

czy nie opierać się na linii (2) wykresu na rys. 2, lecz na linii (1); a więc wychodząc z zależności:

$$\text{Mom.} = 716200 \frac{N}{n} = \frac{1}{2} P D = \frac{1}{2} k_s f D =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{K}{\sqrt[4]{f}} f D = \frac{1}{2} K \sqrt[3]{f} \cdot D$$

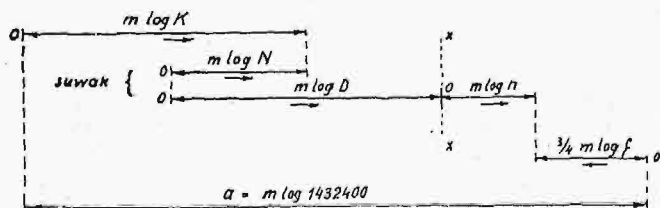
$$\text{i} \quad 1432400 \frac{N}{n} = K \sqrt[3]{f} \cdot D,$$

powinien był Hippler wziąć za podstawę obliczenia liczby obrotów; po zlogarytmowaniu i pomnożeniu przez  $m$  znajdujemy stąd:

$$m \log K - m \log N + m \log D + m \log n + \frac{3}{4} m \log f =$$

$$= m \log 1432400 = a.$$

Odnosny układ podziałek znajdujemy na rys. 5; pierwsze nastawienie suwaka uwzględnia kolejno wielkości  $K$ ,  $N$  i  $D$ , poczem nasuwając na linię  $x-x$  włos okienka przesuwamy suwak w prawo, aby początek podziałki znalazł się pod włosiem, t. zn. na linii  $x-x$ ; u spodu części suwaka mamy dodatkową podziałkę  $f$ , wykonaną przy mniejszym module  $m' = \frac{3}{4} m$ ; możemy



Rys. 5.

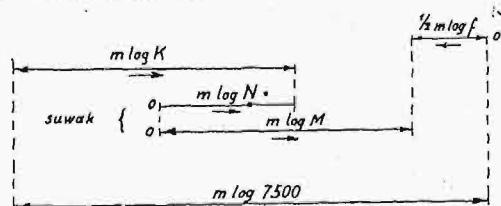
teraz dowolnie wybierać przekrój między znalezionym przedtem przekrojem charakterystycznym i znanym nam przekrojem niebezpiecznym, dobierając jednocześnie odpowiednio obroty wrzeciona  $n$ .

Przy tym układzie podziałek suwaka i w pierwszej części zadania, t. z. przy znajdowaniu przekroju charakterystycznego, zasłabyły małe zmiany; uwidocznione to jest na rys. 5.

## Doświadczenia nad ciepłem tworzącym się podczas zgniotu metali<sup>1)</sup>.

Stan wszystkich metali miękkich, jak np. miedzi lub aluminium, poddanego zgniotowi na zimno, różni się bez wątpienia znacznie od stanu pierwotnego przed odkształceniem plastycznym. Wiele zaciekawienia budzi przytem zjawisko „utwardzania”, jako wynik obróbki mechanicznej na zimno. Istnieje kilka hipotez, usiłujących wyjaśnić bliżej mechanizm utwardzania metali. Według szkoły angielskiej, zapoczątkowanej głównie przez badania Beilby'ego<sup>2)</sup>, zwiększenie twardości odkształcanego plastycznie metalu, przypisać należy tworzeniu się warstewek bezpostaciowego (amorfego) mater-

Należy przyznać, że gdyby nie podstawy na jakich oparta jest zasada suwaka, a na które trudno się zgodzić, w ten sposób skorygowany suwak Friedricha — Hipplera byłby bardzo trafnym rozwiązaniem, mającym tę dobrą stronę, że czyniłby zbędnym posiłkowanie się tablicami szybkości praktycznych skrawania (suwak prof. Mierzejewskiego — por. jego „Zasady obróbki metali” str. 76), oraz znacznie uprościłby oryginalny suwak Taylora.



Rys. 6.

Do słabych stron książki Hipplera zaliczyć należy nadmierną jej rozwlekłość, często wynikającą z wielokrotnego powtarzania tych samych myśli i zbędnych frazesów — oraz mnóstwo odsyłaczy do dalszych rozdziałów książki.

Przyznać jednak trzeba, jak to zaznaczyłem na początku, że książka zawiera wiele cennych spostrzeżeń i pięknych myśli. Do takich zaliczyć wypada stanowczo w pierwszej linii ogólną krytykę przyjętą często w przemyśle zwyczajów, że podczas gdy najskrupulatniej oblicza się np. koszt jednego kilograma pary aż do drobnego ułamku grosza, gdy do ostateczności posuwa się pedantyczną ścisłość w prowadzeniu ksiąg materiałowych, w dziedzinie akordów lub premii tak bardzo często jedyny i decydujący głos ma majster oddziałowy, oceniający rzeczy te na oko, według swego „czucia zawodowego”, bo tak mało jeszcze mamy przygotowania do ścisłego rzeczowego ujmowania tych spraw.

Pomimo tych niektórych jasnych stron uważam, że książka Hipplera nie należy do tych dzieł, których przyswojenie naszej literaturze miałyby przynieść wielki pożytek.

Ja tu w bezpośrednim sąsiedztwie płaszczyzn poślizgów krystalicznych. Tworzeniu się materiału bezpostaciowego kosztem masy krystalicznej musi towarzyszyć zmiana energii wewnętrznej. Według Hencky'ego<sup>3)</sup> utwardzenie polega przede wszystkim na magazynowaniu w odkształconych plastycznie ciałach pewnej, niekiedy może znacznej, ilości energii sprężystej. Istnieją jeszcze inne sposoby wytłomaczenia zjawiska utwardzania (Czochralski, Polanyi).

Na tle tych sprzeczności, wartość zasadniczą posiada sprawdzenie doświadczenia fakt, czy praca, wydatkowana na odkształcenie plastyczne, przechodzi całkowicie w ciepło, lub inaczej, czy energia wewnętrzna ciała zmienia się wskutek zgniotu.

Jest rzeczą charakterystyczną, że doświadczeń

<sup>1)</sup> W. S. Farren i G. I. Taylor, F.R.S., prof. badacz Tow. Król. Nauk (fund. Yarrow): The Heat developed during Plastic Extension of Metals. Proc. Roy. Soc. Tom 107. A, 1925 r. str. 422 — 451.

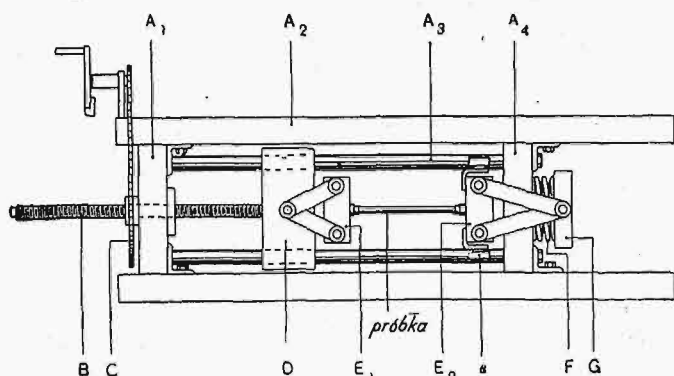
<sup>2)</sup> Sir George Beilby, F.R.S.: Aggregation and Flow of Solids. Macmillan 1921.

<sup>3)</sup> H. Hencky (Delft): Zur Theorie plastischer Deformationen und der hierdurch im Material hervorgerufenen Nachspannungen. Z. für angew. Math. u. Mech., 1924, str. 323) W tym ciekawym artykule podaje Hencky model mechaniczny, uzmysławiający doskonale mechanizm utwardzania.

w tym zakresie wykonano dotąd mało, a zdania w tej sprawie różnią się bardzo<sup>4)</sup>.

Wykonane niedawno w laboratorium Cavendish'a w Cambridge przez W. Farren'a i G. I. Taylor'a doświadczenia nad ciepłem, tworzącym się podczas odkształceń plastycznych, posiadają w tych warunkach dużą doniosłość, zwłaszcza ze względu na odpowiedni wybór metody i precyzję pomiarów.

Metoda polegała na szybkim rozciąganiu próbek z miękkiej stali, miedzi, aluminium, wreszcie pojedynczych kryształów aluminium i mierzeniu wzrostu temperatury. Pomiaru kalorymetryczne, jako zbyt niedokładne, musiały być odrzucone, i tem tłumaczy się wybór innej metody<sup>5)</sup>. Wobec tego, że typowe maszyny wytrzymałościowe nie nadają się do szybkich odkształceń, trwających kilka sekund, zbudowano specjalną maszynę do rozciągania, zaopatrzoną w mocne sprężyny, których zmiana długości dawała możność zarejestrowania siły rozciągania, sięgającej jednej tonny. Należyte skalibrowanie omawianych sprężyn dawało możność dokładnego wyznaczenia pracy na podstawie otrzymanego wykresu rozciągania.



Rys. 1. Układ maszyny wytrzymałościowej.

$A_1, A_2$  — rama;  $A_3$  — prowadnik prętowy;  $A_4$  — rama;  $B$  — śruba pociągowa;  $C$  — napęd nakrętki;  $D$  — sanki;  $E_1, E_2$  — zaciski;  $F$  — rolki;  $G$  — poprzeczka.

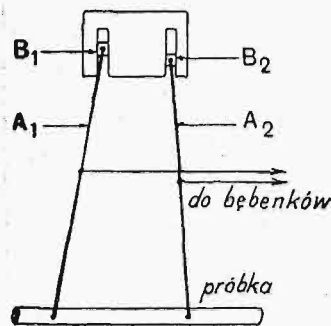
Przy szybkim jednostajnym plastycznym wyciągnięciu próbki, zmierzenie temperatury wewnątrz próbki, w środkowej jej części, i porównanie jej z obliczoną na podstawie splanimetrowania wykresu rozciągania, jest metodą o wiele ściślejszą od kalorymetrycznej. Należało zapewnić się jedynie, czy pomiar powyższy jest zakłócony przez przewodnictwo samej próbki, zamocowanej w zaciskach maszyny do rozciągania, oraz przez otaczające powietrze, jak również czy pomiar za pośrednictwem ogniwa termoelektrycznego i galwanometru był pewny i szybki. Szereg przedwstępnych pomiarów wykazał, że para termoelektryczna, umieszczona w środku przewierconej na wylot próbki (stanowiącej rurkę), reagowała

<sup>4)</sup> Rosenhain w art. o metalach, opublikowanym w „Dictionary of Physics”, tom V, str. 398, cytując wyniki doświadczeń z nieukończonych prac, wykonywanych przez dr. Sinnat'a w National Physical Laboratory, z której wynikałoby, że w pewnych warunkach zaledwie 10% pracy ujawnia się w postaci ciepła, zaś 90% jest zużyte na zmianę. Brak bliższych wiadomości o tych doświadczeniach nie pozwala omówić krytycznie tego sensacyjnego wyniku.

<sup>5)</sup> Już podczas korekty porównałem wyniki pracy referowanej przeze mnie z rozprawą W. Horta: Über Wärmevergänge beim Längen der Metalle (Forsch. V. D. I. № 41) i przekonałem się o zgodności znalezionych współczynników doświadczalnych, otrzymanych zapomocą metody kalorymetrycznej z podanymi poniżej.

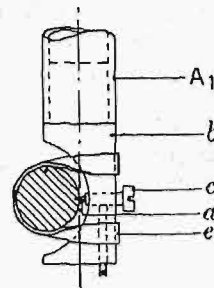
niezmiernie szybko na zmiany temperatury, rejestrowanej następnie fotograficznie zapomocą specjalnie zbudowanego galwanometru.

W doświadczeniach Farren'a i Taylora na specjalną uwagę zasługuje urządzenie maszyny wytrzymałościowej i ekstensometru, dającego wykres rozciągania. Rys. 1 zapoznaje nas z konstrukcją samej maszyny. Jest to



Rys. 2. Układ ekstensometru.

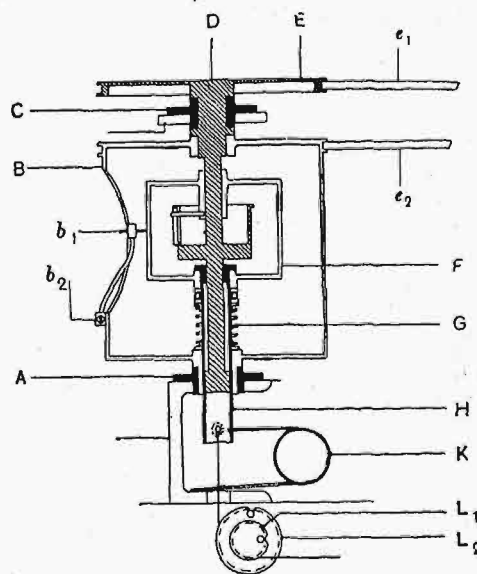
$A_1$  i  $A_2$  — drążki;  
 $B_1$  i  $B_2$  — prowadnice.



Rys. 3. Sposób przymocowania drążka  $A$  do próbki badanej.

$A_1$  — drążek;  $b$  — nasadka;  
 $c$  — śrubka regulująca;  
 $d$  — igła gramofonowa;  
 $e$  — wstążeczka kauczukowa.

maszyna pozioma, w której próbkę rozciąga się zapomocą śruby pociągowej, i nakrętki, obracanej zapomocą przekładni łańcuchowej. Do prostokątnej ramy z żelaza korytkowego, przymocowane zostały pręty okrągłe, stanowiące prowadnice dla saneczek, do których przymocowano zaciski do próbek. Tylne saneczki były połączone z poprzeczką, ściskającą dwie mocne krótkie sprężyny kręte, których skrócenie odpowiadało wywartemu naciskowi.



Rys. 4. Mechanizm wykresowy.

$A$  — łożysko;  $B$  — bębenek zewnętrzny obracany zapomocą wstążeczki stalowej  $e_2$ ;  $C$  — łożysko;  $D$  — wrzeciono z kółkiem  $E$ , obracane zapomocą wstążeczki stalowej  $e_1$ ;  $F$  — bębenek wewnętrzny;  $G$  — sprężynka dociskająca bębenek  $F$  do kołnierza;  $H$  — rurka;  $K$  — sprężyna;  $L_1, L_2$  — koła przenoszące ruch sprężyn  $F_2$  rys. 1;  $b_1, b_2$  — ramka trójkątna z rylcem.

Ze względu na dość znaczne rozciągnięcia próbki, należało użyć specjalnego ekstensometru. W tym celu do próbki w dwóch miejscach przymocowane zostały za pośrednictwem igieł gramofonowych końce dwóch lekkich drążków rurkowych  $A_1$  i  $A_2$ , których dwa inne koń-



ce osadzone zostały w prowadnicach  $B_1$  i  $B_2$  (rys. 2). Schemat połączenia drążka  $A$  z próbką zapomocą igły gramofonowej i wstążeczki gumowej przedstawia rys. 3. Cienkie wstążeczki stalowe przenosiły ruch drążków  $A$  do aparatu rejestrującego przebieg rozciągania i składającego się z dwóch bębneków, z których wewnętrzny otrzymał, oprócz obrotu, jeszcze przesuw osiowy zapomocą mechanizmu, połączonego z poprzeczką, ściśkającą sprężyny. Do bębna wewnętrznego przymocowania była wstęga celuloidowa (z filmu kinematograficznego po zdjęciu żelatyny), na której krzywą rozciągania kreślił miniaturowy rylec, przymocowany do trójkątnej ramki w okienku bębna zewnętrznego. Jak widać z powyższego, urządzenie powyższe zapożyczone zostało ze znanych indykatorów do silników lotniczych i wibrografów Collins'a (Cambridge Scientific Instr. Co.). Otrzymane wy-

kresy posiadały długość od 6 do 10 mm i rozpatrywane były przez lupę. Wykazały one zupełną subtelność w punktach wykresu, odpowiadających przekraczaniu granicy plastyczności.

Doświadczenia wykazały, że wzrost energii wewnętrznej materiału wynosi dla:

stali . . . . .	13,5%	pracy wydatkowanej na zgniot
miedzi . . . . .	8 do 9,5%	" " "
dla aluminium . . . . .	7 do 8%	" " "
dla pojedynczych		
kryształów Al. 4,5 do 5%	"	" "

Autorzy zaznaczają konieczność przeprowadzenia doświadczeń, wyznaczających omawiane wartości zapomocą innych niezależnych metod doświadczalnych, ze względu na naukową doniosłość zagadnienia.

H. Mierzejewski.

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

### MATERJAŁY BUDOWLANE.

#### Zależność wytrzymałości betonu od przygotowania mieszanki.

Omawiając wielki wpływ, jaki wywiera na wytrzymałość betonu staranne i właściwe przygotowanie mieszanki, podaje czasop. amer. Concrete (Nr. 1 z r. b) zestawienie poniższe, oparte na porównaniu z przygotowanym należycie betonem o wytrzymałości 176 kg/cm<sup>2</sup>.

Czynniki	Uchybienia	Wpływ na wytrzymał. bet. kg/cm <sup>2</sup>	Sumarycz. wpływ kolejn. uchybień kg/cm <sup>2</sup>	Środki zapobiegawcze
Zawartość cementu	— o 8% za mało	176 158	176 158	— Staranne mieszanie
Skład części dodatk. mieszanki	40% tłuczni 60% piasku	127	113	Próba przesiew.
Zawart. wody	o 30% za dużo	105	56	Wyznacz. zawart. zapom. próby osad. (slump test)
Czas mieszania	16 sek.	137	44	Mieszać w ciągu 1 minuty (kontrolować zapom. zegarka)
Mieszanka	zbyt sucha (latem) zbyt zimna (zimą)	130	32	Utrzymywać mieszk. ciepłą w zimie oraz wilgotną latem

Wartość tych liczb polega na tem, że są one oparte na dziesiątkach tysięcy prób, przeprowadzonych w „Structural Research Laboratory”, Lewis Institute, Chicago, Ill. (tylko liczby 4-tej rubryki są oparte częściowo na obliczeniach teoretycznych).

Wobec wielkiej ilości i rozmiarów budowli żelbetowych i betonowych w St. Zjednocz., zastosowano tam metody naukowe do badań betonu na miejscach robót. Wyniki takich badań, dokonanych przy budowie wielkiego mostu żelbetowego na rz. Great Miami River pod Sidney (Ohio), mogą być streszczone w sposób nast.:

1) Należyty dobór materiałów i mieszanie daje możność osiągnięcia żądanej wytrzymałości z dużą dokładnością również i na miejscu budowy, przyczem zupełnie dobrze mogą być stosowane metody laboratoryjne.

2) Mieszanka zupełnie sucha daje się obrabiać bez trudności i umożliwia dużą oszczędność cementu, w porównaniu z mieszaniną moką o tej samej wytrzymałości.

3) Dawanie przepisów co do składu betonu w postaci stosunku 1:2:4 lub 1:3:6 i t. d., bez dodatkowych wskazówek co do składu i wielkości ziaren materiałów, jest niedostateczne dla oceny wytrzymałości. Wyniki mogą się różnić o 100%. Przepisy więc takie są niewłaściwe.

4) Biorąc osobno poszczególne części składowe mieszanki (piasek i tłuczeń), osiąga się zwykle wyższą wytrzymałość, niż przy użyciu żwiru.

Przy małych budowlach, prowadzenie prób naukowych nie opłaca się, jeśli budujący nie jest zupełnie dokładnie z nimi obznajmiony, gdyż wprowadzenie ich wymaga zbyt wiele czasu. Natomiast przy wielkich budowlach należy utrzymywać w tym celu specjalnego fachowca.

### MOSTOWNICTWO.

#### Rozszerzenie mostu na rzece Czerwonej w Hanoi.

19-prześłowy most o ogólnej długości 1682,6 m, zbudowany w roku 1903 na rzece Czerwonej w Hanoi i przeznaczony tylko do ruchu kolejowego i pieszego (rys. 1), został w ostatnich czasach rozszerzony, w celu ułożenia jezdnii dla ruchu kołowego. Przed przebudową, most posiadał pomiędzy dźwigarami (rozstawionymi na 4,75 m) jednotorową linię kolejową o szerokości 1 m, oraz 2 chodniki nazewnątrz kratownicy, na wspornikach, o szerokości 1,3 m każdy. Ogólna szerokość mostu wynosiła 8,288 m.

Przebudowa mostu polegała na rozszerzeniu wsporników podtrzymujących chodniki, w celu utworzenia dwu jezdni dla pojazdów, o szerokości 2,2 m każda, po obu stronach kratownicy, oraz chodników o szerokości 1 m