บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 บทนำ

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เกิดจากการสั่นสะเทือนของสสาร ทำให้เกิดแรงอัด (Compression) ในโมเลกุลของตัวกลางต่อเนื่องกันไปในลักษณะคลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับการเกิดคลื่นในน้ำ คือ มีช่วงอัดและช่วงขยายสลับกันไป เสียงจะเคลื่อนที่ไปได้ต้องมีตัวกลางสำหรับการกระจาย โดยทั่วไป ตัวกลางสำหรับการกระจายของคลื่นเสียง ได้แก่ อากาศ แต่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากจะยิ่งกระจายคลื่นเสียงได้ดี เช่น น้ำ จะเป็นตัวกลางกระจายคลื่นเสียงได้ดีกว่าอากาศ และพื้นดินจะกระจายคลื่นเสียงได้ดีกว่าน้ำ และในสุญญากาศเสียงไม่สามารถกระจายได้

มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) เป็นเรื่องที่กล่าวถึงผลกระทบของเสียงที่มีมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งทางด้านกายภาพต่อร่างกายมนุษย์และจิตใจ นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวโยงในผลกระทบทั้งสองด้าน การศึกษาวิชามลพิษทางเสียงจึงเป็นการศึกษาในหลายมุมมอง และผสมผสานผลกระทบด้านร่างกายและความรับรู้ทางด้านจิตใจของมนุษย์ในเวลาเดียวกัน แต่เนื่องจากมลพิษทางเสียง เป็นมลพิษที่ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของพลังงาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเสียงในด้านกายภาพเป็นพื้นฐาน เช่น ฟิสิกส์ของเสียง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน เพื่อให้มีความเข้าใจ และสามารถควบคุมพลังงานเสียง อย่างถ่องแท้และประสานผลประโยชน์จากพลังงานเสียงให้เกิดแก่สังคมมนุษย์มากที่สุด

2.2 นิยามศัพท์เกี่ยวกับเสียง

เสียง/เสียงที่ไม่รบกวน (Sound) หมายถึงเสียงที่เมื่อได้ยินแล้วไม่รู้สึกว่ารบกวน เช่น เสียงดนตรี เสียงนกร้อง หรือ หมายถึงการแปรเปลี่ยนซึ่งเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ยืดหยุ่นไปด้วยความเร็ว ซึ่งจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลางนั้น

เสียงดังรบกวน (Noise) หมายถึงเสียงที่ได้ยินแล้วมีผลกระทบต่อสรีรวิทยา จิตใจและประสิทธิภาพในการทำงาน หรือหมายถึงเสียงที่ไม่พึงปรารถนา หรือเกินขีดความสามารถของโสตประสาทรับได้

มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) หมายถึงภาวะแวดล้อมที่มีเสียงที่ไม่พึงปรารถนารบกวนโสตประสาทจนได้รับอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์

ความถี่ของเสียง (Frequency of Sound) หมายถึงจำนวนการสั่นสะเทือนต่อวินาที (เฮิร์ทซ์,Hertz)

คลื่นเสียง (Wave of Sound) หมายถึงคลื่นตามความยาวซึ่งหูของมนุษย์สามารถได้ยินเสียง มีความถี่ของเสียงตั้งแต่ประมาณ 20 เฮิร์ทซ์ ถึง 20,000 เฮิร์ทซ์

ความเข้มของคลื่นเสียง (Intensity of Sound) หมายถึงจำนวนพลังงานที่คลื่นพามาต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศของการเคลื่อนที่, วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือวัตต์ต่อตารางเมตร

กำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง (Sound Power) หมายถึงพลังงานที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดเสียงผ่านเข้าสู่ตัวกลางต่อหนึ่งหน่วยเวลา

อินฟราเซานด์ (Infrasound) หมายถึงเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน มีความถี่ของเสียงต่ำกว่า 20 เฮิร์ทซ์

อุลตราเซานด์ (Ultrasound) หมายถึงเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน มีความถี่ของเสียงสูงกว่า 20,000 เฮิร์ทซ์

ชั้นของความถี่ (Octave Band) หมายถึงช่วงความถี่ของเสียง แบ่งออกเป็น 10 ช่วง ความเข้มของเสียงที่หูของมนุษย์ได้ยิน 10^{-12} วัตต์ต่อตารางเมตร ถึง 1 วัตต์ต่อตารางเมตร จึงใช้สเกลความเข้มเป็น ลอกการิทึม (logarithms) มากกว่าการวัดแบบเรขาคณิตธรรมดา (พัฒนา,2545)

2.3 ลักษณะของเสียงประกอบด้วย

2.3.1 คลื่นเสียง

คลื่นเสียง (Sound Wave) เกิดเมื่อมีการสั่นสะเทือนของสสาร ทำให้เกิดแรงอัดและขยายสลับกันไป ถ้าเกิดช่วงอัดและช่วงขยายอย่างละ 1 ครั้ง เรียกว่า 1 รอบ (Cycle) การเกิดแรงอัดและแรงขยายในอากาศ ก่อให้เกิดแรงเคลื่อนที่กดดันไปบนอากาศทำให้เกิดย่านความกดอากาศสูง และย่านความกดอากาศต่ำ เคลื่อนตัวออกไปจากแหล่งกำเนิด อัตราเร็วของเสียงในอากาศประมาณ 331.5 เมตรต่อวินาที ณ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นอัตราเร็วของเสียงจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะประมาณ 0.6 เมตรต่อ 1 องศาเซลเซียส

2.3.2 เสียงทุ้มเสียงแหลม

เสียงทุ้มเสียงแหลมหรือระดับเสียง (Pitch) หมายถึงการเกิดเสียงทุ้มหรือเสียงแหลมซึ่งขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นเสียง เสียงแหลม คือ เสียงที่มีความถี่สูง เสียงทุ้ม คือ ความถี่ต่ำ เช่น เสียงไวโอลิน ความถี่ประมาณ 200-2,650 เฮิร์ทซ์ การวัดความถี่ของเสียงจะวัดเป็นจำนวนรอบของคลื่นเสียงต่อ 1 วินาที เสียงรบกวนที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเป็นเสียงรวมที่เกิดขึ้นจากเสียงที่มีความถี่ต่างๆ หลายความถี่มารวมกัน ไม่ได้เกิดจากเสียงที่มีความถี่เดียว การวัดความถี่ของเสียงจะทำให้ทราบลักษณะการกระจายของระดับความดังของเสียงในแต่ละความถี่ได้ ซึ่งจะช่วยในการวางแผนควบคุมเสียง เครื่องมือวัดความถี่ของเสียงเรียกว่า " เครื่องวิเคราะห์ความถี่ของเสียง (Frequency Analyzer) "

2.3.3 ความเข้มของเสียง

ความเข้มของเสียง (Intensity of sound) หมายถึง อัตราจำนวนพลังงานเสียงซึ่งผ่านไปในหนึ่งหน่วยพื้นที่ตามทิศทางเสียงเคลื่อนที่ไป เสียงกระจายออกมาจากจุดกำเนิดและเดินทางไปในตัวกลางแบบกระจายไปทุกทิศทางรอบจุดกำเนิด

2.3.4 ความดังของเสียง

ความดังของเสียง (Loundness) โดยทั่วไปความดังของเสียงขึ้นอยู่กับความรู้สึกในการรับฟังของผู้ฟัง ความรู้สึกทั่วไปจะรู้สึกว่าคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงจะดังกว่าคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำ แต่หูคนไม่มีความรู้สึกในการรับฟังเสียงทุกช่วงความถี่ ดังนั้นเสียงที่มีความถี่สูงในบางช่วงความถี่อาจรู้ว่าไม่ดังเหมือนเสียงที่มีความถี่ต่ำก็ได้ แม้ว่าความเข้มจะเท่ากัน การเพิ่มความเข้มของเสียงที่มีความถี่คงเดิม ทำให้เสียงดังขึ้น ดังนั้นความดังของเสียงจึงเพิ่มขึ้นตามความเข้มของเสียง

เครื่องบินซึ่งบินเร็วกว่าความเร็วของเสียงในอากาศ คือ มีความเร็วกว่า 760 ไมล์ต่อชั่วโมง หรือ 1,216 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะทำให้เกิดเสียงที่มีแรงอัดมากเรียกว่า "SonicBoom" ซึ่งเป็นการเคลื่อนได้เร็วกว่าการเปลี่ยนแปลงความกดดันของอากาศที่กระจายไปเมื่อเครื่องบินเคลื่อนที่ไปจึงอัดอากาศข้าง ๆ ทำให้เกิดคลื่นการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง เกิดแรงอัดในอากาศเป็นอันมากและเกิดเสียงดังด้วย

หน่วยวัดความดังของเสียง วัดเป็น เดซิเบล (Decibel-dB) โดยเทียบกับระดับมาตรฐาน เสียงที่เป็นระดับเสียงมาตรในระดับหูของคนปกติจะรับได้มีค่าระหว่าง 0-120 เดซิเบล ถือเป็นช่วงระดับเสียงจากค่าต่ำที่สุดที่คนเราจะได้ยินขึ้นไปจนถึงระดับที่ทำให้เกิดความเจ็บปวดในหูได้ ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับผู้ที่ได้ยินว่าจะรู้สึกดังเกินกว่าที่เราจะฟังได้หรือไม่ ส่วนมากแล้วช่วงที่คนเราจะทนต่อเสียงได้สูงสุดประมาณ 3,500-4,000 รอบ

การวัดความดังของเสียง ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องวัดระดับเสียง สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40-140 เดซิเบล และมักจะสามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ข่าย (Weighting Network) คือ ข่าย A B และ C แต่ที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ ข่าย A เพราะเป็นข่ายการวัดที่มีลักษณะการตอบสนองต่อเสียงที่คล้ายคลึงกับหูคน ดังนั้นจะเห็นมีการเขียนหน่วยของเสียงเป็น เดซิเบล (เอ) หรือ dB(A) การวัดความดังของเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ช่วยให้การวางแผนควบคุมมลพิษทางเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การตรวจสอบว่าบริเวณใดมีเสียงดังถึงขั้นอันตราย กระทำได้ดังนี้

1. ถ้ายืนพูดคุยกันในระยะห่างราว หนึ่งช่วงแขนแล้วไม่ได้ยิน หรือไม่เข้าใจกัน แสดงว่าบริเวณนั้นมีเสียงดังถึงขั้นอันตราย

2. ใช้เครื่องวัดระดับเสียงตรวจบริเวณนั้น เป็นค่า เดซิเบล หรือ เดซิเบลเอ

องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (HPA) ได้สรุปว่า ผู้ที่รับเสียงดังตลอด 24 ชั่วโมง เฉลี่ยเกิน 70 เดซิเบล จะกลายเป็นคนหูตึงในเวลา 40 ปี (ไชยยุทธ, 2542)

2.4 ลักษณะของเสียงแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

2.4.1 ความถี่ ซึ่งจะบอกความสูงต่ำของเสียง วัดจากจำนวนคลื่นของเสียงที่ผ่านอากาศในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น ต่อ 1 วินาที เรียกว่า Hertz (เฮิรตซ์) หรือ Hz แต่ความถี่ที่ดีที่สุดสำหรับหูมนุษย์อยู่ระหว่าง 2,000-4,000 Hz แต่ความถี่ที่สามารถได้ยิน อยู่ระหว่าง 16,000-20,000 Hz เสียงที่ต่ำมากเช่น 20 Hz บางคนอาจไม่ได้ยิน และที่สูงมากก็อาจไม่ได้ยินเช่นกัน หรือทำให้ปวดหู (ปราณี , 2538)

2.4.2 ความดัง หรือขนาดของเสียงขึ้นอยู่กับความดันอากาศอันเกิดเกิดจากพลังงานของเสียง นิยมวัดเป็น เดซิเบล (Decibel) หรือ db เสียงดังอาจทำให้กระจกสั่นได้ เพราะความดันของอากาศจากพลังของเสียง เช่นเวลาเครื่องบินบินผ่านจะรู้สึกว่าบ้านสั่น

หน่วยวัด db เป็นหน่วยที่เปรียบเทียบกับเสียงที่มนุษย์ได้ยินที่นิยมใช้กันเป็น dbA ซึ่งมีการถ่วงน้ำหนักความถี่ต่าง ๆ ให้เข้ากับการได้ยินของมนุษย์มากที่สุดคือ

0 db เป็นเสียงเบาที่สุด

10 db เป็นเสียงที่มีความดัง 10 เท่าของ 0 db

20 db เป็นเสียงที่มีความดัง 10*10 = 100 เท่าของ 0 db (ไม่ใช่ 20 เท่า)

ตามปกติเสียงที่มีความดังเกิน 75 db เป็นเสียงที่ควรหลีกเลี่ยงหรือป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทหู เสียงดังระดับ 130 db จะทำให้เกิดอาการปวดหูได้

กิจกรรมต่างๆและขนาดของเสียงมีดังนี้

ความดัง(db)	กิจกรรม
10	เสียงกระซิบแผ่วๆ
20	เสียงสนทนาเบาๆ
30	เสียงสนทนาตามปกติ
40	เสียงการจราจรเบาๆ
50	เสียงพิมพ์ดีด เสียงสนทนาดังๆ
60	เสียงในสำนักงานที่วุ่นวาย
70-90	เสียงการจราจรตามปกติ รถไฟ เครื่องจักร
100	เสียงเจาะขุดถนน เครื่องกลึง เครื่องปั่น
120	เสียงเรือหางยาว
140	เสียงเครื่องบิน

เสียงในโรงงานในอุตสาหกรรมทั่วไป จะดังประมาณ 70-90 db (ศิริกัลยา และคณะ , 2541)

2.5 องค์ประกอบที่ทำให้เสียงเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

โดยปกติหูของคนสามารถได้ยินเสียงในระดับความถี่ระหว่าง 20-20,000 เฮิรตซ์ เสียงที่เราพูดคุยกันระหว่าง 500-4,000 เฮิรตซ์ ถ้าหูได้ยินเสียงดังเกินไปอาจทำให้การได้ยินเสื่อมสมรรถภาพ ซึ่งนอกจากความดังของเสียงแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ทำให้เสียงเกิดอันตรายต่อหูและสุขภาพโดยทั่วไป ดังต่อไปนี้

2.5.1 ระดับเสียง

ระดับเสียง คือ เสียงทุ้มเสียงแหลม หมายถึง ความถี่ของเสียงซึ่งถ้าเสียงมีความถี่สูงจะเป็นเสียงแหลม ถ้าความถี่ต่ำจะเป็นเสียงทุ้ม ตัวอย่างเช่น

0-16 เฮิรตซ์ เสียงทุ้ม

20,000 เฮิรตซ์ขึ้นไป จะเป็นเสียงแหลม

20-20,000 เฮิรตซ์ หูคนเราจะได้ยิน

4,000 เฮิรตซ์ ถ้ายินประจำหูจะเสื่อม

1,500 เฮิรตซ์ เรียกว่า อัลทราโซนิกส์ซาวด์

จากการศึกษาปัญหาการได้ยินของคนในโรงงานน้ำตาล พบว่า คนในโรงงานน้ำตาลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 85 สูญเสียการได้ยินที่ระดับความถี่สูง และประมาณร้อยละ 5 เท่านั้น ที่สูญเสียการได้ยินที่ระดับความถี่ต่ำกว่า 2,000 เฮิรตซ์

2.5.2 ความเข้มของเสียง

ความเข้มของเสียง หมายถึง ปริมาณของพลังงานเสียงที่เคลื่อนที่ผ่านหนึ่งหน่วยพื้นที่ ไปต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งถ้าหากเพิ่มพลังงานในพื้นที่เท่าเดิมก็จะทำให้เกิดความเข้มของเสียงมากยิ่งขึ้น การมีความเข้มของเสียงมากจะทำให้เสียงมีความดังมาก (Pressure of Sound) หน่วยวัดความเข้มของเสียง เรียกว่า เดซิเบล (Decibel dB)

เสียงที่ดังเกินกว่า 85 เดซิเบล นับว่าเป็นเสียงอันตราย องค์การอนามัยโลกกำหนดให้คนทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม 8 ชั่วโมง จะต้องมีความดังเสียงไม่เกิน 85 เดซิเบล ทุกความถี่สัมผัส เสียงดังขนาดต่าง ๆ ที่ควรทราบมีดังนี้

เสียงดัง 60 เดซิเบล เสียงสนทนา

เสียงดัง 140 เดซิเบล ทำให้ปวดหู

เสียงดัง 160 เดซิเบล ทำให้แก้วหูทะลุได้

ความดังของเสียงจะเป็นองค์ประกอบที่อันตรายมาก เพราะถ้าเสียงดังมาก จะยิ่งอันตรายมาก โดยเฉพาะอันตรายกับหู จากการศึกษาปัญหาสูญเสียการได้ยินของคนในโรงงานน้ำตาล พบว่าคนงานกลุ่มที่สัมผัสเสียงดัง สูญเสียการได้ยินประมาณร้อยละ 44 ในขณะที่ตรวจพบสภาพการได้ยินปกติ ในกลุ่มคนงานไม่สัมผัสเสียงดังจะสูญเสียการได้ยินประมาณร้อยละ 20 เท่านั้น จะเห็นได้ว่าคนงานที่สัมผัสเสียงดังมีโอกาสสูญเสียการได้ยินมากกว่าคนงานที่ไม่สัมผัสเสียงดัง (ไชยยุทธ , 2542)

2.6 เทคนิคที่ใช้ในการควบคุมมลพิษทางเสียง

2.6.1 การลดระดับเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียง

โดยหลักการแล้วการควบคุมแก้ไขเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงเป็นวิธีที่ควรดำเนินการก่อน วิธีอื่นๆเพราะเป็นวิธีที่ประหยัดกว่าวิธีอื่นๆ ในการที่จะลดเสียงจากแหล่งกำเนิดนั้นจำเป็นต้องพิจารณา ขั้นตอนของวิธีการปฏิบัติงานและกระบวนการทำงานในการลดระดับเสียงดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ปรับปรุงกระบวนการทำงานหรือวิธีการทำงานที่มีเสียงดังด้วยวิธีการที่เงียบกว่าแต่มีประสิทธิภาพในการทำงานได้เท่าเดิมหรือดีกว่า เช่น การใช้วิธีการเชื่อมแทนการตอก

- การออกแบบแก้ไขบางจุดที่แหล่งกำเนิดเสียงที่ทำให้เกิดเสียงดัง เช่นบริเวณที่โลหะกับโลหะสัมผัสกัน โดยการปรับปรุงลดเสียงดัง โดยใช้แผ่นยางรองรับหรือใช้พลาสติกแทน

- พิจารณาแก้ไขบางส่วนของเครื่องจักรที่ก่อให้เกิดเสียงดัง แทนที่จะแก้ไขทั้งหมดด้วยการบุด้วยวัสดุลดเสียง การใช้วัสดุลดความสั่นสะเทือน

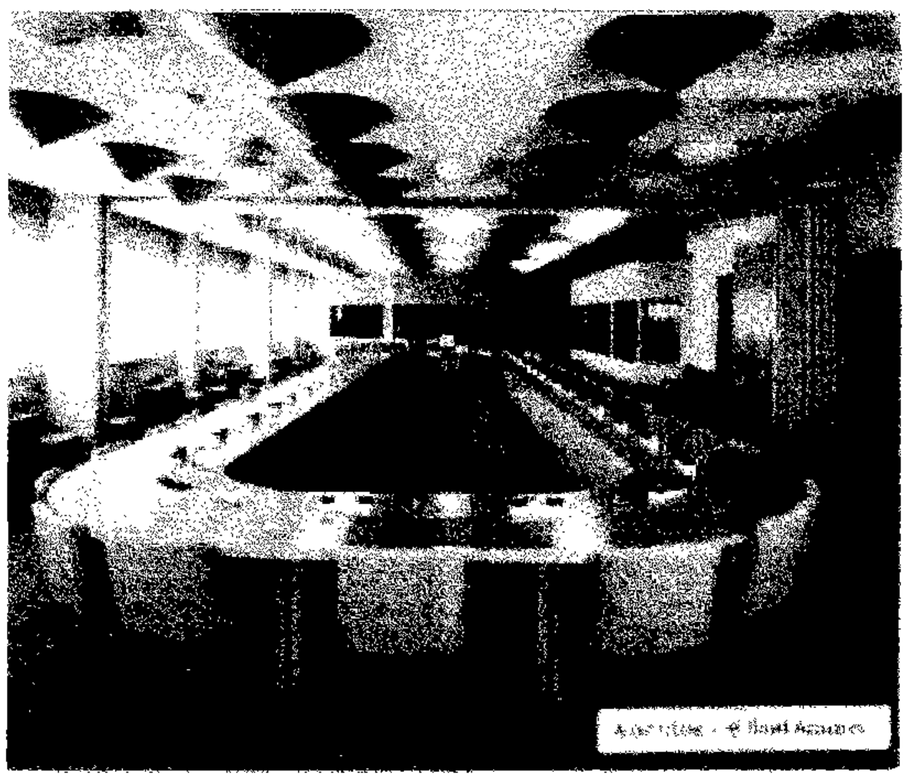
- แยกเครื่องจักรที่ก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนหรือก่อให้เกิดเสียงดังออกไปต่างหาก

2.6.2 การลดระดับเสียงโดยใช้วัสดุดูดกลืนเสียง

2.6.2.1 วัสดุดูดกลืนเสียง การนำวัสดุดูดกลืนเสียงมาใช้จะลดเสียงได้มากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะของการนำวัสดุมาบุผนังในการใช้งาน (ศิริกัลยาและคณะ,2541)

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างรูปแบบแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ที่ได้ผลิตขึ้นในทางอุตสาหกรรม

ซึ่งแผ่นดูดซับเสียงนี้จะสามารถดูดซับเสียงได้ภายในห้องรวมทั้งป้องกันเสียงสะท้อนสามารถดูดซับเสียงได้ดีทั้งทั้งเสียงพูด เสียงดนตรี รวมทั้งเสียงที่มีความถี่สูงๆ สามารถที่จะติดตั้งไว้ในห้องประชุม สำนักงาน ห้องเรียน ภัตตาคาร โรงอาหาร โรงภาพยนต์ และอื่นๆ ตัวอย่างการติดแผ่นดูดซับเสียงในห้อง

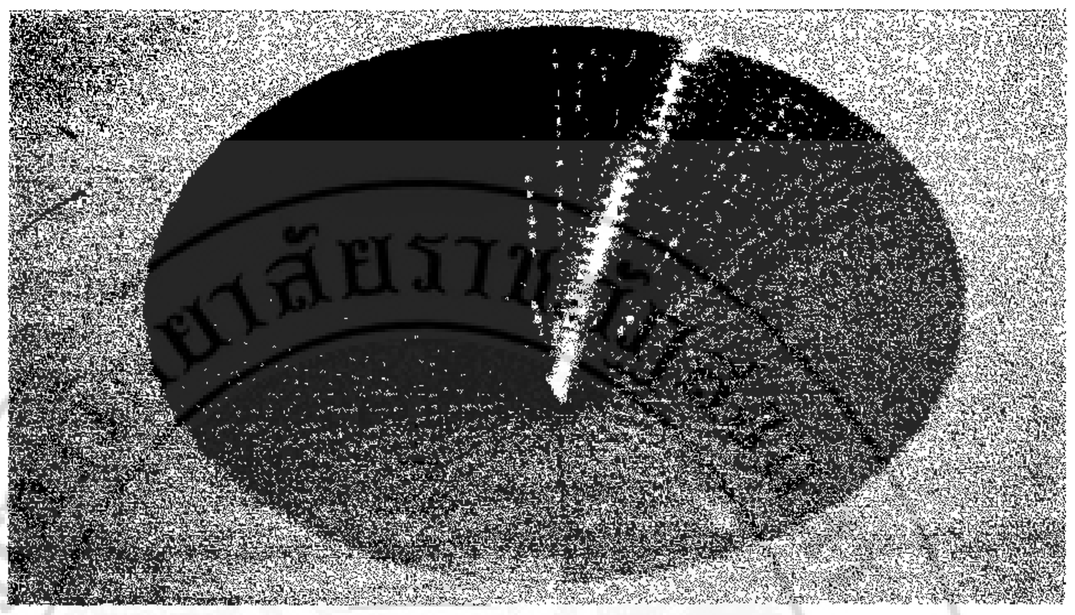


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการติดแผ่นดูดซับเสียงในห้องประชุม

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการติดแผ่นดูดซับเสียงในห้องรับแขก

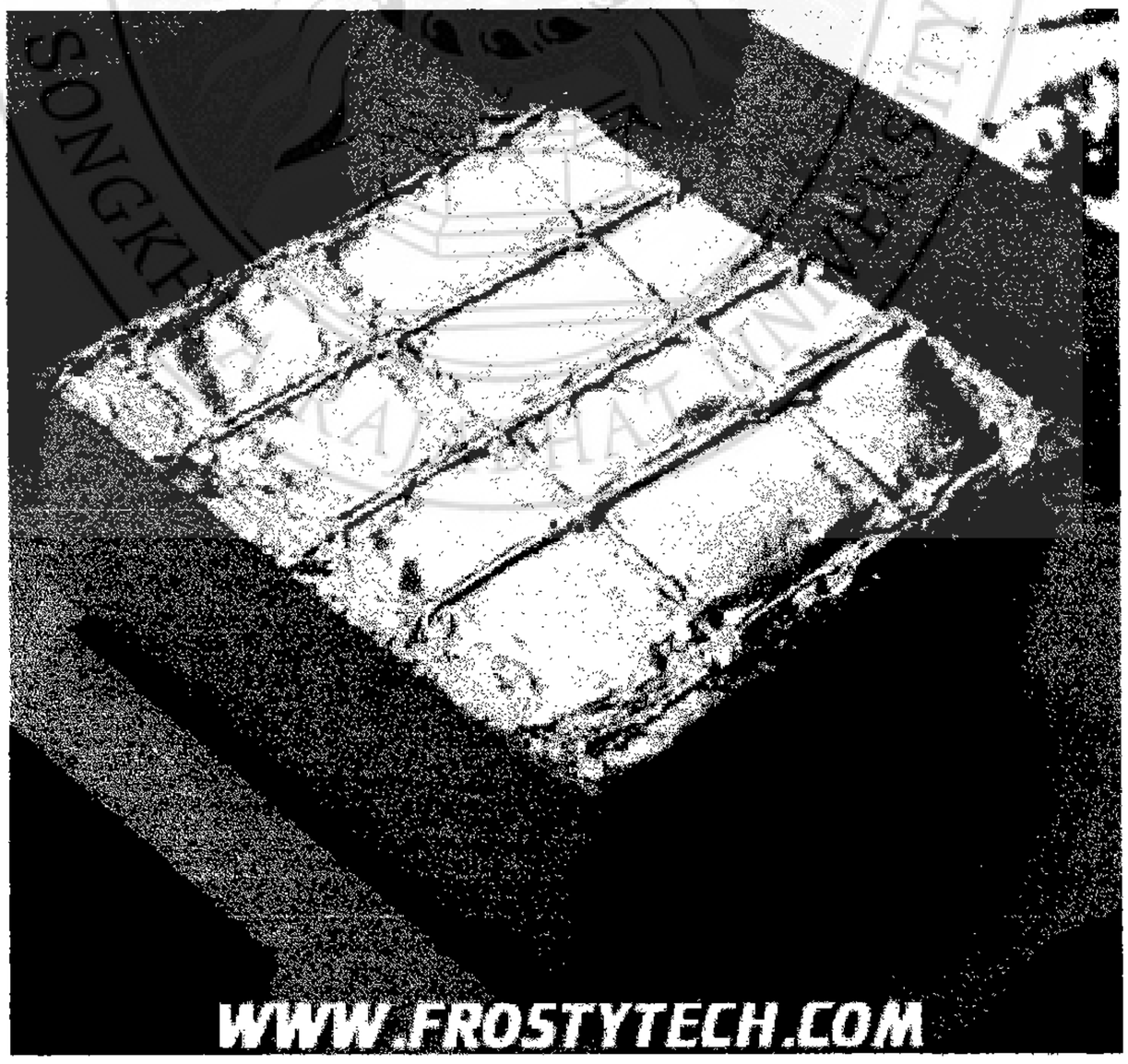
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการติดแผ่นดูดซับเสียงในห้องนั่งเล่น

แผ่นดูดซับเสียงนี้เป็นวัตถุที่ไม่ไวไฟ ทำจากอะลูมิเนียมและพอลิโพพิลีน ซึ่งออกแบบเป็นรูปทรงกรวย เส้นผ่าศูนย์กลาง 83 เซนติเมตร สูง 23 เซนติเมตร หนัก 650 กรัม พื้นที่ 0.54 ตารางเมตร ประกอบด้วย 3 ส่วน บริเวณแนวราบของกรวยจะเป็นรูกลวง สามารถติดตั้งได้ง่ายบนเพดาน

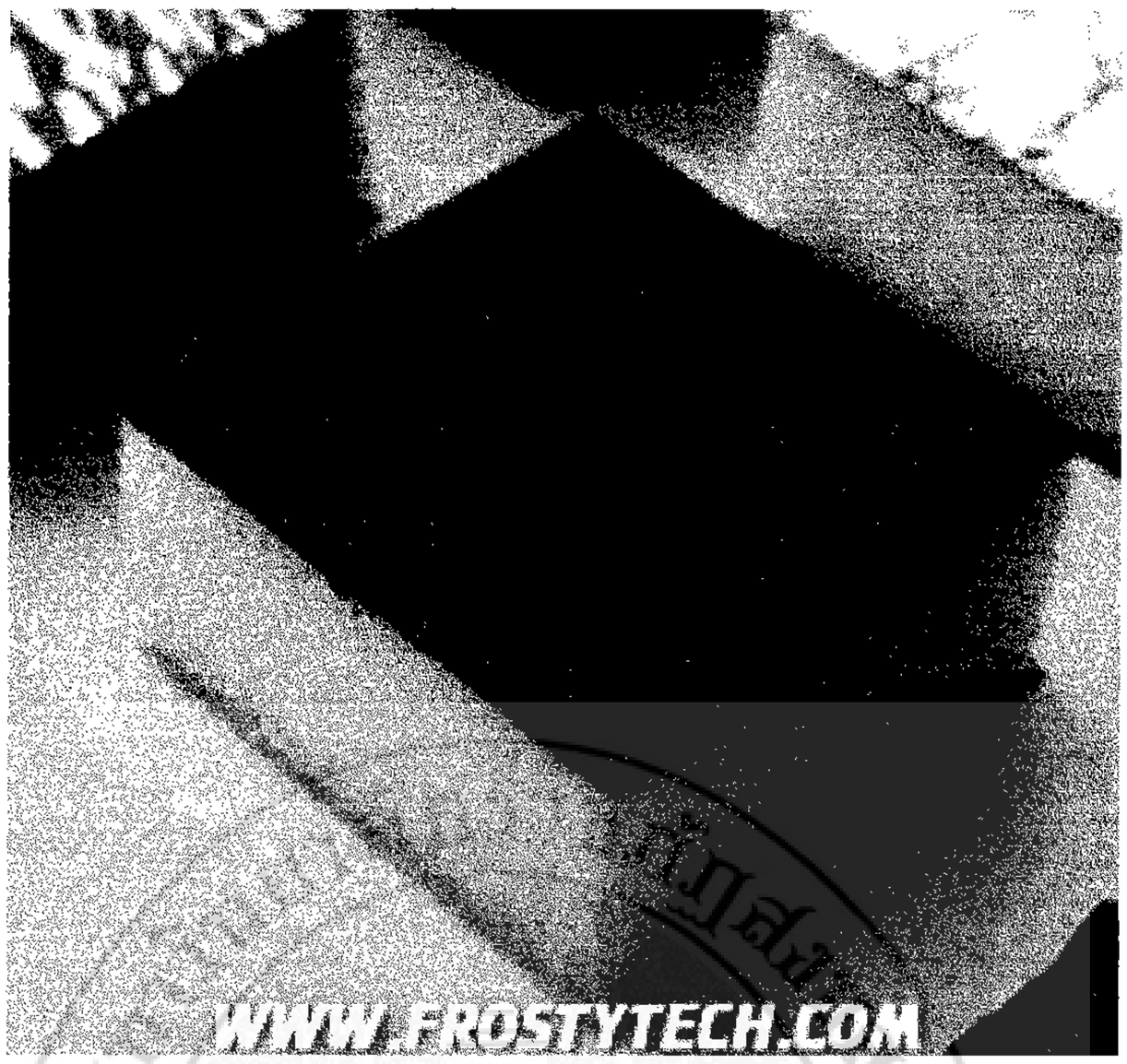


รูปที่ 2.5 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากอะลูมิเนียมและพอลิโพพิลีน (G. Mario, 2004)

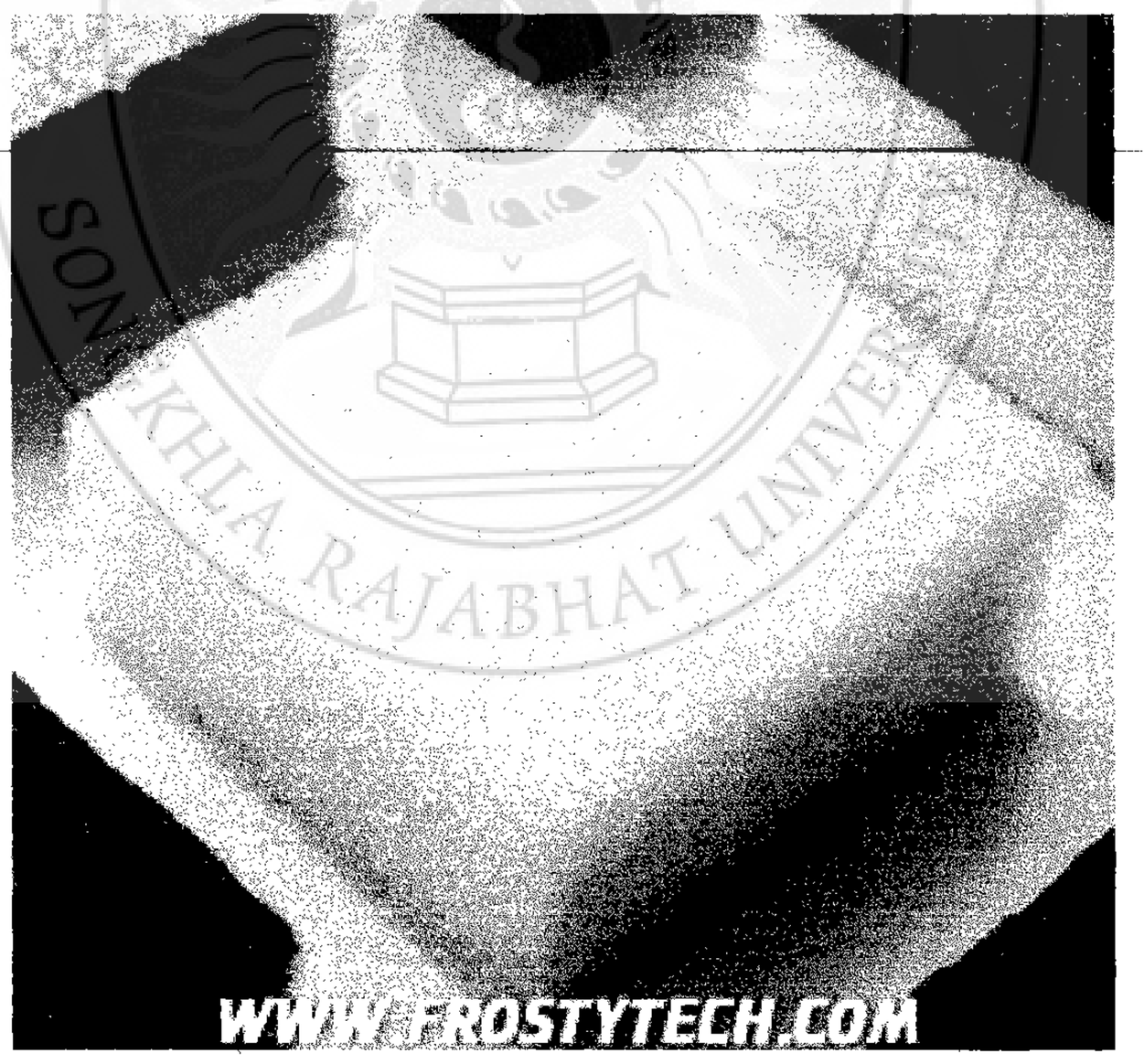
ซึ่งในทางการค้าได้ทำการผลิตโฟมของวัสดุต่างๆเพื่อใช้ประโยชน์ในการดูดซับเสียง เช่น



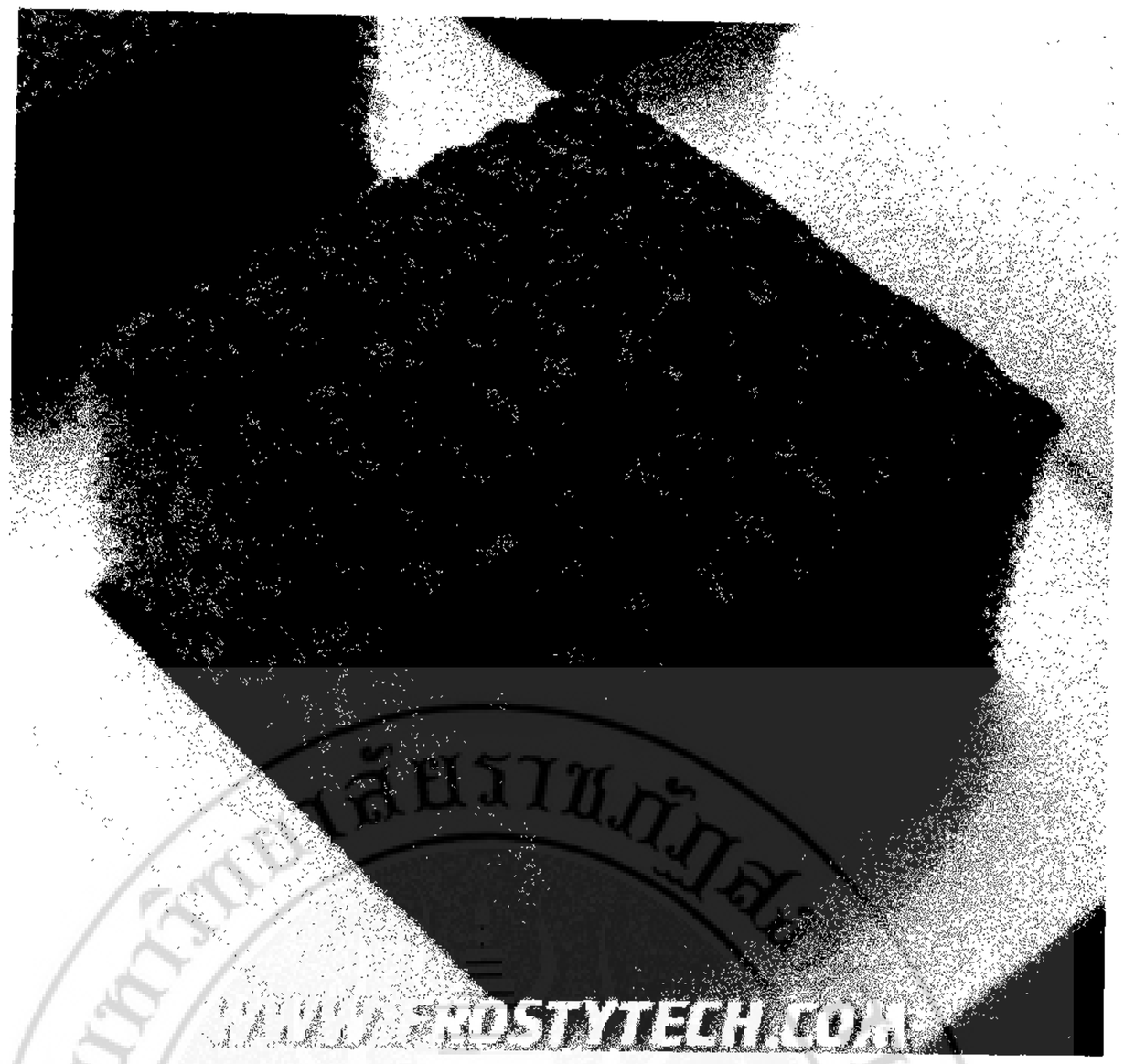
รูปที่ 2.6 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมิลามีนโฟมพร้อมกับมีแผ่นบางๆของอะลูมิเนียมติดผิวหน้า



รูปที่ 2.7 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมิลามีนโฟมพร้อมกับมีแผ่นของพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า

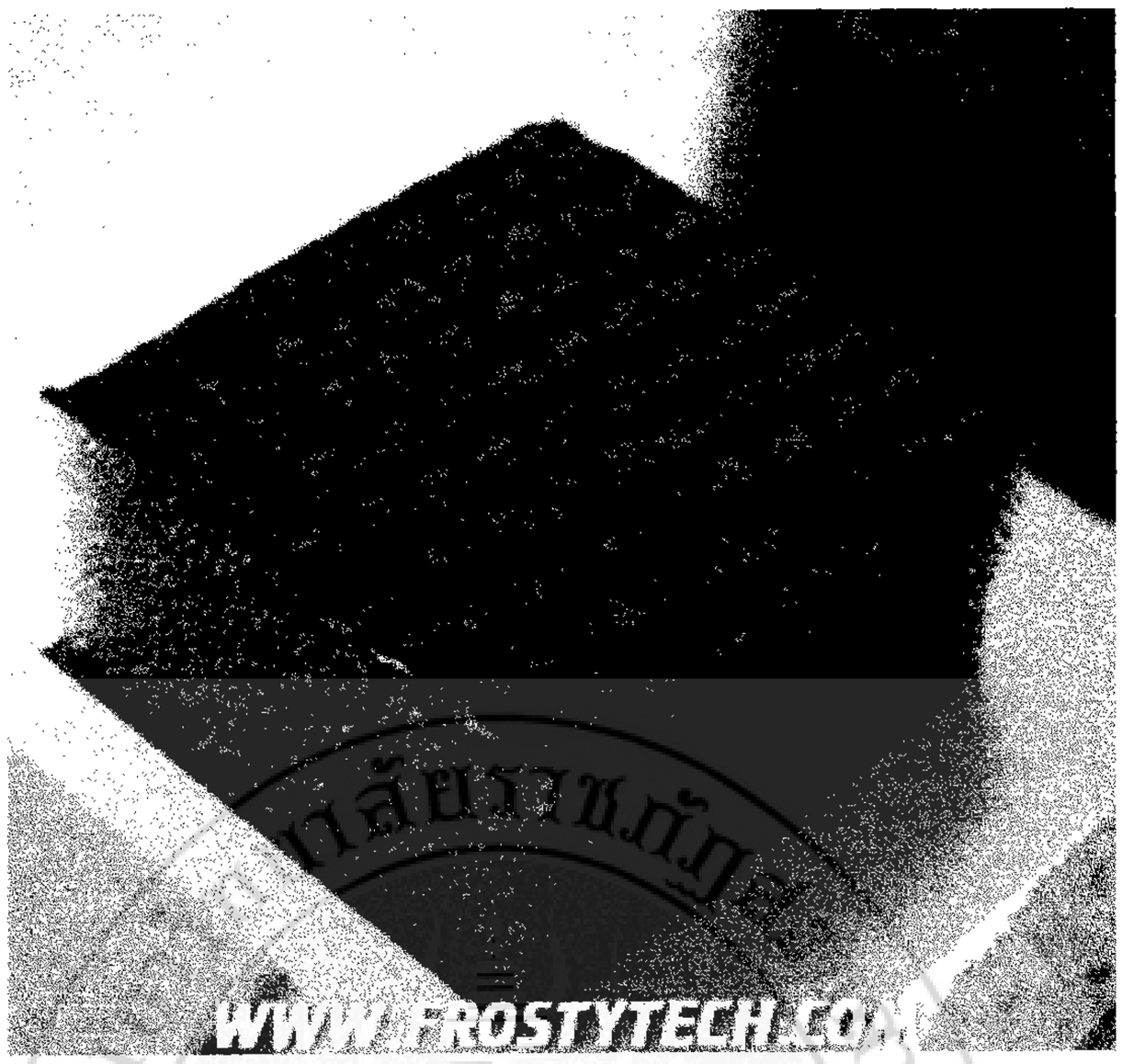


รูปที่ 2.8 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมิลามีนโฟมซึ่งใช้ประโยชน์ได้สูงที่อุณหภูมิ 204 องศาเซลเซียล



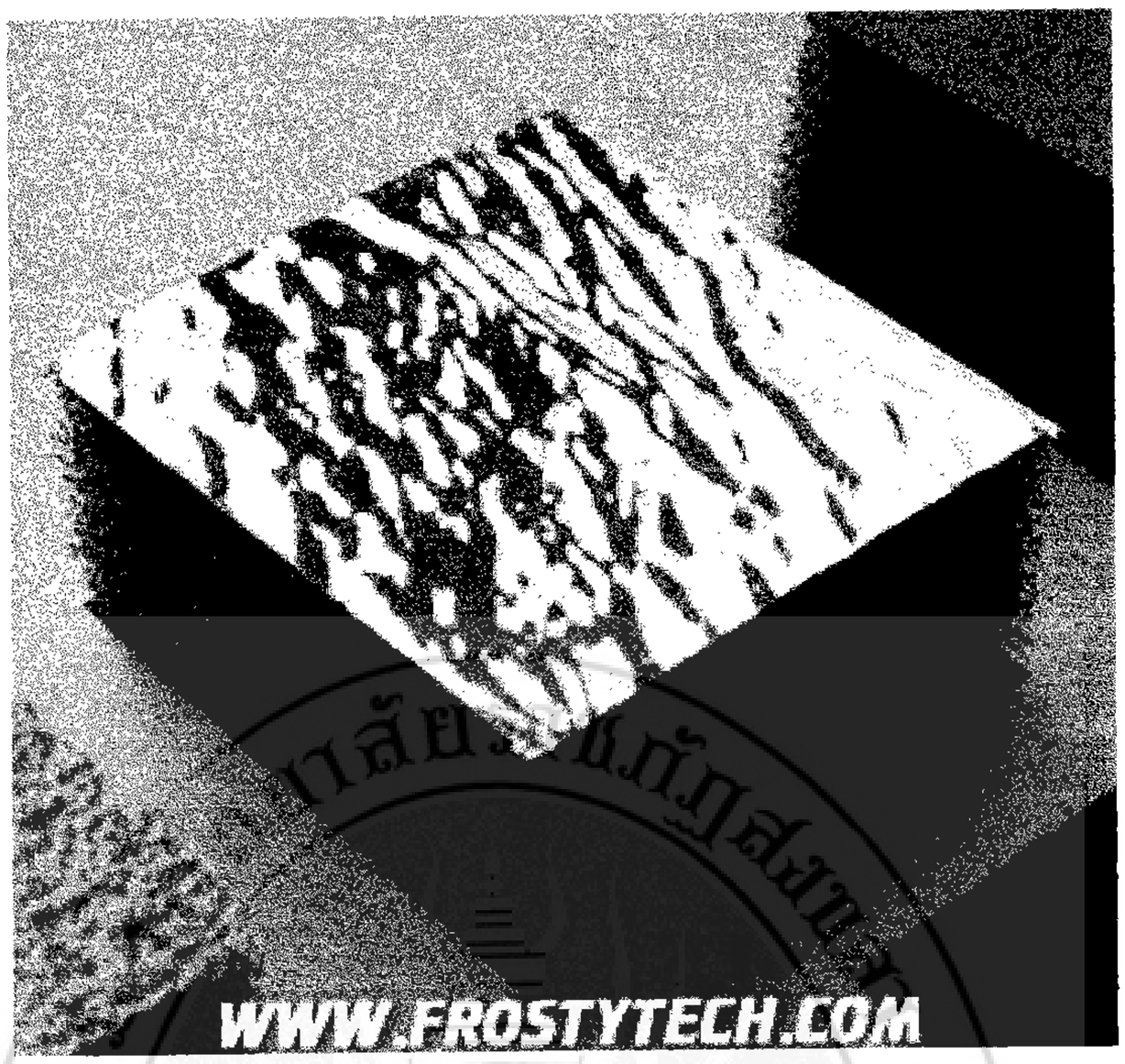
รูปที่ 2.9 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับมีผิวนูนของแผ่นพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า

รูปที่ 2.10 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับแผ่นกับแผ่นไวนิลที่เจาะรูติดผิวหน้า

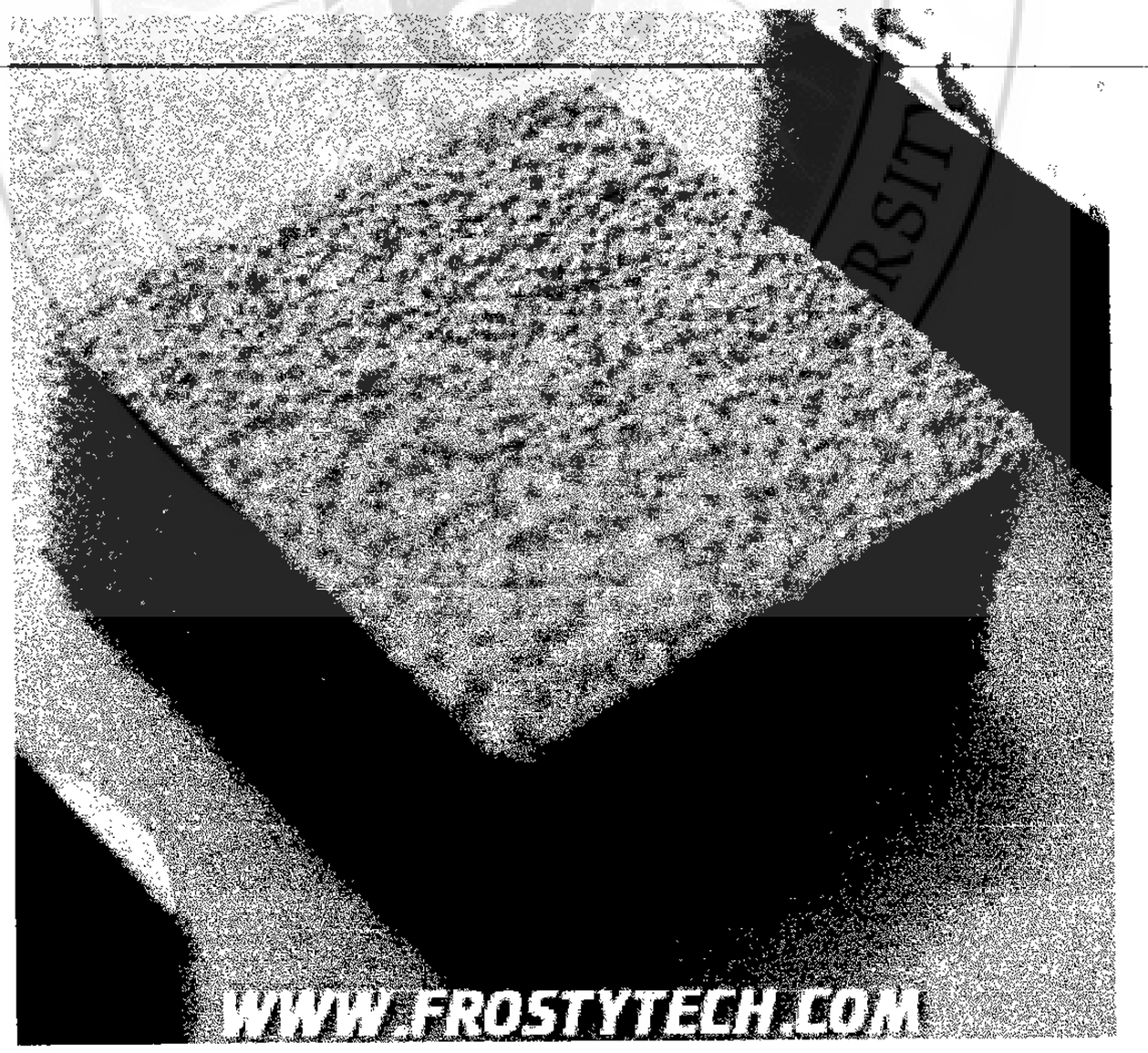


รูปที่ 2.11 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับเสริมสีดำของแผ่นไวนิลติดผิวหน้า

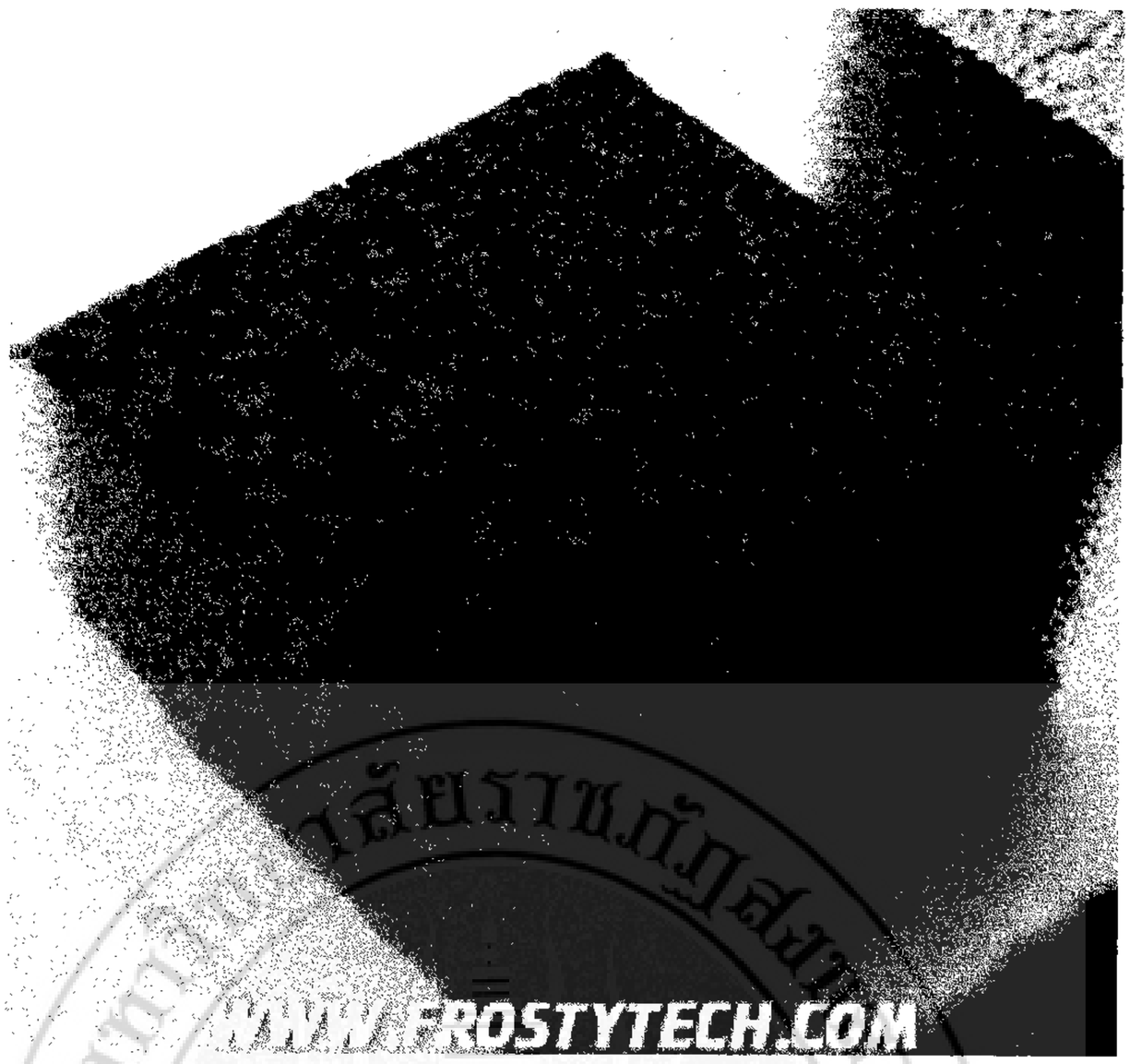
รูปที่ 2.12 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับแผ่น Tedlar สีเทาติดผิวหน้า



รูปที่ 2.13 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับแผ่นพอลิเอสเทอร์ติดผิวหน้า



รูปที่ 2.14 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับแผ่นพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า



รูปที่ 2.15 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับสีดำของแผ่นพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า (www.FROSTYTECH.COM)

โดยทั่วไปการนำเอาวัสดุดูดกลืนเสียงมาใช้บุผนังต่างๆ ที่ใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปการนำเอาวัสดุดูดกลืนเสียงมาใช้บุผนังต่างๆ ที่ใช้งานแบ่งเป็น 4 ลักษณะคือ

- ลักษณะการบุผนังประเภทที่ 1

เป็นการนำเอาแผ่นวัสดุที่เป็นรูที่ใช้ดูดกลืนเสียงมาบุผนังทึบแข็งแรงโดยให้ส่วนที่เป็นรูพรุนอยู่ด้านนอก เมื่อเสียงเดินเข้ามาในแผ่นวัสดุที่มีรูพรุนก็จะเดินทางผ่านช่องอากาศเล็กๆ ภายในทำให้เกิดแรงเสียดทานของอากาศภายใน ขณะที่อยู่ภายในช่วงรูพรุนมีการเคลื่อนที่ก็จะทำให้เส้นใยที่เป็นส่วนประกอบของวัสดุภายในมีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานเสียงเป็นพลังงานความร้อน นั่นคือทำให้ระดับเสียงลดลงลักษณะการบุผนังประเภทนี้จะช่วยลดเสียงได้กับเสียงที่มีความถี่สูง

- ลักษณะการบุผนังประเภทที่ 2

เป็นการนำเอาแผ่นวัสดุที่มีรูพรุนมาบุกับผนังทึบแต่เว้นให้มีช่องอากาศ ซึ่งลักษณะการบุผนังแบบนี้จะช่วยดูดกลืนเสียงที่มีความถี่สูงและความถี่ปานกลางได้ดี

- ลักษณะการบุผนังประเภทที่ 3

เป็นการนำแผ่นวัสดุที่เจาะเป็นช่องมาวางทับแผ่นวัสดุที่มีรูพรุน และเว้นให้มีช่องอากาศระหว่างแผ่นวัสดุรูพรุนกับผนังทึบแข็ง เมื่ออากาศผ่านเข้ามาในช่องจะมีการเคลื่อนไหว เป็นลักษณะของการเกิด Resonance และลักษณะของการบุผนังแบบนี้จะช่วยดูดกลืนเสียงได้ในช่วงความถี่ต่ำและกลาง

- ลักษณะการบุผนังประเภทที่ 4

เป็นลักษณะเดียวกับประเภทที่ 3 แต่แผ่นวัสดุที่มีรูพรุนจะมีความหนามากกว่า ซึ่งลักษณะการบุผนังแบบนี้ จะช่วยดูดกลืนเสียงได้ดีในช่วงความถี่กลาง

2.6.3 การลดระดับเสียงภายในห้อง

เสียงที่เราได้ยินภายในห้องนั้น เป็นผลรวมจากเสียงที่เดินทางมาจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงกับเสียงที่มีการสะท้อนกลับไปมาภายในห้อง ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของระดับเสียงภายในห้อง จึงขึ้นอยู่กับพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงรวมกับพลังเสียงที่สะท้อนอยู่ภายในห้องนั้น ซึ่งเราสามารถลดระดับเสียงภายในห้องได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพของการดูดกลืนเสียงในห้องนั้น

2.6.4 การใช้ท่อระงับเสียง

2.6.5 การใช้วัสดุช่วยลดความสั่นสะเทือน (ศิริกัลยาและคณะ, 2541)

2.7 ฟองยาง

ฟองยางเป็นผลิตภัณฑ์ยางที่ทำมาจากน้ำยางโดยตรงมีลักษณะเป็นรูพรุน ประกอบด้วยเซลล์ของอากาศที่ต่อเนื่องติดต่อกันไป ผิวหน้าระบายอากาศออกได้ทำให้การถ่ายเทของอากาศจากฟองยางเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว (วัชรินทร์ , 2545)

2.8 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

บุรฉัตร วิริยะ (2544) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพืชและเส้นใยแก้ว โดยการนำแผ่นวัสดุพืชแห้งผสมเส้นซีเมนต์และแผ่นวัสดุ เส้นใยแก้วผสมซีเมนต์ ซึ่งตัวแปรหลักในการศึกษานี้ประกอบด้วย วัสดุพืชแห้ง ได้แก่ ชานอ้อยและ กาบมะพร้าว, อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C ratio) 0.5, 0.6, 0.7 และ 0.8 ที่ ความหนาแผ่นวัสดุ 5, 7.5, และ 10 เซนติเมตร โดยแสดงผลการทดลองในรูปของ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง (NRC) และ ค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน (TL) จากผลการศึกษาพบว่า วัสดุซีเมนต์ผสมเส้นใยแก้วและวัสดุกาบมะพร้าวผสม เส้นใยแก้วมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของระดับเสียงใกล้เคียงกัน คือมีค่าอยู่ใน ช่วง 0.4-0.7 ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการ ดูดซับเสียงได้ดี ในขณะที่แผ่น วัสดุชานอ้อยผสมซีเมนต์มีค่าอยู่ในช่วง 0.03-0.09 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.2 จึง สามารถสรุปได้ว่าเป็นวัสดุสะท้อนเสียง

ธนาศรี สีหะบุตร (2542) ได้มีการวิจัยเรื่องประสิทธิภาพในการควบคุมเสียงของแผ่นใยไม้อัดซึ่งทำจากก้านใบปาล์มน้ำมัน โดยทำการตรวจสอบวัดความสามารถในการดูดซับเสียงของเสียงของแผ่นใยไม้ขนาด 1/2 นิ้ว ที่มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.16-0.32 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งพบว่าระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการดูดซับเสียง สูงสุด คือ 0.27 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และเมื่อเพิ่มความหนาของวัสดุจาก 1/2 นิ้ว ขึ้นเป็น 3/4 นิ้ว พบว่า ที่ความถี่ต่ำค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของแผ่นตัวอย่าง ขนาด 3/4 นิ้ว สูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของแผ่นตัวอย่างขนาด 1/2 นิ้ว และเมื่อทำการเพิ่มความหนาของแผ่นตัวอย่างเป็น 1 นิ้ว พบว่าความสามารถในการดูดซับ เสียงลดลงในทุกความถี่ยกเว้นที่ความถี่ 4000 เฮิร์ต ส่วนลักษณะการดูดซับเสียงของแผ่น ตัวอย่าง พบว่า วัสดุดูดซับเสียงที่สร้างขึ้นจะดูดซับเสียงที่ความถี่สูงได้ดีกว่าที่ความถี่ต่ำ

วิโรจน์ เชาว์จิรพันธ์ (2537) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดเสียงในเครื่องจักรนิวแมติค โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความดังเสียงของ ใยมะพร้าว ใยแก้ว และขี้กบ ซึ่งเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ไซเลนเซอร์ (อุปกรณ์ลดเสียง) โดยการสร้างไซเลนเซอร์ให้มีขนาดระบายลมเท่ากับของต่างประเทศ ซึ่งใช้กับเครื่องจักรนิวแมติคผลิตลูกบอลยี่ห้อ SHAEF มีความหนาแน่นของวัสดุลดเสียง 8 lb/ft^3 แล้วทำการวัดระดับความดังเสียงที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 0 เมตร (SOURCE) 0.5 เมตร และ 1.0 เมตร ที่ความดันลม 70, 85 และ 100 psi ที่ความถี่ AP, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1K, 2K, 4K, 8K และ 16KHz โดยพบว่าการใส่ ไซเลนเซอร์ใยมะพร้าวสามารถลดระดับความดังเสียงได้ 23.87% ใยแก้ว 21.57% และขี้กบ 21.01% ที่ระยะ 0 เมตร และความดันลม 85 psi และที่ระยะ 1.0 เมตร ความดันลมเดียวกันสามารถ ลดระดับความดัง

เสียงได้ 20.92%, 17.04% และ 16.43% ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าระดับความดังเสียงที่วัดได้ พบว่าค่าที่ลดลงของใยมะพร้าว ใยแก้ว และขี้กบ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เกือบทุกความถี่ ทุกความดันลมและทุกระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงและมีใยมะพร้าวเป็นวัสดุลดระดับของความดังเสียงดีที่สุด

Youneug Lee and Changwhan Joo (2003) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติการดูดซับเสียงของการรีไซเคิล พอลิเอสเทอร์ ในการดูดซับเสียง โดยทั่วไปวัตถุดูดซับเสียงนั้นมีหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะอยู่บนทฤษฎีความแข็งทำให้เสียงเปลี่ยนรูปร่างเป็นกำลังความร้อน ตรวจสอบได้โดยการหาสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การรีไซเคิล พอลิเอสเทอร์ ที่ไม่ใช่เส้นใย เพื่อจุดประสงค์ในการใช้แทนวัตถุที่ใช้อยู่ตามปกติ เมื่อเปรียบเทียบการใช้พอลิเอสเทอร์ กับวัตถุปกติพบว่า ช่วยลดราคา ลดต้นทุนการผลิต และป้องกันสิ่งแวดล้อมได้

Khirnykh and Konstatin (1992) พัฒนาแผ่นดูดซับเสียงชนิดใหม่เป็นการออกแบบลักษณะเฉพาะของแผ่นดูดซับเสียงทฤษฎีที่ความถี่ต่ำและความเข้มเสียงสูง โดยก่อนลงมือทำแผ่นดูดซับเสียงได้แสดงถึงรูปแบบทฤษฎียังไม่สมบูรณ์สำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ เขาได้แสดงวิธีการสำหรับการทดสอบแผ่นดูดซับเสียงอันซึ่งทำให้เหมาะสมที่ความถี่ต่ำและเมื่อสัญญาณไม่เป็นเสียงเดียวกัน และนำเสนองานที่เป็นรูปแบบทฤษฎีแบบ Helmholtz ของการดูดซับเสียงที่ไม่เป็นเชิงเส้น ที่ได้จากการพัฒนาสมการ hydrodynamic สำหรับของเหลวหนืด รูปแบบสามารถคาดการณ์เสียงที่ฝืด ความถี่ที่เข้ากันได้และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงในสภาพไม่เป็นเชิงเส้น นำไปใช้สำหรับความถี่ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของสัญญาณบางรูปร่าง จากพื้นที่ผิวและลักษณะการกั้นของแผ่นดูดซับเสียงชนิดนี้ วิธีการใหม่สำหรับการพัฒนาลักษณะเสียงของแผ่นดูดซับเสียง อันซึ่งของการพัฒนาส่วนของการนำเสนองานและอันซึ่งเกินกำหนดของวิธีการที่มีอยู่ การวัดโดยใช้วิธีการนี้และเทคนิคอื่นๆแสดงถึงลักษณะของเสียงของแผ่นดูดซับเสียง เป็นการปิดการพยากรณ์จากรูปแบบ แผ่นดูดซับเสียงชนิดใหม่ (อันที่ไม่ใช้วัตถุเส้นใย) พื้นฐานบนรูปแบบทฤษฎีได้บรรยายเอาไว้ แผ่นดูดซับเสียงถูกสร้างในการทดสอบในสนามเสียงก้องกังวานและแสดงผลการดูดซับเสียงภายใต้สภาพทั่วไปของการทำงานที่สิ่งแวดล้อมด้วยงานด้านอุตสาหกรรม

Mohd Jailani Mohd Nor และคณะ (2004) ทำการศึกษาในการใช้เส้นใยมะพร้าวในการดูดซับเสียง โดยปกติการป้องกันเสียงจะผ่านกรรมวิธีโดยการใช้แผ่นดูดซับเสียง ใช้ลดคุณสมบัติของเสียงโดยการบิดช่องว่างและเพิ่มการสูญเสียของการส่งผ่าน เส้นใยมะพร้าวมีมากในธรรมชาติ ทำให้เกิดการคิดค้นเพื่อประหยัด การดูดซับเสียงวัดได้โดยการหาสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การดูดซับเสียงจะทำการวัดและค้นคว้าโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ WinFLAG™ ซึ่งจะเป็นการคำนวณสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง เพื่อบ่งชี้ถึงเส้นใยมะพร้าวสามารถดูดซับเสียงได้

B.H.S. Sharp and J.W. Beauchamp (2003) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสูญเสียของเสียงในโครงสร้างหลายชั้น โดยที่เสียงจะส่งแผ่นบางๆหลายๆแผ่นจะทำให้เกิดการสูญเสีย ซึ่งจะมีการเปรียบเทียบโดยการวัดทางทฤษฎี ผลที่ได้จะมีความแตกต่างเกิดขึ้นด้วยกันหลายอย่าง ซึ่งแผ่นขนาดใหญ่จะมีช่องว่างระหว่างอากาศมาก อย่างไรก็ตามคุณสมบัติดังกล่าวก็มีส่วนสอดคล้องกับทฤษฎี โดยจากทฤษฎีก็จะสามารถนำมาอธิบายการสูญเสียของเสียงระหว่างการส่งผ่าน

M.E. Delany and E.N. Bazley (2003) ทำการศึกษาถึงการแยกเสียงที่แหล่งกำเนิดภายในตัวดูดซับเสียง สามารถคำนวณอย่างง่ายโดยการใช้ทางเรขาคณิตและระนาบของคลื่นเสียงจะสะท้อนสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ ผลที่ได้จะได้ตามที่คาดการณ์ไว้ทดสอบการปฏิบัติได้ง่ายๆในห้องทดสอบ ในการคิดค้นนี้ใช้สำหรับอุตสาหกรรมในการวัดกำลังของเสียงจากแหล่งกำเนิด

A.E. Turner (2003) ทำการศึกษาการใช้วัตถุเพื่อลดเสียงในเรือโดยสาร ซึ่งจากการ ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือนของเรือโดยสาร สามารถที่จะใช้การ Dumping วัตถุเพื่อลดเสียงลง

H.G. Jonasson (2003) ทำการศึกษาการลดเสียงโดยใช้แผ่นกั้นบนพื้น มีทฤษฎีการแพร่ของคลื่นเสียงเหนือพื้นดินด้วยเสียงที่จำกัด ส่วนใหญ่จะตรวจสอบโดยการวัด นอกจากชนิดของกลุ่มพื้นผิวของแผ่นกั้นเสียงได้แสดงเหตุผลรวมทั้งทฤษฎีแบบทั่วไป ซึ่งกลุ่มที่วัดเต็มมาตรามีค่าสูง 3 m. ผลที่แสดงเป็นที่ยอมรับตามความคาดหมาย โดยที่แผ่นกั้นเสียงจะแสดงการขัดขวางของเสียงส่งผลให้เกิดการดูดซับเสียงได้

R.D. Ford and M.A. McCormick (2003) ทำการศึกษาแผ่นกั้นดูดซับเสียง ทฤษฎีเป็นการพัฒนาของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของความถี่ของเสียงด้วยแผ่นดูดซับเสียง ทฤษฎีนี้ได้นำเอามวล ความแข็งของแผ่นดูดซับเสียง ความแข็งของรูพรุนและตลอดจนการนำเอาผลของวัตถุรูพรุนยังช่องว่าง สมการการเคลื่อนที่ของแผ่นกั้นเป็นการได้มาและการแก้ปัญหาสำหรับ 4 โหมดแรกของการเปลี่ยนแปลง ผลการทดลองได้เขียนเป็นแผนผัง เหตุการณ์ปกติเป็นการกำหนดการทดลอง การป้องกันเสียงของแผ่นกั้นเสียง ด้วยแปรจำนวนของ bumping เป็นความเห็นสอดคล้องกันระหว่างทฤษฎีและการทดลอง