

O stronie naukowej niektórych zagadnień technicznych.¹⁾

Napisał prof. Henryk Mierzejewski.

Technika spoczywa na fundamencie nauk fizycznych i gdybyśmy nie znali niektórych praw fizycznych, rządzących zjawiskami przyrody, technika nie mogłaby istnieć. Ale odstęp czasu, jaki dzieli dokonanie wielkich odkryć naukowych od chwili ich zastosowania, bywa zazwyczaj długi i wynosi niejednokrotnie dziesiątki lat. Technika bierze w posiadanie wartości, przekazywane jej przez fizykę, sama nie wiele dbając o jej rozwój. Niewielu było techników, umiających dalej patrzeć w przyszłość, którzy dbali o łączność pomiędzy naukami fizycznymi, a techniką. Im właśnie zawdzięcza wyjątkowo wiele technika, jak James'owi Wattowi lub Wernerowi Siemensowi. Wraz z powstaniem laboratoriów naukowo-technicznych, a przede wszystkim instytutów badawczych, stan ten uległ poprawie, jednak łączność pomiędzy fizyką a techniką jest w jednych dziedzinach silna, w innych luźna. Chemia, nowsze działy elektrotechniki zależne są w wysokim stopniu od rozwoju nowoczesnej fizyki.

Bardzo ważne działy techniki, jak konstrukcje budowlane, budowa maszyn, część elektrotechniki, polegają na stosowaniu tych działów fizyki, które są dorobkiem dawniejszych pokoleń i rozwijają się samodzielnie, nie troszcząc się zbytnio o współdziałanie fizyków. Prawa sprężystości, bez których nie można obliczyć konstrukcji budowlanych i maszynowych, były ustalone przed wiekiem i obecny rozwój teorii sprężystości wiele zawdzięcza badaniom inżynierów. Elektrotechnika maszynowa opiera się na prawach, ustalonych w wieku dziewiętnastym. Obecne udoskonalenie silników cieplnych, jak turbiny parowe lub silnik Diesela, jakkolwiek oparte na głębszych studjach i znajomości teorii mechanicznej ciepła, były wyłącznym dziełem techników. To samo można powiedzieć o rozwoju lotnictwa, łodzi podwodnej, a nawet nowoczesnych maszyn elektrycznych. Jednak i w tych działach stwierdzić można poważną ingerencję właściwej fizyki, przytaczając wynalezienie maszyn chłodniczych, jako skutek dokonanego skroplenia gazów, zastosowanie giroskopu do stabilizacji ruchu torpedy, wynalezienie kompasu giroskopowego dla łodzi podwodnej i t. p.

Gałęzie mechaniki, jak teoria sprężystości, hydro i aerodynamika, wykazują samodzielny rozwój i są zainteresowane częstokroć bardziej w postępach matematyki, niż fizyki. Jeśli doświadczenie odgrywa w tych dziedzinach pierwszorzędą rolę, to objaśnić to należy chęcią znalezienia danych w bardziej skomplikowanych wypadkach, koniecznością sprawdzenia teorii, rzadziej potrzebą twórczego badania fizycznego, mającego na celu wykrycie nowych zjawisk fizycznych. Nie znaczy to jednak, by w przyszłości stan powyższy nie miał ulec zmianie. Badanie podstaw fizycznych wytrzymałości materiałów, ruchy burzliwe cieczy, badania nad jej lepkością, już w chwili obecnej stanowią pomost pomiędzy klasycznymi teoriami mechaniki a nowoczesną fizyką.

Bez porównania więcej zainteresowana jest w rozwoju fizyki mechaniczna technologia metali, z której niewyrasta dotychczas mechanika ciała plastycznego, pomimo, że już pół wieku mija od chwili, gdy Saint-Venant i Boussinesq²⁾ próbowali stworzyć plastykostatykę i plastykodynamikę. Idzie tu o systematyzację zjawisk, stanowiących przedmiot badań specjalistów z zakresu wytrzymałości materiałów, metalografii, łącznie z krystalografią, i właściwej technologii metali. Bliższe zbadanie całokształtu zjawisk, znajdujących się na pograniczu wymienionych gałęzi nauki, byłoby doniosłym dla przemysłu.

Przy sposobności poruszę, że zakres stosowania badań fizycznych w przemyśle mechanicznym wzrasta stale. O wielostronności tych badań można się dowiedzieć z czasopism, poświęconych t.zw. fizyce technicznej. Inżynier fabryczny

z wielu rzeczami nie umie dać sobie rady. Stąd też przy wielu zakładach przemysłowych powstają laboratoria badawcze, na których czele stają znani fizycy. Na pierwszy plan wysuwają się przytem badania surowców, przebiegu fabrykacji, kontrola działania funkcjonalnego różnych przyrządów i t. p.

Brak czasu nie pozwala mi scharakteryzować przewrotu przemysłowego od czasu wojny. Kontrola należyta surowców, umiejętnie i oszczędnie ich zużycie, wprowadzenie precyzyjnej obróbki, zmieniają w wielu razach do niepoznania życie zakładu przemysłowego. Cały rozwój dzisiejszej techniki składa się na to, by wejść w istotę zjawisk fizycznych, towarzyszących przeróbce i wyzyskać wszelkie możliwe metody pomiarów fizycznych dla przeprowadzenia kontroli danej fabrykacji podczas całego jej biegu.

Organizacja przemysłowa jest tylko buchalterją, która czuwa z mniejszym lub większym powodzeniem nad tem, aby wartości materialne nie zostały zmarnowane, ale, jak każda buchalterja, nie stwarza ona nowych wartości. Całe szczęście, że ta buchalterja stwierdza, iż badania naukowo-techniczne opłacają się sownie, że wartołożyć środki na laboratoria fabryczne, na ich czele stawiać wybitne jednostki i, o dziwo, dawać im możliwość twórczej pracy naukowej, gdyż, jak wykazuje doświadczenie, zbyt utylitaryzm zabija wszelką twórczość.

Prof. Wiktor Biernacki, który przed dwudziestu kilkulety w tym gmachu uczył nas cenić i kochać fizykę, w pewnej przygodnej rozmowie, jaką z nim miałem w r. 1915-ym, gdyśmy wespół z innymi omawiali program politechniki polskiej w Warszawie, odezwał się w te słowa:

„Szczęśliwi jesteście w przemyśle, że widzicie materiały podczas przeróbki i zdajecie sobie sprawę z wielu własności metali poza granicą sprężystości. My, fizycy, zbyt dużo widzimy szkła i gumy“.

W tem zdaniu, które w chwili obecnej straciło wiele z wartości w nim ostrości, tkwiło głębokie przeświadczenie, że przewroty w nauce są dokonywane niekiedy poza pracownią uczonego. Historia fizyki poucza nas, że zasada zachowania energii, będąca jedną z podwalin współczesnej fizyki, była powzięta przez myślicieli, umiających wznieść się ponad światopogląd przeciętnego badacza laboratoryjnego. Niewątpliwie, jak w wieku dziewiętnastym istniało pewne powinowactwo prac teoretycznych, mających na celu znalezienie praw rządzących przemianami energii, a poszukiwań technicznych nad ekonomicznym wytwarzaniem energii, tak w chwili obecnej niepodobna zaprzeczyć zależności pomiędzy uporczywym badaniem zagadnienia budowy materji, które przykuło uwagę genialnych umysłów świata, a doskonałaniem powszechnem materiałów, narzędzi i procesów wytwarzania.

Jakież to zjawiska obudziły zainteresowanie przedwcześnie zmarłego uczonego. Znowu brak czasu nie pozwala mi na szersze ujęcie tematu i dlatego ograniczę się do podania jednego przykładu.

Wielu tu z obecnych zna prawdopodobnie duże łuski do naboju armatnich. Przynoszone z poboju wysokie mosiężne tuleje chętnie przerabiano na wazoniki do kwiatów. Otóż wyrób tych mosiężnych łusek jest rzeczą trudną. Z krążka grubej blachy mosiężnej wytłacza się początkowo szklanekę o grubych ściankach, a następnie na całym szeregu pras wyciąga się ją tak, że w wyniku otrzymujemy wysoki cylinder mosiężny z denkiem o dość cienkich ściankach.

Materiał musi być odpowiednio dobrany. Operacje wytłaczania należy tak ustosunkować, by przy szalonych ciśnieniach łuska nie pękła. Operacja każda jest wysoce brutalna. Idzie właściwie o to, by tych operacji było jak najmniej, a więc im brutalniejsza — tem lepiej, byle łuska nie pękła. Łuski takiej nie wykonilibyśmy nigdy, gdybyśmy przez wyżarzanie czyli ogrzanie w piecu do czerwoności, nie odmładzali materiału. Usuwamy wówczas zmęczenie metalu, w rzeczywistości wywołujemy rekrytalizację, umożliwiającą dokonywanie dalszych operacji.

¹⁾ Wykład wygłoszony na otwarciu roku ak. 1924/1925 w Politechnice Warszawskiej.

²⁾ Boussinesq. Comptes Rendues, 1872. Tom 74 str. 242—245.

Jeśli materiał jest nieodpowiedni, lub podział na operacje niewłaściwy, łuski zaczynają pękać. Co dziwniejsza, pękają niekiedy łuski gotowe, i to po roku leżenia w magazynie, bez najmniejszej widocznej przyczyny.²⁾

Gdy mówimy o zjawiskach zaobserwowanych przy tego rodzaju procesach technologicznych, używamy terminów takich, jak życie metalu, jego zmęczenie i t. d. Ze zmęczeniem metali mamy do czynienia w wielu częściach maszyn, narażonych na silne i częste wstrząśnienia. Probujemy nawet metale „na zmęczenie”.

Znany fizyk francuski Bouasse, przeprowadził cały szereg subtelnych doświadczeń nad skręcaniem i wydłużaniem drutów metalowych i wykrył, że po każdym odkształceniu mamy właściwie do czynienia z nowym metalem. Metal starzeje się, gdy jest poddawany zmęczeniu. Zjawiska tego typu noszą w nauce nazwę zjawisk dziedziczności. Znakiem matematyki włoski Volterra ujął zagadnienia w postaci pięknego rachunku opartego na równaniach całkowych³⁾.

Osoby nie wdrużone w myślenie naukowe byłyby skłonne upatrywać w martwym metalu przejawy życia. Tak jednak nie jest i podłoże wielu z tych zjawisk znalazło już proste wytłomaczenie. Gorzej jest, że nie wiedzą o tem niektórzy inżynierowie z przemysłu, co przypisać należy temu, że nie otrzymali wykształcenia laboratoryjnego. Technologi nie można bowiem nauczyć kredą na tablicy.

Kto jest przygotowany do tych i pokrewnych badań, dotyczących niezmiernie ważnych zagadnień przemysłowych: czy nie ci, co mają najwięcej do czynienia z procesami technologicznymi, przesuwającymi się przed ich oczyma?

Można stwierdzić z całą stanowczością, że wielu rzemieślników, dzięki doświadczeniu zawodowemu, trafnie określa materiał i przewiduje wiele faktów. Ale można być pewnym, że nie potrafią oni nigdy wytłomaczyć dziwnych zjawisk i nawet ich w jakikolwiek sposób uogólnić. Ich doświadczenie zawodowe pozostanie jedynie zbiorem oddzielnych spostrzeżeń.

Wiele badań w różnorodnych dziedzinach złożyło się na to, by znaleźć właściwą drogę w tym zagmatwanym gąszczu niewytłomaczonych faktów, z jakimi ma do czynienia technolog. Ostatnio otrzymanie przez Czochralskiego,⁴⁾ Carpentera i innych, wielkich kryształów metalowych obiecuje zbadanie racjonalne wielu własności mechanicznych metali. Analiza zapomocą promieni Röntgena, oparta na znanej modkryciu Laue'go, umożliwia w pewnych przypadkach sądzić o zmianach zachodzących w siatce krystalicznej, czyli w ugrupowaniu atomów metalu. Piękne prace angielskiego uczonego Griffith'a⁵⁾ wyjaśniły bliżej mechanizm pęknięcia. O zmęczeniu metali wiele nowych rzeczy powiedział Haigh⁶⁾. Przed nauką odsłaniają się szerokie horyzonty i nowe trudności, większe od dawniejszych. To samo można powiedzieć i o technice. Może znając prawa fizyczne, wpływające na wytrzymałość, możnaby uzyskać nowe metale o niepospolitych zaletach. Nie umiemy powiedzieć tak, ale nie umiemy powiedzieć nie, gdyż nie wiemy, gdzie leży kres wytrzymałości metalu⁷⁾.

„Jakżeby się dziwili obecnym prądom w nauce owi, pedantycznie trzeźwi i ostrożni, a raczej bojaźliwi uczeni, gdyby przebudzili się nagle w czasach dzisiejszych”, — pisał przed kilku laty Marjan Smoluchowski, gdy go jeszcze Polsce śmierć nie zabrała. — „Zwyciężyli w nauce romantycy. Z lekkim sercem burzymy czcigodne, tradycją uświęcone dogmaty, jak niezmiennosc pierwiastków chemicznych lub niewzruszoność zasad mechaniki”.

Czy te słowa genialnego naszego fizyka nie dadzą się w pewnej mierze zastosować i do techniki. Czy i w niej nie przyszedł czas na romantyków? Ale kończmy naszą cytację.

„Nie znaczą to bynajmniej, by obecnie zwyciężyli bezkrytyczni fanteści. Kto nie wyszkolił się w ścisłym myśleniu matematycznym, kto nie przyzwyczaił się do precyzji w pracy doświadczalnej lub we wnioskowaniu logicznym, kto nie posiadał gruntownych wiadomości z całego obszaru fizyki, ten niech się trzyma zdaleka od twórczej pracy naukowej”.

Wystawa Imperjum Brytyjskiego.

w Wembley, pod Londynem.

(Ciąg dalszy do str. 498 w № 44, z r. b.)

II. Technika i przemysł.

Wracając do bardziej szczegółowego przeglądu wystawy techniki i przemysłu W. Brytanji, musimy zaznaczyć, iż niezwykle rozmiary wystawy uniemożliwiają danie tu wyczerpującego z niej sprawozdania. Zresztą wiele eksponatów wyróżnia się w istocie tylko formą, nie wnosząc znaczniejszych zmian do ustrojów ogólnie znanych. Ograniczymy się więc, z konieczności, do pobieżnego tylko rzutu oka na szereg dziedzin techniki, reprezentowanych na tej wystawie.

Zaczynając od silników w rozmaitych rodzajach, ustawionych w Pałacu Techniki, zauważymy iż znaczną ich część stanowią maszyny parowe w pierwszorzędnym wykonaniu. Widać stąd zarówno wielki rozwój tej dziedziny wytwórczości w Anglii, jak również pewien konserwyzm w stosowaniu parowych silników tłokowych. Spotykamy przytem wszelkie rodzaje znanych rozrządów pary, zapomocą suwaków, zaworów, wreszcie dużo maszyn przelotowych.

Z pośród wystawionych okazów, wyróżniają się maszyny Musgrave, o mocy 1250 HP, posobne, z pobieraniem pary z cylindra niskoprężnego, dalej Paxman-Lentz, 600 HP o 150 obr./min., następnie nadzwyczaj ładnie wykonana maszyna pionowa firmy Allen-Sons, wreszcie maszyna Galloway'a, przelotowa, ze stawidłami oliwnymi Galloway'a i w. in. Wszystkie te silniki są zbudowane na średnie, według pojęć obecnych, ciśnienie pary dolotowej, ok. 15 at.

Dział turbin parowych zajmuje mniejszą powierzchnię, zawierając jednak dużą ilość maszyn; ponieważ olbrzymie

turbiny (okrętowe i in.) budowane, jak wiadomo, na dużą skalę: w Anglii, nie mogły być, mimo niezwyklej wymiarów budynków, wystawione w naturalnej wielkości, przeto są w pawilonach zastąpione modelami mniejszemi.

Tak więc słynna firma Parsons Ltd wystawia model (1:12) siłowni o turbinie potrójnej: wysokoprężnej, średnioprężnej, i niskoprężnej o różnych ilościach obrotów poszczególnych części zespołu: część wysokoprężna, o mocy 22 300 HP i 1800 obr./min., średnioprężna — 40 300 HP i również 1800 obr./min., zaś niskoprężna — 8360 HP przy 720 obr./min., razem 71 230 HP. Prądnica zaś rozwija moc 50 000 kW. Zespół, przeznaczony dla elektrowni w Chicago, jest zaopatrzony w przekładnię zębatą, zwykłe mechanizmy pomocnicze i urządzenia do regeneracyjnego podgrzewania wody parą, pobieraną ze stopni.

Nadto fabryka ta umieściła turbinę swą, naturalnej wielkości, o mocy 12 000 kW i 3000 obr./min., przeznaczoną dla kolei południowo-afrykańskich. Turbina ta tem się różni od bardziej dziś stosowanych dla tej mocy na kontynencie, że Parsons, pozostając wiernym swej zasadzie reakcyjnego działania, zachował ją we wszystkich stopniach turbiny, a więc i w części wysokoprężnej, w przeciwieństwie do tak rozpowszechnionych obecnie i zdawałoby się racjonalnych ustrojów turbin kombinowanych — o wysokoprężnej części wykonanej w postaci wirników o wieńcach akcyjnych (Curtis'a, Zoelly'ego).

⁴⁾ J. Czochralski. *Moderne Metallkunde*. Berlin 1924.

⁵⁾ A. A. Griffith. *Phil. Mag.* 1922.

⁶⁾ B. P. Haigh. *British Association. Report of Committee for Complex Stress. Section C. 1919 — Exper., 1921 — Theory, 1923 — Fatigue.*

⁷⁾ Max Born: *Atomtheorie des festen Zustandes (Dynamik der Kristallgitter)*. Zweite Auflage. B. G. Teubner 1923. (zwłaszcza rozdział 40-y: Elektrische Theorien der homöopolaren Bindung, str. 752 i nast.).

²⁾ Moore and Beckinsale. *Journal of the Institute of Metals*. 1920 — 1923. *Engineering* 1920 — 1923. G. Masin. *Zeitschrift für Metallkunde* 1923.

³⁾ Vito Volterra. *Drei Vorlesungen über neuere Fortschritte der Mathematischen Physik*. 1914.