

**Conseil économique et social**

Distr. générale
18 juin 2014
Français
Original: anglais

Commission économique pour l'Europe

Comité des transports intérieurs

**Forum mondial de l'harmonisation
des Règlements concernant les véhicules**

Groupe de travail du bruit

Soixantième sessionGenève, 1^{er}-3 septembre 2014

Point 7 de l'ordre du jour provisoire

**Règlement n° 117 (Pneumatiques – Résistance au roulement,
bruit de roulement et adhérence)****Proposition de complément 6 à la série 02 d'amendements
au Règlement n° 117****Communication de l'expert de la Fédération de Russie¹**

Le texte reproduit ci-après a été établi par l'expert de la Fédération de Russie afin de développer plus en détail la notion de la décélération obtenue avec les pneumatiques ($d\omega/dt$) dans la méthode d'essai mise en œuvre. Il est soumis au Groupe de travail du bruit (GRB) pour examen final (voir ECE/TRANS/WP.29/GRB/57, par. 19), après avoir été élaboré à partir d'un document informel (GRB-59-02) distribué à la cinquante-neuvième session du GRB. Les modifications qu'il est proposé d'apporter au texte actuel du Règlement sont signalées en caractères gras pour les ajouts ou biffés pour les suppressions.

¹ Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2012-2016 (ECE/TRANS/224, par. 94, et ECE/TRANS/2012/12, activité 02.4), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.



I. Proposition

Annexe 6, paragraphe 3.5, modifier comme suit:

«3.5 Durée et vitesse

Lorsque la méthode de la décélération est sélectionnée, les prescriptions suivantes s'appliquent:

- a) La décélération j doit être mesurée sous sa forme **différentielle exacte** $d\omega/dt$ ou **discrète approximative** $\Delta\omega/\Delta t$, où ω est la vitesse angulaire et t , le temps;

Si l'on opte pour la forme différentielle $d\omega/dt$, il convient d'appliquer les recommandations de l'appendice 5 à la présente annexe.

- b) ...».

Annexe 6, ajouter un nouvel appendice libellé comme suit:

«Annexe 6 – Appendice 5

Méthode de la décélération: Mesures et traitement des données en vue d'obtenir la valeur de décélération sous la forme différentielle $d\omega/dt$

1. Enregistrer sous une forme discrète la dépendance «distance-temps» pour le corps en rotation soumis à une décélération d'une vitesse périphérique de 82 à 78 km/h ou de 62 à 58 km/h selon qu'il s'agit d'un pneumatique de voiture particulière ou de véhicule utilitaire (fig. 1):

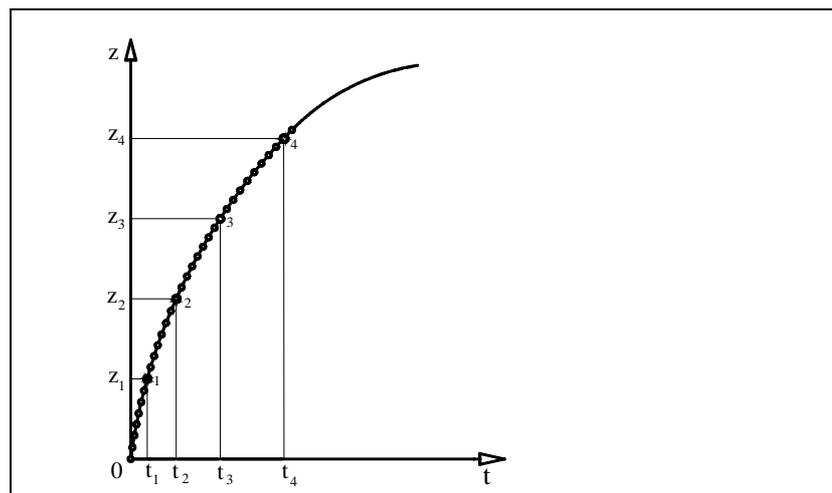
$$z=f(t_z)$$

où:

z est le nombre de tours du corps au cours de la décélération;

t_z est l'instant final du tour numéro z , exprimé en secondes avec six chiffres après le zéro.

Figure 1



Note 1: La vitesse inférieure de la plage d'enregistrement peut être réduite à 60 (40) km/h.

2. Calculer par approximation, au moyen d'une fonction différentielle, monotone et continue, la dépendance à enregistrer:
- 2.1 Choisir la valeur la plus proche du maximum de z divisible par 4 et la diviser en quatre parties égales comportant des paliers: 0, $z_1(t_1)$, $z_2(t_2)$, $z_3(t_3)$, $z_4(t_4)$.

- 2.2 Composer un système d'équations comportant quatre équations formulées comme suit:

$$z_m = A \ln \frac{\cos B(T_\Sigma - t_m)}{\cos B T_\Sigma}$$

où:

A est une constante sans dimension;

B est une constante exprimée en nombre de tours par seconde;

T_Σ est une constante exprimée en secondes;

m est le nombre des paliers représentés à la figure 1.

Introduire dans les quatre équations les coordonnées du quatrième palier ci-dessus.

- 2.3 Utiliser les constantes A, B et T_Σ pour résoudre le système d'équations du paragraphe 2.2 ci-dessus par itération et calculer par approximation les données mesurées en appliquant la formule suivante:

$$z(t) = A \ln \frac{\cos B(T_\Sigma - t)}{\cos B T_\Sigma}$$

où:

$z(t)$ est la distance angulaire continue courante en nombre de tours (y compris les fractions de tour);

t est le temps en secondes.

Note 2: D'autres fonctions d'approximation $z=f(t_z)$ sont applicables à condition que leur pertinence ait été démontrée.

3. Calculer la décélération j en tours par seconde carrée (s^{-2}) au moyen de la formule suivante:

$$j = AB^2 + \frac{\omega^2}{A}$$

où:

ω est la vitesse angulaire en tours par seconde (s^{-1});

Si Un = 80 km/h, $\omega = 22,222/R_r$ (ou R);

Si Un = 60 km/h, $\omega = 16,666/R_r$ (ou R).

4. Évaluer la qualité et la précision de l'approximation sur la base des données enregistrées:

4.1 Écart type en pourcentage:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n \left[1 - \frac{z(t)}{z} \right]^2} \times 100\%$$

4.2 Coefficient de détermination

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_1^n [z - z(t)]^2}{\sum_1^n [z - \bar{z}]^2}$$

où:

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{z=1}^n z = \frac{1}{n} (1+2+\dots+n) = \frac{1+n}{2}$$

Note 3: Les calculs ci-dessus pour cette variante de la méthode de la décélération aux fins de la mesure de la résistance au roulement d'un pneumatique peuvent être exécutés au moyen du logiciel de calcul de décélération disponible pour téléchargement sur le site du WP.29², ainsi que de tout autre logiciel permettant le calcul d'une régression non linéaire.

II. Justification

1. Le principe proposé et son application dans le logiciel de calcul de décélération sont fondés sur la relation exacte suivante:

$$j = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2}$$

2. De nombreuses expérimentations démontrent que la formule énoncée au paragraphe 2.3 de l'appendice 5 qu'il est proposé d'ajouter à l'annexe 6 est très utile aux fins de l'approximation. Cette formule de contrainte entre le temps courant t et la distance angulaire courante z est le résultat de la transformation de la dépendance entre la distance S obtenue et le temps T [1], [2] (en général, $T = T_{\Sigma} - t$):

$$S = A_m \ln \frac{1}{\cos BT}$$

La relation entre le temps T obtenu et le temps de décélération total T_{Σ} s'obtient par la formule $T = T_{\Sigma} - t$ (en l'occurrence $T = T_{\Sigma}$, |S= S_Σ).

² L'adresse sera indiquée ultérieurement.

La deuxième dérivée de la fonction décrite par la formule énoncée au paragraphe 2.3 de l'appendice 5 à l'annexe 6 est la décélération j exprimée en tours par seconde carrée, ou s^{-2} :

$$j = \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{AB^2}{\cos^2 B(T_\Sigma - t)}$$

3. Il n'y a aucune simplification ou hypothèse reliant cette formule et la formule de z au paragraphe 2.3 de l'appendice 5 à l'annexe 6 car la transformation correspondante s'effectue au moyen des règles du calcul différentiel des mathématiques supérieures. La nécessité de mesurer et de calculer la vitesse est ainsi exclue.

4. L'algorithme permettant de déterminer les paramètres A , B et T_Σ se présente comme suit:

4.1 Mesurer le temps que prend chaque tour du corps en rotation, ce qui permet d'obtenir la dépendance expérimentale représentée à la figure 1:

$$z = f(t_z)$$

4.2 Prendre la valeur la plus proche du maximum de z qui est divisible par 4, la diviser en quatre parties égales et consigner les coordonnées de quatre points sur la courbe expérimentale (voir la figure 1).

4.3 Composer le système d'équations à partir de la formule énoncée au paragraphe 2.3 de l'appendice 5 à l'annexe 6 en utilisant successivement les coordonnées des quatre points, comme indiqué à la figure 1:

$$\left. \begin{array}{l} z_1 = A \ln \frac{\cos B(T_\Sigma - t_1)}{\cos B T_\Sigma} \\ \dots \\ \dots \\ z_4 = A \ln \frac{\cos B(T_\Sigma - t_4)}{\cos B T_\Sigma} \end{array} \right\}$$

4.4 Les transformations par paire du jeu d'équations du paragraphe 4.3 ci-dessus produisent un ensemble de deux équations:

$$\left. \begin{array}{l} \cos^2 B(T_\Sigma - t_1) = \cos B T_\Sigma \cos B(T_\Sigma - t_2) \\ \cos^2 B(T_\Sigma - t_3) = \cos B(T_\Sigma - t_2) \cos B(T_\Sigma - t_4) \end{array} \right\}$$

Dans cet ensemble, les paramètres B et T_Σ sont déterminés par itération. Le paramètre A peut ensuite être obtenu à partir de la quatrième équation du jeu de quatre équations ci-dessus, par multiplication par 2π :

$$A = \frac{2\pi z_4}{\ln \frac{\cos B(T_\Sigma - t_4)}{\cos B T_\Sigma}}$$

Ainsi, les formules $z = f(t_z)$ et $j = d^2z/dt^2$ reçoivent des paramètres déterminés, ce qui autorise les applications ultérieures. La première dérivée de la fonction $z = f(t)$ (voir ci-dessus le paragraphe 2.3 de l'appendice 5 à l'annexe 6) est la vitesse angulaire ω , exprimée en tours par seconde (s^{-1}):

$$\omega = \frac{dz(t)}{dt} = AB \operatorname{tg}B(T_\Sigma - t)$$

On peut alors déduire:

$$\operatorname{tg}B(T_\Sigma - t) = \frac{\omega}{AB}$$

La formule suivante relève de la géométrie et s'appuie sur la relation précédente:

$$\cos^2 B(T_\Sigma - t) = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 B(T_\Sigma - t)} = \frac{1}{1 + (\omega/AB)^2}$$

Le remplacement de cette équation par la formule j indiquée au paragraphe 2 de la justification donne:

$$j = AB^2 + \frac{\omega^2}{A}$$

Cette relation est la principale formule appliquée dans le logiciel de calcul de décélération.

5. La méthode mathématique dérivée proposée ici, associée au calculateur de décélération, permet d'obtenir pour l'approximation une valeur estimative proche de 1.

III. Considérations du Groupe de travail en matière de roulement et de freinage (GRRF)³

Lors de la soixante-septième session du GRRF, l'expert de la Fédération de Russie a présenté le document GRB-59-02 dans lequel était proposée une évaluation des résultats d'essais de résistance au roulement de pneumatiques à l'aide d'un algorithme mathématique à ajouter comme variante à l'algorithme présenté dans le texte du Règlement. Il a également présenté les résultats d'une étude de validation de l'algorithme proposé pour des pneumatiques de la catégorie C1 réalisée en France avec la coopération de la Fédération de Russie (GRB-59-07 et GRB-59-08). Le GRRF a noté que la proposition pouvait être soumise par le GRB au WP.29 en tant que complément au Règlement ONU n° 117. Le GRRF a en outre recommandé plusieurs initiatives visant à préciser la pertinence de la méthode proposée, à savoir: i) l'extension de l'étude de validation aux pneumatiques des catégories C2 et C3; et ii) la vérification de l'application de l'algorithme de substitution dans les conditions du contrôle de la conformité de la production. Le Président du GRRF a invité les experts à communiquer leurs observations sur la proposition au secrétariat du GRB avec copie à l'expert de la Fédération de Russie.

³ Cette section a été ajoutée par le secrétariat à la demande du GRB (ECE/TRANS/WP.29/GRB/57, par. 19).