

פרק 3. יישום עקרונות בקרת רעש

פרק זה מסביר איך ליישם את העקרונות הבסיסיים של בקרת רעש. במקרים רבים יש להשתמש בכמה עקרונות ולנקוט כמה אמצעי בקרה.

העקרונות מוסברים ב-8 סעיפים:

1. התנהגות הקול
2. רעש מלוחות רוטטים
3. היווצרות קול באוויר או בגזים
4. היווצרות קול בנוזלים זורמים
5. תנועת קול בחדר
6. תנועת קול בתעלות
7. רעש ממכונות רוטטות
8. הפחתת הרעש בקירות מיבנה סגור

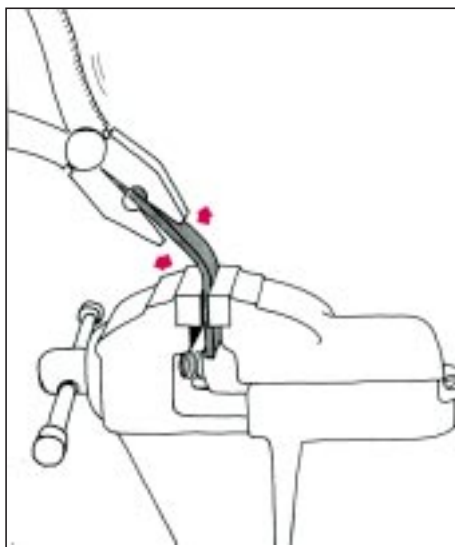
הערה

באיורים שבספר חיצים גדולים מציינים הקרנת קול חזקה וחיצים קטנים יותר מציינים הקרנת קול מופחתת.

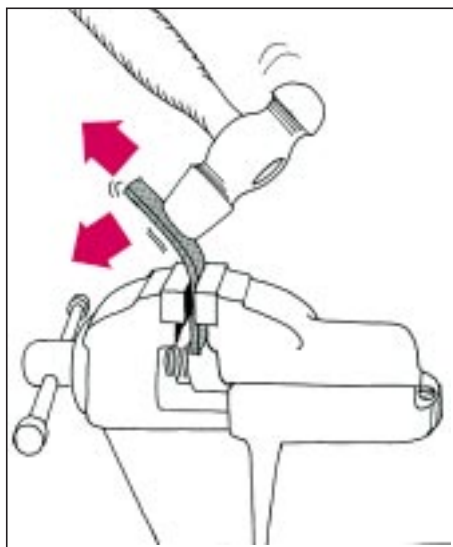
1.1 התנהגות הקול - הגורמים להיווצרות הקול

שינויים בכוח, בלחץ או במהירות יוצרים רעש

רעש נוצר על-ידי שינויים בכוח, בלחץ או במהירות. שינויים גדולים יוצרים רעשים חזקים, ושינויים קטנים יוצרים רעשים חלשים. רעש רב יותר נוצר כשהפעולה מתבצעת בכוח רב בזמן קצר מאשר כשהיא מתבצעת בפחות כוח במשך זמן רב יותר.



או בשקט, במלקחת



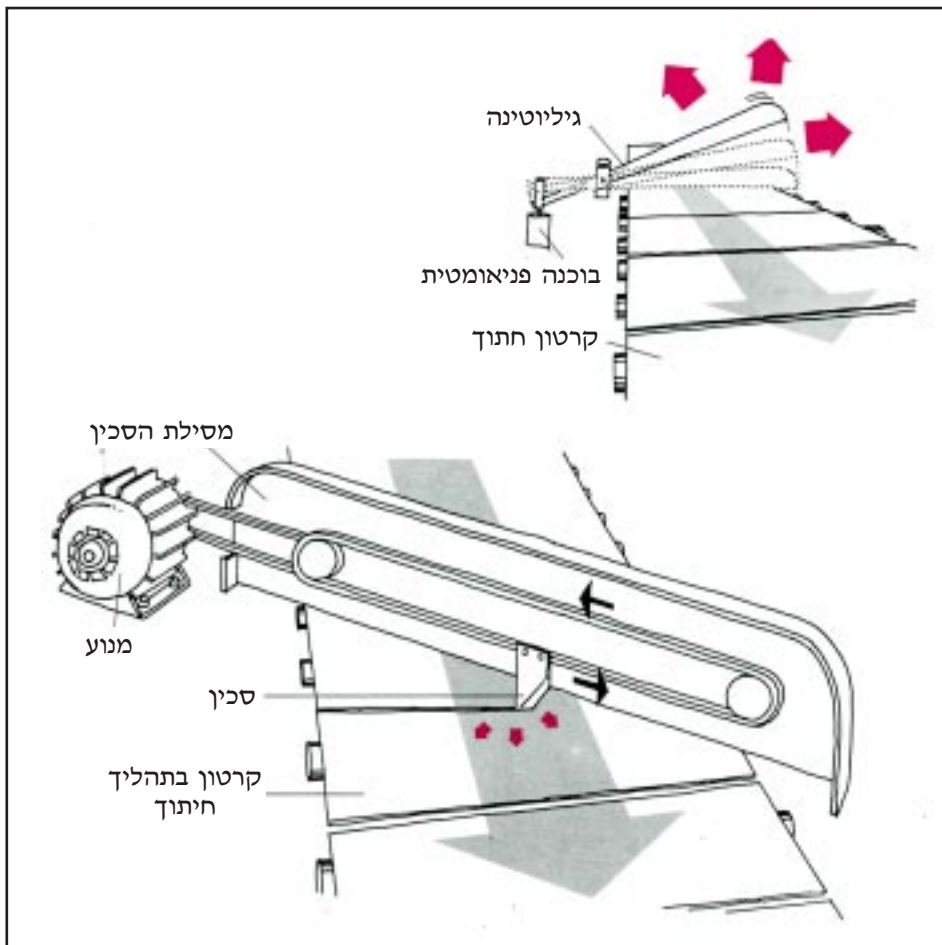
אפשר לכופף פס מתכת שטוח
ברעש, בפטיש

דוגמה

במכונה לייצור קופסאות נחתכת רצועת קרטון על-ידי להב סכין (גיליוטינה). מאחר שהקרטון מתקדם לאורך השולחן, הסכין חייבת לרדת ולחתוך מהר מאוד ובכוח רב כדי שהחיתוך יהיה מאונך לרצועת הקרטון, בתהליך זה נוצר רעש רב.

פתרון אפשרי

אם משתמשים בלהב המתקדם לרוחב השולחן, אפשר לחתוך את רצועת הקרטון בכוח מינימלי במשך זמן רב יותר. מכיוון שרצועת הקרטון ממשיכה לנוע, הסכין חייבת לנוע בזווית (להתקדם יחד עם הקרטון) כדי שהחתך יהיה מאונך. החיתוך מתבצע כמעט ללא רעש.

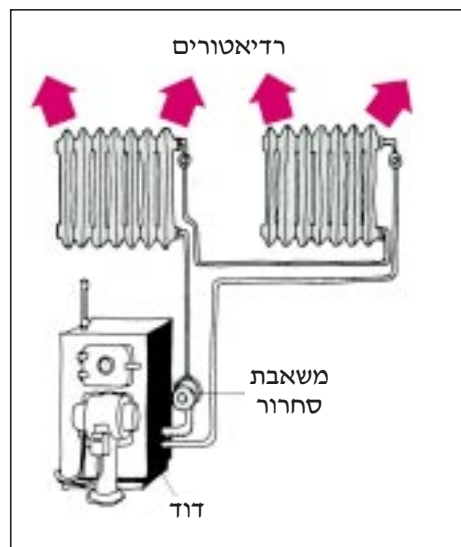
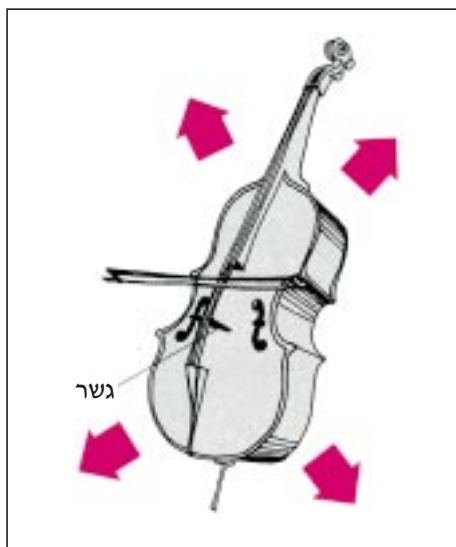


1.2 התנהגות הקול - גורמים להיווצרות הקול

קול הנישא באוויר נוצר בדרך כלל על-ידי תנודות בגופים מוצקים או על-ידי מערבולות בנוזלים

רעידות המיתרים בכלי מוסיקלי מועברות באמצעות הגשר לתיבת התהודה. כשתיבת התהודה רוטטת - הקול מועבר לאוויר.

משאבת סחרור יוצרת תנודות לחץ במים שבמערכת חימום. גלי הקול מועברים דרך הצינורות לרדיאטורים, ומשטחי המתכת הגדולים שלהם מעבירים את הקול לאוויר.

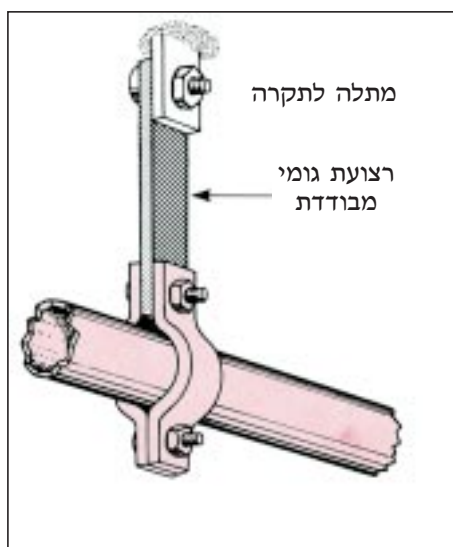
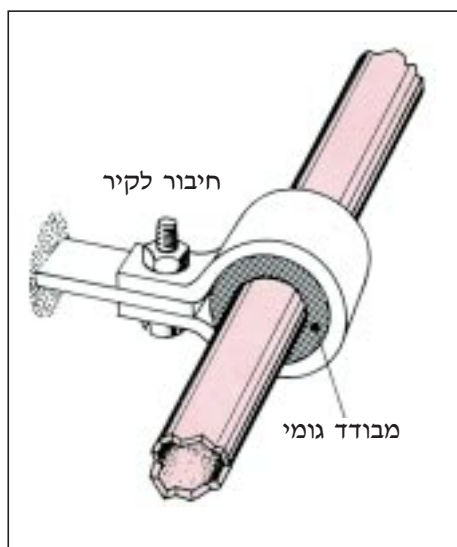
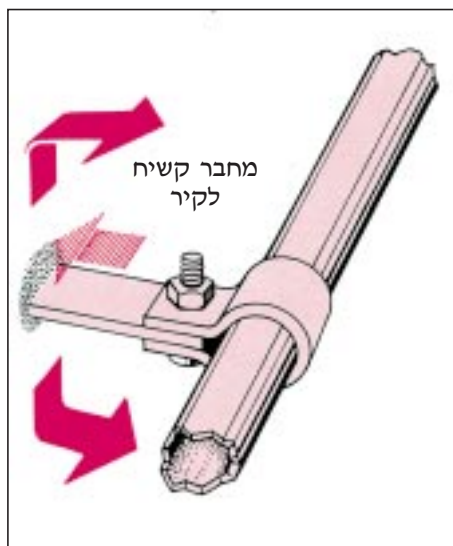
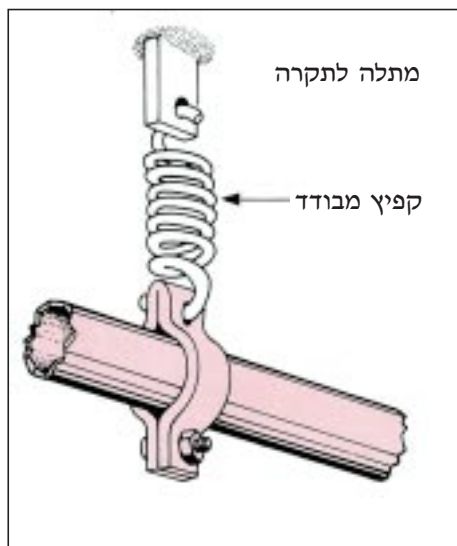


דוגמה

זרימה מערבולית של נוזל בצינורות יוצרת רעש, העלול להיות מוקרן מהצינורות ואפילו לעבור למבנה הבניין.

פתרון אפשרי

נוסף להפחתת המערבולות בצינור, אפשר לכסות את הצינור בחומר בולע-קול. אפשר לבודד את הרעידות מהקיר או מהתקרה עלידי אביזר חיבור גמיש.



1.3 התנהגות הקול - גורמים להיווצרות הקול

רטט יכול ליצור קול לאחר שעבר מרחקים גדולים

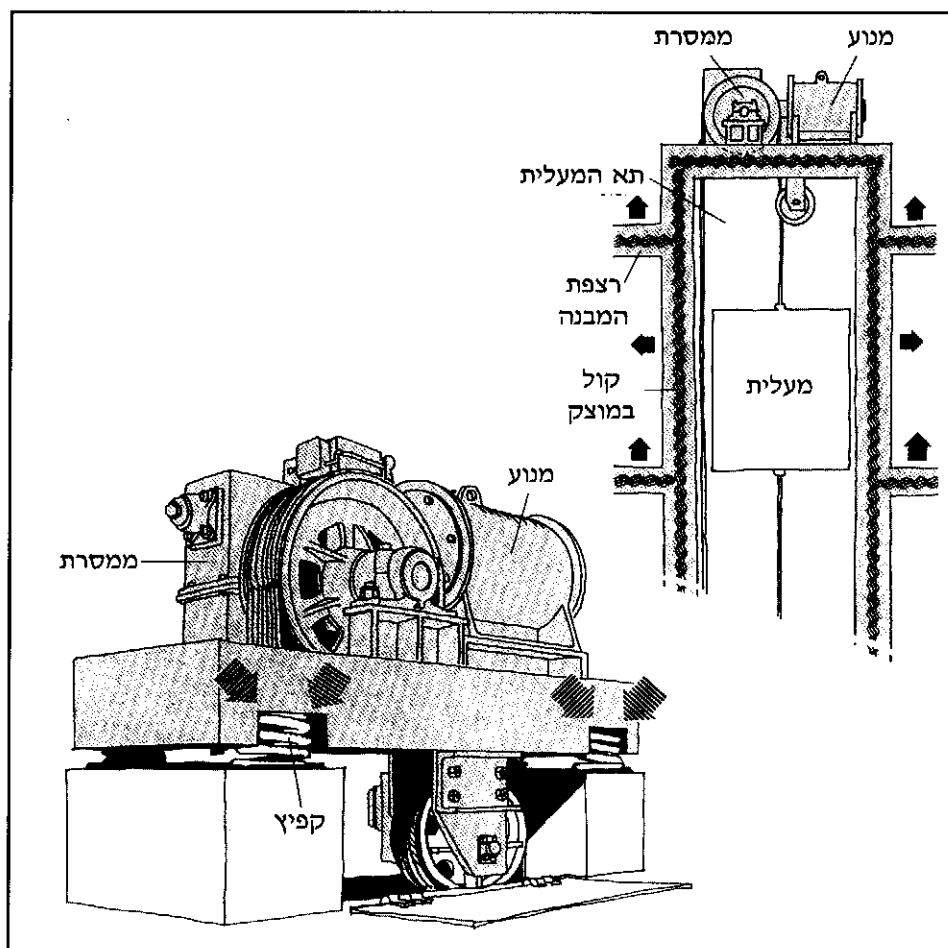
רטט במוצקים ובנוזלים יכול לעבור מרחק רב. רטט יכול לגרום תהודה אפילו במבנים רחוקים. הפתרון הטוב ביותר הוא להפסיק את הרטט קרוב ככל האפשר למקור.



רטט מרכבת מועבר ישירות לאורך הפסים וניתן לשמוע אותו מרחוק

אפשר לבודד את מנגנון המעלית ממבנה הבניין.

רטט המעלית מועבר דרך הבניין.



1.4 התנהגות הקול - תדירויות נמוכות וגבוהות

ככל שהשינויים איטיים יותר, כך תדירות הרעש נמוכה יותר

מפלס הרעש ממקור קול, בתדירות נמוכה, נקבע בעיקר לפי הקצב שבו חוזרים על עצמם השינויים בכוח, בלחץ ובמהירות. ככל שמשך הזמן בין השינויים ארוך יותר - תדירות הרעש שנוצר נמוכה יותר. מפלס הרעש תלוי במספר השינויים ביחידת זמן.



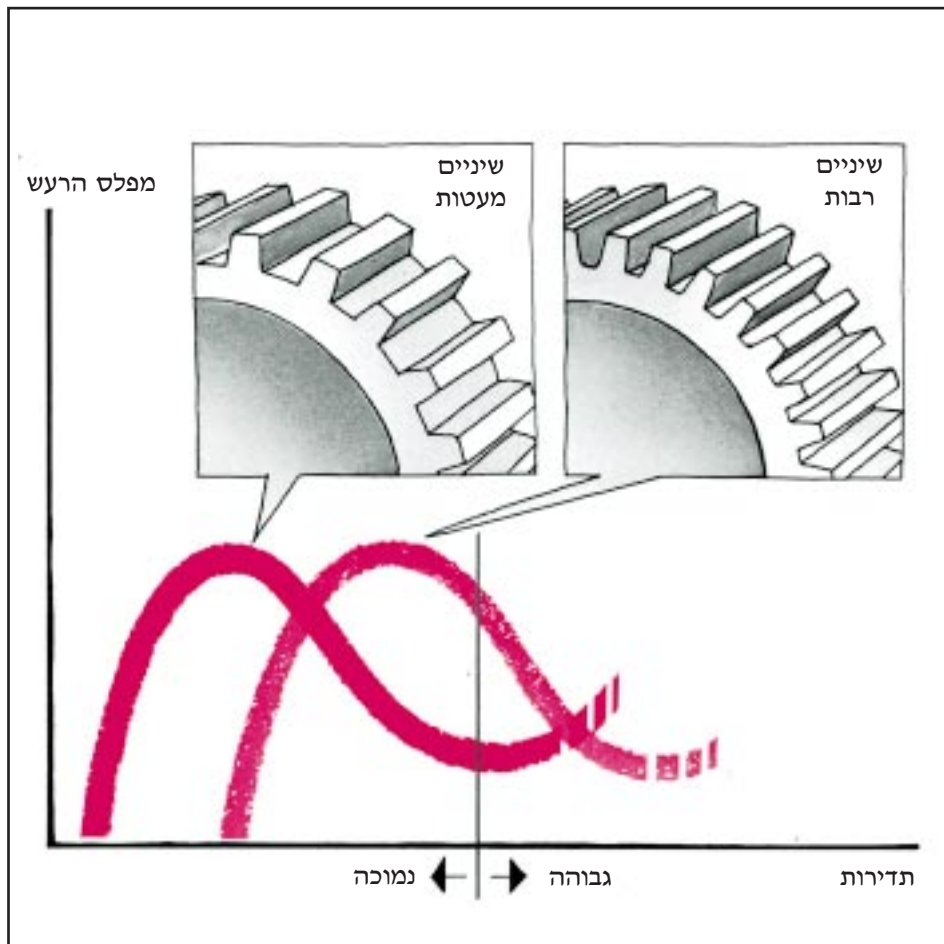
הפעילות המופרדת זו מזו של המנוע המסתובב לאט יוצרת רעש בתדירות נמוכה



פעילות מנוע הסירה, החוזרות על עצמן במהירות, יוצרות בעיקר רעש בתדירויות גבוהות

דוגמה

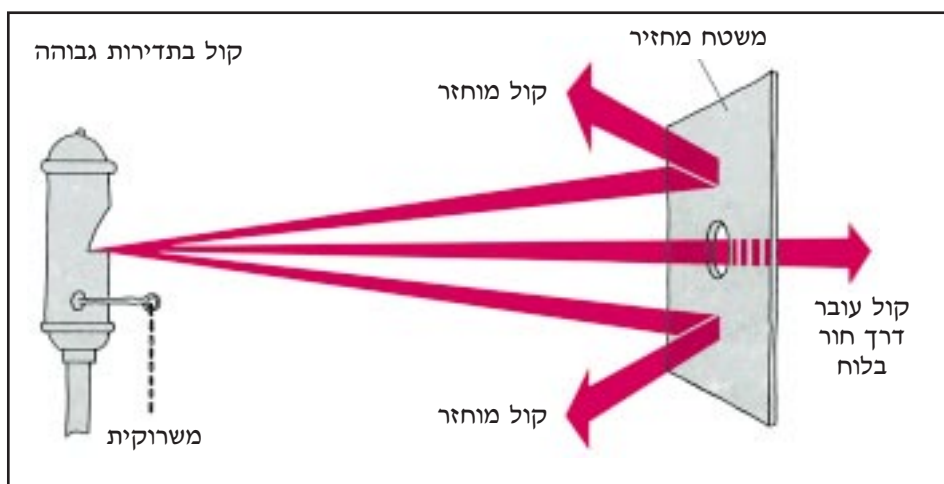
לשני גלגלי שיניים יש אותו קוטר, אך מספר שונה של שיניים. כשהם מסתובבים באותה המהירות, הגלגל שבו יש פחות שיניים ייצור רעש בתדירות נמוכה יותר.



1.5 התנהגות הקול - תדירויות נמוכות וגבוהות

קול בתדירות גבוהה הוא בעל כיוון באופן מובהק וקל יותר להחזירו

כשקול בתדירות גבוהה פוגע במשטח קשה, הוא מוחזר בדומה לאור ממראה. קול בתדירות גבוהה אינו מתפזר בכוונים שונים מסביב לקצוות, ולפיכך מחסומים עשויים להיות יעילים להגנה מפניו.

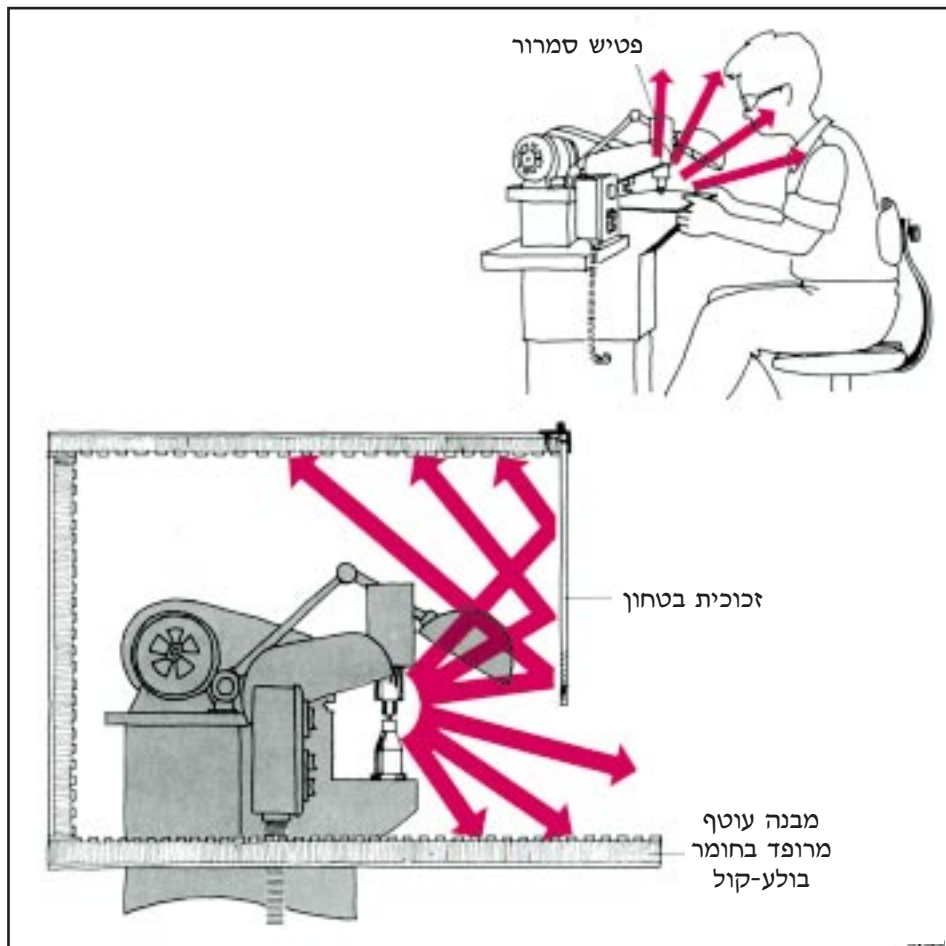


דוגמה

רעש בתדירות גבוהה עובר במישרין ממכונת הסמורור הפועלת במהירות גבוהה אל אוזני הפועל.

פתרון אפשרי

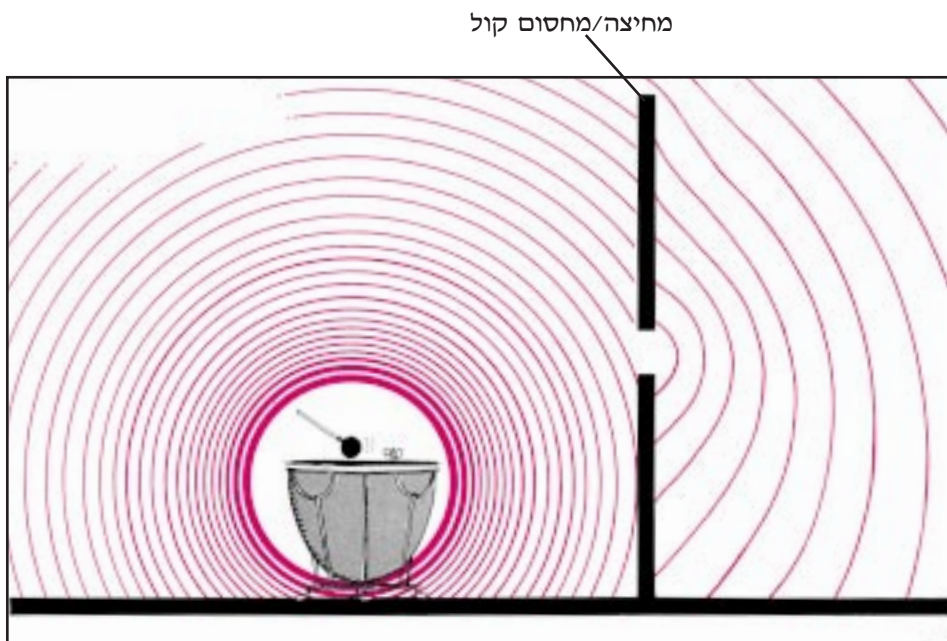
מבנה עוטף מבודד-קול, פתוח כלפי תחתית המכונה, מותקן מעל הפטיש. המבנה העוטף מצופה מבפנים בחומר בולע-קול. החלק העליון של הפתח מכוסה בזכוכית ביטחון. כשהקול נע לכיוון האוזניים, הוא מוחזר על-ידי הזכוכית אל הקירות בולעי-הקול. בדרך זו מוקטן מפלס הקול המגיע אל מפעיל המכונה.



1.6 התנהגות הקול - תדירויות נמוכות וגבוהות

רעש בתדירות נמוכה עוקף עצמים ועובר דרך פתחים

רעש בתדירות נמוכה מוקרן באותה עוצמה בקירוב, לכל כיוון. הוא עוקף פינות ועובר דרך חורים ואחר-כך ממשיך לנוע לכל כיוון; למחסום השפעה מעטה על רעש כזה, אלא אם כן המחסום גדול מאוד.



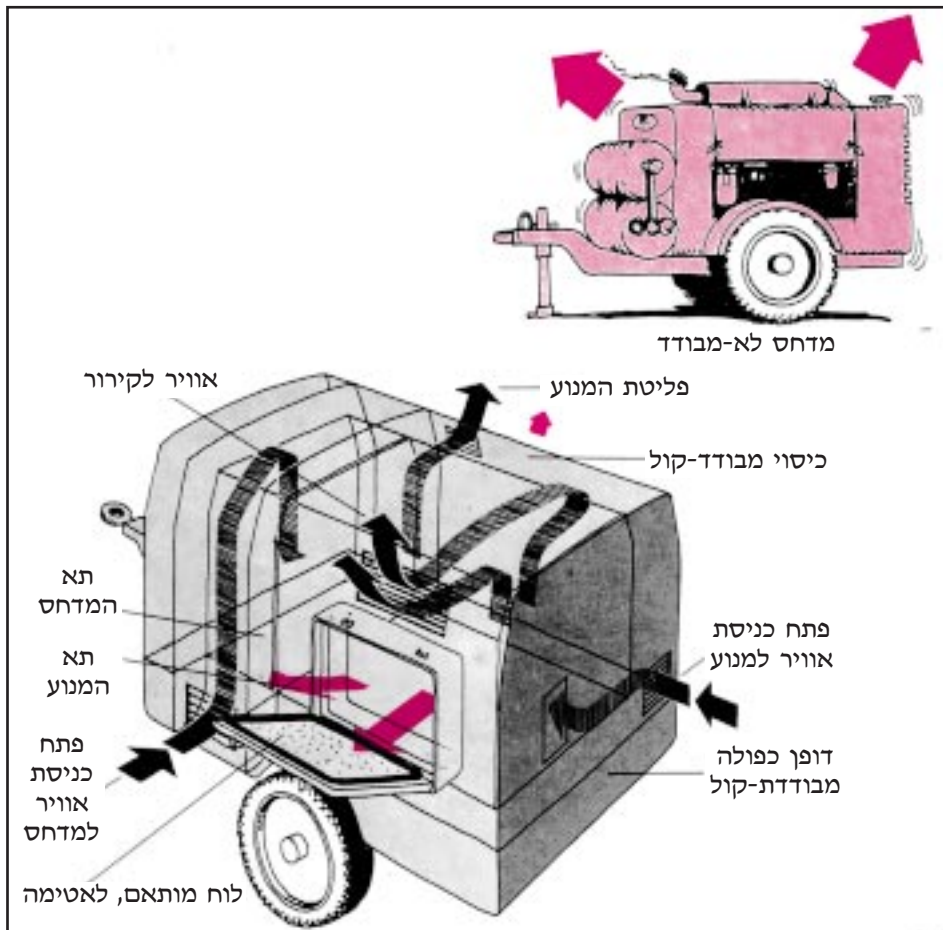
רעש בתדירות נמוכה מתפשט שוב לאחר שעקף פינה, או עבר דרך חור במחסום

דוגמה

מדחסים ומנועי הדיזל שבתוכם עלולים ליצור רעש חזק בתדירות נמוכה, אף אם הם מצוידים במשתקי קול יעילים בקליטה ובפליטה.

פתרון אפשרי

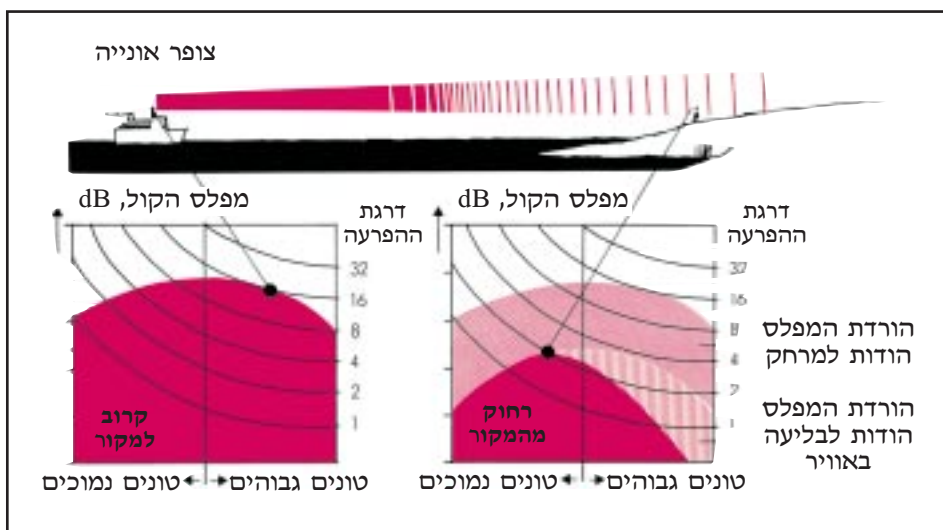
מבנה עוטף עשוי חומר משכך-רעש, מצופה חומר בולע-קול - יכול לעזור האוויר וגזי הפליטה צריכים לעבור דרך משתקי קול, העשויים בחלקם מתעלות בעלות דפנות בולעות-קול. דלתות הביקורת צריכות להיסגר באופן אטום.



1.7 התנהגות הקול - הפחתת עוצמתו באוויר

קול בתדירות גבוהה נחלש במידה ניכרת בעוברו באוויר

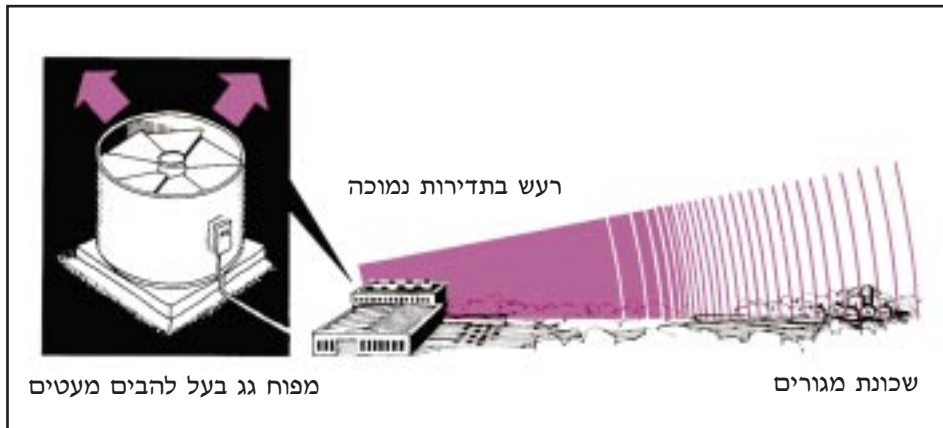
קול בתדירות גבוהה נחלש יותר מקול בתדירות נמוכה כשהוא עובר באוויר. נוסף לכך, קל יותר לבודד ולחסום אותו. לכן, אם מקור הרעש אינו גורם בעיות בסביבתו הקרובה, כדאי לשנות את תדירויות הקול לגבוהות יותר.



צפירת האונייה, הנשמעת בעוצמה רבה ביותר לעומדים על סיפון האנייה, נשמעת חלשה בהרבה במרחק

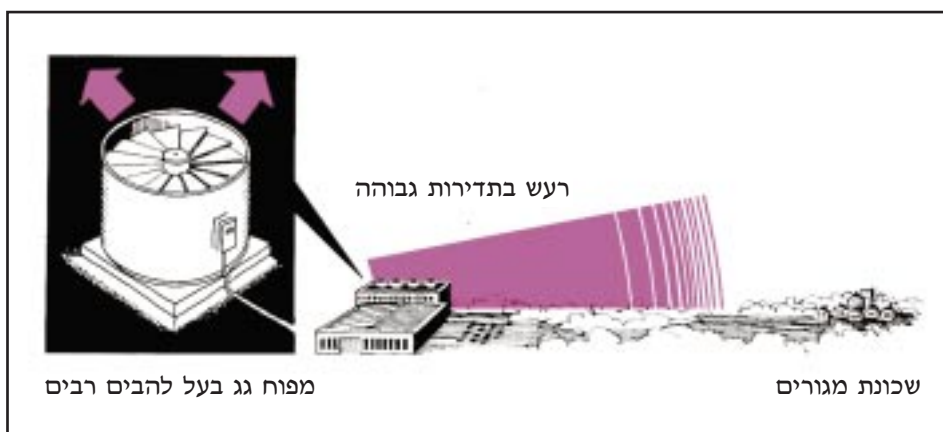
דוגמה

הרעש בתדירות נמוכה הנובע ממפוחי הגג בבניין התעשייתי מפריע לדיירי בתים במרחק חצי ק"מ.



פתרון אפשרי

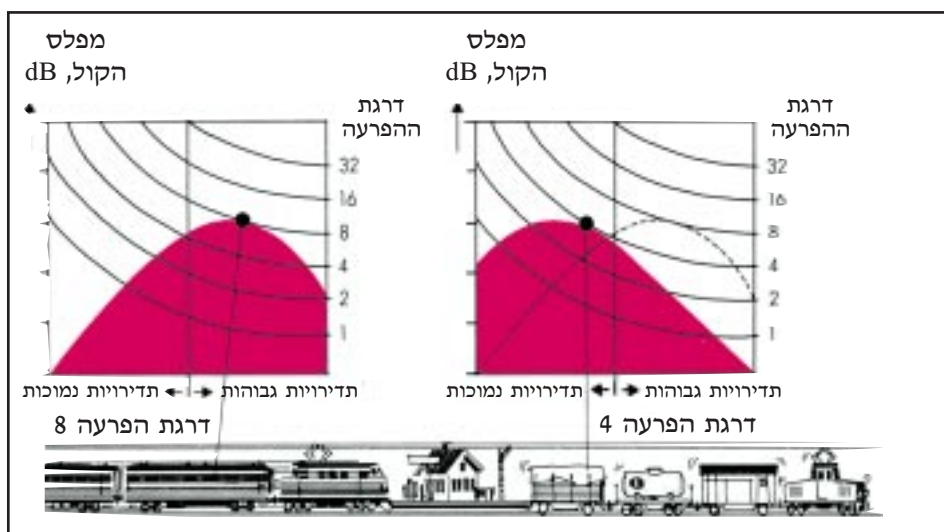
מחליפים את המפוח הקיים במפוח בעל ספיקה דומה, אך מספר גדול יותר של להבים. התוצאה: נוצר פחות רעש בתדירות נמוכה ויותר רעש בתדירות גבוהה. הרעש בתדירות נמוכה אינו מפריע עוד ואילו הרעש בתדירות גבוהה מופחת באורח הולם על-ידי המרחק ואינו מפריע.



1.8 התנהגות הקול - עד כמה הוא מפריע?

רעש בתדירות נמוכה - מפריע פחות

אוזן האדם רגישה פחות לרעש בתדירות נמוכה מאשר לרעש בתדירות גבוהה. אם אי-אפשר להפחית את הרעש, אפשר אולי לשנות אותו באופן שחלק יותר גדול ממנו יהיה בתדירויות נמוכות.



שתי רכבות חולפות יוצרות כמות שווה של רעש באותה עוצמה, אך אחת מהן מפריעה יותר. זאת משום שהיא נוסעת מהר יותר, גורמת לנקישות יותר מהירות ולכן יוצרת רעש בתדירות גבוהה יותר

דוגמה

מנוע הדיזל באונייה פועל ב-125 סל"ד (סיבובים לדקה) והוא קשור ישירות למדחף. רעש המדחף מפריע ביותר על הסיפון.

פתרון אפשרי

מתקנים ממסרת-האטה בין המנוע לבין המדחף, באופן שהמדחף יסתובב ב-75 סל"ד. תדירות הרעש יורדת והוא מפריע פחות. במקום המדחף המקורי מתקנים מדחף גדול יותר, כדי שמהירות האנייה לא תקטן.

