Discussion

Autor(en): **Späth, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht**

Band (Jahr): **1 (1932)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-616

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

4. Eine Steigerung der statischen Vorlast durch Erhöhung der Zuglasten kann eine Brücke sprunghaft wesentlich unruhiger machen.

Die bisherigen praktischen Untersuchungen von Bauwerken mit Hilfe von Schwingungsprüfmaschinen nach Späth-Losenhausen haben ergeben, dass harmonisches Verhalten im allgemeinen für sehr kleine Erregerkräfte zu erwarten ist. Eine Steigerung der Erregerkraft zeigt sehr schnell die Ausbildung unharmonischer Erscheinungen, wie sie im Vorstehenden kurz beschrieben wurden. An Eisenbahnbrücken wurde dies besonders von Herrn Dr. Bernhard festgestellt.

Traduction.

Les trois réactions qui se manifestent lorsqu'un ouvrage se trouve soumis à une charge, c'est-à-dire la réaction élastique, l'inertie et le frottement interne ont été considérées, jusqu'à maintenant, comme croissant linéairement avec l'importance de la déformation. Une étude dynamique plus approfondie ne peut toutefois pas se contenter de cette hypothèse d'une relation linéaire, car étant donné l'importance considérable des ouvrages actuels, il n'est plus possible de se limiter à de petites déformations, ainsi qu'on a coutume de le faire dans l'étude mathématique.

Il est intéressant de préciser tout d'abord, par une représentation graphique, les propriétés, essentielles pour la technique de la construction, de ces oscillations non linéaires. On a groupé sur la figure 1, en représentation vectorielle, les trois forces particulières correspondant à différentes conditions de service. La réaction d'élasticité augmente ici suivant la courbe charge-déformation tracée en trait fort. Pour la détermination des efforts de frottement, on se basera sur la variation indiquée de la résistance de frottement. Les droites tracées à partir de l'origine indiquent les efforts d'inertie pour différents rapports de fréquence. Cet ensemble de caractéristiques permet de répondre à toutes les questions qui se posent.

La figure 2 traduit la relation entre l'amplitude des oscillations et les efforts d'excitation qui sont nécessaires pour les produire, pour différents rapports de fréquence (la fréquence 1 représente ici la fréquence propre d'oscillation de l'ouvrage pour de très petites amplitudes d'oscillation qui restent dans le domaine de l'élasticité pure). Pour un rapport de fréquence de 0,8 par exemple, l'effort d'excitation nécessaire augmente tout d'abord avec l'amplitude, passe par un maximum, puis tombe à un minimum, pour finir par augmenter à nouveau. Théoriquement, à un effort d'excitation déterminé, il correspond donc trois amplitudes d'oscillation entièrement différentes. La zone comprise entre le maximum et le minimum est toutefois labile, de sorte qu'en pratique, lorsque l'effort d'excitation croît, on constate une saute brusque de A à B et réciproquement, lorsque l'effort d'excitation décroît, on constate une saute brusque de C à D (phénomène de bascule).

A partir de la figure 2 et pour différentes valeurs des efforts d'excitation, on déduit les courbes de résonance correspondantes (fig. 4). Pour un très faible effort d'excitation, la courbe de résonance inférieure possède une allure normale, car les amplitudes les plus élevées dans la zone de résonance se trouvent encore à l'intérieur de la zone élastique. Lorsque l'effort d'excitation monte

progressivement, les courbes de résonance suivantes accusent une tendance vers des fréquences plus faibles. Ce phénomène est également instable. Lorsque la fréquence croît progressivement, l'amplitude augmente par exemple jusqu'à A. Pour une faible augmentatien de la fréquence, cette amplitude saute ensuite brusquement à B. Inversement, lorsque la fréquence diminue, l'amplitude tombe brusquement de C à D. Pour les deux courbes de résonance supérieures, le phénomène de bascule est progressivement étouffé par l'augmentation très accentuée de la résistance de frottement.

Le résultat le plus intéressant de cette recherche est que étant donné l'existence d'un rapport non linéaire, à une variation régulière de l'un des facteurs, comme par exemple la fréquence de l'excitation, l'effort d'excitation, la masse, etc... ; il peut correspondre une variation non continue, désordonnée de l'amplitude d'oscillation de l'ouvrage. Sous l'influence d'une faible variation de l'un des facteurs, peut se produire une augmentation de l'amplitude d'oscillation dans un rapport multiple du premier.

Dans le cas particulier que constitue la dynamique des ponts de chemins de fer, il est intéressant d'examiner quelles peuvent être les conséquences générales de ce qui précède, afin de faire ressortir l'importance des recherches de cette nature en ce qui concerne la question du coefficient de choc. Seule, l'étude expérimentale peut montrer dans quelle mesure les ponts de différents types, de différents âges et de différentes capacités ont un comportement non linéaire.

1. — Toutes conditions de service étant identiques par ailleurs, une augmentation désordonnée de l'amplitude d'oscillation du pont peut être provoquée uniquement par une modification de la valeur de l'effort dynamique d'excitation. Cette augmentation ne se produit toutefois que lorsque la fréquence de l'effort d'excitation, par exemple sous l'influence des efforts mis en jeu par la masse du mécanisme moteur des locomotives, se trouve plus basse que la fréquence propre du pont.

Deux types de locomotives dont les masses mettront en jeu des efforts admettant entre eux le rapport 1/2 peuvent fort bien provoquer dans le pont des oscillations dont les amplitudes ne soient nullement dans le même rapport. La locomotive qui développe le plus gros effort d'inertie peut fort bien provoquer des oscillations relativement beaucoup plus importantes.

2. — L'augmentation de la masse oscillante d'un pont au moment du passage d'un train peut également avoir pour conséquence une augmentation disproportionnée des oscillations de ce pont, dans un rapport multiple.

3. — Avec le temps, et par suite d'une modification lente dans son état effectif, il peut fort bien se faire qu'un pont accuse brusquement une altération sensible dans son comportement dynamique.

4. — Une augmentation de la charge statique initiale résultant d'une majoration des charges roulantes peut compromettre brusquement, d'une manière sensible, la sécurité d'un pont.

Les études pratiques qui ont été effectuées jusqu'à maintenant sur des ouvrages à l'aide de machines d'essai dynamique, système Späth-Losenhausen, ont montré que l'on ne peut compter d'une manière générale, sur un comportement dynamique suivant une loi harmonique, c'est-à-dire régulière et simple, que lorsque les efforts d'excitation sont très faibles. Sous l'influence d'une

augmentation de l'effort d'excitation on arrive très rapidement à des phénomènes d'ordre inharmonique, tels que ceux qui ont été mis en évidence dans ce qui précède. Ce fait a d'ailleurs été établi, tout particulièrement en ce qui concerne les ponts de chemin de fer, par le Dr. Bernhard.

Zusammenfassung.

An Hand von graphischen Darstellungen wird eine Erweiterung der Dynamik von Bauwerken gegeben, wobei die meist übliche Voraussetzung eines linearen Zusammenhangs der Kräfte mit der Verformung fallen gelassen wird. Messungen mit Hilfe von Schwingungssprüfmaschinen bestätigen die Ergebnisse der theoretischen Ableitungen. Als wichtigstes Ergebnis sei vermerkt, dass einer stetigen Aenderung eines Betriebsfaktors eine unstetige, sprunghafte Aenderung der Schwingungsamplitude des Bauwerks entsprechen kann.

Résumé.

En s'appuyant sur des représentations graphiques, l'auteur montre quels développements a subi la dynamique des constructions, développements d'où il résulte que l'hypothèse couramment admise d'une relation linéaire entre les efforts et les déformations doit être abandonnée. Les mesures qui ont été effectuées à l'aide des machines d'essai dynamique confirment les résultats d'ordre théorique. Parmi les résultats les plus importants, il faut signaler qu'une variation continue d'un des facteurs de l'exploitation de l'ouvrage peut fort bien se traduire sous la forme d'une variation disproportionnée et brusque de l'amplitude des oscillations de l'ouvrage.

Summary.

With the aid of graphic representations, an extension of the dynamics of structures is given, whereby the generally customary assumption of a linear connection between the forces and the deformation is not made. Measurements with the help of vibration testing machines confirm the results deduced theoretically. As most important result, be it noted that a continuous change in one service factor may correspond to a discontinuous sudden change in the amplitude of vibration of the structure.

J. W. SPILLER,

Chief Engineer, Crown Agent for the Colonies, London.

With the conclusions of the Bridge Stress Committee appointed by the Department of Scientific and Industrial Research as a foundation a theoretical investigation of hammer blow effects has been carried out by members of my