

TEMEL BİLGİLERE YÖNELİK PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLERİ

Soru I.1 Gürültülü birçok ekipmanı içeren büyük bir fabrikadan sorumlusunuz. Çalışanlarınızdan bazıları ciddi işitme kaybından muzdarip ve ayrıca tesisinizden gelen aşırı gürültü nedeniyle çevredeki konut sakinlerinden yasal işlem yapılacağı konusunda uyarı aldınız. Sorunu ölçmek ve düzeltmek için kullanmanız gereken adımları (sırasıyla) listeleyiniz.

Yanıt I.1 Aşağıdaki gibi adımlar uygulanabilir.

- gürültü seviyesi konturlarının hazırlanması da dahil olmak üzere halihazır ortam hakkında bir değerlendirme yapmak
- gürültü kontrolü hedeflerini veya karşılanacak kriterleri belirlemek;
- gürültü iletim yollarını ve gürültü yayan mekanizmaları tanımlamak;
- aşırı seviyelerde katkıda bulunan gürültü kaynakları sıralamasını belirlemek;
- bir gürültü kontrol programı ve uygulama programı formüle etmek;
- programı yürütmek; ve
- programın amaçlarına ulaşıldığını doğrulamak.

Soru I.2 100 mm çapında, 4 metre uzunluğunda, bir ucu açık diğer ucu kapalı bir borunun akustik rezonans frekansını hesaplayınız.

Yanıt I.2 $f = c / 4L = 343 / (4 \times 4) = 21.4 \text{ Hz}$.

Soru I.3 Bir fırında düşük frekanslı rezonans kararsızlığı vardır ve bir mühendis olarak kaynağını izlemeniz gerekmektedir. Aynı zamanda daha yüksek frekanslarda oluşan akustik güçle de ilgileniyorsunuz.

Egzoz gazlarının moleküler ağırlığı 0.035 kg/mol, özgül ısı oranı 1.4' tür, fırındaki basınç atmosferiktir ve fırındaki sıcaklık 1600 °C'dir.

(a) Fırındaki ses hızını hesaplayınız.

(b) Fırındaki gazın yoğunluğunu hesaplayınız.

(c) Kararsızlık üreten frekans 40 Hz'de ise, bu frekansa karşılık gelen dalga boyunu hesaplayınız. Bu kararsız veya dengesiz frekansı oluşturmak için fırın boyutlarının ne olması gerektiği konusunda yorum yapınız. [İpucu: Fırın rezonansını en düşük tüp rezonansı olacak şekilde kapalı uçlu bir tüp olarak düşününüz.]

(d) 500 Hz oktav bandında fırında ölçülen ortalama ses basıncı seviyesi duvardan bir dalga boyunun yarısından daha uzak mesafeler 120 dB'dir. Bu frekans bandında brülörün ürettiği watt cinsinden ses gücü seviyesi nedir? Fırının 4 m çapında bir silindir olduğunu ve 500 Hz bandında fırının iç yüzeyleri için 0.02 ortalama bir Sabine ses emme katsayısı olduğunu varsayınız. Yaptığınız diğer varsayımları belirtiniz.

(e) Orijinalin iki katı ses gücü seviyesine sahip ikinci bir brülörün fırına eklenmesi durumunda (orijinal brülör yerindedir.), 500 Hz oktav bandında fırında ve fırın duvarlarından uzakta reverberasyon ses seviyesi ne olurdu?

Yanıt I.3.

$$(a) \quad c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} = \sqrt{\frac{1.4 \times 8.314 \times 1873}{0.035}} = 789 \text{ m/s}$$

$$(b) \quad \rho = \frac{\gamma P}{c^2} = \frac{1.4 \times 101.4 \times 10^3}{789^2} = 0.23 \text{ kg/m}^3$$

$$(c) \quad \lambda = c/f = 789/40 = 19.7 \text{ m}$$

Eğer fırına bir ağız kapalı tüp şeklinde bakacak olursak, $f = Nc/2L$ formülü ile

$L = c/2f = 789/80 = 9.86 \text{ m}$ buluruz. Böylece fırın boyutlarından birini 9.9 m olarak farzedebiliriz.

(d) Yüzey alanı,

$$S = \pi dL + 2\pi r^2 = \pi \times 4 \times 9.86 + 2\pi \times 4 = 149 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} L_w &= L_p - 10 \log_{10} \left[\frac{4(1 - \bar{\alpha})}{S\bar{\alpha}} \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\rho c}{400} \right] \\ &= 120 - 10 \log_{10} \left[\frac{4 \times 0.98}{149 \times 0.02} \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{789 \times 0.23}{400} \right] = 122.3 \text{ dB} \\ W &= 10^{-12} \times 10^{122.3/10} = 1.7 \text{ W} \end{aligned}$$

(e) İkinci brülör ses güç seviyesini iki kat artıracak ve ses basınç seviyesindeki artış

$10 \log_{10} 3$ veya 4.8 olacaktır. Böylece yeni ses basınç seviyesi $SPL = 124.8 \text{ dB}$ olacaktır.

Soru I.4

Küçük bir küresel ses kaynağı 1 watt gücünde münferit bir frekansta (1000 Hz) açık alanda yayılmaktadır. Aşağıdaki değerleri 0.3 m mesafe için hesaplayınız.

- (a) r.m.s. ses basınç değeri
- (b) ses basınç seviyesi
- (c) r.m.s. parçacık hızı
- (d) basınç ve partikül hız arasındaki faz farkı (neye yol açar?)
- (e) ortalama aktif ses yoğunluğu
- (f) reaktif ses yoğunluğu genliği

- (g) ses yoğunluğu seviyesi
(h) kaynak ayrıca 1500Hz'de 1 watt akustik güç yayarsa, 1000Hz sinyali ile eşzamanlı olarak, toplam r.m.s. ses basıncı ne olur?

Yanıt 1.5

- (a) r.m.s. ses basıncı

$$p_{rms} = \sqrt{I\rho c} = \sqrt{\frac{W\rho c}{4\pi r^2}} = \sqrt{\frac{1 \times 1.206 \times 343}{4\pi \times 0.3^2}} = 19.12 \text{ Pa}$$

- (b) Ses basınç seviyesi

$$SPL = 20 \log_{10} \frac{19.1}{2 \times 10^{-5}} = 119.6 \text{ dB}$$

- (c) r.m.s. parçacık hızı

$$|u_r| = \frac{|p_r| \sqrt{1 + k^2 r^2}}{k\rho c} = \frac{19.025(1 + k^2 r^2)^{1/2}}{413.6kr}$$

$$kr = \frac{2\pi \times 1000}{343} \times 0.3 = 5.50$$

$$u = \frac{19.125[1 + 5.50^2]^{1/2}}{413.7 \times 5.50} = 0.047 \text{ m/s}$$

- (d) Basınç ve partikül hızı arası faz;

$$\beta = \tan^{-1}[1/(kr)] = \tan^{-1}(1/5.50) = 10.3^\circ$$

Akustik basınç partiküler hıza yol açar.

- (e) Küresel dalga yoğunluğu

$$p_{rms}^2 / (\rho c)$$

İfadesinde (a)'da bulunan p_{rms} yerine konursa

$$I = 19.125^2 / (1.205 \times 343) = 0.885 \text{ W/m}^2$$

$$(f) \quad I_r = \frac{P_{rms}^2}{\rho c k r} = \frac{19.125^2}{1.205 \times 343 \times 5.50} = 0.161 \text{ W/m}^2$$

$$(g) \quad L_I = 10 \log_{10} 0.885 + 120 = 119.5 \text{ dB}$$

(h) 1500Hz, 1000Hz'den farklı bir frekanstır ve bu nedenle ortalama kare basınçları eklenir.

$$P_{rms} = \sqrt{2} \times 19.125 = 27.0 \text{ Pa.}$$

Soru I.6 200 Hz, 250 Hz ve 315 Hz'in 1/3 oktav bantlarındaki ses basıncı seviyelerinin sırasıyla 78dB, 73dB ve 80dB olduğu düşünülüğünde, 250 Hz oktav bandı ses basınç seviyesi nedir?

Yanıt I.6 $L_{oct} = 10 \log_{10} (10^{7.8} + 10^{7.3} + 10^8) = 80.8 \text{ dB}$

Soru I.7 Belirli bir makinenin üç konumda ölçülen ses basıncı seviyeleri değerleri, ses gücü seviyesini tahmin etmek için kullanılmaktadır. Makine çalışırken, fabrikadaki üç konumda ölçülen ses basıncı seviyeleri 1/3 oktav bandında 400Hz, 500Hz ve 630Hz sırasıyla 98, 102 ve 96 dB ölçülmüştür. Makine kapalıyken, seviyeler sırasıyla 95, 98 ve 94'tür.

(a) arka plan gürültü etkisi olmadan sadece makine çalışır vaziyette iken 500Hz frekans için Leq hesaplayınız.

(b) Makinenin etrafı üç 1/3 bantda 15dB, 20 dB ve 23dB'lik gürültü azaltımı olan mahfaza ile çevrelendiği takdirde 500 Hz oktav bantda eş dağılımlı gürültü spektrumu için beklenen gürültü azaltımı ne olurdu?

Yanıt I.7 (a) Her üç konumda sadece makine çalıştığı haldeki gürültü seviyeleri;

$$10 \log_{10} (10^{98/10} - 10^{95/10}) = 95.0 \text{ dB}$$

$$10 \log_{10} (10^{102/10} - 10^{98/10}) = 99.8 \text{ dB}$$

$$10 \log_{10} (10^{96/10} - 10^{94/10}) = 91.7 \text{ dB}$$

500 Hz.'de L_{eq} ;

$$10\log_{10}(10^{95/10} + 10^{99.8/10} + 10^{91.7/10}) = 101.5 \text{ dB}$$

(b) dB azalımı ;

$$-10\log_{10}\frac{1}{3}[10^{-1.5} + 10^{-2} + 10^{-2.3}] = 18.1 \text{ dB}$$