La physique de l'essai de rupture par traction

Autor(en): **Späth, W.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-3011

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

I 11

La physique de l'essai de rupture par traction.

Zur Physik des Zerreißversuchs.

The Physics of the Tensile Breaking Test.

Dr. phil. W. Späth,
Wuppertal-Barmen.

L'essai de rupture par traction forme, aujourd'hui encore, la base de l'essai des matériaux. La représentation graphique de la relation entre la charge appliquée et la déformation engendrée parait en principe si simple que l'étude physique du processus de mise en charge a été reléguée à l'arrière plan vis-à-vis des questions d'un caractère technique et pratique qui se posent lors de la construction des machines d'essai. L'interprétation des diagrammes fournis par les installations d'essai actuelles laisse encore une série de questions non résolues dont on s'occupe largement dans la presse technique. Par exemple, les avis sur la valeur de la limite d'élasticité ou des limites supérieure et inférieure d'écoulement sont aujourd'hui encore très partagés. De même, les résultats des essais d'endurance montrent que les caractéristiques des matériaux, déterminées par essai de rupture par traction et avec lesquelles tout le monde est d'accord, n'ont aucune relation précise avec la résistance aux efforts alternés, qui pourtant est de la plus grande importance.

Pour l'essai d'un matériau ou même d'éléments de constructions, on place la pièce à étudier dans une installation d'essai et on la soumet d'une manière quelconque à une charge croissant régulièrement. L'éprouvette est placée dans le même flux de forces que les différents éléments de l'installation d'essai qui, en général, agissent comme des masses inertes ou comme des ressorts. Une étude plus approfondie montre que l'élasticité du châssis, la compressibilité du liquide, de même que l'élévation propre de l'indicateur de force des machines d'essai actuellement en usage ne sont pas du tout à négliger et qu'au contraire la compression élastique des installations d'essai est en général beaucoup plus grande que la déformation de l'éprouvette elle-même.[1, 2]

L'influence de ces facteurs sur le processus de mise en charge est indiquée à la fig. 1. La ligne OA représente l'accroissement de la force accompagné d'un accroissement de la déformation dans l'éprouvette. Dans l'installation elle-même s'exerce un processus de mise en charge qui peut être représenté par la droite CA. Au point A règne un équilibre statique entre la force élastique de

[1] *W. Späth:* Arch. Eisenhüttenwesen 9 (1935/36), p. 277.
[2] *W. Späth:* Meßtechnik, XII (1936), p. 21.

l'éprouvette et la réaction élastique du châssis. Sous l'effet de la charge considérée AB l'éprouvette s'est déformée de OB tandis que la déformation correspondante du châssis est représentée par CB. Les deux angles α et β indiquent la grandeur des constantes d'élasticité de l'éprouvette et du châssis. Si maintenant l'éprouvette subit tout-à-coup un allongement plastique de A en D, elle tendra à se décharger suivant la droite DO'. Au point d'intersection E de cette droite avec la droite de mise en charge du châssis, le système se trouve de nouveau en équilibre car, en ce point, la force agissant dans l'éprouvette est exactement égale à la réaction élastique du châssis. L'écoulement plastique de A à D engendre deux effets. La contrainte originale tombe de AA' tandis que la déformation mesurable de l'éprouvette a augmenté de A'E. On constate immédiatement que ce processus ne dépend pas seulement de l'éprouvette mais fortement aussi des propriétés élastiques de la machine d'essai. Les résultats varient fortement avec l'élasticité propre de la machine, c'est-à-dire avec l'inclinaison de la droite CA.

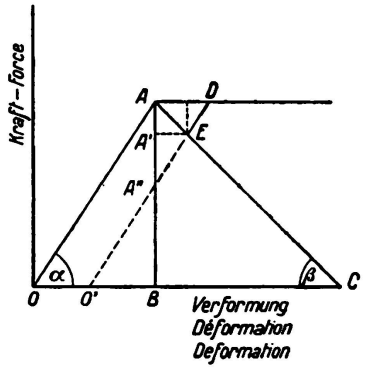

Fig. 1.

Une machine très «molle», subissant une très forte déformation propre sous l'effet de BA, présente une droite CA d'allure à peu près horizontale pour les très faibles déformations de l'éprouvette qui entrent en ligne de compte ici. L'allongement AD de l'éprouvette s'effectue par conséquent sous une tension à peu près constante et l'accroissement de la déformation, mesurable extérieurement, correspond à AD. Une telle machine peut être désignée comme machine à effet résiduel car elle permet à l'écoulement de se propager sans variation de la charge. Il en est tout autrement avec une machine «dure» dont la ligne caractéristique est donnée par la droite AB dans le cas limite d'une constante d'élasticité infiniment grande. Par suite de l'écoulement de l'éprouvette, la charge tombe de A en A'' et la déformation de l'éprouvette, mesurable extérieurement, reste invariable. Une telle machine peut être désignée comme machine à relaxation car sa déformation originale est conservée et le processus d'écoulement a pour conséquence une chute correspondante de la charge. Les machines en usage actuellement se trouvent entre ces deux cas limites et les résultats qu'elles fournissent ne peuvent pas être directement comparés si l'on ne connait pas leur élasticité propre.

Ces considérations théoriques ont été confirmées par une série d'éssais que nous avons effectués. Bien des instituts de recherches tiennent actuellement compte de ces questions qui présentent une importance fondamentale pour l'essai des matériaux.

Dans le travail cité sous 1), nous avons proposé «d'amollir» une machine d'essai en intercalant un ressort dans le flux de forces. *G. Welter*[3] a effectué de tels essais et les résultats obtenus correspondent aux prévisions. Une machine d'essai artificiellement «amollie» par intercalage d'un ressort doit, d'après ce que nous avons exposé ci-dessus, permettre à l'écoulement de se propager sans variation de la tension. Par exemple, un matériau qui présente à l'essai ordinaire des limites supérieure et inférieure d'écoulement, peut, sur une telle machine, ne subir aucune chute de tension jusqu'à la limite inférieure d'écoulement, ce qui est justifié.

Lorsque l'on a affaire à de très grandes forces, l'intercalage d'un ressort est impossible car ce dernier aurait de trop grandes dimensions. Suivant la proposition du Conseiller *von Bohuszewicz*, les établissements Losenhausen à Düsseldorf ont «amolli» une machine hydraulique de 60 t en substituant au

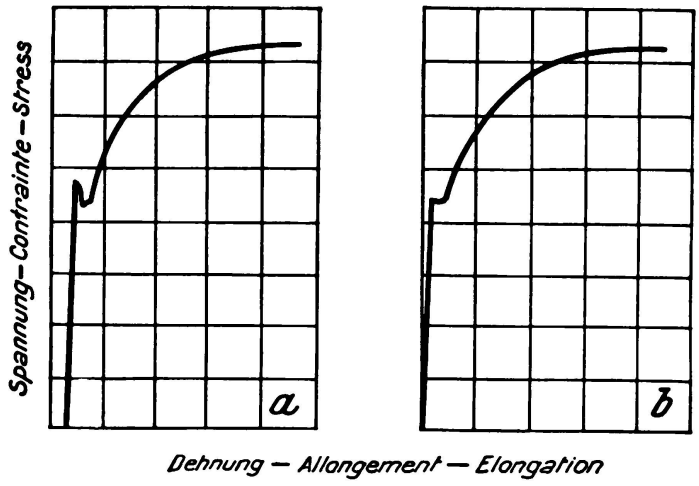

Fig. 2.

Processus d'écoulement sur une machine courante (a)
„ „ après agrandissement du réservoir d'eau (b).

cylindre compresseur un grand réservoir d'eau sous pression. Les résultats sont représentés à la fig. 2. A gauche nous donnons la courbe que l'on obtient avec la machine non transformée. On peut distinctement observer une limite supérieure et une limite inférieure d'écoulement. Si maintenant on «amollit» artificiellement la machine par introduction d'un réservoir d'eau sous pression, une seconde éprouvette du même matériau fournit la courbe de droite. On constate que le processus d'écoulement se propage sans variation de la charge par suite de la plus grande compressibilité de l'eau. On peut tirer un grand nombre d'autres conclusions sur les relations qui existent entre la formation de limites supérieure et inférieure d'écoulement et les conditions dans lesquelles s'effectue l'essai. Nous n'entrerons pas ici dans ces détails.

Il est cependant intéressant de citer une série d'essais que nous avons effectués récemment et qui sont précisément de sens contraire. Lorsque l'on rend une machine «dure», on peut espérer étudier avec plus de précision les processus qui

[3] *G. Welter:* Metallwirtschaft, XIV (1935), p. 1043.

s'effectuent dans un matériau mis en tension.[4] On exécute souvent de courts essais sur des machines à flexion rotative; le fléchissement de la barre en rotation est reporté en fonction de la charge. Dans la machine de *Schenck*, Darmstadt, ainsi que dans d'autres machines, la charge est réalisée par des poids. Dans ce cas on obtient pour la ligne élastique une ligne qui s'écarte progressivement de la ligne droite. Si l'on rend une telle machine artificiellement dure, en appliquant la charge au moyen d'un ressort beaucoup plus dur que l'éprouvette elle-même, on obtient une ligne élastique dont l'allure rappelle beaucoup les courbes de l'essai de rupture par traction avec limites supérieure et inférieure d'écoulement. La contrainte tombe très nettement d'une valeur supérieure à une valeur inférieure. Pour les matériaux très plastiques, comme l'aluminium par exemple, toute la courbe de mise en charge est constituée d'un grand nombre de ces «escaliers» de charge. On a trouvé en outre que la sensibilité suffisait pour étudier même les questions importantes de l'effet des entailles. Pour plus de détails, voir le travail qui paraîtra prochainement sur cette question.[5]

Ces quelques considérations permettent de tirer quelques conclusions importantes pour le développement des machines d'essai. En particulier, il sera possible à l'avenir d'établir des machines beaucoup plus «dures». De telles machines présentent un avantage inestimables; elles montrent les limites de charge critiques par une chute de tension facilement observable. Les machines d'essai actuellement en usage estompent au contraire ces limites importantes et les rendent même indéterminables par suite de leur propre compressibilité.

---

[4] *W. Späth:* Metallwirtschaft, 16 (1937), p. 193.

[5] *W. Späth:* Z.V.D.I. 81 (1937) p. 710 et en outre *W. Späth:* „Physik der mechanischen Werkstoffsprüfung", Julius Springer éditeur, Berlin 1938.