

Pierwszy międzynarodowy zjazd, poświęcony mechanice stosowanej.

PRZEZ

H. MIERZEJEWSKIEGO.

REFERAT WYGŁOSZONY NA 38-em POSIEDZENIU NAUKOWEM W. T. P. d. 24.V.1924 r.

Przewodnią myślą międzynarodowego zjazdu, poświęconego mechanice stosowanej, jaki się zebrał w kwietniu r. b. w Delfcie, siedzibie znanej politechniki holenderskiej, było nawiązanie łączności pomiędzy specjalistami, tak teoretykami, jak i eksperymentatorami, pracującymi w różnorodnych działach mechaniki stosowanej, jak również wytworzenie nowego terenu współdziałania pomiędzy inżynierami, fizykami i matematykami, w celu wspólnego rozwiązywania następujących się ważkich a zawiłych zagadnień naukowych w zakresie techniki i dziedzin pokrewnych. Jakkolwiek owe współdziałanie było zawsze jedną z podstawowych cech postępu techniki i wszystkie przełomowe przejawy twórczości technicznej były oparte na głębokiej znajomości zjawisk przyrody, lub na umiejętnym władaniu rachunkiem, to jednak w pewnych okresach łączność pomiędzy naukami ścisłymi, a stosowanymi, bardzo się rozluźniała. Najdobitniej wyraziło się to w tych czasach, gdy technika znalazła się pozornie u szczytu swej potęgi, uzyskując dominujący wpływ na przemysł, a tą drogą pośrednio i na całe życie społeczne. Inicjatywa techniczna stwarzała istotnie cuda dla szerokiego ogółu. Pola dla pracy rutynowanego inżyniera, posługującego się ustalonymi metodami działania, nie wychodzącymi zresztą zbytnio poza zakres nabywanych w szkole wiadomości, było pod dostatkiem. Można było podziwiać, jak w kreślarniach i biurach fabrycznych powstawały szybko projekty i plany techniczne, konstrukcje budowlane i maszynowe, udane i pewne, gdyż wielokrotnie sprawdzone w wykonaniu. Były to czasy, gdy inżynier-konstruktor stawał się coraz bardziej organizatorem, niż badaczem i twórcą.

Rozwój szkolnictwa politechnicznego, powstanie licznych laboratoriów państwowych i przemysłowych, wreszcie przełomowe wynalazki, jak np. lotnictwo, zaczęły się stopniowo składać na zmianę istniejącego stanu rzeczy. Ostatnio wybuch wojny wszechświatowej i związany z nim przewrót w stosunkach gospodarczych, nie pozostał bez wpływu na kształtowanie się nowych pojęć. Zjawiły się nowe zagadnienia techniczne niezmiernie ważnej, których nie można było rozwiązać zapomocą metod, będących w powszechnym użytku. Rozpowszechnienie

i spopularyzowanie wiedzy technicznej, odpowiadającej przeciętnemu poziomowi umysłowemu inżyniera, przyczyniło się do zbanalizowania tych wiadomości, których posiadanie było przedtem prerogatywą specjalisty w tej czy innej dziedzinie.

Zbyt wąskie pojmowanie zadań nauk technicznych i empiryzm, któremu świadomie, czy nieświadomie, hołdowali najdzielniejsi inżynierowie w przemyśle, co jest rzeczą poniekąd zrozumiałą, a nawet wielu profesorów, posiadających wpływ na rozwój i kierunek szkolnictwa politechnicznego, wywołało reakcję, wyrażającą się w nawrocie do wiedzy ścisłej i przeciwstawieniu się skrajnemu utylitaryzmowi. Zaczęto powszechnie wyczuwać, że poważniejsze etapy postępu technicznego muszą być poprzedzone intensywnym rozwojem odnośnej gałęzi wiedzy ścisłej, przyczem pracownicy w tej dziedzinie muszą stawiać sobie cele bardziej ogólne i idealne. Inżynier twórczy stawia sobie ponadto konkretny cel spożytkowania tych nowych wartości naukowych. Ten konkretny cel był zawsze potężnym bodźcem w kierunku rozwoju samych badań, nie może być on jednak osiągnięty bez odwołania się do umiejętnie skojarzonego badania teoretycznego i doświadczalnego.

Reakcja przeciwko empiryzmowi w technice, a pośrednio i przeciwko obecnemu kierunkowi kształcenia inżynierów, daje się odczuwać we wszystkich prawie krajach. Ograniczę się do podania kilku przykładów, mniej lub więcej znanych. Tak np. w Niemczech wyraziła się ona w przeniesieniu ośrodka badań technicznych, wymagających specjalnej pieczołowitości teoretycznej i doświadczalnej, do uniwersytetu (Getynga), w założeniu specjalnych towarzystw (Stowarzyszenie matematyki i mechaniki stosowanej, towarzystwo fizyki technicznej, towarzystwo metaloznawcze i t. d.), powstaniu nowych czasopism, propagujących zbliżenie kierunków teoretycznych. Zacięte polemiki pomiędzy przedstawicielami wrogich kierunków (Riedler — Gumbel) przyczyniły się do spopularyzowania istoty sporu pomiędzy dawnym a nowym kierunkiem w technice. W Stanach Zjednoczonych A. P., a więc w kraju typowego empiryzmu doświadczalnego, reakcja przeciwko poprzedniemu stanowi rzeczy wyraża się w chwili obecnej w postaci reformy laboratoriów technicznych, nie tylko państwowych i uniwersyteckich, lecz i przemysłowych, w kierunku podejmowania przez nie szerszych prac naukowych, gdyż zbyt utylitarne programy działalności pracowni amerykańskich doprowadzał z natury rzeczy do wyjałowienia twórczości.

Podobne przykłady można zacytować z łatwością w odniesieniu do Anglii, Francji i innych krajów. Pewien przełom w umysłowości kół technicznych, daje się, na szczęście, wyczuć i w naszym kraju.

Podczas obrad zjazdowych dało się zauważyć wysunięcie nieco naprzód dwóch ważnych spraw: właściwej interpretacji zjawisk hydro i aerodynamicznych w związku z zagadnieniem burzliwego ruchu cieczy, oraz fizycznych podstaw wytrzymałości materiałów na tle zagadnień plastyczności metali i teorii pęknięcia. Tym tematem poświęcono wiele czasu i uwagi, nie zaniehbując jednak poszczególnych działów mechaniki i matematyki w zastosowaniu do badań technicznych.

G. I. Taylor (Cambridge) demonstrował i omawiał wyniki swych pięknych doświadczeń nad ruchem wirowym cieczy, mających na celu wykazanie o ile teorie hydrodynamiczne sprawdzają się w rzeczywistości. Wyniki poszczególnych doświadczeń były przewidziane z góry na mocy odnośnych obliczeń matematycznych i doświadczenie miało wykazać wpływ warunków brzegowych, jako jednego

z ważnych czynników ruchu cieczy. Jedno z doświadczeń wykazało, że w cieczy pomiędzy dwoma współśrodkowymi cylindrami, obracającymi się z różną prędkością kątową, powstają prawidłowe wiry.

Th. v. Kàrmàn (Akvizgran) w referacie wygłoszonym z wielką swadą i temperamentem, omówił szczegółowo i krytycznie różne poglądy na warunki stateczności ruchu cieczy w warstwie brzegowej, dając wyjaśnienie zjawisk turbulencji z punktu widzenia teorii kinetycznej.

J. M. Burgers (Delft) zdał sprawozdanie ze swych doświadczeń, wykonanych wspólnie z *van der Hegge Zijnen* nad ruchem powietrza w warstwie brzegowej. W pewnym dość specjalnym przypadku udało się zbadać rozkład prędkości i ustalić równoczesną obecność ruchu laminarnego i burzliwego w warstwie brzegowej, oraz amplitudy fluktuacji prędkości.

C. Witoszyński w referacie, który obudził duże zainteresowanie w kołach specjalistów, przeprowadził krytykę zasady cyrkulacji. W innym referacie rozwinął on teorię profilów lotniczych.

T. Levi-Civita (Rzym) w wytwornym wykładzie dał teorię fali o amplitudzie skończonej na powierzchni cieczy ciężkiej.

E. Hahn (Nancy) zreferował teorię turbomaszyn.

A. Friedmann (Petersburg) zreferował kilka prac własnych oraz uczonych rosyjskich z zakresu hydro i aerodynamiki.

V. Bjerkness (Bergen—Norwegja) demonstrował doświadczenia z pulsującymi w wodzie kulami i cylindrami, które wskutek drgań przyciągały się lub odpychały. Prelegent uzasadniał przytem analogie, wygłoszone przed laty przez jego ojca *A. C. Bjerkness'a*, pomiędzy istnieniem pola grawitacyjnego i elektrycznego a pulsacjami cieczy.

Podobnie jak burzliwemu ruchowi cieczy, tak i zagadnieniem plastyczności i pękania ciał poświęcono znaczną część czasu, przypadającego na posiedzenie plenarne, a pozatem jedno całkowite posiedzenie sekcyjne. Referowane były przytem prace teoretyczne i doświadczalne wchodzące w zakres wytrzymałości materiałów, częściowo metalografji i fizyki, składając się na dość wszechstronny obraz stanu wiedzy w tej sprawie.

L. Prandtl (Getynga) w wyczerpującem sprawozdaniu zestawił dotychczasowe wyniki prac nad rozkładem naprężeń w ciałach plastycznych. Zagadnienie dwuwymiarowe, dotyczące „ciała nawpółplastycznego” w pewnych prostych przypadkach obciążenia, można uważać częściowo za rozwiązane i zgodne z doświadczeniem. Zapoczątkował teorię w tym dziale *Haar* i *Kàrmàn* (1909) i *Mises* (1913), pierwsze szczęśliwe rozwiązanie dał *Prandtl*, rozwinął teorię dzielnie *Hencky* (Delft), później znowu *Prandtl*, zaś poważne matematyczne uzasadnienie nowej teorii dał *Càratheodory* i *Schmidt*. Zagadnienie plastycznego skręcania podjął *Nàdai* (Getynga) i *Trefftz*. Uzupełnieniem doświadczalnem prac *Prandtl'a* i jego szkoły był referat *Nadai'a*.

H. Hencky, któremu zawdzięczamy kilka śmiałych pomysłów w zakresie nowej teorii plastyczności, w referacie swym porzucił częściowo swe poprzednie stanowisko, zbliżając go do *Prandtl'a* i rozwinął nowy pogląd na tą sprawę, stanowiący do pewnego stopnia syntezę dawniejszej pracy (1904) *M. T. Hubera* (Lwów) i późniejszej *Haar'a* i *Kàrmàn'a* (1909). Mianowicie, posiłkując się pojęciem twardości plastycznej, czyli gęstości energii odkształcenia postaciowego

i ustosunkowywując działy pracy sprężystej i odkształcenia plastycznego, otrzymał on warunki równowagi ciała plastycznego zapomocą metod rachunku warjacyjnego. Na uwagę zasługiwało przytem poglądowe zobrazowanie układu naprężeń, różniące się od wykresu Mohr'a,

A. A. Griffith (Farnborough) zwrócił uwagę na to, że siły kohezyjne przewyższają niejednokrotnie naprężenia średnie w próbkach wytrzymałościowych w chwili pęknięcia od 20 do 100 razy. Kres wytrzymałości danego ciała może być znacznie powiększony, o ile usunąć wszelkie drobne pęknięcia wewnętrzne i ryski na powierzchni, w których lokalizuje się energia powierzchniowa. Pałeczki szklane, wykonane w podobny sposób jak znane łezki batawskie, wytrzymują przejściowo do 600 kg/mm² przy rozrywaniu pod warunkiem, że na powierzchni ich niema żadnych rysek. Nagły spadek wytrzymałości przypisać należy spontanicznej krystalizacji. Ryski o szerokości kilku mikronów wpływają na gwałtowny spadek wytrzymałości.

A. F. Joffè (Petersburg), fizyk rosyjski, w gorąco oklaskiwanym referacie przyjął się do wywodów Griffith'a. Referował on swe doświadczenia nad odkształceniami kryształu soli kuchennej, który dzięki stałemu zasklepianiu tworzących się rysek zapomocą zanurzenia kryształu w stężonym roztworze soli kuchennej, osiągnął wytrzymałość stali.

Na uwagę zasługuje opracowana przez Joffè'go metoda określania granicy sprężystości zapomocą interferencji promieni Röntgen'a. Mianowicie röntgenogram, obserwowany na ekranie fluoryzującym, wykazuje w momencie przekraczania granicy sprężystości, wyraźnie zjawisko asteryzmu.

B. P. Haigh (Greenwich) rozwinął swój pogląd na istotę pęknięcia wskutek zmęczenia, poparty szeregiem pięknych obserwacji i doświadczeń.

J. Czochralski (Frankfurt nad Menem) obudził żywe zainteresowanie wynikami swych prac nad otrzymywaniem wielkich kryształów aluminium, miedzi i t. d., co stanowi wielką zdobycz współczesnej metalografji, będąc punktem wyjścia dla poważnych teorii wytrzymałościowych. Jego badania nad zgniotem, oparte na interpretacji röntgenogramów wywołały żywą dyskusję i opozycję ze strony Polanyi'ego (Berlin) i jego szkoły. Mianowicie według Czochralskiego zgniot polega na lokalnych zniszczeniach siatki krystalicznej, gdy pogląd przeciwny upatruje istotę zgniotu w odkształceniu ogólnem siatki krystalicznej (struktura włóknista). Występują przytem trudności należytego interpretowania röntgenogramów.

Byłoby błędem mniemać, że wyczerpujące dyskusje i referaty nad plastycznością i pękaniem przesłoniły znaczenie bardziej klasycznych zagadnień wytrzymałościowych. Na posiedzeniach sekcyjnych poruszony został szereg tematów specjalnych, bardzo żywotnych dla techniki. Byłoby niepodobieństwem omówić je w niniejszem sprawozdaniu; podobnie też, jak to uczyniłem w stosunku do tematów hydro i aerodynamicznych, wiele z nich będę zmuszony pominąć, odsyłając czytelników do skrótu, wydanego przez komitet zjazdu*).

*) Internationaal Congres voor Technische Mechanica. Utreksels der Voordrachten. Wyd. Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr. Delft. 1924. Skróty referatów są podane w językach angielskim, niemieckim i francuskim. W opracowaniu znajdują się rozprawy zjazdu (w przybliżeniu około 500 stron druku).

C. B. Biezeno (Delft) zreferował swe metody wykreślne wyznaczania naprężeń w belkach i płytach.

E. G. Coker (Londyn) wywołał ogólne zainteresowanie swemi badaniami nad rozkładem naprężeń w przezroczystych modelach zapomocą światła spolaryzowanego. Jego wytrwała wieloletnia działalność w tym kierunku wyraziła się w zademonstrowaniu szeregu barwnych przezroczy, ilustrujących wiele ciekawych kwestji praktycznych. Aparatura doświadczalna została przez *Ceker'a* tak ulepszona, że pomiary noszą precyzyjny charakter.

R. V. Southwell (Teddington) zajmował się statecznością cienkiej wstęgi sprężystej pod działaniem sił ścinających. Nierówności faliste na modelach z blachy miedzianej wykazały zgodność teorii z doświadczeniem. Zwróconą została przytem uwaga na pewną analogję hydrodynamiczną, polegającą na otrzymywaniu t. zw. ukośnych wirów *Lorentz'a*, których kształt odpowiada w zupełności nierównościom falistym blachy w doświadczeniach *Southwell'a*.

K. Terzaghi (Konstantynopol) rozważał wytrzymałość fundamentów plastycznych z mokrej gliny. Osiadanie się z biegiem czasu takiego fundamentu ujął on w równanie różniczkowe, odpowiadające prostolinjowemu przewodnictwu ciepła.

Z matematyków, którzy wzięli czynny udział w zjeździe, wymienić należy *R. Courant'a* z Getyngi, który wygłosił referat o metodzie *Ritz'a* rozwiązywania zagadnień brzegowych i *Mises'a* (Berlin), który rozwijał pewne nowe teorie z zakresu rachunku wektorowego.

Geneza zjazdu w Delfcie była następująca. W jesieni 1922 r. z inicjatywy *Kärmàn'a* i *Levi-Civita* zwołana została w Innsbrucku „konferencja hydro i aerodynamiczna“, która zgromadziła pokaźną liczbę specjalistów. Powodzenie tej konferencji skłoniło profesorów politechniki delfckiej pp. Biezeno, Burgers'a, Schouten'a i Wolff'a do zorganizowania międzynarodowego zjazdu, poświęconego mechanice stosowanej. Wkrótce też powstał komitet organizacyjny, w którym wzięli udział uczeni wszystkich krajów, za wyjątkiem francuzów, którzy powstrzymali się od udziału w zjeździe ze względu na ówczesne położenie polityczne (obecność Niemców na zjeździe). Dla nas Polaków powstrzymanie się francuzów od udziału w zjeździe było jego przykrą stroną.

W Zjeździe wzięło udział 214 osób. Najliczniej reprezentowani byli Holendrzy (105) i Niemcy (54), potem Anglicy (15). Pozatem w zjeździe wzięli udział uczeni z odległych nieraz krajów świata.

Organizacja zjazdu była wzorowa. Ze względu na to, że uczestnicy zjazdu nie reprezentowali rządów, czy instytucji naukowych, otwarcie i zamknięcie zjazdu trwało krótko. Obradami kierował przewodniczący zjazdu prof. Biezeno, sekretarzem był prof. Burgers. Dzięki sprężystemu przewodniczeniu dyskusje nie przeciągały się i program zjazdu nie ulegał zmianom. Następny zjazd komitet organizacyjny zdecydował zwołać w Zurychu we wrześniu 1926 r.

Stosunki koleżeńskie nie pozostawiały nic do życzenia w warunkach powojennych. Dawała się zauważyć wszędzie chęć zbliżenia i nawiązania stosunków naukowych na terenie międzynarodowym. Silne animozje polityczne, dzielące obecnie państwa i narody, były tym razem głęboko ukryte. Wpływała na to gościnność gospodarzy holenderskich, którzy nie szczędzili trudów, by uprzyjemnić pobyt uczestnikom zjazdu. Miłe wrażenie pozostało wszystkim po po-

bycie w pięknym i starożytnym miasteczku jakim jest Delft, po wycieczkach do Amsterdamu, gdzie zwiedzaliśmy instytut aerodynamiczny, do Hagi i Scheveningen. Ci, którzy po raz pierwszy, jak my polacy, zwiedzaliśmy Holandję, oczarowani byliśmy rozkwitającymi polami tulipanów pod Haarlemem. Podziw budziła pracowitość i wytrwałość holendrów, zdobywających ciągle nowe ziemie, wydzielane morzu. Może wszakże więcej wysiłków wkłada ten naród nizinny w walce o odrębność narodową, o prawo do życia państwa z kilkumilionową ludnością, otwartego dla obcych wpływów językowych i kulturalnych. Nauka jest w Holandji orężem walki o byt. Świadczą o tem nie tylko sławne uniwersytety i politechnika: wystarczy wziąć do ręki pierwszą lepszą gazetę holenderską by dowiedzieć się, że w życiu społeczeństwa tutejszego „Wetenschappen“ umiejętności budzą tyle zainteresowania, powszechnego co i życie gospodarcze lub sporty.

