

1. Przez energiczne mieszanie gazów zapomocą strumienia pary i wpędzanie powietrza ponad ruszt. Sposób ten, połączony ze znacznymi stratami pary i ciepła, bywa zazwyczaj zastosowany tam, gdzie przy istniejącym już urządzeniu trzeba było coś poradzić na plagę dymową i nieekonomiczne spalanie.

2. Przez użycie rusztu ukośnego i t. zw. odwrócenie płomienia.

3. Przez zastosowanie palenisk automatycznych, już to rusztów łańcuchowych, wprowadzających węgiel stopniowo w palenisko, tak że węglowodory tworzą się powoli, w małych ilościach i mają najdalszą drogę do rur wodnych, już to aparatów rozrzucających węgiel w drobnych ilościach po całym ruszcie. Tutaj znowu węglowodory, wywiązując się również w małych ilościach, są natychmiast otoczone i zmieszane z gazami, rozżarzonymi powyżej temperatury zapalenia, i z powodu równomiernego rozdziału węglowodórów spotykają się w każdym miejscu z dostateczną ilością tlenu, co prowadzi do szybkiego ukończenia spalania. To też wszystkie wielkie fabryki kotłów wodnorurkowych podjęły także fabrykację palenisk automatycznych, albo przynajmniej z fa-

brykami takowych stoją w stosunku wzajemności. Pewną rolę odgrywa także sposób zamurowania kotła; poprzeczne, t. j. prostopadłe do rurek, prowadzenie gazów ma różne zalety, jak n. p. łatwiejsze czyszczenie, większa trwałość ścianek działowych, ale nadaje się tylko do paliwa o bardzo krótkim płomieniu, natomiast ciągi podłużne dozwalają na większą długość płomienia i bywają mimo niektórych wad obecnie coraz bardziej zastosowywane. Ropa naftowa nadaje się doskonale do najekonomiczniejszego i bezdymnego spalania. Zasady konstrukcji palenisk dla ropy były już tak często omawiane, że nie będziemy ich tutaj powtarzali.

Konstrukcja palenisk zupełnie bezdymnych nie jest wcale — jak wielu sądzi — utopią, i zasługuje wobec wzrastających ciągle cen węgla na największą uwagę. Przez racjonalny dobór systemu kotłowego i szersze zastosowanie automatycznych palenisk można nietylko w znacznym stopniu polepszyć ekonomię ruchu, ale i wywrzeć nader korzystny wpływ na stosunki zdrowotne miast, dla których dym z kominów fabrycznych staje się plagą coraz to przykrzejszą.

Nowoczesne wykształcenie techniczne inżynierów budowy maszyn.

Dobrobyt narodów zależnym jest przeważnie od stanu ich rodzimego przemysłu, którego podstawą są liczni technicy, teoretycznie i praktycznie wykształceni. Bez nich, racjonalnie rozwijający się przemysł ani powstać, ani się w walce z przemysłem innego narodu ostać nie może. Nie mając ich pomocy, ani kapitał, pomimo wyposażenia kraju w bogactwa przyrody, ani nieliczne wybitne i gruntownie zawodowo wykształcone jednostki niczego stworzyć nie zdołają. Dlatego aż nadto zrozumiałą jest rzeczą, że sprawa nowoczesnego wykształcenia technicznego, na całym świecie, a przedewszystkiem u narodów przodujących w przemyśle tak żywo jest omawiana.

Chwila obecna jest tem ważniejszą, ponieważ szalony rozwój przemysłu stworzył tyle najróżnorodniejszych nowych gałęzi, a dawne tak dalece pogłębił i rozszerzył, że dziś jest wprost niemożliwością fizyczną, aby politechniki słuchaczy swych ze wszystkim należycie zapoznać mogły. W tym względzie, najwybitniejsi profesorowie i przedstawiciele przemysłu są jednego zdania: program wykształcenia technicznego musi się stale zastosowywać do rozwoju przemysłu, aby mu dostarczać racjonalnie do pracy praktycznej przysposobionych inżynierów. Nie dotrzymując kroku ciągłym zmianom twórczego przemysłu, stałby się organizm politechnik odosobnionym od życia praktycznego, przestarzałym, a tem samem straciłby rację bytu. Dlatego narody, posiadające już dziś światowe rynki zbytu, ze szczególnem zajęciem śledzą i omawiają wykształcenie techniczne. Szukają, że się tak wyrażę, dróg nowych i nie wahają się z całą stanowczością, a nawet bezwzględnością zmieniać program kształcenia stosownie do potrzeb przemysłu, usuwać wszystko, co przestarzałe i zastępować je najnowszymi zdobyczami wiedzy i praktyki technicznej.

Jeszcze ważniejszem jest i większej wymaga uwagi kształcenie inżynierów w krajach nie posiadających kwitnącego przemysłu, a zarazem i nie wyposażonych w bogactwa przyrody. Chcąc tam stworzyć przemysł, trzeba w pierw wychować całe pokolenie, którego fachowe wykształcenie przewyższać powinno wykształcenie inży-

nierów w innych krajach, których zadaniem jest tylko utrzymanie istniejącego już przemysłu. Piętrzące się trudności są tutaj daleko dotkliwsze, bo w braku ciągłej styczności z życiem produktywnie pracujących, twórczych inżynierów, ogromnie trudno pozbyć się wielu przestarzałych naleciałości i zastąpić je najnowszymi zdobyczami. Dotychczas Polacy we wszystkich zaborach są jedynie odbiorcami produktów przemysłowych narodów zachodnich. Do dziś prawie nie posiadamy twórczo pracujących inżynierów Polaków. Z małymi bardzo wyjątkami znajdują się oni w służbie rządowej, lub mają zastępstwa fabryk obcych. Nie ulega zaś wątpliwości, że zastępcy fabryk wprowadzając obcy towar, zabijają nieraz w zawiązku znajdujący się przemysł krajowy. Charakterystykiem bardzo jest zdanie obcych o naszych zdolnościach przemysłowych. Jako przykład przytaczam słowa z *Reinisch-Westfaelische Zeitung*, organu wielkich przemysłowców niemieckich: Polacy nie mogą przeprowadzić celowego bojkotu naszych towarów, ponieważ nie posiadają własnego przemysłu i nie są zdolni do jego stworzenia.

Obecnie kwestya uniezależnienia się przemysłowego coraz szersze zatacza u nas koła. Równocześnie z nią musi wystąpić na pierwszy plan zapytanie: jakie powinno być wykształcenie zawodowe kierowników powstającego przemysłu. W tym celu skreślam poniżej swe zapatrywania na wykształcenie inżynierów dla budowy maszyn t. j. jednej z głównych gałęzi przemysłu, sądząc, że w ten sposób, — ponieważ wielu, mego poglądu dzielić nie będzie, — wywołam ożywioną dyskusję w szerszych kołach.

Głównem zadaniem politechniki jako wyższego zakładu jest:

- I. przygotowanie młodzieży do życia;
- II. „ „ jej do pewnego zawodu.

Pomimo, iż pierwszy warunek nie należy ściśle do tematu, poruszam go choć kilku słowy, ponieważ obecnie tak mało się czyni w tym kierunku. Przysposabiając młodzież do życia praktycznego, takiego, jakim ono jest i jak je brać należy, musimy dbać, obok wpojenia jej, pewnej sumy wiadomości, o uprawę jej

umysłu i energii. Wyrabianie w niej niezłomnej woli, silnego charakteru i kształcenie jej indywidualności jest najlepszym przygotowaniem do późniejszej samodzielnej twórczości. Energia osobista, wola i silny charakter odgrywają w życiu wogóle, a tem więcej w życiu przemysłowca decydującą rolę. Na nie więc należy najbaczniejszą zwrócić uwagę, gdyż najsubtelniej wykształcony umysł i najwyższa inteligencja nie zdołają osiągnąć żadnego pozytywnego rezultatu bez głównego kierownika, t. j. silnej woli, która stojąc u steru, bez błakania i wahania się, wskazuje człowiekowi odpowiednią drogę. Ścisłe złączoną z wolą i charakterem jest indywidualność, powiedziałbym, że ona jest ich następstwem i jako taka darem przyrody. W każdym człowieku znajdują się te pierwiastki w mniejszej lub większej mierze, a wpływ otoczenia i wykształcenia może je obudzić i rozwinąć, lub też przyczynić się do zupełnego ich zaniku i zabicia. Rozbudzenie tych, nieraz drzemiących w młodych jednostkach pierwiastków i doprowadzenie ich do możliwie wysokiego rozkwitu, pobudzanie każdego słuchacza do indywidualnej twórczości oto jedno z najszczytniejszych zadań profesorów politechniki. W tym względzie, nie tyle pomocne im są wykłady, przeznaczone dla ogółu, ile ćwiczenia w salach rysunkowych i laboratoryjach, gdzie osobistym wpływem na każdego ucznia, decydujący wprost kierunek wywierać mogą. Natomiast, nieuwzględnianie specjalnych zdolności i upodobań studenta, a więc każdy schemat, który nie stety w studiach technicznych do dzisiejszego dnia taką dominującą, odgrywa rolę, wyrządzają młodzieży na całe jej życie krzywdę niepowetowaną, a tem samem i społeczeństwu, gdyż racjonalnie wykształcona młodzież przyczyniłaby się więcej do jego rozwoju kulturalnego i dobrobytu. Oprócz tych ogólnych podstaw, powinna też nowoczesna politechnika dać swym wychowankom możliwość zdobycia sobie jasnego poglądu na świat i życie, na sprawy moralne i estetyczne. W wyjątkowo korzystnym położeniu znajdują się te politechniki, które istnieją, w jednym mieście z uniwersytetem, gdzie studenci przez słuchanie odpowiednich wykładów na uniwersytecie, zdobyć mogą z łatwością konieczne naukowe podstawy do przetrwania powyższych zagadnień i wyrobienia własnego sądu. Osobiście, kładę w tym kierunku największą wagę na samokształcenie się uczniów politechnik.

Przechodząc do zawodowego wykształcenia inżynierów-mechaników, czyli budowy maszyn, z góry zaznaczam, że wiedza techniczna jako taka, nie stanowi tutaj właściwego celu. Ostatecznym celem każdego inżyniera jest bezpośrednie ekonomiczne zużycie jego wiedzy do twórczej pracy przemysłowej, lub też pośrednio wywierania dodatniego wpływu ekonomicznego na rozwój społeczeństwa przez rozwiązywanie zagadnień kulturalnych. Z tego punktu widzenia należy całe wykształcenie techniczne rozpatrywać i odpowiednio kształtować.

Wykształcenie techniczne inżynierów-mechaników podzielić można na 4 okresy, mianowicie:

1. przynajmniej rok praktyki w pracowniach (warstatach) jako zwykły robotnik;
2. 4 półroczna studyów matematyczno-przyrodniczych, kończących się egzaminem wstępnym (I egzaminem);
3. 4 półroczna studyów zawodowo-technicznych i ekonomicznych;
4. egzamin dyplomowy lub II państwowy.

Dziś wszyscy uznają konieczność pracy warstatowej studentów mechaniki, bez której profesor konstrukcyi żadnych namacalnych postępów osiągnąć nie

może. Z powodu braku wszelkiego przemysłu i jednostronnego wykształcenia filologicznego w gimnazjum, wybiera nasza młodzież nieraz zawód inżyniera-mechanika bez najmniejszego zrozumienia czekających ją w życiu zadań, — nie widząc przedtem, nawet żadnego ruchu fabrycznego, a tem samem, nie mając najmniejszego pojęcia o wyrobie poszczególnych części maszyn. Opisywanie najróżniejszych metod fabrykacyi, lejniectwa itd. w technologii mechanicznej nie zastąpi nigdy pracy praktycznej w fabryce. To, co się raz samemu robiło lub w rzeczywistości widziało, pozostanie na całe życie, a zadaniem właściwem technologii jest dopełnienie i usystematyzowanie wykształcenia warstatoowego. Wykład technologii mech. bez poprzedzającej go praktyki jest niczem innem, jak dalszym ciągiem fałszywego wykształcenia gimnazjalnego, uczącego faktów jedynie z książek, a nie z rzeczywistości. W ten sposób nie przyswoi sobie uczeń nigdy umiejętności należytego oceniania rzeczy go otaczających w życiu codziennem. O ile już nauki wstępne wymagają praktyki warstatowej o tyle jest ona wprost niezbędną przy konstrukcyi maszyn.

Zachodzi więc pytanie, gdzie praktykę najkorzystniej odbywać i jak czas jej poświęcony najlepiej zużytkować. Przynajmniej pół roku powinien każdy student mechaniki przed wstąpieniem na politechnikę praktykować i to nie w pierwszej lepszej ślusarni, lecz we fabryce posiadającej odlewnię żelaza i modelarnię. Najkorzystniejszym miejscem jest średnio wielka fabryka (zatrudniająca 100—400 robotników), aby nieprzyspobiony umysł tem łatwiej się oryentował, przyczyny i skutki powiązać i całość ogarnąć zdołał. Bardzo pożądanem, wprost koniecznem jest, aby przynajmniej dwie godziny poświęcił jeden z inżynierów danej fabryki na gruntowne obznajomienie praktykantów z fabrykacją różnych części maszyn, z poszczególnymi materiałami, z ich obróbką i metodami fabrykacyi; — w ten sposób nauczy się praktykant najlepiej patrzeć na otaczające go rzeczy i z widzianego odpowiednio wyciągać wnioski. Praca warstatoowa przed studjum ma dla młodzieży i tę dodatnią stronę, że uczeń już po krótkim czasie może się przekonać, czy posiada odpowiednie zdolności na inżyniera, czy ma dar łatwego oryentowania się przy maszynach, czy porównując rysunek z maszyną może sobie podług niego wystawić gotową maszynę, słowem, czy posiada tę niezbędną inżynierowi wyobraźnię.

We fabryce nie powinien praktykant mieć wyjątkowego stanowiska, gdyż jedynie pracując jako zwykły robotnik, pomocnik rzemieślnika, może poznać właściwości robotników. Nauczy się należycie oceniać ich pracę i dowie się od nich wielu praktycznych rzeczy, których mu żaden profesor z katedry nie wygłosi, których nie znajdzie w żadnej książce. Praca praktykanta w różnych oddziałach fabryki winna postępować śladem fabrykacyi maszyny t. j. w następującym porządku: formiarnia i odlewnia żelaza, modelarnia, kuźnia, tokarnia, ślusarnia i montownia; formiarnię radzę dlatego na początek, ponieważ bez praktyki tej nie posiada się odpowiedniego zrozumienia dla fabrykacyi modeli.

O ile półroczna praktyka przed rozpoczęciem studyów niezbędną jest do zrozumienia należytego wykładów i ćwiczeń na politechnice, o tyle drugie pół roku uważam za dopełnienie studyów. Z tego powodu najkorzystniej odbyć je krótko przed ostatecznym egzaminem, lub też nawet po nim i poświęcić je przede wszystkim montowni i odlewni. W krótkim czasie skorzysta się teraz, przy odpowiednim zrozumieniu wszystkich rzeczy, daleko więcej niż w ciągu nawet dwóch lat praktycznych przed studyami. Nie będę tutaj rozbiegał szczegółów tej praktyki, podkreślę

tylko, że wszystkie przodujące niemieckie politechniki stawiają za warunek przyjęcia na studenta, najmniej półroczną praktykę; — drugie pół roku trzeba przed egzaminem dyplomowym odbyć.

Pierwsze dwa lata studyów na politechnice poświęcone są przeważnie naukom przygotowawczym: matematyce wyższej, fizyce eksperymentalnej i chemii technicznej, mechanice, geometrii i statyce wykreślnej, które to nauki są tu środkiem do celu, t. j. niezbędną naukową podstawą do wykształcenia fachowego. Zakres, w jakim się obecnie wykłada matematykę, fizykę i chemię, jest zupełnie dostatecznym przysposobieniem do zastosowania tych przedmiotów przy samodzielnych pracach inżynierów-mechaników. Dorzucę tylko następujące uwagi: w matematyce winno się kłaść większą wagę na ćwiczenia praktyczne, aby studenci nabyli wprawy w rozwiązywaniu zadań zawodowych za pomocą matematyki wyższej; — fizyka, jedna z najważniejszych nauk podstawowych dla mechaników, musi również mieć punkt ciężkości w ćwiczeniach laboratoryjnych, ucząc w ten sposób nie tylko prawideł z katedry, lecz z rzeczywistości i doświadczeń. Na polu technicznej mechaniki, która w całym życiu nowoczesnego konstruktora odgrywa jedną z najważniejszych ról, panuje do dziś dnia, z małymi wyjątkami, nieracjonalne nauczanie. Mechanikę techniczną przedstawia się młodzieży w abstrakcyjnych wzorach i zdaniach matematycznych, jako gmach zupełnie wykonaczony, oparty na pewnych zasadach i nieomylnych dowodach, które jedynie czasami wymagają spótyczników praktycznych. Również stosowana mechanika techniczna nie wypełnia dotychczas swego zadania, nie pokazując uczniom wszelkich słabych stron i niedomagań teorii, co by ich najlepiej nauczyło pomagania sobie w zawiłych zadaniach praktycznych i dzielniej przysposobiło do późniejszych wymagań zawodowych, niż obecne wpajanie dogmatycznych wprost zasad. Nowoczesny wykład technicznej mechaniki nie może obejść się bez odpowiednich ćwiczeń w laboratorium wytrzymałości materiałów, gdzie słuchacz pozna dodatnie i ujemne strony teorii, zapamięta sobie jako dowód abstrakcyjnych prawideł matematycznych pewne doświadczenia z określonymi wielkościami i siłami, przyzwyczai się do własnej obserwacji i samodzielnego wiązania powodów ze skutkami. Nie chcę przez to absolutnie obniżyć teoretycznego wykładu technicznej mechaniki. Przeciwnie sądzę, iż ćwiczenia laboratoryjne przyczyniają się do pogłębienia i utrwalenia wykładu i pragnę równocześnie z wszystkimi kolegami, twórczo w przemyśle działającymi, aby podstawowy ten przedmiot stał na wysokości, któraby umożliwiała wychowankom politechnik, w życiu praktycznym, samodzielną pracę, do czego przy omawianiu konstrukcji maszyn powrócić zamierzam.

Wykreślnej geometrii, tak wykładowi jak ćwiczeniom, przypada w udziale jedno z najważniejszych zadań względem początkujących studentów t. j. rozwinięcie i wyszkolenie nieraz drzemiącej w nich wyobraźni przestrzennej. Co do grafostatyki, to nowoczesne dążenia uwydatniają się w tym kierunku, aby łącznie z nią odbywał się wykład grafodynamiki, — nauki dla inżynierów-mechaników jeszcze ważniejszej, — którą dotychczas słuchacz otrzymuje niesystematycznie, w rozmaitych wykładach fachowych.

Z teoretycznych wykładów przypada zwykle na 3 i 4 półroczną termodynamikę techniczną, która jest nauką zasadniczą dla wszystkich inżynierów, pracujących na polu maszyn ciepłowych. Ma ona uczniów zapoznać gruntownie, nie tylko z wybranymi działami, lecz z całokształtnym, uzupełnionym najnowszymi badaniami. Do dziś dnia panuje tutaj przeważnie wykres „objętość \times ciśnienie” bez względu na zasadnicze zna-

czenie wykresów entropijnych, odgrywających w nowoczesnej teorii maszyn ciepłowych daleko ważniejszą rolę, bez których, w pewnych działach, np. przy obliczaniu turbin parowych, absolutnie obejść się nie można. Teoria termodynamiki technicznej nabiera jednakowoż dopiero prawdziwego znaczenia i zmusza ucznia do pogłębienia jej przez umiejętnie wybrane ćwiczenia w laboratorium maszyn ciepłowych. Całe nowoczesne wykształcenie zmierza ku temu, aby teoretyczne dowody poprzeć eksperymentem i w ten sposób jak najlepiej przysposobić studentów do samodzielnego oceniania zjawisk przyrodniczych.

Z praktycznych wykładów pierwszych dwóch lat należy wymienić ogólne maszynoznawstwo, technologię mechaniczną i części składowe maszyn. Jeśli w pierwszym t. j. maszynoznawstwie opisuje się tylko encyklopedycznie różne części maszyn względnie ich całość, bez głębokiego krytycznego poglądu, który przyzwyczaja studenta do racjonalnego technicznego myślenia, w takim razie wykład ten jest zupełnie zbyteczny, — powiedziałbym nawet o tyle szkodliwy, że zabiera młodzieży niepotrzebnie tak drogi jej czas. Umiejętnie uchwycony wykład ogólnego maszynoznawstwa powinien na całe życie słuchacza wywrzeć decydujący wpływ i przygotować go do tak odpowiedzialnego zawodu, jakim jest budowa maszyn. Z własnego doświadczenia znam profesorów, którzy w tym wykładzie i w wykładach poszczególnych maszyn, dają studentom bardzo mało pozytywnego materiału. Mimo to wychowali szkołę inżynierów, którzy w życiu praktycznym, przemysłem oddali i oddają swemu społeczeństwu, wielkie usługi. Jednym słowem udało im się celowymi, głęboko obmyślanymi wykładami, nauczyć uczniów swych racjonalnego myślenia technicznego, udało im się zaszczerpić słuchaczom swym zdolność widzenia tego, co ich otacza i szybkiego, krytycznego zużycia własnych spostrzeżeń do celów bezpośrednio praktycznych, przemysłowych.

Jak już wyżej wspominałem, zadaniem mechanicznej technologii jest dopełnienie praktyki warsztatowej, a zarazem gruntowne przysposobienie do późniejszych prac konstrukcyjnych, które rozpoczynają się w 3 i 4 półroczu, kreśleniem części składowych maszyn. Wykład o konstrukcji powinien, oprócz pozytywnych danych o najnowszszych konstrukcjach, być szczegółowo poświęcony pogłębieniu obliczeń, jako prawdziwemu zastosowaniu prawideł mechaniki technicznej. Zarazem musi zwracać na każdym kroku uwagę uczniów na obróbkę i racjonalną nowoczesną fabrykację poszczególnych części. Przy wyborze zadań w ćwiczeniach konstrukcyjnych, decydować musi zasada, aby studenci w krótkim czasie jak najlepiej swój zmysł konstrukcyjny wykształcili.

Materiał, który słuchacz w pierwszych dwóch latach opanować musi, jest tak obszerny, że wymaga wielkiej pilności, nawet uzdolnionych uczniów. Dlatego, bezwarunkowo usunąć trzeba wykłady i ćwiczenia, które nie są niezbędne, a wiele czasu niepotrzebnie zabierają. — Wymieniam praktykowane na wielu politechnikach:

a) specjalne budownictwo z cegły i z drzewa (wykład i ćwiczenia rysunkowe) i

b) geodezyę (wykład i ćwiczenia).

Po zdaniu pierwszego egzaminu następują dwa lata studyów zawodowych, co do których wykorzystania podzielone są dziś zdania. Jedni — jest ich niewiele — twierdzą, że politechnika, w celu zapobieżenia za szybkiej specjalizacji młodzieży, powinna słuchaczy tylko encyklopedycznie zaznajomić z wszystkimi

działami techniki, a wykształcenie praktyczne, konstrukcyjne pozostawić późniejszej pracy przemysłowej. Wykształcenie takie encyklopedyczne jest nie tylko złudzeniem, lecz wprost niebezpiecznym, — z powodu swej ogólności, staje się właśnie nieograniczone. Umysł ucznia przesysa się wnet. — Ogromnego materiału, dawanego mu w wykładach, jako pokarm duchowy, nie jest w stanie ogarnąć i przetrawić, a ostatecznym rezultatem byłby zanik wszelkiej oryginalności, indywidualności i zarazem nienauczanie się niczego. Inni żądają, w celu nieobarczania nadmiernego studentów pracami konstrukcyjnymi i pozostawienia im więcej wolnego czasu do samodzielnych prac technicznych, tylko jednego większego, szczegółowo opracowanego projektu konstrukcyjnego np. suwnicy dźwigarkowej, parowej maszyny lub turbiny wodnej, z innych działów wystarczać mają odrębne szkice. Na zapatrywanie to również trudno się zgodzić, gdyż powyższa metoda prowadziłaby do nieracjonalnego, jednostronnego wykształcenia i utrudniałaby młodemu inżynierowi wstęp, a przedewszystkiem postępy w wielu fabrykach. Ponieważ obecnie już w dość późnym wieku rozpoczynamy naszą praktyczną pracę, powinno być przysposobienie zawodowe na politechnikach właśnie tego rodzaju, aby młody inżynier na mocy swych naukowych wiadomości, a przedewszystkiem umiejętności zastosowania ich, zdobył sobie w twórczej praktyce w krótkim czasie samodzielne stanowisko, a tem samem stał się produktywnym czynnikiem społeczeństwa.

Ogromna większość fachowców wychodzi ze założenia, że rysunek jest językiem inżyniera, wobec czego student już na politechnice musi się nauczyć jak najdzielniej nim władać. W celu umożliwienia mu tego najwięcej uwzględniać należy te działy maszyn, które przez obszerny materiał i wyborową jakość nadają najlepszą ku temu sposobność. Nie znaczy to bynajmniej, aby powyższa metoda polegała na zwalczanym przedtem schemacie, gdyż każdy dział nowoczesnych maszyn jest tak różnorodny i tak obszerny, że pozostawia ogromne pole do pielęgnowania i budzenia indywidualnych zdolności uczniów. Pewien, jasno określony system nauczania technicznego postawić sobie musi każda politechnika, chcąc osiągnąć uchwytne, dodatnie skutki. Praktyka nauczania i wymagania twórczego przemysłu stworzyły tu metodę zasadniczą, która zależnie od potrzeb czasu ulega i ulegać musi różnym zmianom.

Praca ostatnich dwóch lat studyów na nowoczesnych politechnikach dzieli się na wykłady fachowe, połączone z ćwiczeniami konstrukcyjnymi i laboratoryjnymi, tudzież na wykłady ekonomiczne. Wykłady fachowe powinny słuchaczowi dać szczegółowy materiał o parowych i gazowych maszynach, kotłach, kompresorach, pompach tłokowych i odśrodkowych, żórawiach i suwnicach dźwigarkowych, turbinach wodnych i parowych i maszynach pomocniczych. Każdy z tych działów jest dziś tak ogromny, iż w celu ogarnięcia go ucieka się wielu profesorów w zamian za szkicowanie na tablicy do pokazywania studentom różnych części maszyn aparatem projekcyjnym. — Metodę tę uważam nie tylko za fałszywą, lecz wprost zgubną, gdyż niewykształcony umysł studenta nie jest w stanie w przeciągu kilku minut rozpoznać główną myśl danego konstruktora, a tem mniej na przyszłość cośkolwiek sobie zapamiętać. Sposób takiego nauczania byłby doskonałym, gdyby słuchaczami byli inżynierowie z pewną już praktyką, a wykładającym wybitny konstruktor, przedstawiający swoje najnowsze doświadczenia i konstrukcje. Najidealniejszy stan panowałby w technicznym nauczaniu, gdyby politechniki znajdowały się w środowi-

skach przemysłowych, a profesorami konstrukcyi byli inżynierowie, pracujący wciąż twórczo w życiu praktycznym, którzy zaznajamiali by młodzież stale z najnowszymi zdobyczami sztuki inżynierskiej. Ponieważ z łatwo zrozumiałych powodów nie da się podobna organizacja przeprowadzić, starają się nowoczesne politechniki o pozyskanie wybitnych jednostek z produktywnego przemysłu na profesorów, aby nie tylko na mocy swych najświeższych zdobyczy uczyli, lecz przez swe stosunki z twórczą praktyką, byli stale doskonale poinformowani o najnowszych postępach techniki i stosownie do tego wykłady swe zmieniali i dopełniali. Profesor konstrukcyi maszyn, który nie ma ciągłego kontaktu z twórczą, postępową pracą przemysłu, który nie daje swym uczniom najnowszych zdobyczy techniki, lecz pasie ich umysł i wyobraźnię przestarzałymi formami i zasadami konstrukcyjnymi nie ma racyi bytu. Jest on tylko szkodliwym czynnikiem w wykształceniu fachowem młodzieży, a pożałowania godną jest młodzież, która drogi czas życia zabijać musi niepotrzebnymi i przestarzałymi rzeczami. W Niemczech, przodujących, bądź co bądź w wykształceniu technicznym, panowały do ostatniego czasu i panują jeszcze na niektórych politechnikach w tym kierunku zupełnie niezdrowe stosunki. Wykładów tak nowoczesnych maszyn, jak gazowe motory i parowe turbiny, wogóle nie ma, lecz w zamian za to otrzymuje słuchacz wierny wykład wszelkich maszyn, jakie budowano przed 20 laty. Przy takich warunkach trudno się dziwić, że nawet wybitni inżynierowie dochodzą do przekonania, iż obojętną jest rzeczą, czy student otrzyma fachowe wykształcenie we formie encyklopedycznej lub przestarzałej. Skutek jest ten sam, t. j. że młody inżynier nic nie umie, a ponieważ metoda encyklopedyczna jest mniej szkodliwą niż przestarzała, więc należy ją wybrać. Jeśli tylko politechnika da młodzieży gruntowną podstawę nauk ścisłych, — mniemają przedstawiciele tego kierunku, to przy podobnie niezdrowych stosunkach jedynie praktyka może dać młodemu inżynierowi fachowe wykształcenie. Chcąc sprostać wymaganiom przemysłu, postępuje się dziś w Niemczech na politechnikach z całą stanowczością i usuwa bezwzględnie wszystko co przestarzałe.

Powracając do wykładów, postawić należy bezwzględnie żądanie, aby nie tylko nauczyły młodzież technicznie myśleć, lecz dały jej także jak największy zasób materiału pozytywnego t. j. konstrukcyjnego ze szczególnem uwzględnieniem sposobów umiejętnego obliczania wytrzymałości jakoteż metod racjonalnej fabrykacji i obróbki. Jeśli całość nie da się opowiadać skicami na tablicy, w takim razie można konstrukcje pokazywane aparatem projekcyjnym litografować i studentom sprzedawać. Baczną trzeba też zwrócić uwagę na przykłady, które, opatrzone liczbami, dają słuchaczowi najlepszy obraz wykładanych rzeczy. Ważniejsza niż prelekcyjne są ćwiczenia konstrukcyjne, gdzie naukę udziela się jednostkom. Tu najwdzięczniejsze jest pole dla nauczającego do budzenia twórczej indywidualności i silnej woli u młodzieży, do prawdziwego rozwijania jej umiejętności i talentów, a zarazem powinna tutaj być najdzielniejsza szkoła stosowanej mechaniki technicznej. Właśnie w ostatnim względzie za mało dziś ogólnie się czyni; — czasy się zmieniły, dziś nikt nie konstruuje jedynie „na oko“, gdyż drogo opłacił przemysł twórczy tę metodę. Każdy samodzielny, nowoczesny inżynier kreśli swój pomysł na papierze i rozpoczyna gruntowne liczenie wytrzymałości wszelkich części; — wtenczas a zwłaszcza przy uwzględnieniu wpływów, wywołanych wydłużeniami materiałów, widzi się granice wiedzy mechaniki technicznej. Z tego też powodu tak bardzo podkreślam przyzwyczajenie

studentów do umiejętnego liczenia przy konstrukcji maszyn.

Przy wyborze projektów, wymaganych od studentów, należy przede wszystkim uwzględnić te maszyny, które najsubtelniej kształcą zmysł konstrukcyjny młodzieży. — Nie liczba, lecz jakość projektów i gruntowne ich przekonstruowanie nauczą ucznia dobrze władać językiem inżyniera. Z powodu stojących do dyspozycji dwóch lat, koniecznym jest pewne ograniczenie się na najważniejsze działy. — Według mego zdania osiągniętyby cel zapomocą następujących projektów, których wybór pozostawia się studentom:

1. maszyna parowa lub gazowa (gruntowne przekonstruowanie, ponieważ maszyny te nadają się najwięcej do kształcenia zmysłu konstrukcyjnego);
2. żóraw lub suwnica dźwigarkowa, lub pompa tłokowa lub kompresor (tylko główne części);
3. pompa odśrodkowa, lub turbina wodna, lub turbina parowa (tylko główne części).

Do tych projektów dodaćby można szkice odręczne z budownictwa lądowego i wodnego z uwzględnieniem potrzeb inżynierów-mechaników, lecz bezwarunkowo dla nich skreślić trzeba wszelkie szkice i konstrukcje maszyn elektrycznych, jako absolutnie nie kształcących zmysłu konstrukcyjnego. Poza tem są one tak dalece unormalizowane, że konstruowanie ich na politechnikach jest jedynie schematycznym kopiowaniem, a więc bezproduktywną pracą rysunkową. Nowoczesnemu inżynierowi-mechanikowi, jest przede wszystkim potrzebna gruntowna znajomość teorii maszyn elektrycznych, oparta na specjalnych doświadczeniach w laboratorium elektrotechnicznym. Zajmowanie się natomiast aparatami elektrycznymi, które przeważnie poznano już w laboratorium fizycznym, jest niepotrzebnym traceniem czasu.

Tak, jak wykład elektrotechniki bez ćwiczeń w laboratorium nie ma racji bytu, tak samo wykład i ocena maszyn ciepłowych nabiera dopiero w odpowiednim laboratorium konkretnego znaczenia. Tutaj student powinien nauczyć się oceny racjonalnego pracowania maszyn ciepłowych, czytania wykresów i poznawania błędów we funkcjonowaniu, ustawiania bilansów termicznych, umiejętnej regulacji stawideł itp., słowem poznać wszelkie dodatnie i ujemne przymioty maszyn i przysposobić się do samodzielnych późniejszych badań.

Oprócz inżyniera budowy maszyn znajdujemy na kilku niemieckich politechnikach jeszcze następujące działy, których wybór pozostawia się słuchaczom:

- inżynier komunikacji,
- „ elektrotechnik,
- „ fizyk,
- „ administrator.

Po szczegółowym omówieniu wykształcenia inżyniera-mechanika załatwię się z innymi kierunkami w krótkości.

Inżynier komunikacji ma być także konstruktorem, lecz ze specjalnem uwzględnieniem maszyn w kolejnictwie używanych, mianowicie lokomotyw parowych, elektrycznych i samochodów.

Studium inżyniera-elektrotechnika poświęcone jest przede wszystkim pogłębieniu wszelkich działów elektrotechniki, konstrukcji maszyn elektrycznych, zakładaniu elektrowni i intensywnej pracy w laboratorium elektrotechnicznym.

Inżynier-fizyk zajmuje się specjalnemi stu-

dyami w laboratorium fizycznym, wytrzymałości materiałów, elektrotechnicznym, maszynowym i wykonuje dwa mniejsze projekty konstrukcyjne.

Praca inżyniera-administradora leży głównie na polu ekonomiczno-technologicznym, a wymagane są przeważnie projekty ogólne z obliczeniami kosztów zakładów przemysłowych i komunalnych. Dział ten ma dostarczać państwu, miastom i wielkim syndykatom fabrycznym urzędników-administradorów technicznie wykształconych.

Dla wszystkich tych kierunków równie ważnem jest należyte uwzględnienie ekonomii społecznej. Już na wstępie zaznaczyłem, że każda twórcza praca techniczna łączy się ściśle z ekonomiczną. O ile z jednej strony potężny rozwój był przyczyną racjonalnej gospodarki finansowej i podniesienia ekonomicznego społeczeństw, o tyle z drugiej strony nowoczesna gospodarka finansowa umożliwiła przemysłowi tak szybki rozwój. Dlatego niezbędne są na nowoczesnych politechnikach nie tylko teoretyczne wykłady ekonomii społecznej, lecz także specjalne z życia gospodarczego i przemysłowego.

Studia techniczne kończą się zwykle egzaminem dyplomowym lub państwowym, który w różnej odbywa się formie. Zachodzi pytanie, czy egzamin ten ma wogóle rację bytu względnie jakie wymagania stawiać się powinno. Pomimo iż absolutnie nie przeceniam ważności egzaminu, uważam go za konieczny w celu zmuszenia słuchaczy do ułożenia w umyśle swym i ugruntowania otrzymanych w czasie studiów nauk. Egzaminowe prace konstrukcyjne są często klauzurowymi lub większymi projektami, które student pod kierunkiem profesora w czasie 8 miesięcznym wykonuje. Wychodząc z założenia, że nie wiedza, lecz przede wszystkim umiejętność zastosowania jej decyduje u inżyniera o jego powodzeniu w życiu praktycznym, dochodzi się do wniosku, iż prace klauzurowe są zupełnie nieracjonalne, gdyż rozstrzyga tutaj jedynie wiedza, to co sobie student zapamiętał na czas egzaminu, a wkrótce po jego zdaniu znów zapomni. Opracowanie natomiast większego zadania z działu, który sobie uczeń według woli wybiera, przyczynia się do pogłębienia różnych zagadnień tak czysto technicznych jak i ekonomicznych, następcza sposobność do prawdziwego wykorzystania wykształconej wiedzy technicznej i umożliwia profesorowi wyrobienie sobie pewnego zdania o umiejętnościach i zdolnościach kandydata. Kto pracę tę samodzielnie, z głębokim zrozumieniem wykonał, dla tego egzamin ustny powinien być jedynie formą.

Moząły i trudy znamionują twórczą pracę przemysłową; — bez nadzwyczajnych wysiłków nie może obejść się też nowoczesne przygotowanie do niej, wykształcenie techniczne. Jest ono głównie zależnem od wyboru sił profesorskich, wyposażenia politechnik we wszelkie nowoczesne laboratoria, a wkońcu nie w mniejszej mierze od zdolności, działalności słuchaczy i ich przygotowania w szkołach średnich/ Gimnazya tak filologiczne jak realne, pozbyć się powinny abstrakcyjnego nauczania z książek jedynie, a zastąpić je uczeniem faktów i zjawisk z rzeczywistości, z życia. Tylko racjonalnie do życia w szkole średniej przygotowana młodzież wykształci się na politechnikach na dzielnych w całym słowa znaczeniu zawodowców i przyczyni się do ekonomicznego i kulturalnego dźwignięcia swego społeczeństwa.

Dypl. inż. Wiesław Chrzanowski.

DZIAŁ GÓRNICZY.

Zeszyty *Revue Universelle des Mines* z drugiego półroczu ubiegłego roku zawierają kilka artykułów o naf-

towym przemyśle, na które szczególniejszą u nas warto zwrócić uwagę i dyskusję o płynnej podsadze kopalni