยชานอ้อย ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และเวลาในการปรับปรุงผิว 30 นาที และสำหรับเส้นใยปาล์มน้ำมัน ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และเวลาในการปรับปรุงผิว 10 นาที สำหรับผลของชนิดและปริมาณเส้นใยธรรมชาติที่มีต่อสมบัติการดูดซับเสียง

ของวัสดุผสมยางโฟมธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ ทั้งขานอ้อยและเส้นใยปาล์มน้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยสภาวะการปรับปรุงที่เหมาะสมถูกปรับเปลี่ยนปริมาณ ตั้งแต่ ร้อยละ 0.0 ถึง 10.0 โดยน้ำหนัก และทำการตรวจสอบผลด้วยการวิเคราะห์ลักษณะของเซลล์โฟม ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การวิเคราะห์สมบัติทางกลเชิงไดนามิก (DMA) และค่าความหนาแน่น จากผลการทดลองพบว่าขนาดของเซลล์โฟมมีขนาดลดลง ขณะที่จำนวนของเซลล์โฟมต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีปริมาณขึ้น เมื่อเติมเส้นใยธรรมชาติแต่หลังจากปริมาณเส้นใยธรรมชาติมากกว่า ร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก ขนาดของเซลล์โฟม และจำนวนเซลล์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงกันข้าม การเติมเส้นใยธรรมชาติในยางธรรมชาติช่วยในการปรับปรุงสมบัติการดูดซับเสียง กรณีการเติมขานอ้อยในวัสดุผสมได้ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมากกว่ากรณีเส้นใยปาล์มน้ำมัน การเติมเส้นใยธรรมชาติมีความแข็งแรง และช่วยเสริมช่วยทำให้ความเป็นอิลาสติกของวัสดุผสมเพิ่มสูงขึ้น และนั่นเป็นส่วนช่วยเสริมประสิทธิภาพการดูดซับเสียง การปรับปรุงผิวเส้นใยธรรมชาติด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์มีส่วนช่วยทำให้การยึดเกาะระหว่างเฟสของเส้นใยธรรมชาติและยางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียง ค่าความหนาแน่นของวัสดุผสมยางโฟมธรรมชาติมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

13. วิธีการดำเนินการวิจัย

13.1 วัสดุและอุปกรณ์

- 3.1.1 เครื่องวัดระดับเสียง
- 3.1.2 ไมโครโฟน
- 3.1.3 คอมพิวเตอร์(แหล่งกำเนิดเสียง)
- 3.1.4 กล่องทดสอบเสียง ทำจากแผ่นอะคริลิกขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x ยาว 12 นิ้ว หนา 5 มิลลิเมตร
- 3.1.5 ลำโพง
- 3.1.6 สายสัญญาณ
- 3.1.7 ขาดังเครื่องวัดระดับความดัง

13.2 วิธีดำเนินการวิจัย

13.2.1 วิธีการทดสอบวัดระดับความดังเสียง

- 1) ศึกษาโครงสร้างของแผ่นโฟม ได้แก่ รูปร่างของเซลล์ ขนาด และจำนวนของเซลล์โฟมโดยการส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และถ่ายรูปประกอบ
- 2) ในการศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นโฟมในการดูดซับเสียง ในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาแผ่นโฟม 2 ชนิด ได้แก่

2.1) แผ่นโฟมแบบเซลล์เปิด ได้แก่ ฟองน้ำล้างจาน

2.2) แผ่นโฟมแบบเซลล์ปิด ได้แก่ โฟมลอยกระทง

3) การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง โดยตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย (Leq)

1 นาทีที่ความถี่ 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 และ 8,000 Hz

4) คำนวณค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงของแผ่นโฟมดูดซับเสียง

$$(\%) = \frac{(\text{ระดับเสียงกรณีไม่มีแผ่นโฟม} - \text{ระดับเสียงกรณีมีแผ่นโฟม})}{\text{ระดับเสียงกรณีไม่มีแผ่นโฟม}} \times 100$$





ประวัติผู้วิจัย

- ชื่อ-สกุล** นางสาวพัชรินทร์ ศรีขวัญ

วัน เดือน ปีเกิด 5 กุมภาพันธ์ 2534

ที่อยู่ 121/5 หมู่ที่ 1 ตำบลสะบาย้อย อำเภอสะบาย้อย จังหวัดสงขลา 90210
093-5823689

การศึกษาศึกษาระดับปริญญาตรี
ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
- ชื่อ-สกุล** นางสาวอารียา แก้วหนู

วัน เดือน ปีเกิด 4 พฤษภาคม 2533

ที่อยู่ 101 หมู่ที่ 11 ตำบลโคกทราย อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง 93170
084-7612544

การศึกษาศึกษาระดับปริญญาตรี
ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา