



UNIVERSITY OF NIŠ

The scientific journal FACTA UNIVERSITATIS

Series: Working and Living Environmental Protection Vol. 1, No 5, 2000, pp. 113 - 121

Editor of series: Ljiljana Rašković, e-mail: ral@junis.ni.ac.yu

Address: Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, YU, Tel. +381 18 547-095, Fax: +381 18 547-950

[http:// ni.ac.yu/Facta](http://ni.ac.yu/Facta)

PNEU RECYCLE COMME MATERIAU D'ISOLATION

UDC 331.432

**Svetlana Karalić¹, Dragan Milenković¹,
Gordana Stefanović², Ljubica Čojbašić²**

¹Trayal Corporation, Kruševac, Yugoslavia, ²University of Niš, Yugoslavia

Contenu. Ventilateurs, presses, marteaux, assesseurs et les équipements industriels generent les hauts niveaux de vibrations et du bruit structural qui menacent l'environnement. Leur isolation est obtenue par la pose elastique des fondations sur la partie restante de la construction. La corporation Trayal en collaboration avec IMS a developpe et atteste un nouveau produit: le revetement en elastomere pour la protection contre les vibrations et contre le bruit structural "ELASTON" Trayal Elaston est destine a une large utilisation dans le domaine de genie civile, du trafic, de l'industrie, de la construction des immeubles, dans l'industrie mecanique. Il est prevu d'etre utilise aussi comme intercalaire elastique en dessous des fondaments des machines lourdes, comme intercalaire en dessous des rails de tramways et des trains ainsi que pour les sols flottants. Ceci en particulier dans les conditions de grandes charges.

La matiere de base est le pneu recycle et l'agent de liaison est une colle speciale. Par la formulation precise et avec les tests permanents les caracteristiques du materiau sont attentivement definies, ce qui donne a Trayal elaston, en comparaison avec les trends mondiaux, une importance sur le plan international aussi. Cet ouvrage demontre les resultats des caracteristiques statiques des materiaux.

Mots clefs: Pneus recycle, isolation, rigidite statique, modul d'elasticite, vibrations, bruit structural.

INTRODUCTION

Les vibrations et le bruit structural dans les immeubles peuvent etre transferees jusqu'aux les pieces eloignees et a travers plusieurs etages, ou le son de l'air ne peut penetrer quelque soit les conditions.

D'autre part, les vibrations et le bruit structural dans les immeubles sur son chemin de propagation s'etalent en principe, dans la structure solide avec un leger. Pour ces raisons il faut realiser l'isolement contre les vibrations et contre le bruit juste a cote de la source

meme. Une des facons de realiser cette isolation est obtenu en installant la source sur le revetement elastique. De cette maniere on arrive a creer le systeme de resonance. Avec le choix adequat de la frequence de resonance de ce systeme par rapport a celle d'initiation, il est possible d'assurer l'affaiblissement necessaire de vibrations.

L'effet d'isolement s'augmente dans la mesure ou a cause l'affaiblissement interieur dans le materiau meme, la transformation de l'energie mecanique des vibrations en energie de chaleur est augmente aussi.

D'autre part le frottement augmente a l'interieur du materiau "perturbe" le circuit de resonance. Pour ces raisons il faut etablir une relation correcte (un rapport correct)

Le caoutchouc en tant que materiau a des caracteristique tres favorables et ceci une grande elasticite et l'affaiblissement interieur important.

Les supports elastiques en caoutchouc sont souvent utilise pour l'isolement contre les vibrations, en particulier dans les cas speciaux ou il faut assurer une grande charge ou diminuer l'epaisseur de la couche elastique.

MODELE MATHEMATIQUE

L'appui elastique de la source des vibrations et du bruit structural dans son approximation de base represente le systeme mecanique oscillatoire compose d'un ressort, et d'une masse (figure 1).

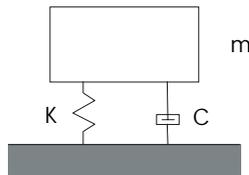


Figure 1. Systeme oscillatoire mecanique

Si la force exterieure initie le systeme oscillatoire mecanique, comme presente sur la figure 1, la masse commencera a osciller et le proces est explique par une equation differentielle:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = 0 \quad (1)$$

Ou:

m – masse du champs oscillant

k – rigidite du ressort

x – changement de la position

c – affaiblissement

t – temps

L'equation (1) a une forme bien connue et represente une equation differentielle du deuxime ordre avec les coefficients constants. L'equation (1) est aussi homogene.

La solution de l'equation (1) a la forme:

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (2)$$

Ou

ω_0 – la frequence circulaire des oscillations libres.

A and ϕ – constantes d'integral qui dependent des conditions de depart

(A - amplitude, ϕ phase de depart)

Deuxieme solution mathematique $x = Ae^x$ dans ce cas n'a pas une signification physique.

La frequence des oscillations libres du systeme mecanique simple avec un degre de liberte sans forces de resistance, comme presente sur la figure 1 est egale a:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (3)$$

Ou

k – rigidite du ressort

m – masse du corps oscillant.

L'oscillation de la masse dans ces conditions se deroulera selon la loi periodique. L'amplitude A et la phase initiale ϕ de ces oscillations dependent des conditions de depart et dans le contexte de cet ouvrage ne sont pas significatifs et par consequent ne seront pas ni analyse.

Chez les matieres elastiques sous l'action de la force exterieure apparait une deformation qui apres l'arret de l'action de la force disparaît et reprend sa forme initiale. Les caracteristiques elastiques du materiau et la construction sont differentes pour les different types de tension pour la pression, pour l'extension, pour le cisaillement, torsion etc...

L'exemple de l'extension de la barre d'acier peut servir comme illustration des caracteristiques elastiques du materiau. Sur la figure 2a on a presente une barre d'acier fixe d'une cote pour la base fixe, alors que sur son deuxieme bout agit une force F . La surface de la coupe transversale de la barre est S et sa longueur initiale est l . Sous l'action d'une force, la barre sera etendue et la longueur changera pour Δl .

La liaison de la force et de l'extension pour le cas de la barre d'acier est presente sur la figure 2 b, et represente dans la partie lineaire la dependance decrite par la loi de Hook.

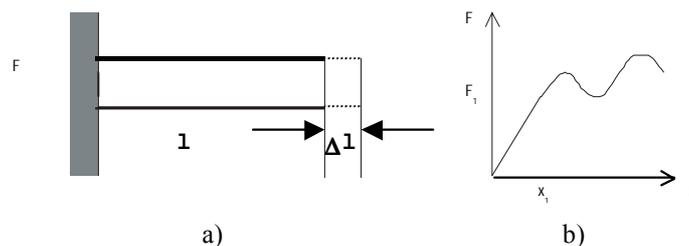


Figure 2. Dependence de la force de l'extension

La signification particuliere pour des caracteristiques des matieres elastiques a le domaine dans laquelle des changements de la longueur dependent de la force lineaire. Pour ce domaine nous disons que c'est la loi de Hook qui est valable, et cette dependance pourrait etre presentee par la relation.

$$F = k \cdot x \quad (4)$$

Ou:

F – force nécessaire pour provoquer l'extension x

k – rigidite de l'échantillon N/m

x – changement de la longueur dans le sens de l'action de force.

La rigidite represente le coeficient de la proportion entre la force et le changement de la longueur.

La rigidite de l'échantillon pour le domaine lineaire est introduite pour la definition et elle est justement egale au quotient de la force F_1 et de l'extension provoquée x_1 , donc pareil comme dans la relation (4).

$$k = \frac{F_1}{x_1} \left[\frac{N}{m} \right] \quad (5)$$

En changeant la forme de l'expression, de ses dimensions ou du type de materiau utilise pour l'échantillon, la rigidite changera aussi. Si l'échantillon a une forme d'un parallelepiped et si une force agit sur lui dans le sens de la dimension que nous indiquons comme epaisseur, la rigidite de l'échantillon en premier lieu depend:

- du type de materiau
- de l'epaisseur de l'échantillon dans le sens de l'action de la force
- du surface nominal par rapport au sens de l'action de la force.

A part de ces facteurs primaires la rigidite depend aussi d'un grand nombre de parametres: temperature, forme de l'échantillon, vitesse d'application de la force, l'histoire preliminaire de la deformation, type defforcement etc...

Sur la figure 3 avons illustre l'influence de la forme sur la rigidite.

La rigidite peut dependre aussi du fait est-ce que et comment sont possibles les deformations lineaires des échantillons. Certains effets de la force F provoquent la deformation de l'échantillon et la rigidite peut aussi avoir l'influence sur la deformation de l'échantillon de la dimension de base comme presente sur la figure 3 a. Sous l'action d'une force deux fois plus grande sur les deux échantillons identiques parallelement, figure 3 b, chacun d'eux subira une deformation identique, egale a celle de l'exemple 3a.

Si au contraire la force agit sur un échantillon non separe d'une grandeur de base deux fois plus grande, la deformation provoquée sera plus petite pour S_x par rapport a celle de deux cas precedents. La raison est simple, on n'a pas permis la deformation laterale de l'échantillon.

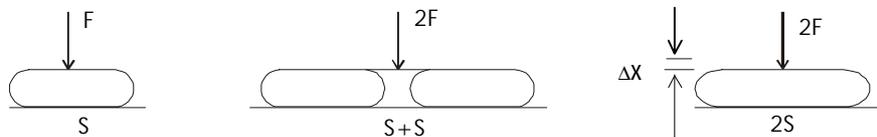


Figure 3. Influence du facteur forme sur la rigidite.

La rigidite d'un certain nombre de materiaux utilises dans la physique de genie civile (par exemple la laine minerale, et la laine de rochere) ne demontrent pas la dependance du facteur forme. Ce fait s'explique entre autre, par une grande porosite de ces materiaux.

Pour les échantillons ayant une forme de prisme, quand le facteur forme n'influence pas sur la rigidité, il est souhaitable d'utiliser la rigidité superficielle s'il s'agit d'un matériau ayant les caractéristiques linéaires nous pouvons diviser les deux parties de la relation (5) avec le surface S de l'échantillon sur lequel agit la force et par conséquent nous obtiendrons:

$$\frac{F}{S} = \frac{k}{S} \cdot x \quad (6)$$

$$\sigma = k'' \cdot x$$

Ou

x – changement de la dimension (déformation absolue) dans le sens de l'action de la force
 σ – effort nécessaire pour provoquer la déformation x
 k'' – rigidité superficielle (Pa/m)

On mentionne ci - avant qu'une des caractéristiques très importantes de laquelle dépend la rigidité est l'épaisseur de l'échantillon.

En augmentant l'épaisseur, en principe on diminue la rigidité. En élargissant la partie droite de l'équation (6) avec l'épaisseur l , nous obtiendrons.

$$\sigma = k'' \cdot l \cdot \frac{x}{l} \quad (7)$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Ou:

$E = k'' \cdot l$ – Module d'élasticité de Young

x – changement de l'épaisseur (déformation absolue)

l – l'épaisseur initiale

$E = x/l$ – dilatation relative.

La relation (7) représente une forme la plus fréquente dans laquelle on démontre la loi de Hook qui définit la dépendance de l'effort de la dilatation relative dans le secteur où la dilatation est la force linéaire.

Le module d'élasticité caractérise le matériau dans le domaine de la dépendance linéaire si sa rigidité ne dépend pas du facteur forme.

2. ESSAIS STATIQUES

L'essai de la dépendance de la déformation (fléchissement) de la charge est réalisé sur un dynamomètre INSTRON 1120.

Les échantillons TRAYAL ELASTON dimensions 50×50 mm, épaisseur 10, 20, 30, 40 mm. ont subi, une force verticale ayant la vitesse de 1 mm/min avec la charge préliminaire de 25 N, jusqu'à 375 N respectivement jusqu'à 15 N/cm^2 .

Les résultats des tests sont présentés sur les diagrammes de 1 à 4. Par ces expériences nous avons testé aussi l'influence des changements de l'épaisseur de la couche sur les caractéristiques du matériau d'isolation de Trayal Elaston ce qui est présenté sur le tableau (1).

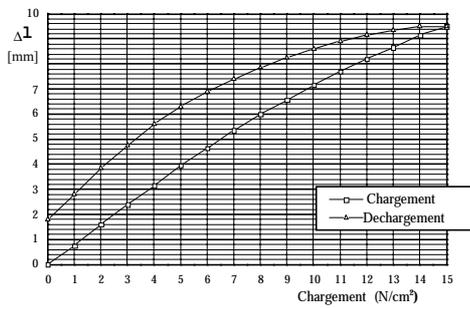


Diagramme 1. Dependance du flechissement du a la charge (echantillon epaisseur 40 mm)

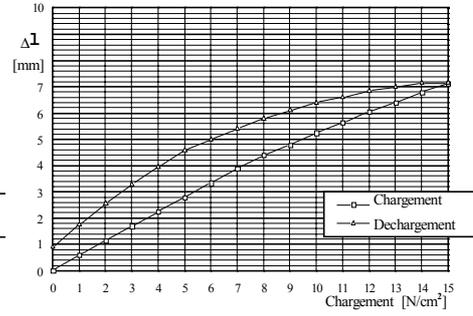


Diagramme 2. Dependance du flechissement du a la charge (echantillon epaisseur 30 mm)

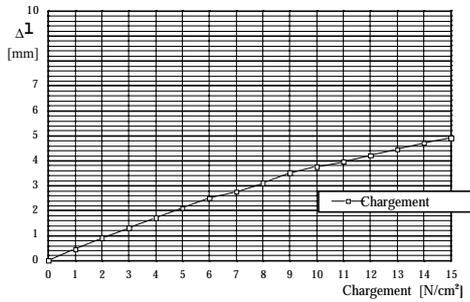


Diagramme 3. Dependance du flechissement du a la charge (echantillon epaisseur 20 mm)

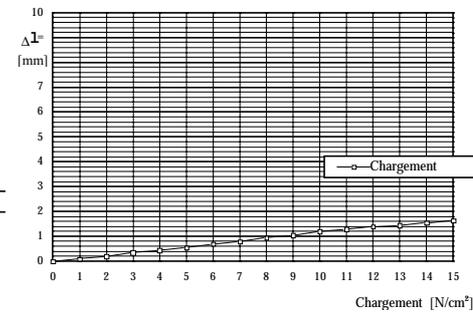


Diagramme 4. Dependance du flechissement du a la charge (echantillon epaisseur 10 mm)

Une longue serie de tests a ete realisee avec la meme force, la meme vitesse de charge, sur le meme surface et sur les formes differentes ce qui a permis de definir l'influence de la forme de l'echantillon sur la rigidite du materiau. Les quatres echantillons de la dimension 25×25 mm de l'epaisseurs ci-avant indiquees ont subi en meme temps la force identique a celle de l'experimnt precedent, ce qui est pressente sur les diagrammes de 5 a 8 et les valeurs du modul d'elastcite du Yung sont presentees dans le tableau 2.

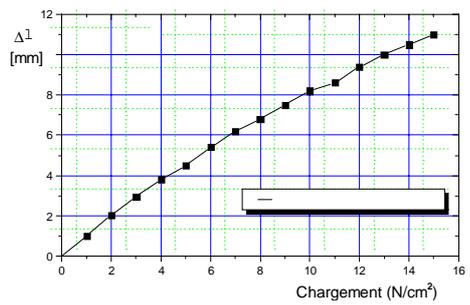


Diagramme 5. Dependance du flechissement du a la charge (echantillon epaisseur 40 mm)

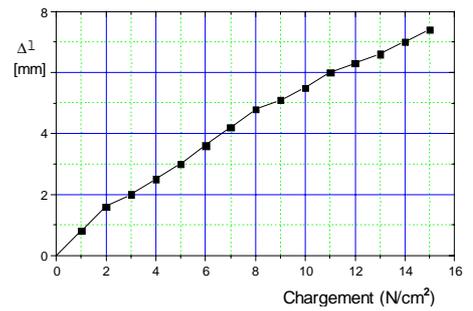


Diagramme 6. Dependance du flechissement du a la charge (echantillon epaisseur 30 mm)

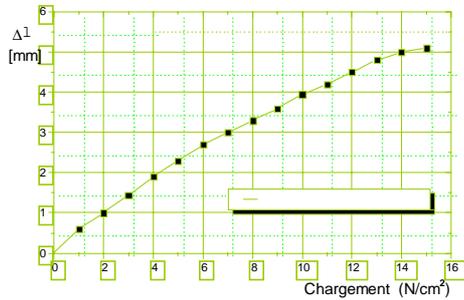


Diagramme 7. Dépendance du flechissement du à la charge (échantillon épaisseur 20 mm)

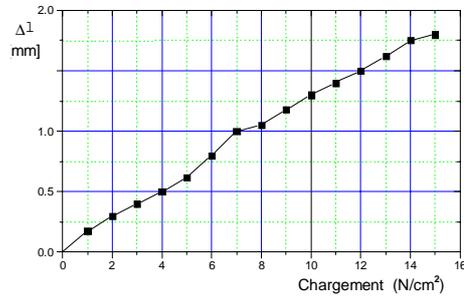


Diagramme 8. Dépendance du flechissement du à la charge (échantillon épaisseur 10 mm)

Tableau 1. Valeurs du module d'elasticite de Yung et de la rigidite statique pour l'échantillon des dimensions 50 × 50 mm

N ^o Caracteristique	Trayal elaston épaisseur 10mm	Trayal elaston épaisseur 20mm	Trayal elaston épaisseur 30mm	Trayal elaston épaisseur 40mm
1. Modul d'elasticite de Yung, MPa	0,625	0,408	0,566	0,500
2. Rigidite statique superficielle, MN/m ³	62,5	20,4	18,8	14,0

Tableau 2. Valeurs du modul d'elasticite de Yung et de la rigiditi statique superficielle pour l'échantillon des dimensions 25 × 25 mm (4 pieces).

N ^o Caracteristique	Trayal elaston épaisseur 10mm	Trayal elaston épaisseur 20mm	Trayal elaston épaisseur 30mm	Trayal elaston épaisseur 40mm
1. Modul d'elasticite de Yung, MPa	0,769	0,506	0,545	0,488
2. Rigidite statique superficielle, MN/m ³	76,9	25,3	18,2	12,2

La dependance du changement de l'épaisseur du la couche d'isolement de la rigidite presentee sur le diagramme 9.

échantillon taille 50 × 50 mm
 échantillon taille 25 × 25
 épaisseur de l'échantillon (mm)

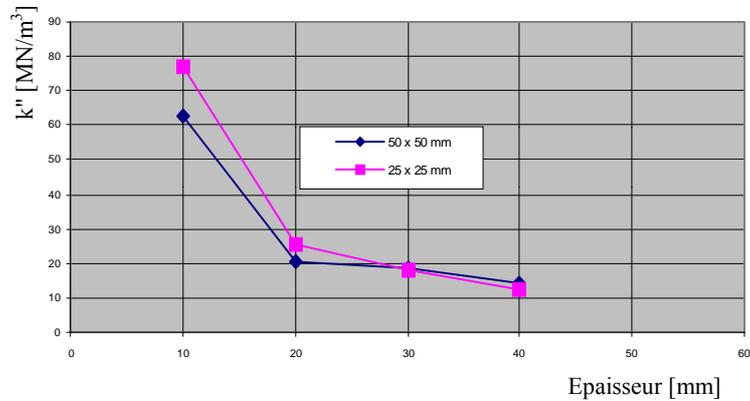


Diagramme 9. Dependence du changement de l'épaisseur de la couche du matériau d'isolement de la rigidité.

3. CONCLUSION

Le changement de l'épaisseur de la couche du matériau d'isolement influence directement sur la rigidité statique superficielle de telle façon qu'avec l'augmentation de l'épaisseur la rigidité diminue.

En comparant les diagrammes pour les épaisseurs correspondantes de l'expérience 1 et 2 on a prouvé qu'on provoque une déformation * (fléchissement) plus petite dans le cas de l'expérience 1 à cause de la déformation latérale arrêtée. Les valeurs du module de Young, et de la rigidité statique superficielle ne diffèrent pas considérablement dans l'expérience 1 et 2 ce qui signifie que ces caractéristiques ne dépendent pas du facteur forme.

Chez Trayal elaston les changements des épaisseurs suivent idéalement la dépendance - structure du matériau et la forme du revêtement et il n'y a pas de dégradation des caractéristiques pour les produits similaires.

LITTÉRATURE

1. Budisavljević, B.B., *Karakteristike tankoslojnih sistema za izolaciju od zvuka udara*, Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 1994.
2. Cremer L., i Heckl M., *Structure-borne sound*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, 1973.
3. Morse M.P., *Vibration and sound*, American Institute of Physics for the Acoustical Society of America, USA, 1976.
4. Baker J.B., *Vibration isolation*, Oxford University Press, Oxford, 1975.
5. Timošenko S.P., i Gudier J.N., *Teorija elastičnosti*, Građevinska knjiga, Beograd, 1962.
6. Budisavljević B.B., Georgijević V., i Pravica P.,: *Buka - osnovi, analiza, zaštita*, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1998.

ZAŠTITA OPREME OD BUKE I VIBRACIJA ELASTOMERIMA

**Svetlana Karalić, Dragan Milenković,
Ljubica Čojbašić, Gordana Stefanović**

Industrijska postrojenja u proizvodnim pogonima i mašine u stambeno poslovnim objektima generišu visoke nivoe vibracija i strukturne buke koja ugrožava okolinu. Njihova izolacija se postiže elastičnim oslanjanjem temelja opreme na ostali deo konstrukcije.

U Trayal Korporaciji, u saradnji sa Institutom IMS dd je razvijen i ispitan novi proizvod: elastomerna prostirka za zaštitu od vibracija i strukturne buke "TRAYAL ELASTON".

Osnovni materijal je reciklirana otpadna guma, a kao vezivno sredstvo koristi se specijalni materijal. Preciznom recepturom i permanentnim ispitivanjem, karakteristike materijala su pažljivo dimenzionisane, a poređenje sa svetskim tokovima Trayal elastonu daje značaj i na svetskom tržištu.

Trayal elaston je namenjen širokoj primeni u građevinarstvu, saobraćaju, industriji, stambenoj gradnji i mašinskoj industriji. Predviđen je za primenu kao elastična prostirka ispod temelja teških mašina, kao prostirka ispod donjeg stroja kod železničkih i tramvajskih pruga i kod plivajućih podova.

U ovom radu prikazani su rezultati statičkih karakteristika materijala.

Ključne reči: otpadna guma, izolacija, modul elastičnosti, statička krutost, strukturna buka, vibracije