

jak znajomość fachu i t. p. I słusznie. Pierwszorzędny fachowiec mechanik, może być pierwszorzędnym włamywaczem, o ile nie zdołamy urobić jego charakteru. Dlatego przy wszystkich poczynaniach kształcenia zawodowego, należy jako syn- tezę kształcenia zawodowego postawić na pierw- szym miejscu kształcenie charakteru, na którym można bezwzględnie polegać. Do tego należy rów- nież dokładność w wykonywaniu robót, gdyż nie- dokładność może spowodować katastrofę, czy to przy kotłach, czy przy lokomotywie, samocho- dzie i t. p. Punktualność jest również potrzebna. Niejednej katastrofy dałoby się uniknąć, gdyby przestrzegano punktualności, nie mówiąc już o stra- cie czasu i zgrzytach spowodowanych przez nie- punktualną dostawę zamówionego przedmiotu. Je- żeli z obowiązkowością, dokładnością, punktualno- ścią, uczciwością połączy się sprawność i umiejęt-

ność zawodową, wówczas dopiero będziemy mieli człowieka wartościowego.

Naszemu uczniowi musimy wpoić, że to co on robi, nad czym on pracuje, ma tylko wówczas war- tość, jeżeli służy ogółowi, jeżeli służy społeczeń- stwu. Uspołecznienie ucznia jest naszym dalszym zadaniem kształcenia.

Uczeń winien wiedzieć, że jego poczynania za- wodowe, jego sprawność fachowa winny służyć ce- lom narodu, do którego on należy, winny służyć państwu, którego on jest obywatelem.

Uczeń winien, pracując zawodowo, mieć to prze- świadczenie, że i on dorzuca, choć mały kamień, do budowy kultury i cywilizacji narodowej.

Jeżeli tak pojmiemy kształcenie zawodowe, wten- czas dobrze będzie i jemu i społeczności narodowej, do której należy.

Prof. Dr. W. BRONIEWSKI

520.17:624.044

Wydłużenie przewężeniowe i praca przy rozrywaniu

Wydłużenie przewężeniowe.

Od czasu wprowadzenia probierek na rozcią- ganie przez *Muschenbroeka*¹⁾ wiadomo, że wydłużenie przy rozrywaniu składa się z dwóch wydłużeń odrębnych, z których jedno roz- kłada się mniej więcej równomiernie na całej dłu- gości probierki, podczas gdy drugie występuje w miejscu przewężenia.

*Charpy*²⁾ wskazuje sposób rozdzielenia wydłuże- nia przewężeniowego od wydłużenia równomiernego, które nazywa proporcjonalnym.

„Mierzac średni przekrój probierki po zerwaniu można ocenić wielkość wydłużenia proporcjonalnego i obliczyć, jako różnicę, wartość wydłużenia przewężeniowego”.

Jednak *Charpy* nie stosuje w swojej pracy roz- działu tych dwu wydłużeń, podając tylko wydłuże- nie całkowite.

Nie znajdując w pracach dotychczasowych liczb dotyczących podziału wydłużenia przy rozciąganiu na równomierne i przewężeniowe, zajęliśmy się sys- tematycznym ustaleniem ich wartości w badaniach wykonanych w Zakładzie Metalurgicznym Politech- niki Warszawskiej.

Wydłużenie przy rozciąganiu zostało określane przez trzy parametry: $A\%$, $a\%$ i $b\%$.

$A\%$ — wydłużenie całkowite przy rozrywaniu, mierzone na probierce międzynarodowej³⁾, gdzie odległość między podziałkami jest równa dziesię- ciokrotnej średnicy.

$a\%$ — wydłużenie równomierne, jest obliczone przy założeniu, że objętość walca między podział- kami probierki nie ulega zmianie przez to wydłuże- nie, zatem

$$a\% = \left(\frac{d_0^2}{d_1^2} - 1 \right) 100, \dots (1)$$

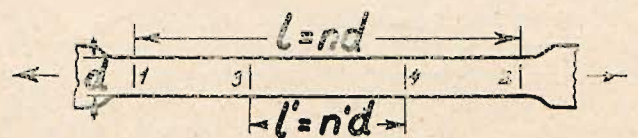
gdzie d_0 jest średnicą probierki przed próbą, a d_1 po rozerwaniu w sąsiedztwie podziałek.

$b\%$ — wydłużenie przewężeniowe ustalone zosta- je przez różnicę:

$$b\% = A\% - a\% \dots (2)$$

Wydłużenie równomierne może być mierzone na jakiegokolwiek probierce, dając liczby jednakowe w granicy błędów doświadczenia. Jeżeli więc pomiar wydłużenia całkowitego przy rozrywaniu daje licz- by różne dla probierek nie podobnych, jest to spo- wodowane przez wydłużenie przewężeniowe, które zależy od stosunku średnicy do długości, między podziałkami probierki.

Więc, gdy na probierce o średnicy d (rys. 1) wy- znacza się podziałki na odległości $l = nd$ i $l' = n'd$,



Rys. 1.

wydłużenie probierki, spowodowane przez przewę- żenie, Δl , da dla wydłużenia przewężeniowego licz- by różne b i b' , zależnie od tego, czy Δl odnosi się do długości l czy l' .

Będziemy więc mieli

$$b\% = \frac{100 \Delta l}{nd} \text{ i } b'\% = \frac{100 \Delta l}{n'd}, \dots (3)$$

wobec czego, gdy pomiar wydłużenia przewężenio- wego był wykonany dla probierki o podziałkach $l = nd$, jego wartość dla próbki o podziałkach $l' = n'd$ będzie odwrotnie proporcjonalna do tej odległości

$$b'\% = b\% \frac{n}{n'} \dots (4)$$

Ponieważ wydłużenie równomierne $a\%$ jest w

¹⁾ *Muschenbroek*. Physicae experimentales et geometriae dissertationes Lugduni Batavorum, 1729 p. 421, Rozprawa: Introductio ad cohaerentiam corporum firorum.

²⁾ *G. Charpy*. Recherches sur les alliages de cuivre et de zinc. Contribution à l'étude des alliages, Paris 1901, p. 1.

³⁾ Association Internationale pour l'essai des materiaux. Congrès de Bruxelles 1906.

obu wypadkach to samo, odnośne wydłużenia całkowite $A\%$ i $A'\%$ wyrażą się wzorami:

$$A\% = a\% + b\%,$$

$$A'\% = a\% + b\% \frac{n}{n'} = A\% + b\% \left(\frac{n}{n'} - 1 \right) \dots (5)$$

Te same wyniki, w granicach błędów doświadczalnych, będą otrzymane dla dwóch probierek różnych o wymiarach $l = nd$ i $l' = n'd$ tak, że znając wartości $A\%$ i $b\%$, dla pewnego określonego kształtu probierki, można obliczyć wydłużenia dla każdego innego kształtu.

Zastosowanie tego obliczenia jest wystarczające w wypadku, gdy podziałki nie są położone zbyt blisko rozszerzenia się cylindra probierki w jej główkę, ani zbyt blisko przewężenia. Próba rozciągania wykonana na probierce przedstawionej na rys. 1 mogłaby zatem dać dla średnicy d_1 , po rozerwaniu wartości nierówne, zależnie od miejsc pomiaru — zbyt duże przy podziałkach 1 i 2, z powodu bliskości główki i zbyt małe przy podziałkach 3 i 4 zbliżonych do miejsca przewężenia. Liczby, obliczone dla wydłużenia przewężeniowego, byłyby więc za duże dla probierki dłuższej ($l = nd$) i za małe dla probierki krótkiej ($l' = n'd$). Wartości dla b i b' nie okazałyby się więc odwrotnie proporcjonalne do długości l i l' jak to przewiduje teoria (wzór 4), lecz dawałyby pozory bardziej powolnej zmiany, wskazanej przez pewnych autorów (*Bach, Gordon, Sachs*) i nawet przedstawionej przez nich empirycznymi wzorami⁴⁾.

Jako przykład zestawienia wyników doświadczalnych z obliczeniem można wziąć liczby, uzyskane w klasycznych próbach *Barba*⁵⁾ nad stałą miękką o wytrzymałości 37 kg/mm². Przyjmując⁶⁾ dla tej stali $b = 8\%$, uzyskuje się dla skrajnych wymiarów probierek podanych w pracy następujące liczby:

Srednica d mm	Odległość między podziałkami l mm	$\frac{l}{d}$	A% znalezione	A% obliczone
10	100	$n = 10$	30.2	(30.2) przyjęte
17	50	$n' = 2.94$	50.8	49.4
17	500	$n' = 29.4$	24.8	24.9

Zgodność obliczenia z doświadczeniem wydaje się więc zadowalająca.

Praca zrywania przy rozciąganiu.

Praca zrywania probierki może być obliczona, po ustaleniu przez planimetrowanie, że powierzchnia wykresu wytrzymałościowego równa się N cm². Gdy się wie, że na jednej z osi 1 cm = p tonn obciążenia, a na drugiej 1 cm = q mm wydłużenia, praca

zzerwaniu przy rozciąganiu będzie $F = Npq$ kilogramometrów.

Ponieważ praca zrywania jest proporcjonalna do przekroju probierki S i do długości l między podziałkami, inaczej mówiąc, do objętości czynnej probierki, więc

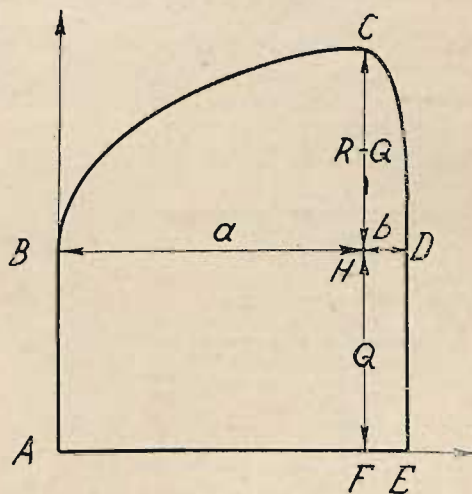
$$F = Sl \cdot 10^{-3} \cdot T = VT, \text{ czyli } T = \frac{Npq}{V} \dots (6)$$

gdzie V jest objętością w cm³, między podziałkami probierki, a T pracą zrywania probierki o $V = 1$.

Dla określenia wartości T przez wzór (6) należy posiadać wykres wytrzymałościowy probierki i znać jej wymiary. Zwykle zna się jedynie wytrzymałościowe dane stopu, jak wytrzymałość na rozciąganie R kg/mm², granicę sprężystości Q kg/mm² i wydłużenie przy rozerwaniu $A\%$.

Wartość T może wtedy być obliczona wychodząc z wykresu wytrzymałościowego rekonstruowanego na podstawie wytrzymałościowych danych metalu. W celu dokonania tej rekonstrukcji należało ustalić kształt geometryczny krzywych wykresu wytrzymałościowego⁷⁾ i można było stwierdzić, że upodobią się najlepiej do odcinka elipsy.

Wychodząc z tego założenia, dogodnym jest obliczyć pracę zrywania probierki w kształcie przecięcia o przekroju 1 mm² i długości 100 mm, której objętość czynna jest 0,1 cm³ i której praca zrywania przy rozciąganiu, równa 0,1 T , będzie wskazana w gramometrach, gdy liczby R i Q będą wyznaczone w kg/mm², zaś liczby A , a i b wskazują wydłużenia w procentach.



Rys. 2.

Powierzchnia całkowita wykresu, będąc równą sumie powierzchni (rys. 2) $ABDEA + BCHB + HCDH$ może być wyznaczona przez wzór

$$0,1 T = (a + b) Q + \frac{\pi a}{4} (R - Q) + \frac{\pi b}{4} (R - Q) = \\ = QA + \frac{\pi}{4} (R - Q) A \dots (7)$$

W tym obliczeniu założyliśmy, że punkt B jest położony na osi obciążeń, aczkolwiek wydłużenie nietrwałe daje się już zauważyć na granicy sprężystości. Powierzchnia obliczona wypada więc nieco

⁴⁾ Prof. A. Krupkowski (Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. II str. 12 wzór 15) wprowadza w swoim wzorze, dotyczącym zależności między wydłużeniem, a kształtem próbki, nie wydłużenie przewężeniowe, lecz przewężenie. Ten wzór oparty na teorii zgadza się dobrze z doświadczeniem.

⁵⁾ Barba, Mém. Soc. Ing. civ. 1880. t. I, str. 683. Commission des méthodes d'essais des matériaux de construction, t. 3, str. 5.

⁶⁾ Broniewski, Przedpelski i Sulowski, C. R. Acad. Sc Paris, t. 204 (1937), str. 1874.

⁷⁾ Broniewski i Lewandowski, Revue de Fondérie Moderne t. 27 (1923), str. 175.

wyższa od tej, którą się otrzymuje przez planimetriowanie, zaś równoży się w przybliżeniu tę różnicę, zastępując we wzorze liczbę π przez cyfrę 3.

$$T = \frac{3R + Q}{4} A \cdot 10^{-2} \text{ kilogramometrów cm}^3 \quad (8)$$

Dla stopów, które wykazują przybliżoną proporcjonalność między wytrzymałością na rozciąganie i granicą sprężystości, wzór upraszcza się jeszcze

$$T = AR \cdot \text{const.}$$

Naprzykład, dla wyżarzonych stali węglistej można, w pierwszym przybliżeniu, używać wzoru $T = 0,92 AR$.

Wzory, wyznaczające pracę zrywania przy rozciąganiu były sprawdzane przez porównanie z planimetrowanymi wykresami niektórych stopów przemysłowych, zwłaszcza mosiądzów, brązów, stopów miedź-nikiel, stali miękkich, półtwardych i twardych wyżarzonych.

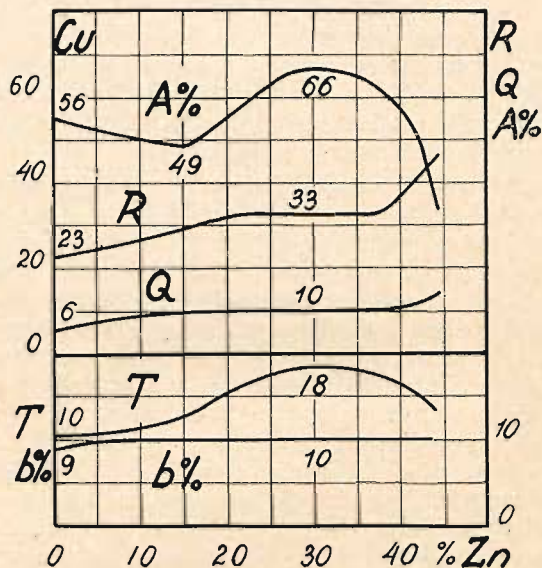
Wszystkie sprawdzenia były dokonane na stopach, wykazujących przy rozerwaniu zarówno wydłużenie równomierne, jak i wydłużenie przewężeniowe. Pozostawałoby jednak do sprawdzenia zastosowanie tych wzorów w wypadkach występujących rzadziej, gdzie wydłużenie równomierne zanika w następstwie zgniotu, bądź rozwija się nadmiernie gdy zachodzi rekrytalizacja po zgniotu w temperaturze próby.

Przykłady zastosowania.

Rysunki 3—7 obrazują główne własności wytrzymałościowe w zależności od składu kilku technicznych stopów po walcowaniu. Pole wyższe każdego rysunku jest poświęcone wykresom wytrzymałości na rozciąganie ($R \text{ kg/mm}^2$), granicy sprężystości (Q

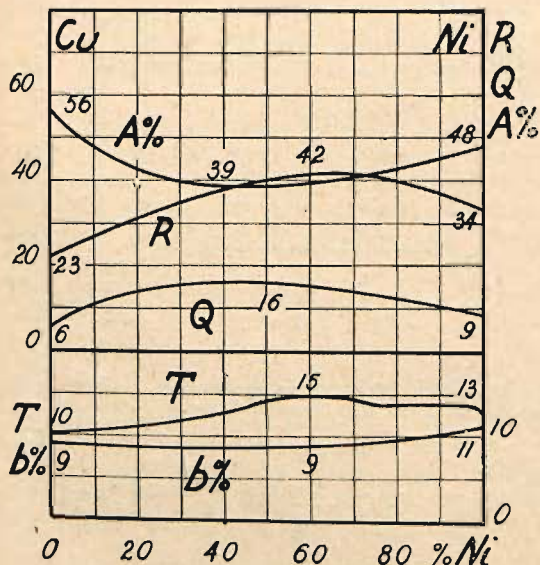
niowe na probierce międzynarodowej ($b\%$). Oznaczenia odnoszą się do literatury wskazanej na końcu pracy.

Widzimy, że praca przy rozrywaniu zmienia się w szerokich granicach wskazując, z większą pewnością niż każdy inny parametr me-

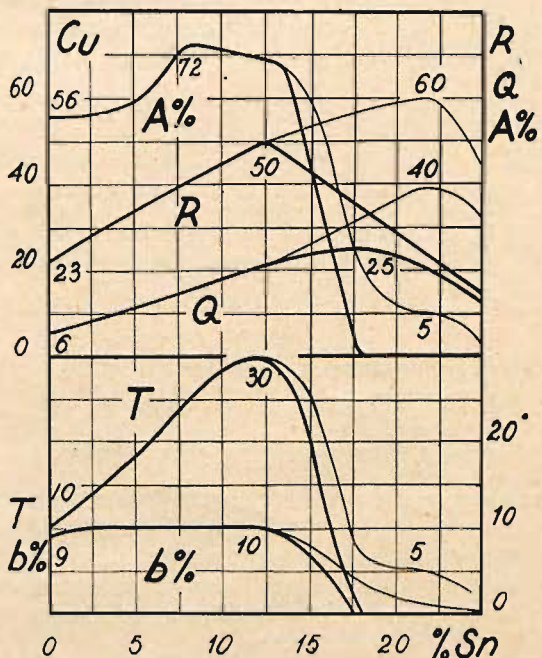


Rys. 4. Miedź-cynk. Własności wytrzymałościowe stopów zabezpieczonych przed utlenieniem i wyżarzonych, według Broniewskiego i Trzebskiego (2).

chaniczny, stop najbardziej zdalny, w swojej kategorii, do zastosowania technicznego.



Rys. 3. Miedź-nikiel. Własności wytrzymałościowe stopów wyżarzonych według Broniewskiego i Kuleszy (1).



Rys. 5. Miedź-cyna. Własności wytrzymałościowe stopów starannie ujednorodnionych według Broniewskiego i Wawrzynkiewicza (3). Linia grubsza odpowiada stopom wyżarzonym, a linia cieńsza — stopom hartowanym przy 720°.

kg/mm^2) i wydłużeniu całkowitemu przy rozerwaniu na probierce międzynarodowej ($A\%$).

Pole niższe zawiera wykresy pracy zerwania przy rozciąganiu ($T \text{ k} \cdot \text{m/cm}^3$) i wydłużenie przewężeniowe

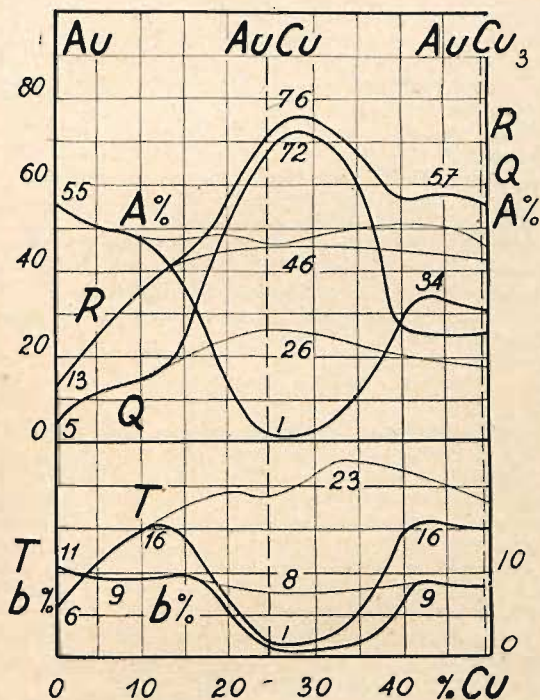
Wydłużenie przewężeniowe utrzymuje się ze stałością godną uwagi, w sąsiedztwie

10% dla całej serii stopów technicznych miedzi (Rys. 3, 4, 5 i 6), co oznacza że probierka wydłużo-

na pewne kategorie stopów, których dokładny skład nie jest znany. Naprzykład, doświadczenia *Sachsa i Stenzela*⁸⁾ odnoszą się do blach z brązu, oznaczonego jako W. Br. 6. 1., którego wydłużenie przewężeniowe nie było określone, lecz które przyjęto $b\% = 10$.

Porównanie pomiarów skrajnych z obliczeniami daje następujące wyniki:

Grubość a mm	Szerokość b mm	Odległość między podziałkami		A% znalezione	A% obliczone
		średnica fikcyjna = $1,13 \sqrt{ab}$			
5	15,7	n = 10		76,8	(76,8) (przyjęte)
5	15,7	n' = 5		85,6	86,8
0,5	25	n' = 25		70,3	70,8



Rys. 6. Złoto-miedź. Własności wytrzymałościowe według *Broniewskiego i Wesolowskiego* (4). Linia grubsza odpowiada stopom wyżarzonym, linia cieńsza stopom, które przeszły hartowanie od 650° zapobiegające tworzeniu się związków AuCu i AuCu₂.

Różnice między wartościami obliczonymi a znalezionymi nie przekraczają granic błędów doświadczalnych.

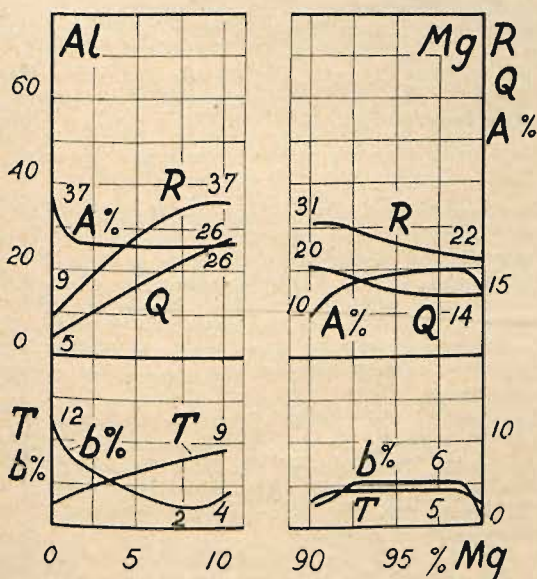
Nie odnajduje się tej prostej zależności dla wydłużenia przewężeniowego stopów aluminium-magnez (rys. 7), lecz zjawia się ona znowu dla stopów złoto-srebro (11), srebro-miedź (8), oraz dla stopów lekkich aluminium-cynk z dodatkiem 3% miedzi (13).

Zgniot stopów wpływa przede wszystkim na wydłużenie równomierne $a\%$, zanikające dla zgniotu Z_0 , który można określić z góry z wystarczającym przybliżeniem przez wzór *Krupkowskiego* (l. cit, wzór 37)

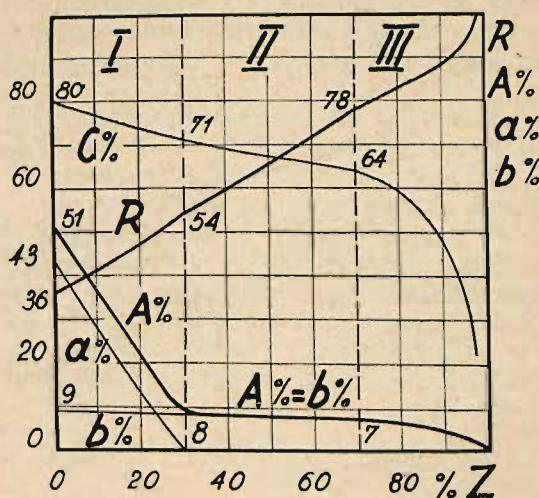
$$Z_0 = \frac{100 a_0^0}{a_0^0 + 100}$$

Redukcja $a\%$ wskazuje koniec pierwszej fazy zgniotu i wywołuje na wykresie wydłużenia całkowitego $A\%$ (rys. 8) charakterystyczne załamanie. Powyżej pierwszej fazy zgniotu, dla wielkiej liczby

na została na skutek przewężenia o 10% swej długości znakowanej. Wobec tego, że średnica probierki międzynarodowej, na której robiono pomiary,



Rys. 7. Aluminium-magnez. Własności wytrzymałościowe stopów hartowanych od 450° według *Broniewskiego, Bernaciaka i Błażewskiego* (5).



Rys. 8. Własności mechaniczne mosiądzu o zawartości 33% cynku w zależności od zgniotu według *Broniewskiego i Pełczyńskiego* (22). Zgniot jest mierzony w % zmniejszeniu przekroju w odniesieniu do przekroju pierwotnego.

wynosi również 10% tej długości, widzimy że przewężenie wydłuża w tych stopach probierkę o tyle, ile wynosi jej średnica.

Zastosowanie wzoru 5 rozciąga się w ten sposób

⁸⁾ *Sachs u. Stenzel*. Mitteilugend. deutsch. Materialprüfungsanstalten, Sonderhaft 10, s. 58.

stopów, wydłużenie całkowite równa się wydłużeniu przewężeniowemu $A\% = b\%$.

Podczas trzeciej fazy zgniotu, zaznaczonej przede wszystkim spadkiem przewężenia ($C\%$, rys. 8), wydłużenie przewężeniowe dąży także do zera

Streszczenie.

1. Całkowite wydłużenie przy rozrywaniu $A\%$, ustalone próbą na rozciąganie może być rozdzielone, bez prób dodatkowych, na wydłużenie równomierne $a\%$ i wydłużenie przewężeniowe $b\%$:

$$a\% = \left(\frac{d_0^2}{d_1^2} - 1 \right) 100 \text{ i } b\% = A\% - a\%,$$

przy czym d_0 oznacza średnicę probierki przed próbą, zaś d_1 średnicę probierki w pobliżu kresiek, po zerwaniu.

Znajomość wydłużenia przewężeniowego pozwala na przeliczenie wydłużeń całkowitych otrzymanych dla probierek rozmaitych typów, nie odpowiadających zasadzie podobieństwa

$$A'\% = A\% + b\% \left(\frac{n}{n'} - 1 \right)$$

przy czym $A\%$ i $b\%$ otrzymane zostały dla probierki, w której odległość pomiędzy kreskami wynosi n razy jej średnicę, zaś poszukiwana wartość A' odpowiada probierce, w której odległość pomiędzy kreskami wynosi n' razy jej średnicę.

2. Praca przy rozrywaniu T , wyznaczana zazwyczaj przez planimetrowanie wykresu wytrzymałościowego, może być obliczona, z wystarczającą dokładnością, na podstawie znanych wartości wytrzymałości na rozerwanie R , granicy sprężystości Q i całkowitego wydłużenia przy rozerwaniu $A\%$:

$$T = 0,0025 (3R + Q) A\%,$$

gdzie praca T wyrażona jest w kilogramometrach na cm^3 objętości probierki pomiędzy kreskami, gdy R i Q oznaczone są w kg/mm^2 , zaś $A\%$ odpowiada probierce międzynarodowej ($n = 10$).

Znajomość pracy przy rozrywaniu może być pomocna przy oznaczaniu najlepszych stopów w zależności od składu, od obróbki termicznej i mechanicznej.

3. Podane wykresy wydłużenia przewężeniowego i pracy na rozrywanie (rys. 3—7) uwidoczniają że dla niektórych stopów miedzi, wydłużenie przewężeniowe utrzymuje się w pobliżu 10%.

Przykład zmiany własności mechanicznych w zależności od zgniotu (rys. 8) wykazuje, że oddawna znane załamania na wykresie całkowitego wydłużenia ($A\%$) spowodowane jest przez zanik wydłużenia równomiernego ($a\%$) i wynikające stąd utożsamienie wydłużenia przewężeniowego z wydłużeniem całkowitym.

PRACE DOTYCZĄCE WYDŁUŻENIA PRZEWĘŻENIOWEGO.

A. Wydłużenie przewężeniowe w zależności od składu.

1. *Broniewski et Kulesza*, Métaux et Corrosion, 12 (1937) str. 67. Sur les propriétés mécaniques des alliages du cuivre avec le nickel.
2. *Broniewski i Trzebski*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 4 (1934) str. 3. O mechanicznych własnościach stopów miedzi z cynkiem. Revue de Fonderie Moderne, 28 (1934) str. 173.
3. *Broniewski et Wawrzyńkiewicz*, Revue de Fonderie Mo-

derne, 30 (1936) str. 147. Sur les propriétés mécaniques des alliages cuivre-étain.

4. *Broniewski et Wesolowski*. C. R. Acad. Sc. Paris, 198 (1934) str. 370. Sur la structure des alliages or-cuivre. C. R. 198 (1934) str. 569. Sur les propriétés mécaniques des alliages or-cuivre. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, t. 1 (1934) str. 44. Sur les alliages or-cuivre.
 5. *Broniewski, Bernaciak et Błażewski*. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, t. 4 (1937) str. 289. Sur les propriétés mécaniques des alliages aluminium-magnésium.
 6. *Broniewski i Jaślan*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 3 (1933) str. 95. Wpływ tlenu na własności miedzi. C. R. Acad. Sc. Paris, 196 (1933) str. 174.
 7. *Broniewski et Lewandowski*. C. R. Acad. Sc. Paris, 201 (1936) str. 273 L'influence du soufre sur les propriétés du cuivre.
 8. *Broniewski i Koślacz*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 3 (1933) str. 46. Stopy miedzi ze srebrem. C. R. Acad. Sc. Paris 194 (1932) str. 973.
 9. *Broniewski et Jaślan*. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, t. 3 (1936) str. 141. Sur les alliages du cuivre avec le manganèse.
 10. *Bernadzikiewicz i Broniewski*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 3 (1933) str. 102. Stopy glinu z litem.
 11. *Broniewski i Wesolowski*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 3 (1933) str. 84. Stopy złota ze srebrem, jako typowy przykład ciągłych roztworów stałych. C. R. Acad. Sc. Paris, 194 (1932) str. 2047.
 12. *Broniewski et Piłko*. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, t. 3 (1936) str. 231. Sur les propriétés mécaniques des alliages légers aluminium-cuivre.
 13. *Broniewski i Kowalski*. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, t. 4 (1937) str. 216. Sur les propriétés mécaniques des alliages zinc-aluminium.
 14. *Broniewski i Lewandowski*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 4 (1934) str. 71. Odtlenienie mosiądzów. Revue de Fonderie Moderne 27 (1933) str. 175.
 15. *Broniewski, Przedpelski i Sułowski*. C. R. Acad. Sc. Paris, 204 (1937) str. 1874. Sur quelques propriétés physiques et mécaniques des aciers très purs.
- B. Wydłużenie przewężeniowe w zależności od temperatury.
16. *Broniewski i Wesolowski*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 4 (1934) str. 46. Zależność mechanicznych własności mosiądzów od temperatury. Revue de Métall. 30 (1933) str. 395 i 453.
 17. *Broniewski et Szreniawski*. Revue de Métall. 33 (1936) str. 442. Influence de la température et de l'érouissage sur les propriétés mécaniques d'un bronze pour médailles.
 18. *Broniewski et Szrojt*. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, t. 2 (1935) str. 70. Sur les propriétés mécaniques de la perlite industrielle.
- C. Wydłużenie przewężeniowe w zależności od zgniotu.
19. *Broniewski i Król*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. 3 (1933) str. 27. Badania nad zgniotem żelaza. C. R. Acad. Sc. Paris, 193 (1931) str. 38.
 20. *Krupkowski*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 2 (1930). Mechaniczne własności miedzi. Revue de Métall. 28 (1931) str. 529, 598, 641; 29 (1932) str. 16 i 74.
 21. *Krupkowski et Balicki*. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, 3 (1936) str. 90. Propriétés physiques et mécaniques du cuivre écroui.
 22. *Broniewski i Pelczyński*. Prace Zakł. Metalurg. P. W. t. 4 (1934) str. 17. O zgniotcie odpuszczaniu i wyżarzaniu mosiądzów. Revue de Métall. 31 (1934) str. 48 i 90.
 23. *Broniewski et Ziębiński*. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, 2 (1935) p. 199. Sur les propriétés mécaniques de l'argent monétaire polonais.
 24. *Broniewski et Perlberg*. Ann. Acad. Sc. Techn. Varsovie, 4 (1937) p. 199. Sur le traitement thermique et l'érouissage de l'alliage argent-cuivre, I-er titre polonais. (940^o/00).
 25. *Broniewski et Glotz*. C. R. Acad. Sc. Paris, 204 (1937) p. 1473. Sur les propriétés physiques et mécaniques du fer pur en fonction de l'érouissage. Patrz również Nr. 1, 2, 5 i 17.
- D. Wydłużenie przewężeniowe w zależności od obróbki cieplnej.
- Patrz Nr. 3, 4, 5, 10, 12, 13, 18, 21, 23 i 24.